

Informe para la Dirección Sectorial de Integración Educativa
Área Gestión de Sistemas de Información
Mayo 2023

Maximiliano Machado
Juan S. Pereyra

En el marco del proyecto ANII - Fondo María Viñas (FMV_1_2021_1_166576)¹ en este informe se analiza la asignación de estudiantes a centros educativos de educación media. En el año 2022 se corrió un nuevo algoritmo. En este documento se describe el algoritmo utilizado, se realiza una propuesta de cambios, y se compara la asignación que se implementó con la que se hubiera obtenido con la propuesta.

1. Principales puntos del informe.

- Como se mencionó en el informe anterior, el nuevo algoritmo representó una mejora sustancial con respecto a la versión anterior. Por un lado, se simplificaron las reglas y se hicieron más transparentes. Por otro lado, se le dió más importancia al índice de vulnerabilidad para calcular la asignación.
- El problema que continúa es la generación de sobrecupos en algunos centros, es decir, la asignación de más estudiantes que lugares disponibles. Aunque el total de lugares del sistema es suficiente para todos los estudiantes, los centros rankeados por los estudiantes (tres cada estudiante) no es suficiente para atender toda la demanda. De todas formas, la escala del problema es menor: 1374 estudiantes (3% de la población).
- Una opción para atender la generación de estos sobrecupos es permitir a los estudiantes (de Montevideo por ejemplo) que puedan rankear 4 centros. Esto podría disminuir sustancialmente la cantidad de centros con sobrecupo. Como ejercicio se le asignó aleatoriamente a cada estudiante una opción del departamento de residencia como cuarta opción. Al correr el algoritmo se genera un sobrecupo de 278.
- Una versión mejorada para resolver el problema de sobrecupos es “identificar” con los datos que tenemos, los estudiantes que son más probable que queden sin asignar. Luego, a estos estudiantes se les pide que elijan un cuarto centro entre los centros que, según los datos que tenemos, quedan con lugares disponibles (y además se puede incluir un criterio de proximidad).
- La forma principal en la cual se resuelve la asignación de estudiantes que quedan sin centro en el paso principal del algoritmo, es asignarlos a su liceo predeterminado. Esto implica que algunos estudiantes son asignados a centros que no rankean. Además, esto supone ejercer una presión más fuerte en secundaria, lo que provoca que el 86% de los centros con sobrecupo sean liceos.

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

- Proponemos un algoritmo alternativo para asignar a los estudiantes que quedan sin centro luego del paso principal. La idea es asignar cada estudiante, siguiendo el índice de vulnerabilidad, al centro con menor sobrecupo (es el mismo criterio que se sigue en el último paso del algoritmo actual)². Esto genera que los centros con sobrecupo se dividan de forma más equitativa entre secundaria y UTU. Más allá de lo anterior, las diferencias no son sustanciales.

2. Descripción del algoritmo 2022

Preferencias estudiantes. Los estudiantes tienen algunas restricciones en cuanto a los centros a rankear. Para el primer y segundo lugar, pueden elegir cualquier centro. En el tercer lugar, el sistema completa automáticamente con el liceo predeterminado cuando se verifican las siguientes condiciones:

- 1) El estudiante tiene un liceo predeterminado.
- 2) Las dos primeras opciones son liceos.
- 3) El departamento elegido para la tercera opción es el departamento en el cual está el predeterminado.
- 4) El sistema que se elige para la tercera opción es secundaria (liceos).

Para aquellos estudiantes que tienen un liceo predeterminado que no se encuentra en las 3 opciones, se lo incorpora como cuarta opción.³ Por lo tanto, todos los que tienen cuarta opción, se trata de su liceo predeterminado. En el 2022, 889 estudiantes tuvieron cuarta opción.

Capacidades de centros. Antes de correr el algoritmo se calculan las capacidades de la siguiente forma. 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.

Dictador serial. El algoritmo utiliza el procedimiento conocido como **dictador serial** según el cual se consideran a los estudiantes ordenados según el índice de vulnerabilidad (dónde los “empates” son resueltos aleatoriamente) y se los asigna a la mejor opción disponible. En particular, el algoritmo primero considera al estudiante con mayor valor del índice de vulnerabilidad y lo asigna a su primera opción. Luego considera el segundo estudiante y lo asigna a su opción más preferida entre aquellas que tienen cupo disponibles. Y así sucesivamente, hasta considerar a todos los estudiantes. Si para algún estudiante todas sus opciones rankeadas no tienen cupo disponible, entonces lo deja sin asignar. Luego se resuelven estas situaciones asignando a los estudiantes que quedaron sin centro con otro criterio en un paso posterior.

² Se probó también como criterio asignar a la opción más preferida entre aquellas con menor sobrecupo, *expresado como porcentaje de la capacidad inicial*. No hay diferencias significativas.

³ Hay casos en los cuales la tercera opción es el predeterminado, e igual se repite el predeterminado como cuarta opción. En estos casos, la tercera y cuarta opción es la misma. Aunque no cambia nada sustantivo en cuanto a la asignación, se podría evitar estos casos para no generar confusión. Es decir, si el predeterminado aparece, no volver a incluirlo como cuarta opción.

Procedimiento.

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 (estos estudiantes no tienen índice de vulnerabilidad). Se utiliza como antes el dictador serial.

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.

Paso 5. Se consideran todos los estudiantes no asignados hasta este momento, y sus cuatro opciones (la cuarta opción refiere a liceo predeterminado).⁴ Se los ordena según el índice de vulnerabilidad y se los asigna usando el dictador serial.

Paso 6. Los estudiantes no asignados y que tengan un liceo predeterminado, se los asigna a su predeterminado sin considerar el sobrecupo.

Paso 7. Se consideran a los estudiantes no asignados hasta el momento. Para cada estudiante (ordenados según valor del índice) consideramos el sobrecupo de cada opción, y lo asignamos a la opción más preferida con menor sobrecupo. Si el mínimo de sobrecupo se da en más de una opción, se lo asigna a la opción más preferida. Luego, actualizamos el cupo del centro, y consideramos el siguiente estudiante.

⁴ Aunque hay estudiantes con liceo predeterminado con la cuarta opción en blanco (y las tres primeras opciones no contienen al predeterminado).

3. Resultados

El siguiente cuadro muestra los estudiantes asignados en cada paso.

Número de estudiantes asignados en cada paso

Paso	No. estudiantes considerados	No. estudiantes asignados	% estudiantes considerados	% estudiantes asignados
1	707	707	1,7	1,7
2	2.185	2.185	5,2	5,2
3	397	397	0,9	0,9
4	2.043	2.043	4,8	4,8
5	36.800	35.426	87,3	84
6	1.312	1.312	3,1	3,1
7	62	62	0	0
Total		42.132		

Sobrecupos

El centro 5241 comienza el proceso con un cupo negativo, -2.

En el **primer paso** del algoritmo se generan los siguientes sobrecupos:

Centro	Cupo original	Sobrecupo
6371	65	-7
6402	28	-2

En el paso 6, cuando se asignan estudiantes a su predeterminado, se generan sobrecupos en 92 centros (máximo de 40% y promedio 10% de la capacidad).

Finalmente el algoritmo genera **1368 sobrecupos**, distribuidos en 108 centros (94 liceos, 86% y 14 UTUs, 14%), con un máximo y promedio como porcentaje de su capacidad original de 47% y 9%, respectivamente. Se presenta la lista de centros con sobrecupo al finalizar el algoritmo al final del informe.⁵

⁵ Las cifras pueden tener diferencias con respecto a lo que se implementó por la forma en que se ordenan estudiantes con igual índice.

4. Sugerencias

Las sugerencias son las siguientes.

i) Quitar la restricción de que la tercera opción sea el predeterminado por defecto cuando las condiciones anteriores se cumplen. Esto restringe las posibilidades que tienen algunos estudiantes (rankear dos opciones en lugar de tres), y el efecto “real” es menor. En 2022, a 3.418 estudiantes se les asignó por defecto su tercera opción como el predeterminado. De esto, sólo 416 estudiantes fueron asignados a su tercera opción; el efecto “real” de la restricción por lo tanto es pequeño.

ii) Esta sugerencia se refiere a la presentación de los resultados del algoritmo. Separar los asignados en el punto 5, según hayan sido asignados en 5.1 o 5.2. Ahora están todos juntos.

ii) Un “problema” de la situación actual es que luego del paso 5, quedan 1374 estudiantes sin asignar. Una primera solución que se implementa ahora es asignar a los estudiantes a su liceo predeterminado para el caso que tengan, generando sobrecupos. Para el año que analizamos, 1312 estudiantes de los 1374 tiene predeterminado, y lo rankean según el siguiente cuadro.

Posición del predeterminado en estudiantes sin asignar luego paso 5.

Primera opción	753
Segunda opción	176
Tercera opción	321
No rankean	62
Total	1312

En este paso el algoritmo genera un sobrecupo de **1306** que es igual a los 11 de antes, 1250 asignados a su predeterminado el cual rankean como primera, segunda o tercera opción, y 45 estudiantes que son asignados a su predeterminado, el cual no rankean y **no tenía lugar**. De los 62 estudiantes que no rankean el predeterminado, 17 estudiantes son asignados a su predeterminado con cupo disponible.

Los 62 estudiantes que son asignados a su predeterminado en esta paso y no lo rankean, son “perjudicados” por el hecho de tener un predeterminado ya que de no tenerlo serían asignados en el próximo paso a una de sus 3 opciones.

Una opción alternativa. Asignar a cada estudiante sin centro luego del paso 5 al centro con menor sobrecupo de los que ordenó, en orden decreciente del índice. En este caso se genera un sobrecupo de 1385 (9 sobrecupos ya habían sido generados antes y 2

están desde el comienzo). Esto implica generar un sobre cupo de 17 lugares más del que se generó en el 2022 (el cual fue 1368). Estos 17 lugares se explican por aquellos estudiantes que son asignados en el algoritmo 2022 a su predeterminado, el cual no rankean y tiene lugar disponible.

Los sobrecupos se generan en 148 centros, máximo de 51% y promedio de 8% con respecto a la capacidad original. De los 148 centros con sobrecupo, 90 son liceos (61%) y 58 UTUs (39%). **Algo a destacar es que en la propuesta 2023 los centros con sobrecupo se distribuyen más equitativamente entre secundaria y UTU. En el algoritmo 2023, los centros con sobrecupo se concentran en secundaria, 86%, lo cual es razonable porque se usa el liceo predeterminado para asignar a los estudiantes que no tienen centro en el paso 5.**

La distribución por departamento se muestra en el siguiente cuadro:

	Algoritmo 2022	Propuesta 2023
Artigas	5	6
Canelones	14	27
Cerro Largo	4	5
Colonia	1	1
Durazno	1	1
Flores	0	0
Florida	0	0
Lavalleja	0	0
Maldonado	6	7
Montevideo	49	65
Paysandú	5	7
Río Negro	0	0
Rivera	1	3
Rocha	5	7
Salto	10	10
San José	0	0
Soriano	3	5
Tacuarembó	3	3

Treinta y Tres	1	1
Total	108	148

Como se observa en el cuadro anterior, la mayoría de los centros con sobrecupo están en Montevideo y Canelones. Una forma de aliviar la presión sobre los centros con sobrecupo es solicitarles a los estudiantes de estos departamentos que rankeen 4 opciones. De esta forma se podrá tener una cuarta opción seleccionada por los estudiantes para asignarlos.

El siguiente cuadro resume el resultado y su comparación con el algoritmo que se corrió en el 2022 para los estudiantes que no son asignados en el paso 5.

	Algoritmo 2022	Propuesta 2023
Asignados primera opción	781	661
Asignados segunda opción	191	342
Asignados tercera opción	340	371
Asignados opción no rankeada	62	0
Total	1374	1374

En el siguiente cuadro comparamos los estudiantes asignados en los pasos 6 y 7 del algoritmo original con los asignados en el paso 6 de la propuesta.

Igual asignación	Prefieren Algoritmo 2022	Prefieren Propuesta 2023
521	444	409

El siguiente cuadro muestra la distribución de asignación según opción:

	ANEP 2022 (*)		Alternativo	
1ª opción	38.464	91%	37.784	90%
2ª opción	2.566	6%	2.993	7%
3ª opción	1.060	3%	1.355	3%
4ª opción	42	0%	0	
Total	42.132		42.132	

(*) Esta es la asignación implementada, no la simulada.

Centros con sobrecupo de acuerdo al algoritmo 2022.

5243	51	-24	-47%
5268	53	-24	-45%
5277	122	-55	-45%
5279	95	-39	-41%
5234	116	-42	-36%
5250	174	-50	-29%
5238	156	-40	-26%
5278	207	-46	-22%
5163	168	-35	-21%
5290	175	-36	-21%
5288	52	-10	-19%
5276	179	-34	-19%
6407	11	-2	-18%
5296	50	-9	-18%
5304	179	-32	-18%
5231	113	-20	-18%
5244	121	-21	-17%
5257	204	-35	-17%
5248	100	-17	-17%
5230	200	-33	-17%
5343	309	-48	-16%
5286	134	-20	-15%
5265	261	-38	-15%
6410	21	-3	-14%
5345	141	-20	-14%
5339	252	-34	-13%
5228	112	-15	-13%

5239	187	-23	-12%
5218	82	-10	-12%
5166	107	-13	-12%
6371	58	-7	-12%
5145	80	-9	-11%
5281	170	-19	-11%
5233	154	-17	-11%
5340	256	-28	-11%
5258	213	-23	-11%
5280	196	-20	-10%
5256	128	-13	-10%
5159	111	-11	-10%
5285	175	-17	-10%
5365	212	-20	-9%
5236	142	-13	-9%
5223	160	-14	-9%
5113	142	-12	-8%
5232	228	-19	-8%
6402	26	-2	-8%
5289	133	-10	-8%
5336	139	-10	-7%
5272	85	-6	-7%
6413	156	-11	-7%
5284	272	-19	-7%
5338	150	-10	-7%
5263	129	-8	-6%
5229	169	-10	-6%
5222	107	-6	-6%
5341	199	-11	-6%

5292	93	-5	-5%
5346	58	-3	-5%
5299	216	-11	-5%
5303	297	-15	-5%
5291	121	-6	-5%
5106	215	-10	-5%
5253	65	-3	-5%
5302	198	-9	-5%
5348	164	-7	-4%
6414	25	-1	-4%
5144	51	-2	-4%
5224	276	-10	-4%
5226	111	-4	-4%
5168	144	-5	-3%
5252	185	-6	-3%
5273	131	-4	-3%
5142	107	-3	-3%
5274	150	-4	-3%
5240	200	-5	-3%
5152	222	-5	-2%
5097	138	-3	-2%
5318	150	-3	-2%
5366	106	-2	-2%
5127	106	-2	-2%
6206	110	-2	-2%
5372	168	-3	-2%
5132	114	-2	-2%
6319	59	-1	-2%
5155	123	-2	-2%

5242	195	-3	-2%
5375	200	-3	-2%
5369	215	-3	-1%
5119	149	-2	-1%
6366	78	-1	-1%
5184	79	-1	-1%
5125	322	-4	-1%
6335	81	-1	-1%
6403	84	-1	-1%
5147	170	-2	-1%
6443	85	-1	-1%
5108	178	-2	-1%
5247	210	-2	-1%
6295	107	-1	-1%
6208	115	-1	-1%
5114	135	-1	-1%
5103	150	-1	-1%
5361	181	-1	-1%
5102	212	-1	0%
5172	221	-1	0%
5251	230	-1	0%
5241	-2	-21	1050%
6627	0	-2	

Centros con sobrecupo de acuerdo a la propuesta 2023.

Centro	Cupo original	Sobrecupo	%
5243	51	-26	-51%
5268	53	-25	-47%
6407	11	-5	-45%
5279	95	-27	-28%
5253	65	-18	-28%
6326	56	-15	-27%
6218	24	-6	-25%
5296	50	-12	-24%
5231	113	-27	-24%
5277	122	-26	-21%
5244	121	-25	-21%
6372	51	-9	-18%
5236	142	-25	-18%
6312	81	-14	-17%
6319	59	-10	-17%
5238	156	-26	-17%
5286	134	-22	-16%
5250	174	-27	-16%
5288	52	-8	-15%
5276	179	-27	-15%
5248	100	-15	-15%
5345	141	-21	-15%
6413	156	-23	-15%
5239	187	-27	-14%
5290	175	-25	-14%
5233	154	-22	-14%

5228	112	-16	-14%
6410	21	-3	-14%
5281	170	-24	-14%
5234	116	-16	-14%
6371	58	-8	-14%
6349	52	-7	-13%
5256	128	-17	-13%
5285	175	-23	-13%
5166	107	-14	-13%
5229	169	-22	-13%
5159	111	-14	-13%
5278	207	-26	-13%
6257	57	-7	-12%
6366	78	-9	-12%
5289	133	-15	-11%
5257	204	-23	-11%
6335	81	-9	-11%
5230	200	-22	-11%
5339	252	-27	-11%
5340	256	-27	-11%
5341	199	-20	-10%
5218	82	-8	-10%
5168	144	-14	-10%
6406	31	-3	-10%
6409	31	-3	-10%
5280	196	-18	-9%
5163	168	-15	-9%
5343	309	-27	-9%
5292	93	-8	-9%

5348	164	-14	-9%
5304	179	-15	-8%
6414	25	-2	-8%
5258	213	-17	-8%
6321	193	-15	-8%
6402	26	-2	-8%
6427	26	-2	-8%
5302	198	-15	-8%
5222	107	-8	-7%
5232	228	-17	-7%
5299	216	-16	-7%
6356	230	-17	-7%
5272	85	-6	-7%
6369	60	-4	-7%
5366	106	-7	-7%
5142	107	-7	-7%
6295	107	-7	-7%
6370	62	-4	-6%
6205	31	-2	-6%
5145	80	-5	-6%
5265	261	-16	-6%
6299	66	-4	-6%
6318	52	-3	-6%
5223	160	-9	-6%
5303	297	-16	-5%
5346	58	-3	-5%
6317	58	-3	-5%
5291	121	-6	-5%
5113	142	-7	-5%

5336	139	-6	-4%
6327	214	-9	-4%
5144	51	-2	-4%
5263	129	-5	-4%
5252	185	-7	-4%
6221	27	-1	-4%
6388	54	-2	-4%
6247	55	-2	-4%
5226	111	-4	-4%
6214	29	-1	-3%
5338	150	-5	-3%
5361	181	-6	-3%
6223	31	-1	-3%
5242	195	-6	-3%
5240	200	-6	-3%
5284	272	-8	-3%
5224	276	-8	-3%
5247	210	-6	-3%
5365	212	-6	-3%
5127	106	-3	-3%
6361	109	-3	-3%
6248	76	-2	-3%
6220	79	-2	-3%
6428	83	-2	-2%
6244	49	-1	-2%
6226	52	-1	-2%
6311	54	-1	-2%
6206	110	-2	-2%
5372	168	-3	-2%

5132	114	-2	-2%
5251	230	-4	-2%
6245	62	-1	-2%
5375	200	-3	-2%
6309	141	-2	-1%
6246	71	-1	-1%
5369	215	-3	-1%
5106	215	-3	-1%
5119	149	-2	-1%
5274	150	-2	-1%
5157	78	-1	-1%
5184	79	-1	-1%
6336	159	-2	-1%
6403	84	-1	-1%
5147	170	-2	-1%
6443	85	-1	-1%
6236	176	-2	-1%
5282	102	-1	-1%
5125	322	-3	-1%
5152	222	-2	-1%
6208	115	-1	-1%
6394	118	-1	-1%
5155	123	-1	-1%
5273	131	-1	-1%
5114	135	-1	-1%
5097	138	-1	-1%
5318	150	-1	-1%
5103	150	-1	-1%
5108	178	-1	-1%

5102	212	-1	0%
5172	221	-1	0%
5327	286	-1	0%
5241	-2	-11	550%
6493	0	-1	
6627	0	-4	