

UNA APLICACION DE LA TEORIA DE 'TWO-SIDED MATCHING' AL PROCESO DE ADMISION A LAS UNIVERSIDADES EN CHILE*

FLAVIA ROLDAN*

IERAL, Argentina

Abstract

This paper analyzes the National System of Admissions as the mechanism employed in Chile to match universities and students. This process has three stages. The first one allows matchings which are individually rational. The second one is a centralized mechanism which allows stable matchings. The last one is a decentralized mechanism and its matchings will not necessarily be stable. On the basis of these results, it makes some recommendation to reach stable matchings. This paper also studies situations in which the agents have no incentives to state their true preferences to the matchmaker.

I. Introducción

El propósito de este trabajo es analizar el mecanismo de asignación de estudiantes a universidades que se lleva a cabo en las instituciones de Educación Superior adscritas al Consejo de Rectores en Chile. Este mecanismo de asignación es llamado Sistema Nacional de Admisión.

* Este artículo está basado en mi tesis para obtener el grado de Master of Arts in Economics y es parte de un trabajo de investigación conjunta con Héctor Chade. Quisiera agradecer la orientación, los valiosos comentarios y el estímulo brindado por Héctor Chade para la concreción de este documento. Asimismo agradezco la colaboración de Luis Valdivieso, Graciela Donoso y Claudio Calderón, miembros del Departamento de Administración de la Prueba de Aptitud Académica, Universidad de Chile. Extiendo mi agradecimiento a Mariángela Elgorreaga del Consejo Superior de Educación y a un árbitro anónimo. Todos los errores que subsistan son de mi responsabilidad.

Los estudios existentes sobre el proceso de selección de estudiantes a universidades en Chile se han enmarcado en dos líneas centrales. Están aquellos que enfatizan la capacidad predictiva de los elementos de selección empleados en la admisión de estudiantes. La capacidad predictiva se mide en términos del éxito académico posterior de los estudiantes (Díaz, Himmel y Males, 1990; Díaz, 1980; entre otros).

Por otro lado, están aquellos estudios que analizan el impacto que tienen algunas medidas, en particular las referidas al financiamiento, sobre ciertas variables intervinientes en el proceso de admisión (Sanfuentes, 1990; Muga y Rojas, 1990, entre otros).

El presente trabajo se aleja de las líneas seguidas por los anteriores y propone estudiar el Sistema Nacional de Admisión como el mecanismo empleado en Chile que permite asignar, recíprocamente, universidades (estrictamente carreras) con estudiantes. Así se estudiará el Sistema Nacional de Admisión desde la perspectiva de la teoría de *two-sided matching* (o asignaciones entre dos partes).

Tanto la historia de este proceso de selección, así como la organización y realización del mismo, guardan estrecha relación con la historia de similares procesos de asignación en distintos mercados. Tal es el caso de los procesos de asignación de médicos residentes a hospitales en Estados Unidos y en el Reino Unido, entre otros mercados.¹

Además de la anterior similitud, llama la atención la permanencia en el tiempo de este mecanismo, puesto que opera desde hace tres décadas con altas tasas de participación.

Si bien la riqueza de análisis que permite la teoría de *two-sided matching* es grande, este es el primer estudio, al menos para mi conocimiento, que analiza al Sistema Nacional de Admisión desde este enfoque. Este marco teórico permitirá hacer un análisis formal de la evolución histórica del proceso de admisión y dará el contexto en el cual se discutirá el resultado que actualmente alcanza el Sistema.

Del análisis realizado en este artículo se desprende que el Sistema Nacional de Admisión ha previsto dos mecanismos secuenciales para la admisión de estudiantes a universidades. El primero de ellos, empleado en la etapa de selección, es centralizado. A este mecanismo le sigue otro, empleado en la etapa de matriculación que, contrario al anterior, es descentralizado en las universidades. En este sentido, el Sistema Nacional de Admisión se aleja de los similares procesos de asignación en otros mercados y hacen particularmente interesante su estudio. Las asignaciones producidas por el Sistema en la etapa de selección son estables, en el sentido que para los tipos de mercados considerados en este trabajo, estas asignaciones están en el núcleo (*core*) del mercado cuando los agentes establecen las verdaderas preferencias.

Adicionalmente, y a pesar de que las asignaciones que surgen en la etapa de selección son el insumo con el cual trabaja la etapa de matriculación, las asignaciones producidas en la fase de matriculación no necesariamente serán estables.

Sobre la base de estos resultados, se presenta una propuesta que permitirá mejorar el funcionamiento del mecanismo de admisión empleado.

Cabe destacar como uno de los hechos más sorprendentes, luego de estudiar el Sistema Nacional de Admisión, la manera en que éste resuelve el proceso de asignación de alumnos a las universidades en la etapa de matriculación, de tal forma que con la solución propuesta se adelanta en el tiempo a las soluciones que para estos mismos problemas provee la teoría. Tal es así, que recientemente en la literatura (Blum, Roth y Rothblum, 1997) se estudian situaciones similares a las que, desde 1970, se producen en la etapa de matriculación.

Por otra parte, dado el contexto de información que poseen los estudiantes y las universidades que participan en el Sistema, han sido interesantes las conclusiones que surgen luego de un estudio preliminar sobre el comportamiento estratégico de los agentes en las distintas etapas del proceso de admisión. Estudiando las motivaciones que subyacen en los requisitos de postulación que establecen las universidades, es posible afirmar que, en ciertas circunstancias, los participantes en este mercado no tendrán incentivos a revelar sus verdaderas preferencias.

El trabajo está organizado en cinco partes centrales. En la Sección II se hará una breve descripción de la evolución de este mercado, y se detalla el Sistema Nacional de Admisión como el mecanismo adoptado de admisión y asignación de estudiantes a universidades. En la Sección III se presenta un modelo formal para estudiar el Sistema Nacional de Admisión. En la Sección IV se estudia el algoritmo usado en el proceso de selección y se evalúa las propiedades establecidas del mismo. En la Sección V se analizan posibles problemas estratégicos que pueden surgir en este mercado. En la Sección VI se presentan las principales conclusiones del trabajo y se formula una propuesta para mejorar las asignaciones alcanzadas por el Sistema. Asimismo, se establecen algunos lineamientos de una futura agenda de investigación.

II. El Sistema Nacional de Admisión

2.1 Aspectos generales

El proceso de admisión a las universidades en Chile actualmente depende de la institución a la que se haga referencia. Sin embargo, entre 1970 y 1981 existía un único proceso de admisión: el Sistema Nacional de Admisión, el que con algunos cambios de contexto ha prevalecido hasta nuestros días.

Fue asumido voluntariamente por las ocho universidades que por entonces conformaban el Consejo de Rectores.²

Desde los inicios de la aplicación de este mecanismo, se han incluido los siguientes antecedentes de selección:

1. promedio de calificaciones de la Enseñanza Media;
2. puntaje en la Prueba de Aptitud Académica (P.A.A.);
3. pruebas de conocimientos específicos;
4. pruebas de aptitudes específicas;
5. criterios adicionales de selección: regionalidad; nivel socioeconómico; antecedentes laborales; origen escolar, entre otros.

Esta batería de antecedentes ha sido, en gran medida, estable en el tiempo. El objetivo del Sistema era y es lograr el ingreso de estudiantes a la Educación Superior mediante un proceso que permita la participación autónoma y plena, tanto de los estudiantes como de las universidades. Puede seguirse la evolución de los participantes del Sistema a través del Cuadro 1.

Desde los cambios introducidos en la legislación de 1981, coexisten dos procesos de admisión. Las universidades e institutos profesionales que reciben aporte estatal directo, que pertenecen al Consejo de Rectores, continúan participando del Sistema Nacional de Admisión. Las restantes instituciones, que no reciben el aporte estatal directo y que surgieron luego de la reforma de 1981 –instituciones privadas no tradicionales–, han establecido sus propios procedimientos de selección de postulantes.

Es importante aclarar que no existe ninguna normativa que, explícitamente, establezca que en el Sistema Nacional de Admisión sólo participen las entidades que por ley forman parte del Consejo de Rectores.

Cuando se trata de explicar las razones que motivan la existencia de estos dos procesos de selección y las razones que incentivan a no unificarse, se encuentran dos argumentos distintos.

Por un lado, se expresa que el hecho de que las nuevas universidades privadas se mantengan al margen del Sistema es compatible con las características académicas de los estudiantes que ingresan a estos establecimientos. En otros términos, si las universidades privadas no tradicionales desean participar conjuntamente con las otras universidades en el Sistema Nacional de Admisión deberían elevar el nivel de exigencias académicas en la selección de sus postulantes.

Existen datos que ayudan a sostener parcialmente esta afirmación. La mayoría de las universidades privadas exigen, o bien puntaje mínimo de 450 en P.A.A. para poder ingresar a ellas, o bien no tienen exigencias de puntaje mínimo.

Sin embargo, es necesario resaltar que el aporte fiscal indirecto que reciben las nuevas universidades privadas tiene una tendencia creciente. En 1990 estas universidades recibían un 8,7% del total del aporte fiscal indirecto, mientras que en 1996 este valor alcanzó el 11,9%. Recordemos que el aporte fiscal indirecto se recibe en función de los alumnos matriculados con mejores puntajes en la P.A.A.

Por otra parte, resulta significativo el número de estudiantes que teniendo derecho a postular,³ no postula. Para los años 1988 y 1989,⁴ los estudiantes que se registran en esta situación son 21.107 y 25.155 estudiantes, respectivamente. A su vez, las vacantes ofrecidas por las universidades privadas que no pertenecen al Consejo de Rectores, para esos mismos años, fueron de 3.695 y 7.155 vacantes, respectivamente.

Estas cifras sugieren que las universidades privadas podrían conformar sus planes con estudiantes cuya puntuación en la P.A.A. supere los 450 puntos.⁵

Por otro lado, se argumenta que las universidades privadas pueden cubrir las vacantes que ofrecen en un 70% a un 95% (ver Cuadro 2). Esto significa, según las universidades privadas, la posibilidad de continuar seleccionando a sus postulantes como lo han hecho hasta el presente.

CUADRO 1

SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR: 1967-1981

Universidades e Institutos Profesionales con aporte fiscal	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Nº instituciones	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Inscritos	30.763	31.667	36.660	50.600	58.536	88.988	116.193	128.870	142.272	99.696	91.734	107.104	115.670	120.239	127.015
Vacantes (2)	21.083	23.169	22.148	24.321	36.826	42.273	39.276	37.213	40.611	33.136	32.338	33.283	31.621	32.398	29.931
Matric. nueva (1)	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	41.750	33.936	32.479	34.481	25.914	25.307	28.088
(1) / (2)									1,03	1,02	1,00	1,04	0,82	0,78	0,94

Fuente: Departamento de Administración de la P.A.A.
Anuarios Estadísticos del Consejo de Rectores.

De esta manera se llega a la coexistencia de dos sistemas de selección de alumnos en la Educación Superior: el Sistema Nacional de Admisión y el Sistema de Selección operante en las nuevas instituciones privadas surgidas a partir de la reforma de 1981. La participación de cada una de ellas en el total de la matrícula nueva se sigue en el Cuadro 2.

A continuación, el trabajo se concentrará en el Sistema Nacional de Admisión.

2.2 El Sistema Nacional de Admisión

El proceso de admisión de estudiantes a universidades es descrito por las siguientes etapas:⁶

1. Etapa de Aplicación de la P.A.A. y posterior cálculo de puntaje.
2. Etapa de Postulación.
3. Etapa de Selección.
4. Etapa de Matriculación.

2.2.1 Etapa de aplicación de la P.A.A. y posterior cálculo de puntaje

Una vez que los alumnos inscritos se presentan a rendir la P.A.A. se procede al cálculo de su puntaje.

El puntaje que se publica es el puntaje estándar. Esto es, el puntaje obtenido en cada una de las pruebas (verbal y matemática) se transforma a una escala común que permite la comparación entre los resultados de cada uno de los test. A partir de este puntaje se determina cuáles son los potenciales postulantes en el Sistema Nacional de Admisión.

2.2.2 Etapa de postulación

Sólo tienen derecho a participar en esta etapa aquellos estudiantes que hayan obtenido un puntaje promedio mínimo de 450 puntos en la P.A.A. Este promedio se calcula como el promedio simple del puntaje obtenido en la parte verbal y matemática de la Prueba. En este momento, *todas* las universidades que participan en el proceso están definiendo aquellos estudiantes que son aceptables.⁷

Estos son los únicos elementos que intervienen para definir a los potenciales postulantes al Sistema.

En esta etapa los candidatos que teniendo la calidad de potenciales,⁸ *efectivamente* postulan, indican de manera *definitiva* la o las carreras de la o de las universidades en cuyo proceso de selección quieren participar.

Actualmente, doce es el máximo número de postulaciones que los estudiantes pueden señalar en su tarjeta de postulación. Por su parte, cada postulante debe indicar las carreras en el orden estricto de preferencia, sin importar que carreras de distintas instituciones queden mezcladas o sin importar que carreras de distintas áreas queden mezcladas.⁹

CUADRO 2

SISTEMA DE EDUCACION SUPERIOR: 1982-1996

Univ. e Inst. Prof. con aporte fiscal	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
N° instituciones	24	24	24	24	24	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25
Inscritos	114.992	124.074	127.206	127.851	131.641	118.411	115.205	114.343	117.208	125.198	128.620	143.014	137.758	132.057	126.522
Vacantes	35.162	31.834	32.230	31.429	31.854	30.967	28.856	29.853	30.189	33.050	34.329	35.532	38.066	39.456	39.038
Seleccionados	41.486	38.388	38.925	39.241	39.777	41.244	37.564	35.254	41.887	38.317	46.069	47.658	48.461	43.332	43.753
Matrícula nueva	37.931	33.814	33.744	32.895	32.767	30.939	29.113	s/d	30.791	33.365	36.089	s/d	35.594	36.133	36.659
Matrícula nueva/vacantes (Selecc. - Matric.) / Selecc. *100	1,08	1,06	1,05	1,05	1,03	1,00	1,01	s/d	1,02	1,01	1,05	s/d	0,94	0,92	0,94
Universidades sin aportes	9%	12%	13%	16%	18%	25%	22%	s/d	26%	13%	22%	s/d	27%	17%	16%
N° instituciones															
Vacantes		3	3	3	3	5	5	22	40	42	44	44	44	45	s.i.
Matrícula nueva		2.575	2.390	2.980	2.235	2.300	3.695	7.155	12.950	15.995	16.926	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
Matrícula nueva/vacantes		1.386	1.733	2.000	1.929	2.681	3.505	s/d	9.140	11.674	15.952	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
		0,54	0,73	0,67	0,86	1,17	0,95	s/d	0,71	0,73	0,94				
Inst. Profesionales sin aportes															
N° instituciones	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	19	s.i.	s.i.	40	80	76	74	76	74	s.i.	s.i.
Centros de Formación Técnica															
N° instituciones	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	122	s.i.	s.i.	133	168	166	143	142	122	s.i.	s.i.
Total Nivel Educ. Superior															
N° instituciones	24				168			219	312	309	286	287	265		

Fuente: Anuarios Estadísticos del Consejo de Rectores. MINEDUC: División de Educación Superior. A. Muga (1990).

FIGURA 1

El puntaje con el que cada candidato postula a una carrera se calcula aplicando las ponderaciones otorgadas a los elementos de selección exigidos para cada carrera por cada institución.

La Figura 1 describe el *algoritmo* que asigna estudiantes a universidades en el Sistema Nacional de Admisión.

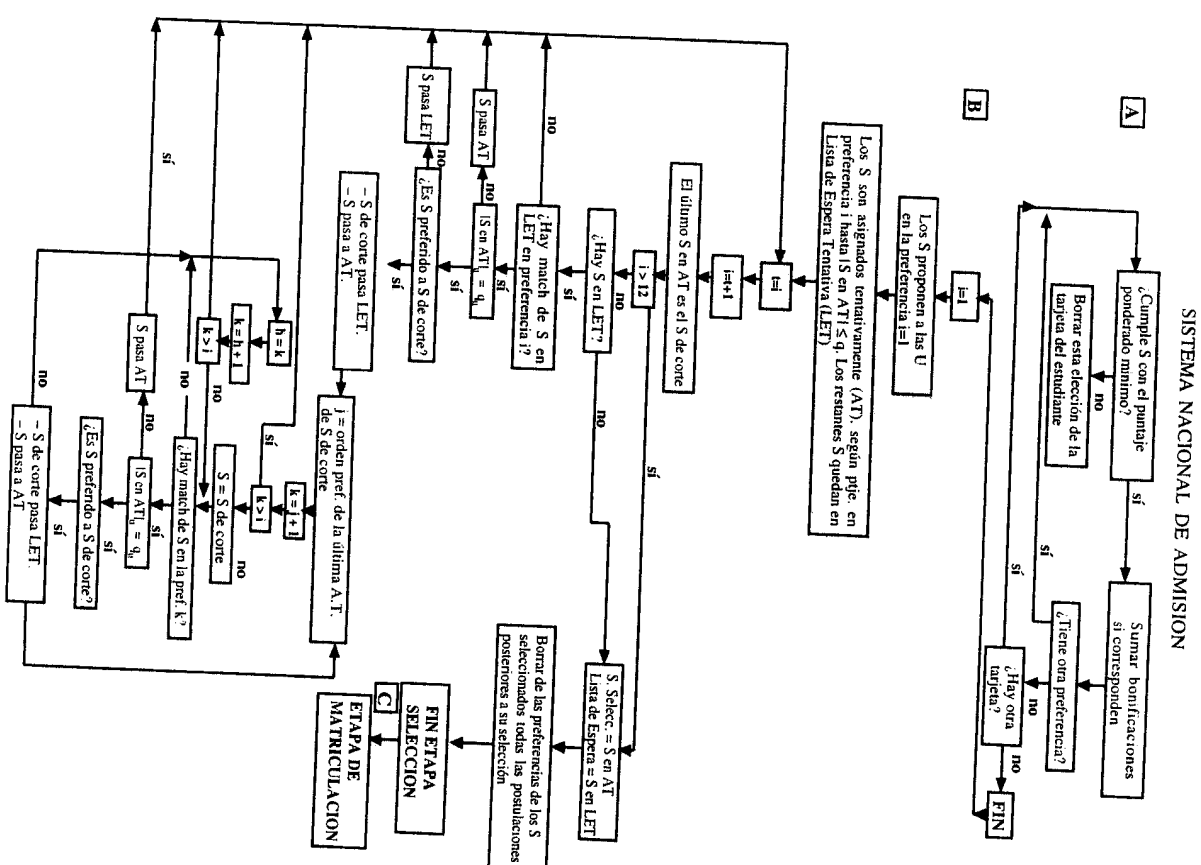
2.2.2.4 Etapa de matriculación

Las universidades han convenido los siguientes criterios y procedimientos básicos de matrícula:

- La fase de matriculación se establece sobre un sistema de llamados:

- **Segundo llamado:** si al finalizar el primer llamado el número de matriculados resulta inferior al número de vacantes ofrecidas, se procede a llamar a los

115



estudiantes que se encuentran en las listas de espera de acuerdo a las vacantes que quedaron disponibles del período anterior.

- *Tercer llamada:* nuevamente se convoca a las listas de espera hasta completar las vacantes ofrecidas; o bien dichas vacantes podrán ser cubiertas por el sistema de reposición.¹¹ Sin embargo, en este último llamado sólo se convocará y matriculará a candidatos que no se encuentren matriculados previamente en otra universidad perteneciente al Consejo de Rectores. Sólo se permitirá el movimiento de matriculados en otras carreras de una misma universidad o a candidatos que aún no se encuentren matriculados.

Adicionalmente, entre el segundo y tercer llamado, cada universidad complete con las restantes a fin de cubrir a la mayor brevedad posible las vacantes que quedan sin cubrir luego del primer llamado a las listas de espera.¹² De esta manera se evita llegar al tercer llamado con las restricciones que éste impone.

La coordinación entre las universidades en este período se reduce al sistema de renuncia de matrícula, pues las horas y los días durante los cuales esto se realiza son determinados por cada universidad.

III. Un Modelo Formal para el Estudio del Sistema Nacional de Admisión

El Sistema Nacional de Admisión¹³ puede ser expresado formalmente como:

$$\langle U, S, P, q \rangle,$$

donde:

$U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$; universidades que pertenecen al Consejo de Rectores,¹⁴
 $q = (q_1, q_2, \dots, q_m)$; máximo número de vacantes que pueden ser llenadas por las universidades.

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$; conjunto de estudiantes que participan en el Sistema Nacional de Admisión.

$P = \{P(u_1), P(u_2), \dots, P(u_m); P(s_1), P(s_2), \dots, P(s_n)\}$; listado de preferencias de estudiantes y universidades.

De esta manera, los agentes en este tipo de problemas consisten en los dos conjuntos disjuntos que es posible formar con U y S . Ambos tipos de agentes, estudiantes y universidades, tienen preferencias uno sobre el otro. Cada estudiante tiene preferencias sobre el conjunto de universidades y cada universidad tiene preferencias sobre el conjunto de estudiantes. Se supone preferencias completas y transitivas.

Si bien el costo de cada carrera y los distintos tipos de financiamiento a la Educación Superior están implícitos en las listas de preferencias que confeccionan los agentes (los costos de una carrera particular y la posibilidad de financiamiento afectan las preferencias de los estudiantes por las distintas universidades), en el

análisis que a continuación se hará no jugarán un rol explícito, pues éstas no son variables de negociación entre estudiantes y universidades.

A modo de ejemplo, confeccionemos un listado de preferencias para cada uno de los agentes de este problema: $P(u) = s_3, s_1, u, s_2$ (preferencias de la universidad u). Esto significa que la universidad u prefiere al estudiante s_3 al estudiante s_1 ; y prefiere dejar vacantes sin cubrir (matricular a ella misma) antes que matricular al alumno s_2 .

De igual manera, para un estudiante s su listado de preferencias se puede representar por: $P(s) = u_2, u_1, u_3, s, u_5$ (preferencia del estudiante s). Esto indica que el estudiante s prefiere la universidad u_2 a u_1 y ésta a u_3 ; y prefiere no aceptar a ninguna universidad que participa del Sistema Nacional de Admisión, antes de aceptar la universidad u_5 .

Definición 1. *Un estudiante s será aceptable para una universidad u , si la universidad u prefiere al estudiante s antes que dejar posiciones en su cuota sin cubrir. De manera análoga, una universidad u será aceptable para un estudiante s , si dicho estudiante, en las preferencias que reporta, prefiere quedar asignado a la universidad u antes de quedar sin ser asignado a alguna universidad del Sistema.* Para el ejemplo anterior, los estudiantes s_3 y s_1 son estudiantes aceptables para la universidad u ; y las universidades u_2, u_1 y u_3 son universidades aceptables para el estudiante s .

Las reglas del juego entre universidades y estudiantes son las siguientes: cualquier estudiante y cualquier universidad pueden ser asignados uno al otro si ambos están de acuerdo; pero a ninguna universidad se le puede asignar una cantidad de estudiantes mayor a su cuota q_i ; y a ningún estudiante se le puede asignar más de una universidad. Todo estudiante tiene la opción de rechazar la universidad a la que fue asignado, eventualmente quedando fuera del Sistema; y toda universidad es libre de dejar posiciones de su cuota q_i sin cubrir.

En términos generales, definimos a $|A|$ como el número de elementos del conjunto A .

Definición 2. *Una asignación (matching) en este problema estará definida por la correspondencia $x : U \cup S \rightarrow U \cup S$, tal que:*

1. $|x(s)| = 1$ (a cada estudiante no le corresponde más de una universidad), y $x(s) = s$ si $x(s) \notin U$.
2. $|x(u)| \leq q$ para cada universidad,¹⁶ (a cada universidad no puede corresponderle una cantidad de alumnos superior a su cuota q).
Dada la naturaleza bilateral de este tipo de problemas,
3. $x(s) = u$ si s es un elemento de $x(u)$; (en una asignación (matching), a un estudiante s , dadas sus preferencias, le será asignada una universidad u ; a esta misma universidad u , dadas sus preferencias, le será asignada este mismo estudiante s).

Las preferencias de los estudiantes sobre asignaciones (matching) alternativas corresponden exactamente a sus preferencias $P(s)$.

En el caso de las universidades, es necesario definir sus preferencias sobre grupos de estudiantes.

Cada universidad determina de manera independiente tanto los elementos de selección como los ponderadores de los mismos, a fin de calcular el puntaje ponderado de cada estudiante que postula a ella. De esta manera, el puntaje ponderado define cuán preferido es un estudiante. Por lo tanto, si se le presentan dos grupos de estudiantes, tal que estos dos grupos sólo difieren en un estudiante, es intuitivo establecer que la universidad preferirá al grupo que contiene al estudiante, en el que difieren, que tiene mayor puntaje ponderado.

De esta manera, es posible obtener las preferencias de las universidades por grupos de estudiantes a través de sus preferencias sobre los estudiantes considerados individualmente. Esto es, las universidades tienen preferencias sobre grupos de estudiantes (se denotará por $P^u(u)$) que son correspondientes con sus preferencias sobre estudiantes considerados individualmente $P(u)$.

Definición 3. La relación de preferencias $P^u(u)$, sobre grupos de estudiantes es correspondiente (a las preferencias $P(u)$ sobre estudiantes considerados individualmente) si para cualquier $x'(u) = x(u) \cup \{s_i\} \setminus \{\sigma\}$ para todo $\sigma \in x(u)$ y $s_k \notin x(u)$, entonces u prefiere $x'(u)$ a $x(u)$ (bajo $P^u(u)$) si y sólo si u prefiere s_i a σ (bajo $P(u)$).¹⁷

Si en la tarjeta de postulación de los estudiantes sólo se encontrasen las universidades aceptables para el estudiante, entonces, si a un estudiante en una asignación cualquiera se le asigna una universidad que no pertenece al conjunto de universidades señaladas en su tarjeta de postulación, el estudiante preferirá no participar en el Sistema ya que siempre tiene la posibilidad de rechazar la asignación sugerida. Esto es, el estudiante, individualmente, bloqueará la asignación sugerida por el Sistema.

De igual manera, el puntaje ponderado mínimo que establecen las universidades define a los estudiantes aceptables para las universidades. Si las asignaciones sugeridas por el proceso de admisión asignaran una universidad con un estudiante que no reúne los requisitos mínimos, entonces dicha universidad preferirá no aceptar la asignación sugerida por el Sistema, dado que los acuerdos son voluntarios. Esto es, la universidad, individualmente, bloqueará la asignación sugerida por el Sistema.

De lo anterior, puede anticiparse que si los acuerdos son voluntarios, este tipo de asignaciones no serán observadas.

Es posible avanzar aún más con las predicciones respecto al tipo de asignaciones que podrán ser observadas.

Consideremos una asignación tal que existe una universidad u_j que es preferida por un estudiante s_i a la universidad asignada a dicho estudiante en la asignación x . A su vez, consideremos que la universidad u_j prefiere a este estudiante s_i a algún otro estudiante asignado en x .

Si ambos agentes tienen la posibilidad de rechazar la asignación sugerida en x , entonces u_j y s_i estarían mejor si ignoraran x y s_i se matriculara en u_j y u_j reservara la vacante para s_i . De esta manera u_j y s_i bloquean la asignación sugerida en x .

Es importante tener mecanismos que no lleven a sus participantes a bloquear las asignaciones que aquellos proponen. Si un mecanismo de admisión propusiera algunas universidades y/o estudiantes bloqueadas de la manera expuesta, entonces al menos mecanismo de admisión. Ellos podrían obtener mejores asignaciones a través de mecanismos alternativos al propuesto.

Por lo expuesto, puede establecerse que si los acuerdos entre los agentes son voluntarios, entonces las asignaciones que serán observadas son aquellas que se encuentran en la siguiente definición.

Definición 4. Una asignación es estable si no es bloqueada por ningún agente en forma individual o por ningún par estudiante-universidad (u_j, s_i) .

Para el tipo de problemas que estamos considerando, una asignación puede ser bloqueada no sólo por un par estudiante-universidad, sino también puede ser de estudiantes y una universidad mayor. La coalición puede formarse con un conjunto de estudiantes. Sin embargo, es posible demostrar que la inestabilidad en el sentido definido puede surgir de coaliciones de cualquier tamaño.¹⁸ Por lo tanto, bastará con identificar coaliciones pequeñas: par estudiante-universidad.

Así, si una asignación es estable de a pares (no es bloqueada por pares de estudiante-universidad), entonces tampoco será bloqueada por coaliciones mayores. Si una asignación no es bloqueada por coaliciones mayores pertenece al núcleo core del juego.

En un juego donde las reglas se basan en acuerdos voluntarios entre las partes y donde cada agente puede elegir permanecer sin ser asignado a la parte restante del mercado, es posible obtener más de una asignación estable con respecto a cualquier listado de preferencias establecido.

El conjunto de todas las asignaciones estables será denotado por $C(P)$. Gale y Shapley (1962) demostraron que el conjunto $C(P)$ es un conjunto no vacío de elementos.

Definición 5. Una universidad u_j y un estudiante s son alcanzables uno al otro en un mercado definido por (U, S, P, q) si s y u son asignados uno al otro en algún resultado estable.

Gale y Shapley (1962) demostraron también que cuando las preferencias de los agentes son estrictas, el conjunto $C(P)$ contiene las asignaciones estables U -óptimo y S -óptimo. U -óptimo tiene la propiedad que, para toda universidad $u \in U$ con una cuota q , $x(u)$ contiene, al menos, los q mejores estudiantes (mejores puntajes) alcanzables por u . Asimismo, en S -óptimo, $x(s)$ propone a cada s la mejor asignación alcanzable por s .

Definición 6. Sea $\{s\}$ el conjunto de estudiantes que se encuentran en lista de espera en una universidad u . Se dice que estos estudiantes admiten a dicha universidad si para todos los $s \in \{s\}$ y para u se verifica que son mutuamente aceptables; y para cada $s \in \{s\}$ se verifica también que: $u \succ_s x(s)$.

Ahora entenderemos el modelo hacia un contexto que nos permita alcanzar mayor entendimiento sobre el funcionamiento del Sistema en la fase de matriculación.

Supongamos que las universidades y estudiantes que participan en el Sistema Nacional de Admisión han alcanzado una asignación (*matching*) estable en el sentido definido. Adicionalmente supongamos que esta asignación, por algún motivo particular, se quiebra por el retiro del Sistema de algún o algunos estudiantes.¹⁹ La asignación (*matching*) que se obtiene luego del quiebre no será más estable (respecto de las U y los S que están ahora en el Sistema) si una u admirada queda ahora con vacantes sin cubrir. La universidad u y el(los) estudiante(s) que la admira(n) (que se encuentra(n) en su lista de espera) forman una coalición que bloquea la asignación que prevalece ahora²⁰.

Las asignaciones que surgen luego de un quiebre como el expuesto, se llaman asignaciones *U-cuasi-estables*.

Definición 7. Una asignación es *U-cuasi-estable* si es aceptable y no tiene pares bloqueadores que contengan a con cuotas completas. Es decir, si (u, s) es un par bloqueador, entonces u debe haber quedado con cuotas sin cubrir luego del retiro de algún estudiante.

Definamos además como $Q(P)$ al conjunto de las asignaciones *U-cuasi-estables*. Tal como surge de las definiciones, $C(P) \subseteq Q(P)$.

La literatura considera dos casos en los cuales se produce esta situación: por la entrada de más universidades o por el retiro de estudiantes. Cuando se produce cualquiera de las dos situaciones anteriores, el mercado inicial (U, S, P, q) cambia a (U', S', P', q) , donde el número de estudiantes, en el segundo mercado, ha disminuido; o bien el número de universidades, en el segundo mercado, ha aumentado.

Sin embargo, si las preferencias de los estudiantes que permanecen en el Sistema sobre las universidades del mercado inicial no se modifican, y si las preferencias de las universidades del mercado inicial sobre los estudiantes que permanecen en el Sistema tampoco se modifican, entonces los mercados anteriormente considerados serán consistentes.

Definición 8. Dados dos mercados, definidos por (U, S, P, q) y (U', S', P', q) , se dice que (U, S, P, q) es consistente con (U', S', P', q) si P y P' coinciden sobre el conjunto $(U \cap U') \cup (S \cap S')$.

Por otra parte, diremos que (U, S, P, q) guía a (U', S', P', q) , y se escribe como $(U, S, P, q) \rightarrow (U', S', P', q)$, si $U \subseteq U'$, $S \supseteq S'$, y (U, S, P, q) es consistente con (U', S', P', q) .

El presente trabajo analizará la situación que se produce debido al retiro de estudiantes.

IV. Un Marco de Análisis para el Estudio del Sistema Nacional de Admisión

La Figura 1 (ver Sección II) puede descomponerse, en términos generales, en tres partes: una fase inicial (A), donde se establecen asignaciones mutuamente aceptables; una fase de selección (B), donde el proceso sugiere asignaciones, simbolicizadas por x , de estudiantes a las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores; y finalmente la fase de matriculación (C), donde se producen asignaciones, simbolicizadas por μ , de estudiantes a las universidades del Consejo, donde μ_1, μ_2, μ_3 indicarán las asignaciones producidas en el primer, segundo o tercer llamado a matricula respectivamente.

Fase inicial

En la fase inicial quedan definidos los agentes mutuamente aceptables que participarán en las etapas siguientes. Esto es, se define (U, S, P, q) , donde:

- U : conjunto de universidades que recibieron postulaciones de al menos un estudiante.
- S : conjunto de estudiantes cuyo puntaje ponderado mínimo les permite postular a alguna universidad.
- P : listado de preferencias de estudiantes y universidades.
- q : cuotas ofrecidas por las universidades que participan en el proceso.

Fase de selección

En la fase de selección, descrita en B (Figura 1), mediante iteraciones sobre las preferencias de los estudiantes se determinan, según las preferencias reportadas, los postulantes que han sido seleccionados en alguna carrera a la que postularon y los postulantes que quedan en listas de espera.

El marco teórico nos dice que las asignaciones resultantes en esta etapa son estables en el sentido definido en la sección anterior. Esto es, si para cada estudiante que no queda seleccionado en alguna universidad a la que postuló se verifica, para todos estos casos, que la universidad prefiere a los estudiantes seleccionados a ella por el Sistema antes que a este estudiante.

Proposición 1. La fase de selección produce asignaciones estables.

Prueba: ver Apéndice

Por otra parte, dado que el algoritmo itera en orden decreciente en las preferencias de los estudiantes y se detiene cuando los estudiantes tienen una asignación alcanzable (ver Figura 1), el resultado al que llega esta etapa del Sistema Nacional de Admisión es el mejor resultado que los estudiantes pueden alcanzar entre todos los resultados estables posibles. En otros términos, dado que los estudiantes 'proponen', ellos continuarán haciéndolo hasta alcanzar la mejor asignación posible.

Proposición 2. Para cualquier listado de preferencias (estrictas) establecidas, el resultado al que llega la fase de selección sugiere a cada estudiante la mejor universidad que éste puede alcanzar. El resultado alcanzado en esta etapa del Sistema es el *S-óptimo*.

Prueba: ver Apéndice

Además, de acuerdo a resultados ya establecidos en la literatura²¹, no es posible encontrar otro resultado, estable o inestable, que sea preferido por todos los estudiantes al resultado *S-óptimo*.

Ejemplo 1

Pueden ejemplificarse los resultados anteriores siguiendo la Figura 1. Consideremos el siguiente mercado:

$$\begin{aligned} U &= \{u_1, u_2, u_3, u_4\} \\ S &= \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5\} \\ q_i &= 1 \end{aligned}$$

Sean las preferencias de estos agentes:

$$\begin{aligned} P(s_1) &= u_1, u_2, u_3, u_4 & P(u_1) &= s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 \\ P(s_2) &= u_4, u_2, u_3, u_1 & P(u_2) &= s_3, s_1, s_2, s_4, s_5 \\ P(s_3) &= u_3, u_4, u_1, u_2 & P(u_3) &= s_5, s_4, s_1, s_2, s_3 \\ P(s_4) &= u_1, u_4, u_3, u_2 & P(u_4) &= s_1, s_2, s_5, s_4, s_3 \\ P(s_5) &= u_1, u_2, u_4 \end{aligned}$$

- La etapa A, como ya fuera dicho, define estudiantes y universidades aceptables.

- La etapa B describe la fase de selección.

Se ordenan todos los estudiantes en orden decreciente según su puntaje en cada una de las preferencias. Los estudiantes serán ordenados de la siguiente manera:

Pref.	u_1	u_2	u_3	u_4
1	s_1, s_4, s_5		s_3	s_2
2		s_1, s_2, s_5		s_4, s_3
3	s_3		s_4, s_1, s_2	s_5
4	s_2	s_3, s_4		s_1

Luego se completa la cuota de cada universidad en la preferencia $i = 1$ a fin de confeccionar las listas de asignaciones tentativas y las listas de espera tentativas (ver Figural).

Esto se asemeja al problema de un mercado matrimonios con los estudiantes proponiendo.

Dado que $q_i = 1$, en el paso 1:

asignaciones tentativas:

$$\begin{aligned} u_1 &u_3 & u_4 \\ s_1 &s_3 & s_2 \end{aligned}$$

y los estudiantes en lista de espera tentativa:

$$\begin{aligned} u_1 \\ s_4, s_5 \end{aligned}$$

Luego el algoritmo itera sobre las preferencias de los estudiantes para definir las asignaciones de esta fase. El proceso termina si se verifica que no existen estudiantes en lista de espera tentativa; o bien, si no hay más preferencias sobre las cuales iterar.

Recordemos que en este momento sólo trabaja el algoritmo asignando estudiantes a universidades de acuerdo a las preferencias establecidas por ambos agentes. Los estudiantes actúan como si 'propositiesen' ser asignados a las universidades de su preferencia, y las universidades actúan como si 'aceptasen' o no a los estudiantes que les hacen tales propuestas.

Así, s_4 y s_5 'proponen' a su segunda universidad más preferida. Esto es, s_4 propone ser asignado a u_4 y s_5 propone ser asignado a u_2 . Sin embargo, a u_4 en el paso anterior se le asignó el estudiante s_2 ; a quien prefiere más que a s_4 . Por su parte, u_2 que estaba con sus cuotas sin cubrir, acepta la propuesta recibida de s_5 . De esta manera, en este paso se produce la siguiente asignación tentativa: (u_2, s_5) y las siguientes listas de espera tentativa en: (u_4, s_4) . El algoritmo iterará sobre la preferencia $i = 3$ de los estudiantes en lista de espera tentativa. El estudiante s_4 propondrá ser asignado a su tercera preferencia. Propone ser asignado a la universidad u_3 . La universidad u_3 , que ya tiene asignado al estudiante s_3 , dadas sus preferencias decide rechazar a s_3 y aceptar la propuesta de s_4 . Por lo tanto, las asignaciones tentativas de este paso son: (u_3, s_4) y las listas de espera tentativas: (u_4, s_3) .

Puesto que s_3 ya había sido asignado tentativamente, y ahora es rechazado en esta asignación, continuará 'proponiendo' a las universidades que aún no lo han rechazado, en orden decreciente a su preferencia. El estudiante s_3 , rechazado en su primera preferencia, propondrá ahora ser asignado a u_4 . La universidad u_4 , que ya tiene asignado a s_2 , dadas sus preferencias, rechaza la propuesta recibida de s_3 . En este paso, el algoritmo sólo define listas de espera tentativas en: (u_4, s_3) .

El estudiante s_3 propondrá ahora ser asignado a u_1 (tercera preferencia), quien lo rechaza en favor de su asignación anterior. Nuevamente en este paso no hay asignaciones tentativas, y s_3 pasa a lista de espera tentativa en: (u_1, s_3) . El estudiante s_3 propone ahora a su cuarta preferencia, u_2 , quien finalmente lo acepta como asignación tentativa: (u_2, s_3) y rechaza a s_5 . El estudiante s_5 propondrá ser asignado a u_4 , pero esta universidad decidirá continuar con su asignación anterior.

Dado que no hay más preferencias sobre las cuales seguir iterando, el algoritmo finaliza entregando las siguientes listas:

Lista de seleccionados:

u_1	u_2	u_3	u_4	(s_5)
s_1	s_3	s_4	s_2	s_5

Listas de espera en cada universidad:

u_1	u_2	u_3	u_4
s_3, s_4, s_5	s_5	s_3	s_5, s_4, s_3

Las asignaciones sugeridas en esta etapa y entregadas en las listas de seleccionados son *estables*. Esto es, las asignaciones son individualmente racionales y no es posible formar pares de universidad-estudiante, tal que cada uno se prefiera al otro antes que a la asignación sugerida en esta fase.

Tampoco es posible sugerir otra asignación que mejore el bienestar de todos los estudiantes. En este ejemplo, es fácil concluir esto, puesto que s_1 y s_2 son asignados, dadas sus preferencias, a su primera postulación.

Este resultado es el *S-óptimo*, y es al menos tan bueno, para los estudiantes, como cualquier otro resultado que sea posible establecer con estas reglas de juego.

Si, por el contrario, las universidades fueran las que propusieran y los estudiantes fueran los que aceptasen o rechazasen, el resultado alcanzado sería el *U-óptimo*, esto es, el mejor resultado *alcanzable* por las universidades es el siguiente:

u_1	u_2	u_3	u_4	(s_4)
s_1	s_3	s_5	s_2	s_4

Si todos los estudiantes perciben que el resultado de la etapa de selección *S-óptimo* es el *mejor* resultado que pueden obtener, entonces no se convocarán las listas de espera pues todos aceptarían su matrícula en el primer llamado.

Las cifras del Cuadro 2 (ver Sección II), no obstante, no avalan estas conclusiones. Para los años en los cuales se cuenta con la información, se observa que el número de estudiantes seleccionados siempre ha sido mayor que el número de estudiantes matriculados. Asimismo, el número de estudiantes que no hace uso de su derecho a matrícula ha crecido en el tiempo.

Por otra parte, independiente de la cantidad de estudiantes que desertan, la existencia de una fase de matriculación como la actual revela que el número de estudiantes que no se presentan en el primer llamado es el suficiente para hacer que el beneficio de cubrir estas vacantes, que quedan libres, supere al costo administrativo y de tiempo que involucra.²²

Una explicación que ayuda a entender las diferencias anteriores se basa en el supuesto de que los estudiantes elaboran sus preferencias no sólo sobre el conjunto de las veinticinco universidades que conforman el Consejo de Rectores (U),

sino que también son aceptables para ellos las restantes opciones que ofrece la Educación Superior en Chile. Sin embargo, cuando participan en el Sistema Nacional de Admisión revelan parcialmente sus preferencias. En su tarjeta de postulaciones, sólo deben indicar las universidades que pertenecen al conjunto U . De esta manera, las diferencias entre estudiantes seleccionados y estudiantes matriculados se explicarían debido a que, para algún estudiante s , $c \succ_s x$ (s) donde c resume, en todos los casos, las opciones de Educación Superior distintas a las brindadas por U .

Corolario 1. *Dado que para toda preferencia P establecida la fase de selección entrega resultados estables y, más aún, el resultado establecido es el S-óptimo, entonces si todas las universidades participasen del proceso de selección centralizado, y los postulantes presentarían el orden total de sus preferencias en la etapa centralizada de selección, no se convocarían las listas de espera.*

Por otra parte, empleando resultados establecidos en el marco teórico, puede afirmarse que si se aplica cualquier otro mecanismo estable en la etapa de selección no será posible seleccionar estudiantes que no fueron seleccionados por el Sistema en esa fase, ni tampoco podrán cubrirse más cuotas que las cubiertas por alcanza a cubrir sus posiciones será asignada a los mismos estudiantes cualquiera sea el mecanismo estable de selección empleado.

Esto es particularmente importante, cuando en discusiones sobre el tema se plantea el problema vocacional que enfrentan los alumnos que no son seleccionados en su primera preferencia.

Proposición 3. *Dado que las preferencias son estrictas y la etapa de selección propone asignaciones estables, entonces el número de postulantes que no queda seleccionado, y el número de vacantes que no quedan cubiertas en la fase de selección, serán los mismos que los resultantes en cualquier otra asignación estable.*

Prueba: ver Apéndice

De esta manera, si una universidad no puede completar sus vacantes en la etapa de selección, no podrá hacerlo en ningún otro resultado estable bajo las mismas preferencias P establecidas. Asimismo, si un postulante no es seleccionado en la fase de selección, tampoco podrá ser seleccionado en ningún otro resultado estable. Esto es, dado que la etapa de selección es estable, si quedan cuotas sin cubrir y estudiantes sin ser asignados, ellos no son aceptables recién procamente.

Proposición 4. *Cuando una universidad u no llena sus vacantes, no sólo la cantidad de estudiantes seleccionados será la misma en cualquier asignación estable, sino que también serán los mismos estudiantes los seleccionados en cualquier asignación estable.*

Prueba: ver Apéndice

Cabe agregar que si una universidad, luego de las asignaciones propuestas en la fase de selección, tiene estudiantes en lista de espera (tiene estudiantes que la *admitiran*), entonces dicha universidad tiene todas sus vacantes cubiertas. Pero la *recíproca* no es cierta.

Finalizada la etapa de selección comienza la fase de matriculación. Hasta este momento las vacantes aún no están cubiertas y los estudiantes aún no están asignados definitivamente a ninguna universidad.

Fase de matriculación

Recientemente en la literatura (Blum, Roth y Rothblum, 1997) se ha estudiado lo que ocurre en mercados laborales cuando una nueva firma entra al mercado demandando trabajadores ya contratados en otras firmas; o bien cuando, por algún motivo, se produce el retiro de algún trabajador. Ocurrendo cualquiera de los dos circunstancias anteriores, las asignaciones originales —que se suponen estables— se quiebran, surge una cadena de posiciones vacantes en las firmas tal que un nuevo equilibrio es alcanzado mediante un proceso descentralizado donde las firmas ofrecerán las nuevas posiciones vacantes surgidas a los trabajadores y los trabajadores aceptarán o rechazarán estos nuevos ofrecimientos.

Lo que ocurre en nuestro caso de estudio guarda una clara relación con lo expuesto anteriormente. La fase de matriculación (C) se establece sobre un sistema de llamados descentralizado en las universidades, que se inicia una vez que finaliza la fase de selección. Recordemos que las asignaciones que surgen en la fase de selección son asignaciones *estables*. Sin embargo, no todos los estudiantes seleccionados permanecen en el Sistema. Cuando estudiantes seleccionados deciden no proseguir en el Sistema de Admisión, no ejercen su derecho a matrícula, producen vacantes que antes no existían.²³ Los agentes que ahora participan en el mercado han cambiado.

A fin de cubrir estas nuevas posiciones vacantes, las universidades, con cierto grado de coordinación entre ellas, descentralizadamente convocan a las listas de espera. Esto ocurre durante el segundo y el tercer llamado a matrícula.

Antes de seguir, conviene caracterizar el Sistema Nacional de Admisión en la etapa de matriculación como sigue:

Sea $\langle U', S', P', q' \rangle$ los agentes y las preferencias en la fase de matriculación tal que:

- $U' \equiv U$
- $S' \subseteq S$, esto es así ya que se considera el retiro de algún(s) estudiante(s) en la fase de matriculación.
- P' es una restricción de P sobre el conjunto $U' \cup S'$; tal que $P \succeq_U P'$.
- $q' \equiv q$, las vacantes anunciadas por las universidades al inicio del proceso de admisión no cambian a lo largo del mismo. En adelante sólo usaremos q .

De acuerdo con las definiciones entregadas en la sección anterior, diremos que la fase de selección es *consistente* con la fase de matriculación, puesto que tanto las preferencias de las universidades sobre los estudiantes que permanecen en el Sistema, como las preferencias de los estudiantes que permanecen en el Sistema sobre las universidades, no se modifican entre ambas etapas. En otros términos, $\langle U, S, P, q \rangle$ es *consistente* con $\langle U', S', P', q' \rangle$, dado que P y P' coinciden sobre el conjunto $(U \cap U') \cup (S \cap S')$.

Adicionalmente, la fase de selección *guía* a la fase de matriculación, $\langle U, S, P, q \rangle \rightarrow \langle U', S', P', q' \rangle$; dado que $U \equiv U'$, $S \supseteq S'$ y la fase de selección es *consistente* con la fase de matriculación.

En esta etapa, los llamados a lista de espera pueden finalizar antes del tiempo necesario para que el mercado se limpie completamente, por lo tanto esta es una fuente de inestabilidad en las asignaciones surgidas del proceso.

Proposición 5. *Las asignaciones que surgen de la etapa de matriculación pueden ser inestables.*

Prueba: ver Apéndice

Por otra parte, retomando las conclusiones establecidas en las proposiciones 3 y 4, si las universidades no tienen listas de espera, no participarán en el segundo ni en el tercer llamado. Por lo tanto, al finalizar el proceso de admisión, como máximo habrán alcanzado a cubrir h_j vacantes, donde $h_j \leq p_j \leq q_j$ (p_j es el número de vacantes cubiertas en la fase de selección).

Las universidades que tengan estudiantes en listas de espera, eventualmente podrán completar las vacantes ofrecidas al inicio del proceso de admisión.

Adicionalmente, si bien en la fase de selección la asignación que surge es el óptimo para los estudiantes, en la fase de matriculación la asignación que surge es el óptimo para las universidades. Sin embargo, en la fase de matriculación, cada estudiante quedará asignado a una universidad al menos tan preferida como la universidad sugerida x .

Ejemplo 2

Retomemos el mercado descrito en el Ejemplo 1. Se ilustrará lo que acontece en esta fase del proceso de admisión suponiendo que no existen las restricciones impuestas en el tercer llamado, ni costo de matrícula.

- En el primer llamado, las universidades convocarán a los estudiantes seleccionados. Sin embargo, por alguna razón, supongamos que el estudiante s_4 no hace uso de su derecho a matrícula. Por lo tanto, en el Sistema Nacional de Admisión los agentes que ahora participan serán:

$$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\}$$

$$S' = \{s_1, s_2, s_3, s_5\}$$

Las asignaciones μ_1 :

u_1	u_2	u_3	u_4	(s_5)
s_1	s_3	(u_3)	s_2	s_5

Observemos que $\mu_1 = x \cap (U \cup S)$. Adicionalmente, dadas las listas de espera, sabemos que:

$$s_3 \succ u_3 \quad u_3 \succ u_3 \succ s_3 \quad u_2.$$

Por lo tanto (s_3, u_3) forman un par que bloquea la asignación μ_1 .

- En el segundo llamado, la universidad u_3 hará la primera convocatoria a las listas de espera, a fin de cubrir sus vacantes.

La universidad u_3 convocará a s_3 , lo que generará una cadena de vacantes sobre las restantes universidades. Si el estudiante s_3 hace uso de su derecho a matrícula en u_3 , entonces la universidad u_2 quedará con sus posiciones vacantes. Antes de llegar al tercer llamado, o bien esperando al tercer llamado, u_2 convoca al estudiante s_5 . Dado que nuevamente quedan todas las vacantes cubiertas, los llamados a lista de espera cesan. De esta manera, las asignaciones que surgen en la etapa de matriculación μ serán las siguientes:

u_1	u_2	u_3	u_4
s_1	s_5	s_3	s_2

V. Aspectos Estratégicos: Un Análisis Preliminar

La pregunta que intentará responderse en esta sección será si los estudiantes y las universidades tienen incentivos a *reportar* sus verdaderas preferencias en la fase de selección y a *comportarse* de acuerdo a sus verdaderas preferencias en la fase de matriculación.

5.1 Posibles problemas estratégicos: Fase de selección

El problema de los agentes consiste en decidir qué preferencias reportar, por lo tanto el comportamiento estratégico de los estudiantes y las universidades se verifica en las preferencias reportadas.

Antes de proseguir, es conveniente tener en cuenta que las universidades al reportar sus preferencias no conocen las preferencias de las restantes universidades ni tampoco conocen las preferencias de los estudiantes. A su vez, cuando los estudiantes postulan, conocen las preferencias de todas las universidades pero no conocen las preferencias de los restantes estudiantes.

Las preferencias que establecen las universidades dan cuenta, en algunas ocasiones, de posibles comportamientos estratégicos. En líneas generales, los elementos que integran las preferencias de las universidades son los siguientes:

1. Elementos de selección (P.A.A.; pruebas de conocimientos específicos; pruebas especiales, entre otros) y los ponderadores para los mismos.
2. Máximo número de postulaciones que los estudiantes pueden hacer en sus carreras en forma general o por área de enseñanza.
3. Mínimo lugar en el orden de preferencia que dicha universidad puede aparecer en la tarjeta de postulación del estudiante.²⁴
4. Puntaje adicional para preferencia a la universidad, región, origen escolar. No obstante, el comportamiento estratégico no necesariamente se restringe a éstas pueden afectar las vacantes ofrecidas.
5. Diferenciación de vacantes: se reserva un porcentaje del total de vacantes ofrecidas según región y origen escolar.

El siguiente ejemplo es ilustrativo del comportamiento estratégico que subyace en la restricción impuesta respecto del orden de preferencia en el que pueden ser ubicadas algunas universidades en las tarjetas de postulaciones.

Ejemplo 3

Consideremos los siguientes agentes que participan en el Sistema Nacional de Admisión:

$$\begin{aligned} U &= \{u_1, u_2\} \\ S &= \{s_1, s_2, s_3, s_4\} \\ q_1 &= 2 \\ q_2 &= 1 \end{aligned}$$

Las preferencias de los estudiantes y las universidades son las siguientes:

$$\begin{aligned} P(s_1) &= u_1, u_2 & P(u_1) &= s_1, s_2, s_3, s_4 \\ P(s_2) &= u_2, u_1 & P(u_2) &= s_1, s_2, s_3, s_4 \\ P(s_3) &= u_2, u_1 & & \\ P(s_4) &= u_1, u_2 & & \end{aligned}$$

Usando el mecanismo de admisión detallado en la sección anterior, los estudiantes seleccionados son:

u_1	u_2	(s_4)
s_1, s_3	s_2	s_4

Ahora, supongamos que todos los agentes conocen las preferencias de todos, pero el estudiante s_2 tiene información incompleta acerca de las preferencias del estudiante s_1 .

s_2 cree con probabilidad p que $P(s_1) = u_1$, u_2 ; y cree con probabilidad $(1-p)$ que $P(s_1) = u_2$, u_1 .

Es posible comprobar que los estudiantes s_1 , s_3 y s_4 tienen como estrategia dominante reportar al Sistema sus verdaderas preferencias. Esto es, cualquiera sea la estrategia seguida por los restantes estudiantes (reportar las verdaderas preferencias o reportar preferencias distintas a las verdaderas), si el estudiante s_1 reporta las verdaderas preferencias siempre será asignado a la universidad u_1 . Por otra parte, cualquiera sea la estrategia seguida por los restantes estudiantes, si el estudiante s_3 reporta las verdaderas preferencias obtiene una asignación tan buena como la que obtendría si reportase preferencias distintas a las verdaderas. Lo mismo sucede con el estudiante s_4 que en todos los casos queda sin ser seleccionado a ninguna universidad.

Sin embargo, el estudiante s_2 debe decidir si reporta: $P(s_2) = u_2$, u_1 (verdaderas preferencias); o bien si reporta $P(s_2) = u_1$, u_2 . En otros términos, s_2 debe comparar las siguientes loterías:

Valor esperado de reportar al Sistema las verdaderas preferencias: $pV(u_2) + (1-p)V(u_1)$ (*V simboliza la utilidad que recibe s_2 en cada una de las asignaciones*) *versus* *Valor esperado de reportar preferencias distintas a las verdaderas:* $V(u_1)$.

Por lo tanto, s_2 tiene incentivos a reportar sus verdaderas preferencias. Ahora, modifiquemos el problema según lo establecido en el punto III. Supongamos que la universidad u_1 decide considerar como estudiantes aceptables sólo a aquellos estudiantes que hayan ubicado a u_1 en primera preferencia. Se verá que el objetivo de u_1 es aprovechar el contexto de incertidumbre de los estudiantes al momento de postular. Aún sigue siendo estrategia dominante para s_1 , s_3 y s_4 reportar sus verdaderas preferencias. Pero el problema con incertidumbre que resuelve s_2 se modifica. s_2 debe ahora comparar las siguientes loterías:

Valor esperado de reportar las verdaderas preferencias: $pV(u_2) + (1-p)V(s_2)$ *versus* *Valor esperado de reportar preferencias distintas a las verdaderas:* $V(u_1)$

Sin pérdida de generalidad, supongamos que $V(s_2) = 0$. Entonces, s_2 no reportará sus verdaderas preferencias si:

$$p < \frac{V(u_1)}{V(u_2)}$$

Esto es, si p es 'pequeña', entonces la probabilidad de quedar sin ser asignado si reporta las verdaderas preferencias es 'alta'. Esto se debe a que con probabilidad $(1-p)$, s_2 conjetura que $P(s_1) = u_2$, u_1 . Si este es el caso, s_2 tendrá incentivos a desviarse de sus verdaderas preferencias, reportando al Sistema: $P(s_2) = u_1$, u_2 . Hacer esto le permite, al menos, ser asignado a u_1 .

Por otra parte, si s_2 reporta sus verdaderas preferencias, en este nuevo contexto de preferencias propuesto por u_1 , las asignaciones que el Sistema sugerirá para u_1 son: $\{s_1, s_4\}$. Sin embargo, si s_2 no reporta sus verdaderas preferencias, las asignaciones que el Sistema sugerirá para u_1 son: $\{s_1, s_2\}$.

Dado que las preferencias de las universidades sobre grupos de estudiantes son *correspondientes* con sus preferencias sobre los estudiantes considerados individualmente, entonces u_1 preferirá que s_2 no reporte sus verdaderas preferencias.

Por lo tanto, la universidad u_1 , anunciando que sólo aceptará a los estudiantes que coloquen a u_1 en el primer lugar de sus preferencias, atrae a los estudiantes más preferidos por ella, valiéndose para esto de la incertidumbre en la que se mueven los estudiantes. Si s_2 tuviera certidumbre sobre las preferencias de s_1 , obtendría mayor utilidad reportando sus verdaderas preferencias, y en ese caso la universidad u_1 no podría beneficiarse con aquella medida.

5.2 Posibles problemas estratégicos: Fase de matriculación

En la etapa de matriculación el conjunto de información que poseen los agentes se modifica respecto al existente en la fase de selección. Las universidades conocen las preferencias de todas las universidades, pero no conocen el orden total de las preferencias de los estudiantes. Por su parte, los estudiantes conocen las preferencias de todas las universidades, pero no conocen el orden total de las preferencias de los restantes estudiantes.

En la etapa de matriculación cada universidad ofrecerá, descentralizadamente, sus vacantes a los estudiantes seleccionados y/o a los estudiantes en listas de espera. De manera que:

- Primer llamado: las universidades sólo ofrecerán sus vacantes a los estudiantes seleccionados.
- Segundo llamado: en este momento comienza el llamado a listas de espera. En la primera convocatoria a estas listas, cada universidad llama a sus $q_j - 1$ $\mu_j(u_j)$ estudiantes en lista de espera.
- Las siguientes convocatorias de las listas de espera serán hechas por cada universidad en el momento que ellas lo decidan, antes de llegar al tercer llamado.
- Tercer llamado: las universidades sólo pueden convocar a los estudiantes en lista de espera que pertenezcan a dicha universidad; o bien a aquellos estudiantes que aún no se hayan matriculado en ninguna universidad $u \in U$.

Por su parte, las acciones que tienen disponibles los estudiantes en cada llamado serán las siguientes:

- Primer llamado: los estudiantes seleccionados deberán decidir si se retiran del Sistema, si aceptan la universidad que los convoca, o si la rechazan esperando ser convocados en alguna universidad que admiran.

- Segundo llamado: los estudiantes en lista de espera convocados tendrían las siguientes acciones: mantienen su actual asignación; o eligen entre las universidades que los pueden convocar simultáneamente. En las siguientes convocatorias a lista de espera, hasta llegar al tercer llamado, los estudiantes tienen las mismas acciones.
- Tercer llamado: los estudiantes convocados deberán decidir si mantienen la asignación actual; o si aceptan la nueva oferta.

Los llamados son consecutivos y con una distancia de seis días aproximadamente entre cada uno. El primer llamado se realiza en días y en horas prefijadas y simultáneamente en todas las $u \in U$. El segundo llamado se hace durante un día determinado para todas las u , pero cada universidad determina las horas durante las cuales esto se realizará. Las siguientes convocatorias a las listas de espera, hasta llegar al tercer llamado, se realizan en días y en horas fijados por cada universidad. El tercer llamado comienza en una fecha determinada, pero las reglas del Sistema no fijan un momento de finalización. Las horas en las cuales esto se lleva a cabo corresponde fijarlas a cada u ; y las matriculaciones se producirán por llamados adicionales a las listas de espera o por el sistema de reposición con las restricciones anteriormente mencionadas.

Dado lo anterior, el comportamiento estratégico de los agentes puede observarse entre el segundo y tercer llamado. Las universidades apresuran la convocatoria de las listas de espera, a fin de cubrir las vacantes ofrecidas, antes que el tercer llamado tenga lugar.

El comportamiento de las universidades se debe, ya sea a intentos por evitar que el tercer llamado ocurra, dadas las restricciones que éste impone; o ya sea a usar la incertidumbre de los estudiantes. A modo de ejemplo, se exponen algunos de los comportamientos observados:

1. Algunas universidades establecen que, si luego de la primera convocatoria a las listas de espera existiesen aún vacantes sin cubrir, entonces, para ese mismo día se tiene prevista la convocatoria a los siguientes estudiantes en la lista de espera. Sin embargo, este hecho puede ocurrir simultáneamente en más de una universidad, con lo cual los estudiantes que deciden aceptar alguna de las nuevas ofertas concurrirán a la universidad en la que tienen mayor probabilidad de ser convocados.
2. Algunas universidades confeccionan las listas adicionales de espera convocando a los postulantes que no hayan sido llamados en la primera convocatoria de listas de espera y que ocupen un número determinado de posiciones siguientes al último convocado en aquel primer llamado de las listas de espera. En algunos casos estas listas adicionales de espera se confeccionan sólo con los alumnos que están presentes en fechas y en horarios previamente convenidos, pudiendo coincidir esto con iguales procesos en otras universidades.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

El Sistema Nacional de Admisión es el mecanismo adoptado en Chile que permite acercar las partes intervinientes en este segmento del mercado de la Educación Superior.

El proceso consta de tres etapas centrales. La primera de ellas permite obtener asignaciones individualmente racionales. La segunda etapa, la fase de selección, es centralizada y sugiere asignaciones estables. La última fase del proceso, la etapa de matriculación, es descentralizada y las asignaciones que se producirán al finalizar la misma no necesariamente serán estables.

Llegado a este punto, es posible hacer recomendaciones que permitan alcanzar la estabilidad del mecanismo de asignación adoptado. La razón por la cual la estabilidad es una propiedad deseable para las asignaciones es que tales asignaciones, dadas las preferencias establecidas por los agentes, asignan cada estudiante con la mejor universidad que dicho estudiante puede alcanzar.

Conviene enumerar las fuentes de inestabilidad de la etapa de matriculación:

1. Costo de matrícula.
2. Limitaciones en el número de llamados.
3. Actualización de las preferencias en el tercer llamado.

Se establecerá el supuesto de que la incidencia, en términos de estabilidad, del costo de matrícula es nulo. Por lo tanto, se considerarán como fuentes de inestabilidad a las dos últimas. Se propone remover la inestabilidad empleando en forma alternativa dos mecanismos: un mecanismo descentralizado; o bien empleando un mecanismo centralizado.

En primer lugar, manteniendo la fase de matriculación descentralizada con un sistema de llamados, la inestabilidad puede removerse si se permite que las universidades convoquen a las listas de espera, sin limitaciones en el número de llamados, y sin eliminar en *ningún* llamado a los estudiantes en lista de espera, independientemente de que los estudiantes sean convocados a cubrir vacantes en universidades distintas a las se encuentran matriculados en su asignación actual.

Alternativamente, si existiesen costos de tiempo y administrativos por mantener el anterior sistema descentralizado de llamados, tal como parecen revelarlo los llamados a matriculando por la vía del sobrecupo, será posible alcanzar iguales resultados, centralizando la fase de matriculación con un mecanismo semejante al empleado en la fase de selección. La simulación de los distintos llamados será hecha por los distintos pasos que el algoritmo propuesto tendrá, tal que en cada uno de ellos las universidades sean quienes 'propongan' y los estudiantes sean quienes 'acepten' o 'rechacen' a dichas universidades.

La teoría permite afirmar que tanto el número de llamados como el número de pasos que serán necesarios para alcanzar la estabilidad de la fase de matriculación serán finitos.²⁵

Por otra parte, del análisis del comportamiento estratégico, se concluye que dado el medio de información de los estudiantes y de las universidades, y dadas las acciones que los mismos tienen disponibles en cada etapa del juego, en la

etapa de postulación los estudiantes no tendrán incentivos a revelar sus verdaderas preferencias.

En la fase de matriculación, también se deja espacio para el comportamiento estratégico de los agentes.

Adicionalmente, y más allá de los resultados anteriores, es sorprendente cómo este mecanismo en dos etapas, empleado desde 1970, se ha anticipado a las discusiones de la literatura económica sobre el tema.

De esta manera, desde una perspectiva más general, este trabajo ha pretendido ser un vehículo que permita alcanzar un mayor entendimiento sobre el funcionamiento de procesos de asignación centralizados y descentralizados; y estudiar el modo en que éstos operan en la práctica.

Es necesario proseguir este estudio, examinando con mayor detalle el sistema de reglas fijadas y los incentivos que éstas generan sobre los participantes en el Sistema Nacional de Admisión. Esto será crucial para ensayar hipótesis respecto de la evolución de este mercado, dada la optimalidad de los resultados que el Sistema alcanza.

APENDICE

Prueba Proposición 1: De acuerdo con la definición de *estabilidad*, debe probarse que, cuando la fase de selección termina,

si $u_k \succ_{s_i} x(s_i)$, entonces $\sigma \succ_{u_k} s_i$ para todo $\sigma \in x(u_k)$.

Cuando esta fase termina:

$x(s_i) = u_i$ ó $x(s_i) = s_i$

Dado que los estudiantes proponen, si $u_k \succ_{s_i} u_i$,²⁶ el estudiante s_i primero propone a u_k y luego a u_i .

u_k acepta sólo si prefiere s_i antes que la asignación tentativa que tenía hasta ese momento.

Si negamos nuestra proposición, $s_i \succ_{u_k} \sigma$, u_k nunca hubiera aceptado a σ rechazando a s_i ; o bien, si σ era su asignación tentativa anterior, lo hubiera rechazado en favor de s_i .

Por lo tanto, debe ser cierto que $\sigma \succ_{u_k} s_i$. En este caso $x(s_i) = u_i$ es la mejor asignación que s_i pudo conseguir.

Ahora bien, podemos preguntarnos si es posible que u_k prefiera a s_i pero que el algoritmo elimine de la lista de preferencias de este estudiante a la universidad u_k .

En el único caso que las universidades son borradas de las listas de los estudiantes es cuando éstos no cumplen con los requisitos establecidos por las universidades.

En este caso, dicho estudiante no es una asignación aceptable por esta universidad. ■

Prueba Proposición 2: Supongamos que en el paso 1 (primera preferencia de los estudiantes) las universidades completan sus cuotas, haciendo *asignaciones tentativas* y dejando estudiantes en *listas de espera tentativas*, de acuerdo a los estudiantes que postularon a ellas.

En un paso k , un estudiante s_i es rechazado por una universidad u (u tiene completa su cuota en el paso $k-1$ con los q mejores puntajes que, hasta esta preferencia, postularon a ella), entonces la universidad u es inalcanzable para el estudiante s_i .

Si ocurriese que s_i hubiera sido tentativamente asignado en el paso $k-1$ a la universidad u y en k resulta ser rechazado en favor de otro estudiante s_j , dicha universidad tampoco es alcanzable para el estudiante s_i en algún resultado estable. Esto último se debe a que si se asignara el estudiante s_i con la universidad u entonces la universidad u y el estudiante s_i forman un par que bloquea el resultado anterior, por lo tanto no es estable.²⁷

De esta manera podemos concluir que el proceso de selección sólo hace *asignaciones alcanzables*. ■

Prueba Proposición 3: Supongamos que los estudiantes seleccionados en la fase de selección S' es un subconjunto de los S que postularon a las universidades del Sistema Nacional de Admisión. Por lo tanto, $x(s_j) \neq s_j$, $\forall s_j \in S'$.

Adicionalmente, simbolizaremos por p_j las vacantes cubiertas en esta fase por alguna universidad u_j , tal que $p_j < q_j$.²⁸

Puesto que la fase de selección propone asignaciones estables, es posible asegurar que para todo $s_i \in S \setminus S'$ se da lo siguiente: si $u_j \succ_{s_i} s_i$, entonces $u_j \succ_{u_j} s_i$. Por otra parte, si $s_i \succ_{u_j} u_j$, entonces $s_i \succ_{s_i} u_j$.

Si se toma otro resultado estable x' , tal que $x'(s_i) = u_j$ para algún $s_i \in S \setminus S'$. Dada la estabilidad de la fase de selección puede establecerse que u_j bloqueará individualmente x' , si $u_j \succ_{u_j} s_i$. O bien, s_i individualmente bloqueará a x' , si $s_i \succ_{s_i} u_j$.

Esto último contradice la proposición inicial de estabilidad de x' . ■

Prueba Proposición 4: Supongamos que u_j tiene vacantes sin cubrir luego de la asignación sugerida en la fase de selección. Si x es la asignación entregada por la fase de selección, y x' es una asignación arbitraria también estable, entonces:

$\forall s' \in S \setminus \{x(u_j)\}$, dada la estabilidad de x se verifica que:

si $s' \succ_{u_j} u_j \Rightarrow x(s') \succ_{s'} u_j$

o bien:

si $u_j \succ_{s'} s' \Rightarrow u_j \succ_{u_j} s'$.

De esta manera, si en una asignación x' , $s' \in \{x'(u_j)\}$, bajo las mismas preferencias P establecidas, x' no será estable. Esto contradice el supuesto inicial que x' es estable. ■

Prueba Proposición 5: La proposición será probada intuitivamente siguiendo la lógica de lo que acontece en cada uno de los llamados a matrícula.

1. Primer llamado: es posible afirmar que las asignaciones en μ_1 son asignaciones (*matchings*) U-cuasi-estables ya que provienen de las asignaciones estables propuestas en la fase de selección, luego que estas últimas se rompen por el retiro de estudiantes del Sistema.²⁹

Es fácil verificar lo anterior. Dado que x es estable, entonces las asignaciones propuestas en x son también aceptables para P .

Puesto que la fase de matriculación es *consistente* con la fase de selección, $\mu_1 = x \cap (U' \times S')$ ³⁰ propone asignaciones aceptables bajo P' .

A su vez, μ_1 no será bloqueada por pares que contengan universidades con cuotas completas en μ_1 .

Sea $u_k \in U$. Dado que en el primer llamado sólo se convoca a los seleccionados y si $! \mu_1(u_k) \models x(u_k) \mid y \mid x(u_k) \mid = q_k$, entonces $\mu_1(u_k) = x(u_k)$. Dada la estabilidad de x , no es posible encontrar un par que bloquee a μ_1 tal que contenga u_k y algún $s \in S'$.

Más aun, las únicas vacantes que podrán ser cubiertas en los restantes llamados provienen de las universidades con listas de espera.

2. Segundo llamado: producida en el período anterior la asignación *U-cuasi-estable*, el par universidad admitida-estudiante que la admira bloquean μ_1 . Esto último se producirá al inicio del segundo llamado. En ese momento, las universidades que cuenten con listas de espera convocarán a los estudiantes que se encuentren en ellas en estricto orden decreciente de puntaje ponderado³¹. Los estudiantes por su parte deberán decidir si aceptan o rechazan cada convocatoria a matrícula de las universidades en las que se encuentran en listas de espera.

Estos movimientos originarán una cadena de vacantes en las restantes universidades, las que intentarán ser cubiertas nuevamente, antes de llegar al tercer llamado, empleando este mismo procedimiento.

El mecanismo adoptado para restablecer el equilibrio es un mecanismo descentralizado, donde las universidades que desean cubrir sus vacantes convocan a los estudiantes más preferidos (los de mejor puntaje en sus listas de espera), que aún no las han rechazado; y los estudiantes aceptan o rechazan el ofrecimiento.

El mecanismo descrito es similar al Algoritmo de Aceptaciones Diferidas (*Deferred Acceptance Algorithm*)³² donde las asignaciones usadas como insinu inicial son las que provee el primer llamado, a través de μ_1 .³³

Usando los resultados establecidos en Blum, Roth y Rothblum (1997), es posible afirmar que el mecanismo de Aceptaciones Diferidas, aplicado a una asignación U-cuasi-estable (μ_1), mediante pasos finitos, propondrá asignaciones estables.

A su vez, estas asignaciones serán *U-óptimas* determinadas en función de la asignación inicial de cada agente e independientes de las asignaciones de los otros agentes y del orden en que estas ofertas se hagan.

Sin embargo, en esta etapa operarán dos circunstancias que potencialmente no permitirían alcanzar los resultados anteriores.

Una de ellas es el número de llamadas que es posible hacer entre el segundo y el tercer llamado; y la otra es el costo de la matrícula.³⁴

Ambas se constituirán en restricciones tal que, cualquiera sea la que se alcance primero llevará a finalizar el segundo llamado. Cuando esto ocurra, es fácil advertir que no necesariamente se alcanzarán asignaciones estables para $\langle U', S', P', q \rangle$.

3. Tercer llamado: este período puede ser considerado como el postmercado (*aftermarket*), cuyo objetivo es limpiar completamente el mercado.

Sin embargo, en este período surge otra fuente potencial de inestabilidad ya que no permite que todas las universidades realicen sus ofertas a todos los estudiantes.³⁵

Entonces, cuando este llamado termina, es posible que:

$u_k \succ_{s_i} \mu_3(s_i)$ y que simultáneamente $s_i \succ_{u_k} \sigma$ para todo $\sigma \in \mu_3(u_k)$.

De esta manera, si ocurre que:

$u_k \succ_{s_i} \mu_2(s_i)$ y $s_i \succ_{u_k} \sigma$ para todo $\sigma \in \mu_2(u_k)$,

al encontrarse s_i matriculado en $\mu_2(s_i)$ no será convocado por u_k , aunque mutuamente sean alcanzables. Por lo tanto, (u_k, s_i) estarían mejor si logaran asignarse uno al otro por algún mecanismo alternativo. ■

Notas

- 1 Ver Roth y Xing (1994) para más ejemplos aplicados a mercados de trabajo.
- 2 El Consejo de Rectores fue creado a través de la ley 11.575 a mediados de siglo. En dicha ley se establecieron las funciones del Consejo, como así también las instituciones que lo formarían. Estas universidades eran: Universidad de Chile; Pontificia Universidad Católica; Universidad de Concepción; Universidad Católica de Valparaíso; Universidad Técnica Federico Santa María; Universidad Técnica del Estado; Universidad Austral de Chile y la Universidad del Norte. A partir de 1981 integran también el Consejo las universidades surgidas de las sedes regionales de las anteriores universidades.
- 3 Tiene derecho a postular todo estudiante que haya obtenido 450 puntos o más en la P.A.A.
- 4 En Muga (1990).
- 5 Si bien es necesario reconocer la limitante económica en el acceso a la Educación Superior privada.
- 6 Parte de la información contenida en esta sección se encuentra en publicaciones especiales que editan los diarios *La Nación* y *El Mercurio*, Años 1973-1997.
- 7 Posteriormente, se verá que cada universidad en forma independiente establece puntajes mínimos para definir estudiantes aceptables para las carreras que ofrece.
- 8 Aquellos que han obtenido como mínimo 450 puntos en promedio en P.A.A.
- 9 Para más detalles ver Roldán (1998).
- 10 Para mayores detalles consultar a Roldán (1998).

- 11 La reposición es la posibilidad de volver a postular, dentro de un mismo proceso, una vez finalizados los períodos ordinarios de matrícula. No obstante, en esta etapa siguen rigiendo los mismos requisitos de puntaje mínimo y de exigencia de pruebas.
- 12 El primer llamado a listas de espera es la primera convocatoria que se realiza en el segundo llamado.
- 13 En adelante, la atención se concentrará en la Etapa de Selección y en la Etapa de Matriculación.
- 14 Estrictamente, cada u_i representa una carrera distinta brindada por diferentes universidades. Si bien, debería considerarse como agentes a las carreras en lugar de las universidades (los estudiantes postulan a las primeras y no a las últimas), en adelante y sólo a fin de simplificar, sin alterar los resultados que se obtengan, se identificarán las carreras que ofrecen las veinticinco universidades del Consejo de Rectores, con las universidades mismas.
- 15 En el caso del Sistema Nacional de Admisión, las únicas situaciones en que esto no se cumple es por igualdad de puntaje en el último lugar de la cuota; o por sobrecupo.
- 16 Las situaciones 1 y 2 están garantizadas tanto por el Proceso de Selección por Eliminación de Selecciones Múltiples, como por el proceso de coordinación que tiene lugar en la etapa de Matriculación.
- 17 Se simboliza $\setminus$ como la resta de conjuntos.
- 18 En Roth y Sotomayor (1990).
- 19 En la sección siguiente se detalla un motivo.
- 20 La estabilidad previa asegura que ningún par bloqueador involucre universidades que tenían cuotas sin cubrir.
- 21 Roth y Sotomayor (1990).
- 22 El hecho de que este período de llamados sea costoso queda de manifiesto en el sistema de matriculación por la vía del sobrecupo.
- 23 Algunas razones que explican por qué algunos estudiantes seleccionados se retiran han sido expuestas en la fase anterior.
- 24 Actualmente, la Pontificia Universidad Católica de Chile establece que las postulaciones a las carreras que brinda no podrán figurar más allá del tercer lugar de preferencia en las tarjetas de postulaciones de los estudiantes. Asimismo, la Universidad Católica de Valparaíso y la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación no permiten que las postulaciones a sus carreras sean ubicadas más allá del sexto lugar de preferencia en las tarjetas de postulaciones.
- 25 Blum, Roth y Rothblum (1997).
- 26 O bien, $u_k \succ_{s_i} s_i$.
- 27 En la Proposición 1 fue establecido que el proceso de selección sólo produce asignaciones estables.
- 28 Esto es sin pérdida de generalidad para el caso en que todos los estudiantes que postularon sean seleccionados y todas las vacantes ofrecidas por el Sistema queden cubiertas.
- 29 Blum, Roth y Rothblum (1997), Teorema 4.1.
- 30 En esta ocasión, no definimos a x como una relación de 'muchos a uno' (muchos estudiantes a una universidad); sino más bien como un subconjunto de pares de universidades-estudiantes que pertenecen al conjunto $U \times S$, tal que en x los elementos de S aparezcan como máximo en un solo par, y los elementos de U aparezcan como máximo en q_i pares.
- 31 Todos los estudiantes conocen la universidades y la posición en la que se encuentran en las listas de espera al inicio de cada llamado.
- 32 Para mayores detalles de cómo opera este mecanismo ver Roldán (1998).
- 33 Gale y Shapley (1962).
- 34 La importancia del costo de matrícula es variable de acuerdo a las características socioeconómicas de los estudiantes seleccionados. Este costo actualmente oscila entre los US\$ 125 y US\$ 150. Si dicho costo limita el movimiento de algún estudiante hacia una universidad que él prefiere y que, a su vez, la universidad lo prefiere, las asignaciones que surjan serán inestables para este par estudiante-universidad.
- 35 Como se mencionó anteriormente, las reglas de matrícula establecen que al abrirse el tercer llamado, las u que aún cuentan con vacantes sin cubrir deben borrar de su listado de preferencias a los estudiantes que ya están matriculados en otras universidades.