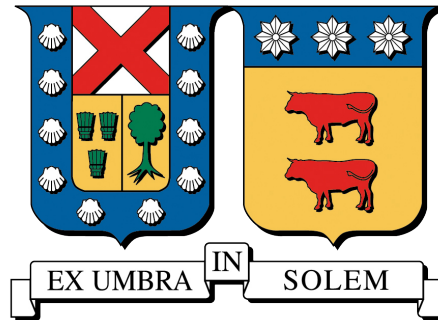


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
ACADEMIA DE CIENCIAS AERONÁUTICAS
SANTIAGO - CHILE



**PROPUESTA DE MODELO DE SUBASTA PARA MEJORAR EL SISTEMA DE
SOBREVENTA DE PASAJES AÉREOS**

TOMÁS FRANCISCO ORTIZ WÜRTH

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN AVIACIÓN COMERCIAL

PROFESOR GUÍA : SRA. ANAMARIA ARPEA I.
PROFESOR CORREFERENTE : SR. VÍCTOR POBLETE G.

DICIEMBRE 2020

*No se trata, nada, de rendimiento,
si por cada logro es más el fracaso.
Es compromiso más conocimiento
y es que, si hoy me siento así de contento,
es porque todo lo hice por si acaso.*

*Y porque el buen trabajo y la pasión
hoy nos elevan de tanta emoción
y de cierta forma nos revelan
que, si tantos aviones hoy vuelan,
es porque vuela la imaginación.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mi madre y a mi padre, Soledad y Orlando, quienes, además de criarme y enseñarme, siempre me han apoyado y ayudado en todo momento, esforzándose al máximo por mí y mis hermanas y hermano.

A mis hermanas, Magdalena, Gabriela y Virginia, y a mi hermano, Cristóbal, con quienes tuve la suerte (buena y mala) de crecer y aprender, muchas gracias por todo.

Agradezco a mis profesores, con quienes aprendí muchísimo durante esta etapa. Agradecer especialmente a los profesores, Anamaria Arpea, Verónica Gruenberg y Nicolás Meza, quienes confiaron en mí como su ayudante y me permitieron ampliar mi visión respecto a la vida académica.

Agradecer, también, a los profesores Anamaria Arpea (otra vez) y Víctor Poblete, por su ayuda y contribución en el desarrollo de este trabajo.

Al final, pero no al último, quiero agradecer enormemente a todos mis compañeros y amigos de universidad, especialmente y con mucho cariño a: Alisson, Camila, Catalina, Cloy, Elisa, Florencia, Javier, Javiera, Mauricio, Nicolás y Scarlett (nombrados en orden alfabético), quienes hicieron de este proceso un viaje muy entretenido y chistoso.

A todos y cada uno de ustedes, sesenta y tres millones trescientos setenta y dos mil ochocientos once gracias, son los mejores.

RESUMEN EJECUTIVO

La sobreventa de pasajes aéreos (u overbooking) consiste en vender más pasajes que la cantidad de asientos disponibles en un determinado vuelo. Para el mercado aerocomercial, esta es una práctica habitual y legal; nació porque las cancelaciones y no presentaciones de los pasajeros merman la productividad y rentabilidad de los vuelos. Gracias al overbooking los niveles de ocupación de las aeronaves aumentan, lo que propicia menores precios de pasajes para las personas, beneficiándose el mercado aerocomercial en su conjunto (Hananías, 2012).

Sin embargo, el overbooking puede ocasionar problemas, ya que, si se presentan más pasajeros que asientos disponibles, se requerirá de la denegación de embarque. De acuerdo con el Código Aeronáutico, en ese caso las aerolíneas deben buscar pasajeros que, mediante algún incentivo, acepten voluntariamente no tomar el vuelo. Si no consigue voluntarios suficientes, la compañía deberá obligar a cierta cantidad de pasajeros a no volar; lo que se conoce como denegación de embarque involuntaria. Cuando esto ocurre, el pasajero no recibe el servicio por el que pagó y la aerolínea puede ver dañada su imagen y reputación decae, lo que puede derivar en la pérdida de clientes y una baja en los ingresos.

Con el fin de evitar el problema de denegación de embarque involuntaria, en este trabajo se desarrolla un modelo de subasta de asientos basado en la teoría de subastas y en el modelo de “overbooking voluntario” (Dalalah, Ojiako, Chilulu, 2020), en el cual los pasajeros compran un pasaje a un valor menor que el precio promedio del vuelo, pero son voluntarios a la denegación de embarque. Para lograr su efectividad, este modelo apela a la voluntad de los pasajeros y la transparencia de las aerolíneas.

En la subasta, el pasajero compra un pasaje a un valor elegido entre un rango de precios, siempre menor al precio promedio tradicional. A los ganadores de la subasta se les asignará asiento, asegurándoles el embarque en el vuelo, mientras que los participantes restantes deberán ser voluntarios a una eventual denegación de embarque. Este modelo permite que personas, con distintas disposiciones a pagar, participen de la dinámica de sobreventa. Además, bajo este modelo el pasajero tiene mayor probabilidad de embarcar que bajo el modelo de overbooking voluntario, lo que también implica una mayor disposición a pagar.

El modelo de subasta logra maximizar el beneficio de la aerolínea para cada vuelo y, con ello, en base a la cantidad de asientos a subastar, se logra determinar la cantidad óptima de pasajes a sobrevender; lo que dependerá del valor de compensación en caso de denegación de embarque; a menor compensación, mayor cantidad de pasajes a sobrevender.

Por otro lado, mediante una encuesta, se estudia la percepción de las personas con respecto al overbooking y se estudia su comportamiento en un caso hipotético de subasta de asientos, analizando sus estrategias, si es que las hay. De este modo se evalúa la disposición de las personas a aceptar la práctica de overbooking con el fin de evitar las denegaciones de embarque involuntario.

Como resultado, se obtiene que un 49,7 % de las personas considera “buena” la práctica de overbooking voluntario por sobre un 47,1 % que reprueba cualquier práctica de overbooking; además, un 27,4 % de los

encuestados estarían dispuestos a participar en la dinámica de subasta de asientos. Basándose en estos datos, se infiere que la percepción de las personas sobre el overbooking mejora, lo que permite establecer que el modelo de subasta de asientos es viable y aceptable para las personas.

En conclusión, el modelo de subasta de asientos fomenta la transparencia y cooperación entre pasajeros y aerolíneas y, de este modo puede evitar (o disminuir) los casos de denegación de embarque involuntaria, por lo que el modelo es una solución factible para el problema del overbooking en la aviación comercial.

Palabras Clave. Overbooking, Subastas, Pasajeros, Aerolínea, Sobreventa de pasajes, Denegación de embarque involuntaria.

EXECUTIVE SUMMARY

The overselling of air tickets (or overbooking) consists of selling more tickets over the number of seats available on a flight. For the commercial aviation market, this is a common practice and legal used by airlines, since cancellations and no shows by passengers, reduce the productivity and profitability of flights, for this reason, thanks overbooking, the aircraft load factor increases, leading to lower ticket prices for passengers, benefiting the commercial aviation market as a whole (Hananías, 2012).

In spite of the above, overbooking can cause problems, because, when there are more passengers than available seats, it will require denial of boarding. First, according to Código Aeronáutico (chilean law), airlines must seek volunteers, through incentives, to agree not to board the flight. When not enough volunteers are found, the company must force a certain number of passengers not to fly, which is known as involuntary boarding denial, when this happens, the passengers does not receive the service they paid for and the airline image and reputation can be damaged, which can lead to loss of customers and lower revenue.

In order to avoid the problem of involuntary boarding denial, a seat auction model is developed, based on auction theory and the “voluntary overbooking” model (Dalalah, Ojiako, Chilulu, 2020), in which , passengers buy a ticket at a lower price than the average selling price, in that case they are volunteers to be bumped. This model needs the will of the passengers and the transparency of the airlines for its effectiveness.

At the auction, the passenger buys a ticket at a value chosen from a prices range, always lower than the average price. The winners of the auction will be assigned a seat, ensuring boarding, while the remaining participants must be volunteers for a possible denied boarding. This model allows people with different payment dispositions to participate in the overselling dynamic. Furthermore, under this model the passenger is more likely to board than under the voluntary overbooking model, which also means a greater willingness to pay.

The auction model manages to maximize the profit of the airline for each flight and, with this, based on the number of seats to be auctioned, it is possible to achieve the optimal number of tickets to be oversold, the number of oversold tickets will depend on the price compensation in case of denied boarding, the les the compensation is, the greater the number of oversold tickets.

On the other hand, through a survey, people’s perception of overbooking is studied and their behavior in a hypothetical case of seat auction is studied, analyzing strategies of them, if there are any. In this way, the willingness of people to accept the practice of overbooking is evaluated in order to avoid involuntary boarding denials.

As a result, it is obtained that 49.7 % of the people consider that the voluntary overbooking practice is "good."over 47.1 % who disapprove any overbooking practice, in addition, 27.4 % of the respondents would be willing to participate in the seat auction dynamics. With this, it is concluded that people’s perception of overbooking improves, which makes it possible to establish that the seat auction model can be able to work

for people.

With all of the above, the seat auction model encourages transparency and cooperation between passengers and airlines and, in this way, avoids (or decreases) the cases of involuntary boarding denials, so the model is a feasible solution for the problem of overbooking in commercial aviation market.

Keywords. Overbooking, Auction, Passenger, Oversell, Airline, Denied Boarding, Bumping.

GLOSARIO DE TÉRMINOS MATEMÁTICOS

$<$: menor que
$>$: mayor que
\leq	: menor o igual que
\geq	: mayor o igual que
v	: valoración del pasajero por el vuelo
p	: precio de venta del pasaje
Q	: cantidad de boletos de sobreventa
q	: cantidad de personas con boleto de sobreventa
f	: función densidad de probabilidad
F	: función de probabilidad acumulada
x	: variable de tasa de no presentación
\int	: integral
$\frac{\partial}{\partial a}$: derivada respecto a la variable a
\exists	: existe
ϵ	: pertenece
β	: probabilidad de no embarcar en overbooking voluntario
γ	: probabilidad de no embarcar en subasta de asientos
$\bar{\beta}$: probabilidad de embarcar en overbooking voluntario
$\bar{\gamma}$: probabilidad de embarcar en subasta de asientos
S	: capacidad del avión en overbooking voluntario
s	: cantidad de asientos a subastar
N	: capacidad del avión en subasta de asientos
P	: función probabilidad
\sim	: distribuye
\approx	: cercano a

Índice de Contenidos

1. Introducción	1
2. Antecedentes Generales	2
2.1. Justificación	2
2.2. Objetivos	3
2.2.1. Objetivo General	3
2.2.2. Objetivos Específicos	3
2.3. Metodología	3
2.4. Alcance	4
3. Estado del Arte	5
3.1. Antecedentes de Overbooking y Denegación de Embarque	5
3.1.1. Otros casos de overbooking	7
3.1.2. Normativa que rige la sobreventa de pasajes y una posible denegación de embarque	7
3.2. Antecedentes de Teoría de Subastas	8
3.2.1. Estrategias dominantes	9
3.3. Sistemas de Subastas Empleados por Compañías Aéreas	9
3.3.1. El caso de Delta Air Lines	9
3.3.2. Ascensos por subasta	10
3.4. Marco Teórico	10
3.4.1. Overbooking Voluntario	10
3.4.1.1. El problema de la decisión del pasajero	11
3.4.1.2. El problema de la decisión de la aerolínea	13
3.4.1.3. Resultados	13
3.5. Propuesta Metodológica	13
4. Desarrollo	15
4.1. Subasta de Asientos a Pasajes Sobre vendidos	15
4.1.0.1. El problema de la decisión del pasajero	16
4.1.0.2. El problema de la decisión de la aerolínea	19
4.1.0.3. Implementación del modelo por parte de la línea aérea	21
4.1.1. Comentarios acerca de la subasta de asientos	22
4.2. Desarrollo de Encuesta a Pasajeros	23
5. Análisis de Resultados	26
5.0.1. Percepción del Pasajero Ante el Overbooking	26
5.0.1.1. Conocimiento y opinión del pasajero	26
5.0.1.2. La disposición del pasajero a participar de la subasta	29
5.0.2. Subasta de Asientos	30
6. Conclusiones y Recomendaciones	33
6.1. Conclusiones	33

6.2. Recomendaciones	35
Bibliografía	36
A. ANEXO	38
A.1. Encuesta	38
A.2. Datos demográficos obtenidos de la encuesta	40
A.3. Resultados de la subasta de asientos	41

Índice de Tablas

3.1. Tabla de Compensación a pasajeros en caso de denegación de embarque	7
5.1. Tabla de Medidas de Tendencia Central de la Encuesta	31
A.1. Ofertas de los encuestados a la subasta de asientos	41

Índice de Figuras

2.1. Diagrama de Metodología	4
3.1. Decisión del pasajero	12
4.1. Decisión del pasajero	17
4.2. Pasos para implementación	22
5.1. Encuesta: Gráfico 1	26
5.2. Encuesta: Gráfico 2	27
5.3. Encuesta: Gráfico 3	27
5.4. Encuesta: Gráfico 4	28
5.5. Encuesta: Gráfico 5	28
5.6. Encuesta: Gráfico 6	29
5.7. Encuesta: Gráfico 7	29
5.8. Encuesta: Gráfico 8	30
5.9. Encuesta: Gráfico 9	31
A.1. Encuesta: Gráfico 10	40
A.2. Encuesta: Gráfico 11	40
A.3. Encuesta: Gráfico 12	40
A.4. Encuesta: Gráfico 13	41
A.5. Encuesta: Gráfico 14	41

1 | Introducción

El origen de la sobreventa de pasajes u overbooking (en inglés) se remonta a la década de 1940, cuando en Estados Unidos las compañías aéreas notaron que las no presentaciones a los vuelos, los cambios de pasaje y las cancelaciones por parte de los pasajeros provocaban que los aviones volaran medio vacíos, lo que significaba un perjuicio a las aerolíneas, debido a infrautilización de sus recursos, generando una baja productividad y un descenso de las ganancias.

Con el objetivo de evitar lo anterior y asegurar que los aviones despeguen con un porcentaje mínimo de asientos vacíos, surge la práctica de la sobreventa de pasajes, y de este modo se optimiza tanto el factor de ocupación de la aeronave, como la rentabilidad de la compañía aérea.

El problema de la sobreventa de pasajes ocurre cuando más pasajeros, que asientos disponibles, llegan a tomar el vuelo, y la aerolínea se ve obligada a denegar el embarque a determinado número de pasajeros. En este caso, las aerolíneas están obligadas a solicitar pasajeros voluntarios que no embarquen el avión, lo usual es que se haga a cambio de una compensación (además de la devolución del dinero del ticket), lo que significa un costo extra para la compañía que no daña mayormente la imagen de la misma y, a su vez, puede significar un “beneficio” al pasajero que pierde su vuelo. Sin embargo, si no hay suficientes voluntarios, las aerolíneas deben obligar a ciertos pasajeros a no embarcar, lo que puede ocasionar daños a los propios pasajeros y a la imagen de la compañía.

Por otro lado, la teoría de juegos y, en particular, la teoría de subastas son ramas de la matemática aplicada que estudian el comportamiento de seres racionales. Una subasta o remate, por lo general, consiste en la venta de algún bien o servicio en la que participan uno o más postores, donde el bien o servicio lo adquiere aquel que haya hecho la mayor oferta. En el contexto de sobreventa de pasajes, los “postores” serán aquellos pasajeros, cuyo embarque puede ser denegado, y el “vendedor” o subastador, será la línea aérea.

Considerando todo lo anterior, se afirma que establecer un modelo de teoría de subastas que contemple el comportamiento y la percepción de los pasajeros y compañías aéreas, puede ayudar a evitar la denegación de embarque involuntaria.

2 | Antecedentes Generales

2.1. Justificación

La sobreventa consiste en la venta en exceso de un producto o servicio por sobre la capacidad de quien vende. En el transporte aéreo, la sobreventa de pasajes corresponde a vender más pasajes que asientos disponibles en un determinado vuelo.

En la aviación comercial, la sobreventa de pasajes es una práctica común por parte de las líneas aéreas, de hecho, esta tiene su justificación en el mercado, debido a lo costoso que resulta el servicio de transporte aéreo. “El overbooking, así, permite maximizar el uso de los aviones, y hacer de ello un negocio rentable y atractivo, lo que a su vez repercute en una mayor competencia en las rutas y en tarifas más bajas, beneficiándose el mercado aerocomercial en su conjunto” (Hananías, Diario el Mercurio, 2012).

Sin embargo, que el overbooking esté permitido no quiere decir que todos los pasajeros se vean beneficiados, debido a que si se presentan más pasajeros que asientos disponibles, necesariamente habrá uno o más pasajeros que no podrán abordar. Sin ir más lejos, el 9 de abril de 2017, un pasajero de United Airlines fue sacado a la fuerza de su asiento y arrastrado fuera del avión (CNN en Español, 2017). Si bien este es un caso de desembarque involuntario, lo ideal es que la aerolínea no llegue a esto, ya que, de acuerdo con la mayoría de las legislaciones, habrá multas e indemnizaciones al pasajero, que restan a la rentabilidad del propio vuelo. Más aún puede haber un daño a la imagen corporativa, debido a la exposición en redes sociales y medios de comunicación; de hecho a dos días del incidente, United había presentado una baja del 4 % en sus acciones (El Economista, 2017), al mismo tiempo que revisaba sus políticas de sobreventa de pasajes.

En relación con lo anterior, durante el 2018 en Estados Unidos se le denegó el embarque a tan sólo el 0,046 % de los pasajeros (Air Travel Consumer Report, 2019) por concepto de overbooking, y ese porcentaje disminuye cuando se refiere a la denegación de embarque involuntaria llegando al 0,001 %, lo que demuestra la sensibilidad de las compañías aéreas ante situaciones de denegación de embarque, desde el punto de vista de la gestión comercial.

Por otro lado, las teorías de juegos y de subastas han sido herramientas matemáticas que pueden aplicarse a diversas situaciones. Existen modelos que describen el comportamiento y decisiones de las personas e instituciones, éstos han resultado ser muy útiles para resolver problemas, tanto así que se aplican en economía, administración, política, entre otros.

Considerando esto último, la propuesta de combinar la sobreventa de pasajes con las subastas debe

hacerse apelando a la voluntad de los pasajeros, con el propósito de no dañar la propia imagen de la compañía, en caso de requerirse la denegación de embarque a uno o más pasajeros.

Finalmente, el desarrollo de un modelo, usando teoría de subastas, que pueda aplicarse a la denegación de embarque por overbooking, podría entregar una solución a este problema, permitiendo mitigar perjuicios tanto a pasajeros como a las líneas aéreas, con el fin de disminuir los casos de denegación de embarque involuntario.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Establecer un modelo de sobreventa de pasajes, basado en subastas, que incentive a pasajeros a participar de él, con el fin de evitar daños y perjuicios, tanto a pasajeros como a aerolíneas, ofreciendo una solución al problema de denegación de embarque involuntaria.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Estudiar las políticas y modelos de sobreventa, así como de subastas, que se aplican o puedan aplicarse en la aviación comercial, además de la normativa que rige sobre este tipo de prácticas.
- Analizar la percepción de las personas con respecto a la sobreventa de pasajes aéreos y de acuerdo con las políticas y normas que se aplican.
- Diseñar el modelo, en base a la teoría de subastas, y determinar si existen estrategias óptimas en él, de modo que pasajeros y aerolíneas se vean beneficiados.
- Proponer una solución viable al problema de overbooking, por medio del modelo, que sea aceptable para los pasajeros y aplicable por parte de las compañías aéreas.

2.3. Metodología

El desarrollo de la memoria se basa en dos aspectos, la sobreventa de pasajes como tema central y la teoría de subastas como herramienta matemática. El logro de los objetivos se sustentará en cinco criterios, que combinen las dos aristas:

Investigación y Análisis: Se estudiarán diferentes modelos existentes en materia de overbooking y de teoría de juegos y subastas, que se puedan relacionar con la aviación comercial.

Relación Entre modelos: Que muestre variables comunes, para el desarrollo del modelo.

Desarrollo del Modelo de Overbooking: Se fabricará en base a los elementos identificados anteriormente y deberá exponer resultados óptimos, tanto para las personas como para las compañías aéreas.

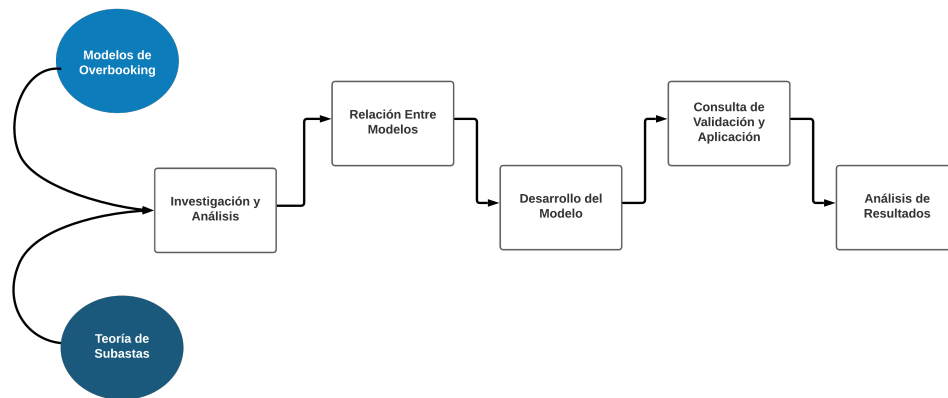
Consulta de Validación y Aplicación: Mediante una encuesta, se analizará la percepción y opinión de las personas sobre el overbooking en general, así como del modelo a desarrollar, en particular. Además, se estudiará el comportamiento de las personas ante un caso hipotético.

Análisis de Resultados: Se determinará si el modelo entrega respuestas y soluciones viables, al problema del overbooking en la aviación comercial.

El desarrollo del modelo de sobreventa de pasajes pretende encontrar una solución al problema del overbooking que para los pasajeros sea aceptable y que, preferentemente (y dentro de lo posible), siempre signifique un beneficio para éstos, de modo que las aerolíneas no dañen su reputación y puedan mantener la fidelidad de los clientes.

De acuerdo con lo anterior, este informe se enfoca, principalmente, en los pasajeros, pues busca mostrar la percepción y disposición de éstos respecto a la práctica de overbooking y de cómo esto afecta a su experiencia de viaje y a la relación con las compañías aéreas.

Figura 2.1: Diagrama de Metodología



(Fuente: Elaboración propia.)

2.4. Alcance

Este proyecto pretende ofrecer una solución a los casos en que debe haber denegación de embarque por sobreventa de pasajes, a partir de la teoría de juegos, específicamente de subastas, disciplina que ha abordado diferentes temas de economía y que se aplica regularmente en el ámbito empresarial general. Al respecto se han desarrollado diversos modelos que explican el comportamiento de las personas e instituciones en determinadas situaciones.

El alcance de la presente memoria tiene un carácter descriptivo y otro explicativo, ya que el modelo desarrollará estos aspectos, según el comportamiento y decisiones de las personas.

Por otro lado, desde el punto de vista académico, el análisis e investigación de modelos de teoría de subastas, así como de overbooking en general, le otorgan al trabajo un alcance exploratorio.

Además, las relaciones que puedan obtenerse entre los pasajeros y aerolínea, a partir del modelo a desarrollar, brindarán al proyecto un alcance de tipo correlacional.

3 | Estado del Arte

3.1. Antecedentes de Overbooking y Denegación de Embarque

Los modelos de overbooking, en general, se basan en las estadísticas y probabilidades. Para cada vuelo en particular, la aerolínea sabe con qué probabilidad un pasajero se presenta a tiempo a dicho vuelo y con ello calcula la probabilidad de que el avión se vaya lleno o no. Esta situación se puede ejemplificar con el siguiente problema¹:

Debido a que no todos los pasajeros de la aerolínea se presentan a su asiento reservado, una aerolínea vende 125 boletos para un vuelo con capacidad para 120 pasajeros. La probabilidad de que un pasajero no se presente es 0.10, y los pasajeros se comportan de manera independiente.

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que cada pasajero que se presente pueda tomar el vuelo?
- b) ¿Cuál es la probabilidad de que el vuelo salga con asientos vacíos?

En el problema, diremos que la cantidad de personas que se presenta al vuelo es X , luego esta cantidad se rige por la distribución binomial, donde $n = 125$ (número de boletos vendidos) y $p = 0,9$ (la probabilidad de que un pasajero se presente al vuelo), es decir, en notación matemática $X \sim \text{Binomial}(125, 0,9)$. Con esto resolver la parte a) es, simplemente, calcular la probabilidad de que X no supere la cantidad de asientos disponibles:

$$P(X \leq 120) = 0,996$$

Análogamente, para la parte b), se debe calcular la probabilidad de que el avión se vaya con, al menos, un asiento vacío, es decir, con menos de 120 asientos ocupados, luego:

$$P(X < 120) = P(X \leq 119) = 0,988$$

Este ejemplo corresponde a un modelo estático, el cual recurre a la estadística histórica del vuelo y asume que la probabilidad de no presentación de los pasajeros distribuye binomial.

Las aerolíneas saben que un vuelo es rentable si el avión se llena en cierto porcentaje, para ello deben procurar que la probabilidad de que eso ocurra sea lo más cercana a 1 posible, así determinan el n , y con ello cuántos pasajes de más pueden vender. El cálculo de p , la probabilidad de que un pasajero se presente al

¹math.stackexchange.com, Binomial probability of airline overbooking

vuelo, se hace a partir de datos históricos del vuelo, así como de diferentes modelos que se basan en la hora, estación del año, etc.

En general, el desarrollo e implementación de cualquier técnica o modelo de overbooking sigue cuatro fases (Jurado y Canca, 2012), las cuales consisten en:

Fase 1. Colección y análisis de datos: corresponde a la búsqueda y análisis previo de datos que influyen y determinan las variables del modelo. Las variables variarán de acuerdo con los requerimientos de cada compañía, pero, en la mayoría de los modelos, las principales son:

- Costos.
- Capacidad (asientos disponibles).
- Precio del pasaje.
- Demanda.
- Tasa de no presentación.

Fase 2. Estimación y previsión: se relaciona con el control y manejo de la incertidumbre, con tal de anticiparse al comportamiento de los clientes. Por lo general se recurre a métodos de previsión cuantitativos, los cuales a través de modelos matemáticos determinan el valor de las variables (principalmente demanda y tasa de no presentación). Métodos cuantitativos hay de dos tipos:

Causales: establecen una relación causa-efecto. Los modelos de regresión son los más conocidos.

Series de tiempo: recurren a los datos históricos para relacionar la variable de previsión futura con la variable de previsión histórica, por medio de técnicas de ajustes de curvas. También se utilizan procesos estocásticos para el modelamiento de las variables.

Fase 3. Modelo y optimización: implementación y resolución del modelo como tal, donde se obtienen las incógnitas del problema. El modelo de optimización se actualiza periódicamente de acuerdo con los nuevos datos. Los modelos principales son los basados en el nivel de servicio y los basados en variables económicas.

Fase 4. Control de reservas: finalmente, el resultado del modelo de overbooking se obtendrá a partir de un control sobre el inventario y la capacidad del sistema. Las técnicas de sobreventa determinarán la aceptación o no del número de reservas óptimo, de acuerdo con el modelo específico.

Hoy en día las líneas aéreas recurren a los modelos de overbooking dinámicos, los cuales, además de la data estadística, consideran variables como la estacionalidad, tendencias y/o preferencias de los pasajeros y diversas particularidades del vuelo mismo.

Por lo general, los modelos de overbooking se construyen en función de maximizar los ingresos (o minimizar costos) por vuelo, a partir de esto determinan la cantidad de pasajes a sobrevender.

Durante 2019, Farzad Alavi Fard, Malick Sy y Dmitry Ivanov, desarrollaron un modelo de estrategias óptimas de sobreventa, a través de un enfoque de programación dinámica en tiempo continuo. La particularidad de este modelo es que se basa en el mercado y en las interacciones de pasajeros con líneas aéreas, por lo que no necesariamente hay maximización de ingresos.

3.1.1. Otros casos de overbooking

La industria hotelera, también suele practicar la sobreventa (o sobre reserva) de habitaciones de manera análoga a las compañías aéreas, de hecho, muchos modelos matemáticos aplicables en el transporte aéreo son adaptables a los hoteles, aunque lo usual, en estos casos, es el uso de modelos determinísticos (Riasi, Schwartz, Beldona, 2019), es decir que no consideran la incertidumbre o variables dinámicas en el modelamiento.

3.1.2. Normativa que rige la sobreventa de pasajes y una posible denegación de embarque

De acuerdo con el Convenio de Montreal de 1999, el Código Aeronáutico en Chile, en su artículo 133, establece que, en caso de requerirse la denegación de embarque a pasajeros, la línea aérea deberá pedir voluntarios que renuncien a sus reservas a cambio de prestaciones y reparaciones que acuerden. Si los voluntarios no son suficientes, y se deniega el embarque a algún pasajero en contra de su voluntad, le surgen los siguientes derechos:

Si el pasajero desiste de viajar:

1. Reembolso del precio pagado por el pasaje.
2. Compensación de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Compensación a pasajeros en caso de denegación de embarque

Distancia de Vuelo (km)	Compensación (UF)
menos de 500	2
entre 500 y 1.000	3
entre 1.000 y 2.500	4
entre 2.500 y 4.000	10
entre 4.000 y 8.000	15
más de 8.000	20

(Fuente: Código Aeronáutico)

Si el pasajero decide continuar con el servicio:

1. Embarcar en el siguiente vuelo que tenga disponible el transportador o en un transporte alternativo.
2. Compensación, cuando el vuelo sale tres horas después de lo previsto, de acuerdo con la tabla 3.1.

Al igual que en caso anterior, si el pasajero considera que los perjuicios provocados por la denegación de embarque por sobreventa son superiores a los montos señalados, puede no aceptar la compensación económica. En este caso podrá posteriormente demandar indemnización de perjuicios en tribunales.

3. Prestaciones asistenciales: comunicación, alimentos, alojamiento y movilización (desde y hacia el aeropuerto), entre otros, dependiendo del caso particular del pasajero.

Aún con esto, la compañía debe embarcar prioritariamente a los menores de edad no acompañados, a personas con discapacidad, a los pasajeros de edad avanzada o delicados de salud, a embarazadas que, en razón de su estado, requieran embarcarse y, en general, a cualquier pasajero que, por razones humanitarias que determine la aerolínea, deban ser embarcados preferencialmente.

En relación con lo anterior, considerando datos de Estados Unidos, de acuerdo con el Air Travel Consumer Report de 2019 y los vuelos más frecuentes en ese país, se tiene que la mayoría de las compensaciones por sobreventa se hace para vuelos con distancias entre 1.000 y 2.500 kilómetros, seguido de los vuelos con distancias de entre 500 y 1.000 kilómetros.

3.2. Antecedentes de Teoría de Subastas

A lo largo de la historia, las subastas o remates se han empleado en diversas situaciones, desde venta de esclavos en el Antiguo Egipto o la Antigua Roma, hasta licitaciones de bienes o servicios públicos y privados, así como las adquisiciones de “bienes únicos”.

Desde principios del siglo XX y con la aparición de la teoría de juegos, las subastas han sido materia de investigación a nivel práctico, por su incidencia en la economía de los mercados y el comportamiento racional de las personas.

En general, una subasta se asocia a aquella dinámica en la que muchos oferentes se disputan la adquisición del bien o servicio mediante ofertas ascendentes donde, quien se adjudica el bien, es aquel oferente que realiza la última oferta (que resulta ser la mayor). Sin embargo, este caso es uno de variados tipos de subastas, que existen. En una subasta en general, la adjudicación del bien o servicio depende de las reglas y condiciones que se imponen como requisitos, tanto para la entrada a la subasta, como para la adquisición del bien o servicio subastado.

De este modo, las subastas se desarrollan de acuerdo con la intención que vendedores y oferentes tienen para la venta o adquisición del bien o servicio, por ejemplo, vender al mayor precio, comprar al menor precio, etc.

Así, los tipos de subastas más reconocidos académicamente son:

- **Subasta ascendente o inglesa:** El precio del bien o servicio subastado incrementa en la medida que los postores pujan por un valor necesariamente mayor al valor vigente, con el fin de ganar la subasta. Quien se adjudica la subasta es aquel comprador que hizo la última puja, luego de que ningún otro mejorara su oferta.
- **Subasta descendente u holandesa:** En este caso es el vendedor quien determina un precio, el cual irá disminuyendo sucesivamente hasta que algún comprador acepte dicho valor. Utiliza el mecanismo inverso al de la subasta inglesa, pero los jugadores no pujan por el bien o servicio.
- **Subasta de sobre cerrado al primer precio:** En este tipo de subastas, cada comprador hace una única

oferta a sobre cerrado, el bien se lo adjudicará aquel postor cuya oferta sea la más alta y el precio de adquisición es el mismo valor de la oferta más alta. En caso de empate se resuelve por algún mecanismo aleatorio (como un sorteo). Aquí los compradores no conocen las pujas de los otros y sólo puede hacerse una única oferta.

- **Subasta de sobre cerrado al segundo precio:** La única diferencia con el caso anterior, es que el precio de adquisición corresponderá al de la segunda oferta más alta. De este modo, se pretende que el ganador sea aquel que, efectivamente, está dispuesto a pagar más por el bien o servicio subastado.

3.2.1. Estrategias dominantes

En teoría de juegos, una estrategia (en el contexto de subastas sería una oferta o puja) se dice estrictamente dominante, si ésta siempre entrega la mayor utilidad al jugador, independientemente de las estrategias de los demás jugadores. Por ejemplo, en las subastas de sobre cerrado al segundo precio (también llamada subasta de Vickrey) pujar el valor más alto por el que se está dispuesto a pagar es una estrategia dominante (y óptima), es decir, desde un punto de vista racional, aunque se pierda en la subasta, todos los postores deberían apostar su mejor oferta, pues de ganar, maximizan su utilidad (si no se gana, no disminuye la utilidad).

3.3. Sistemas de Subastas Empleados por Compañías Aéreas

En 1968, Julian Simon fue el que propuso, como solución a la denegación de embarque involuntaria, las subastas. Cuando la compañía necesita voluntarios que cedan su asiento en el avión, ésta ofrece compensaciones en dinero de forma ascendente, hasta que algún pasajero acepta la oferta. En general este es un mecanismo aceptable para los clientes y ha resultado ser eficaz ante la necesidad de denegación de embarque, sin embargo, la compañía no puede ofrecer más de un determinado monto de compensación, porque, de lo contrario, el vuelo perdería rentabilidad, en este caso es cuando la línea aérea recurrirá a la denegación de embarque involuntaria.

3.3.1. El caso de Delta Air Lines

Desde 2011, Delta Air Lines adoptó una técnica en la cual se le pide a los pasajeros que oferten el valor de compensación que aceptarían por ceder voluntariamente sus asientos. Este sistema funciona como una subasta de sobre cerrado al menor postor, en este caso, de requerirse la denegación de embarque a algún pasajero, la aerolínea buscará a aquellos pasajeros con las menores ofertas para negarles el embarque (voluntariamente).

Hideki Fukui y Kuki Nagata, en un estudio de 2020², sugieren que el “sistema de licitación” de Delta ha sido eficaz para disminuir el número de pasajeros denegados involuntariamente, en comparación con las demás aerolíneas de Estados Unidos, y con ello mantienen el factor de ocupación “lo más alto posible”. Sin

²How do passengers react to airlines' overbooking strategies? Evidence from the US airlines

embargo, debido a falta de información, el estudio no es concluyente en el manejo de inventario de asientos y tampoco evalúa la rentabilidad del sistema en sí.

Aun con lo anterior, Delta no ha estado exenta de problemas por un mal manejo de overbooking. En 2017 (casi un mes después de la polémica de United), la compañía debió disculparse luego de expulsar a una familia de un vuelo Hawái-Los Angeles, debido a que ésta se negó a ceder el asiento de su hijo de 2 años.

3.3.2. Ascensos por subasta

Desde el 2009, diversas aerolíneas aplican los llamados “ascensos por subasta” o “subastas de plazas en primera clase”. Para un determinado vuelo, a los pasajeros con reserva en clase económica se les anima a que oferten por un asiento en primera clase o ejecutiva, esta oferta compite con otras ofertas y 3 a 2 días antes del vuelo, se informa a los pasajeros ganadores de su mejora en el servicio.

Con el uso de plataformas como “Plusgrade”, este mecanismo de ascensos ha logrado masificarse entre los pasajeros y, con esto, han aumentado los ingresos de las aerolíneas. Además, “Las aerolíneas usan este sistema de subastas para seducir a clientes nuevos y para premiar a sus viajeros frecuentes” (Chuet-Missé, Tendencias, 2018), también aprovechan de ocupar asientos que podrían quedar vacíos. En este contexto, los ascensos por subasta deben estar coordinados con las políticas de sobreventa, de hecho los ascensos de clase por overbooking son una práctica que aún se aplica, pero depende de la disponibilidad de asientos en primera clase o ejecutiva.

3.4. Marco Teórico

Considerando que, a priori, los pasajeros de un vuelo viajan solos, al ser una subasta, el problema se plantea como juego no cooperativo, es decir, los jugadores tomarán decisiones independientemente de las decisiones de los otros, con el fin de buscar su propio beneficio.

3.4.1. Overbooking Voluntario

En julio de 2020, en el Journal of Air Transport Management, Doraid Dalalah, Udechukwu Ojiako y Maxwell Chipulu publicaron un modelo de sobreventa denominado “overbooking voluntario”, el cual intenta promover la cooperación entre pasajeros y aerolíneas, mantener la buena voluntad de los clientes y maximizar el retorno esperado por las compañías aéreas.

El overbooking voluntario, asume ciertos supuestos y se desarrolla a partir de expectativas racionales entre pasajeros y aerolíneas. Se resume el modelo a continuación:

Por tanto, sea S la capacidad de asientos de algún vuelo, donde la compañía aérea vende cada asiento a un precio regular p_2 . Los precios de los pasajes no cambian mientras haya asientos libres. Una vez que los asientos se agotan, con el fin de hacer más atractivo el overbooking, el precio del asiento baja a p_1 y aparece la opción de overbooking disponible para los clientes. Aquellos que compren un asiento

con overbooking tendrán cierta probabilidad estadística de abordar de acuerdo con la tasa “no shows”. Si prevalece una filosofía de cooperación entre los pasajeros y las líneas aéreas comerciales, ambos estarán dispuestos a compartir información como valoraciones (por parte de los pasajeros) de vuelos y estadísticas de no presentación. Los autores del modelo esperan que, cada vez que se crea que algún pasajero no se presentará, habrá otros que acepten esta política de overbooking, siempre y cuando la compañía aérea anuncie la tasa de no presentación.

Sea C el costo fijo por vuelo y sea c el costo por pasajero en los que incurre la aerolínea. El modelo sugiere que todos los asientos se pueden vender a p_2 siempre y cuando haya asientos disponibles en el vuelo preferido del pasajero, que tiene el mismo precio que el asiento en otros vuelos (probablemente, vuelos posteriores) con salida al mismo destino. Suponiendo que el cliente valora el asiento de su vuelo preferido por v_1 y el de otro vuelo de salida o posterior por v_2 donde $v_2 \leq v_1$ (es decir, el pasajero prioriza viajar en su vuelo preferido en lugar de otros vuelos, donde, cuanto antes sea el vuelo, mayor será la probabilidad de que el vuelo esté completamente reservado). Los pasajeros de boletos válidos, si no están sentados, recuperarán su dinero además de un reembolso de r . Para una configuración correcta del modelo, las desigualdades $c \leq p_1 \leq p_2 \leq v_2 \leq v_1$ debe mantenerse, es decir, el costo debe ser menor que los precios y los precios deben ser menores que las valoraciones del vuelo de pasajeros. Luego los autores se preguntan ¿por qué una aerolínea garantizaría la “devolución de dinero” y posiblemente consideraría pagar más a un cliente al que se le negó el embarque que se suscribió a su política de overbooking? La respuesta radica en el interés de la aerolínea en mantener su política de overbooking, pero hacerlo de tal manera que asegure rentabilidad y la buena voluntad del cliente.

Sea Q el número de asientos a sobrevender y sea X una variable aleatoria no negativa, la cual representa el número de no presentaciones, con función densidad de probabilidad $f(x)$ y una función acumulada $F(x)$. Por supuesto, $f(x)$ exhibe una tasa de falla creciente, es decir, $f(x)/(1 - F(x))$ es creciente en x . El objetivo es determinar la cantidad óptima de overbooking (número de pasajes a sobrevender) y los mejores precios por los que se venden los asientos con overbooking. Sin embargo, dado que el pasajero es un componente de la toma de decisiones en esta política, el comportamiento temporal de los pasajeros se considera a través de la teoría racional de expectativas.

3.4.1.1. El problema de la decisión del pasajero

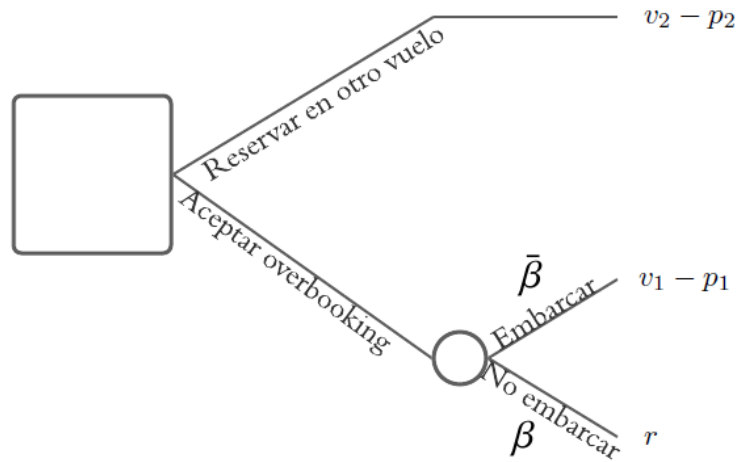
En un entorno predominante de cooperación entre pasajeros y líneas aéreas, los autores postulan tres supuestos subyacentes principales que rigen los problemas de decisión para los pasajeros. Primero, asumen la disposición del pasajero a declarar la valoración de su asiento a la aerolínea. En segundo lugar, los pasajeros que voluntariamente optan por overbooking reconocen que existe la posibilidad de que se les niegue el embarque. En tercer lugar, asumen que la información histórica sobre “no shows” está disponible para estos pasajeros.

El problema de decisión que enfrentan estos pasajeros si encuentran que su vuelo preferido está completamente reservado es que pueden elegir entre hacer overbooking en su vuelo preferido por un precio p_1 o comprar un asiento en otro vuelo de salida (probablemente más tarde) a un precio de p_2 . En la configuración del modelo, la aerolínea se compromete a acomodar a todos los clientes de precio regular (en efecto, los

clientes que tienen boletos de “clase económica”), mientras que a los que están en la lista de overbooking se les puede negar el embarque, pero con su completo conocimiento de esta posibilidad.

En un determinado vuelo, cuando se producen “no shows”, luego que las puertas de embarque se cierren, si $Q \leq x$ hay $x - Q$ asientos que podrían haberse vendido y todos los pasajeros estarían sentados. Por otro lado, si $Q \geq x$, habrá $Q - x$ pasajeros que serán trasladados a otro vuelo con reembolsos. En consecuencia, la riqueza neta de cada decisión y los estados de la naturaleza se muestran en la figura 3.1. La rama inferior “no embarcar” significa devolución de dinero más compensación, es decir $-p_1 + p_1 + r$.

Figura 3.1: Decisión del pasajero.



(Fuente: Elaboración propia a partir de Voluntary overbooking in commercial airline reservations.)

Donde $\bar{\beta}$ es la probabilidad (creencia) del pasajero de embarcarse y $\beta = 1 - \bar{\beta}$ la probabilidad de no hacerlo. Así, para el pasajero que acepte el overbooking voluntario, siempre debe cumplirse que:

$$v_2 - p_2 \leq \bar{\beta}(v_1 - p_1) + \beta r \quad (3.1)$$

Con esto, el modelo plantea que el precio máximo de reserva para el pasajero con overbooking es:

$$p_{max_{ov}} = \frac{v_1 - v_2 + p_2 - \beta(v_1 - r)}{1 - \beta} \quad (3.2)$$

Así, cualquier precio por debajo o igual a $p_{max_{ov}}$ debiera convencer al pasajero de optar por el overbooking. Detrás de lo anterior está la suposición de que no sólo pasajeros similares compartirán la misma perspectiva $\bar{\beta}$ y el mismo precio de reserva p_p , sino también que todos los pasajeros son neutrales al riesgo y, por lo tanto, no descontarán los pagos futuros. En efecto, la valoración del pasajero de la diferencia entre dos

precios será la misma independientemente de su situación financiera (riqueza).

Como parte de la cooperación entre pasajeros y línea aérea, el modelo asume que la compensación por denegación de embarque r nunca será mayor a la valoración v_1 del vuelo por parte del pasajero. Si ocurriera que $r > s$, para una alta probabilidad (cercana a 1) de denegar el embarque, el pasajero aceptaría el overbooking voluntario con la intención de que se le niegue el embarque y sacar provecho de la situación en desmedro de la aerolínea.

3.4.1.2. El problema de la decisión de la aerolínea

Para la aerolínea comercial, el problema de decisión consiste en identificar tres cantidades:

- la cantidad de pasajes overbooking Q
- el precio de overbooking p_1
- la compensación en caso de denegar el embarque r .

En el modelo, la cantidad óptima Q se determina cuando para la función de probabilidad acumulada se cumple:

$$F_Q = \frac{p_1 - c}{p_1 + r - c} \quad (3.3)$$

La fórmula de overbooking anterior es de hecho una variante del problema de los vendedores de periódicos adaptado para las aerolíneas comerciales. Por un precio determinado p_1 , se producirán cantidades óptimas más altas cuando la compensación r sea baja (y lo contrario se aplicará a cantidades óptimas más bajas). En otras palabras, las aerolíneas deberían ofrecer mayor cantidad de boletos para overbooking en el caso de un reembolso bajo, y menor cantidad de boletos para overbooking cuando r sea alto.

3.4.1.3. Resultados

A través de simulaciones, el overbooking voluntario logró un 7,8 % de aumento en los ingresos para un vuelo ficticio. A partir de esto, los autores postulan que el overbooking voluntario es de hecho una política de beneficio mutuo tanto para los pasajeros como para los operadores de aerolíneas. Con el uso de overbooking voluntario, se logra un equilibrio en la perspectiva de riesgo de las aerolíneas y de pasajeros, se maximizan los ingresos y se elimina la denegación de embarque involuntaria.

3.5. Propuesta Metodológica

En relación con todo lo anterior, el desarrollo del modelo como tal, se enfocará casi únicamente en la fase 3, “modelo y optimización”, seguido de una encuesta que determine si el modelo es aceptable para las personas y su comportamiento en un caso hipotético del modelo.

Con esto, el modelo se basará en la propuesta de Overbooking Voluntario, implementando una variante que involucre subasta de asientos. De este modo se propondrá, desde el punto de vista del pasajero una alternativa para que estos estén dispuestos a participar de ella, procurando también, que la sobreventa sea viable para las compañías aéreas.

Teniendo en cuenta que, cada pasajero viajará solo, la subasta a desarrollar será del tipo de sobre cerrado, la cual designará asientos a aquellos pasajeros que participen del overbooking y que logren “ganar” en la subasta.

La confección de la subasta requiere de una base técnica para que el modelo a desarrollar entregue soluciones óptimas tanto para pasajeros como líneas aéreas, luego el desarrollo del modelo debe sustentarse en resultados matemáticos.

Por otro lado, a través de la encuesta se medirá la disposición de las personas a participar de la subasta y a adquirir pasajes de esta forma, considerando la probabilidad de que el pasajero finalmente embarque su vuelo si es que participa de la subasta. La encuesta, además mostrará las pujas para una situación ficticia de adquisición de pasajes.

Finalmente, se analizan los resultados y se determina la viabilidad del modelo propuesto, considerando principalmente, la disposición de los potenciales pasajeros, su opinión sobre modelo a desarrollar y su comportamiento si tuvieran que participar en una subasta.

4 | Desarrollo

4.1. Subasta de Asientos a Pasajes Sobre vendidos

Definición 1 Se llamará “*subasta*” a todo juego, en el cual varios demandantes u oferentes compiten por algún bien o servicio, a través de pujas (por lo general, en dinero) y que, bajo ciertas reglas y condiciones propias del juego, acaban con algún adjudicatario del bien o servicio.

La dinámica inicial del modelo de sobreventa es similar a la del “overbooking voluntario” tratado en la sección 3.4.1, es decir pretende fomentar la cooperación entre línea aérea y pasajeros, apelando a la buena voluntad de estos últimos, a partir de la transparencia y compromiso de las compañías. Luego el modelo de sobreventa a desarrollar, se basa matemáticamente en el overbooking voluntario, introduciendo una subasta para la asignación de cierta cantidad de asientos en un determinado vuelo.

A continuación, se confecciona la subasta de asientos para el modelo de overbooking:

Para un vuelo cualquiera, sea s la cantidad de asientos a “subastar”, Q la cantidad de pasajes sobre vendidos (que participan en la subasta).

Sea $p_j \in [m_1, m_2]$ con $j = 1, 2, \dots, Q$, el precio de compra del boleto del pasajero j , donde m_1 es el precio mínimo de compra y m_2 es el precio máximo.

La asignación de asientos se hace de la siguiente forma:

Caso 1) Si $Q \leq s$, se asigna asiento a todas las personas y con ello se les garantiza el embarque (en este caso no habría sobreventa de pasajes, en primera instancia).

Caso 2) Si $Q > s$, se procede:

1. Se retira de la subasta el menor precio pagado $\min_{j=1,2,\dots,Q} \{p_j\}$, en este paso necesariamente se retirará alguna reserva.
2. Si para algún $j \exists i \neq j \mid p_i = p_j$, p_j se retira de la subasta (los valores repetidos se retiran de la subasta).
3. Sea α el número de reservas retiradas de la subasta. Si $Q - \alpha > s$, se asignan asientos a las personas con las s reservas más altas. Si $Q - \alpha \leq s$, todas las reservas en juego se adjudican asiento. En este último caso, pueden quedar asientos por asignar.
4. Si quedan asientos disponibles, estos se asignarán entre las α reservas retiradas en los pasos 1 y 2, de manera aleatoria (por ejemplo sorteo) o como la aerolínea estime conveniente.
5. Los pasajeros sin asiento asegurado, estarán en una lista de voluntarios a no abordar el vuelo, en caso de que se presenten más pasajeros que asientos disponibles.

Cualquier pasajero que acepte la subasta de asientos adquiere, efectivamente, un pasaje para el vuelo en cuestión, pero éste debe estar dispuesto y aceptar, si la aerolínea así lo requiere, a que se le deniegue el embarque, en cuyo caso se debe aplicar la normativa vigente referente al overbooking (y, en general, cualquier otra cláusula dispuesta en el contrato de transporte). En otras palabras, la línea aérea ya tiene a los pasajeros voluntarios ante una eventual denegación de embarque.

Debe recalcar que esta subasta no tiene el propósito, a priori, de generar rentabilidad del vuelo a partir de las subastas más altas, sino más bien, de incentivar a los pasajeros a participar del overbooking. Esto es debido a que, de cualquier modo, el pasajero que acepte esta modalidad pagará necesariamente un valor menor al precio promedio del pasaje del vuelo. Es decir, si p_2 es el precio promedio de venta de la forma tradicional, siempre se cumple:

$$m_2 < p_2$$

La intención de la línea aérea al aplicar este modelo debe ser la de conseguir voluntarios a los que puedan denegar el embarque, incluso antes de que los pasajeros se presenten al aeropuerto. De este modo, la línea aérea hace participar a los pasajeros del proceso de sobreventa, incentivándolos, por medio de la subasta, a comprar un ticket bajo esta modalidad.

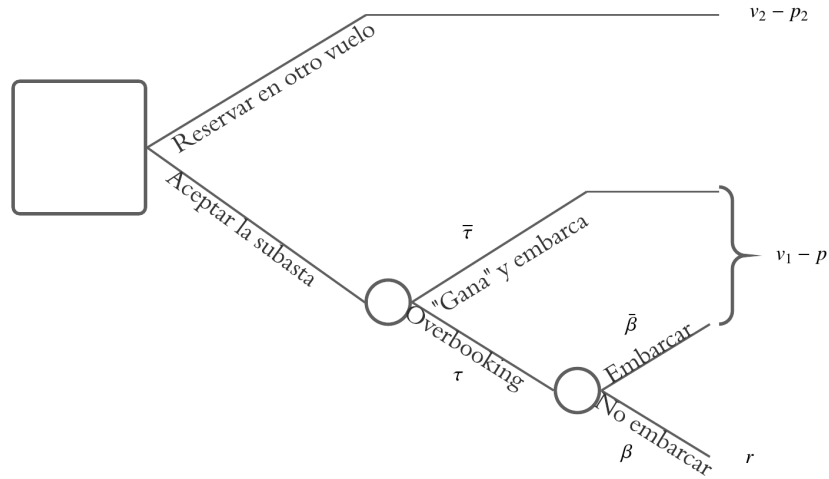
Aun con lo anterior, la subasta está diseñada para que los participantes opten preferentemente por un valor “alto” (un valor por sobre la media de todas las ofertas), de modo que la distribución de las pujas esté sesgada hacia la derecha, es decir que la moda de las ofertas sea mayor que la mediana, mientras que ésta es mayor al promedio, de este modo la aerolínea tendría mejores opciones de recibir ofertas que incrementen los ingresos del vuelo.

Para el pasajero que acepte adquirir un boleto de overbooking, existirá una probabilidad de adjudicarse un asiento al momento de la subasta, de no ser ese el caso, siempre tendrá la probabilidad estadística de abordar al vuelo de acuerdo con la tasa no presentación.

Análogamente al overbooking voluntario, sea X una variable aleatoria no negativa, la cual representa el número de no shows. X tiene una función de densidad de probabilidad $f(x)$ y con una función de distribución acumulada $F(x)$.

4.1.0.1. El problema de la decisión del pasajero

El modelo de subasta de asientos se confecciona como una variante del modelo de overbooking voluntario, sea $\bar{\tau}$ la probabilidad del pasajero de ganar en la subasta (donde $\tau = 1 - \bar{\tau}$, la probabilidad de no ganar), así, el árbol de decisión para el potencial pasajero es:

Figura 4.1: Decisión del pasajero para la subasta

(Fuente: Elaboración propia)

Donde v_1 es la valoración del pasajero por el vuelo en cuestión, v_2 la valoración por otro vuelo alternativo, p_2 el precio promedio de venta del pasaje (bajo el mecanismo tradicional), r la compensación en caso de denegación de embarque y $\gamma = \tau\beta$, la probabilidad total de no embarcar (con $\bar{\gamma} = 1 - \gamma$, la probabilidad de sí hacerlo), entonces, al igual que en el overbooking voluntario, el precio máximo a pagar por el pasaje de sobreventa es:

$$p_{max_{sub}} = \frac{v_1 - v_2 + p_2 - \gamma(v_1 - r)}{1 - \gamma} \quad (4.1)$$

Debe considerarse que la compensación r es todo gasto en los que deba incurrir la línea aérea de acuerdo con la normativa, según la tabla 3.1 y las prestaciones asistenciales. Aquí se asume que, de cualquier modo, esta compensación nunca será mayor que la valoración del pasajero v_1 . En este caso, la aerolínea puede prescindir de la información de valoración del pasajero por el vuelo, asumiendo que esta nunca será menor al mínimo valor de r que la norma predisponga.

Luego, desde una perspectiva racional, bastará que $m_1 \leq p_{max_{sub}}$ para que el pasajero opte por entrar en la subasta de asientos. Análogamente al overbooking voluntario y de acuerdo con (4.1), para probabilidades altas de embarcar ($\bar{\gamma} \rightarrow 1$), el precio máximo del pasajero será mayor. Para un mismo vuelo bajo la dinámica de subastas, a priori la probabilidad de embarcar $\bar{\gamma}$ será, necesariamente mayor a la probabilidad de embarcar del overbooking voluntario $\bar{\beta}$, esto porque existe una probabilidad $\bar{\gamma}$ de adjudicarse un asiento en el vuelo, evitando estar en la lista de voluntarios a denegación de embarque, pero en caso de no asegurarse un asiento, siempre existirá la probabilidad estadística de embarcar. De este modo siempre se tiene que $\bar{\gamma} > \bar{\beta}$ (o bien, $\gamma < \beta$).

Proposición 1 Sea $p_{max_{sub}} = \frac{v_1 - v_2 + p_2 - \gamma(v_1 - r)}{1 - \gamma}$, el precio máximo del pasajero para la subasta de asientos y sea $p_{max_{ov}} = \frac{v_1 - v_2 + p_2 - \beta(v_1 - r)}{1 - \beta}$, el precio máximo del pasajero para el overbooking voluntario, siempre se cumple:

$$p_{max_{sub}} > p_{max_{ov}}$$

Demostración:

Se tiene que $\gamma < \beta$, luego sea $0 < \varepsilon < 1 - \beta$, tal que $\gamma = \beta - \varepsilon$, así, para la subasta de asientos se tiene que el precio máximo del pasajero es:

$$\begin{aligned} p_{max_{sub}} &= \frac{v_1 - v_2 + p_2 - (\beta - \varepsilon)(v_1 - r)}{1 - (\beta - \varepsilon)} \\ &= \frac{v_1 - v_2 + p_2 - \beta(v_1 - r) + \varepsilon(v_1 - r)}{1 - (\beta - \varepsilon)} \\ &= \frac{(v_1 - v_2 + p_2 - \beta(v_1 - r)) \cdot \frac{(1-\beta)}{(1-\beta)} + \varepsilon(v_1 - r)}{1 - (\beta - \varepsilon)} \\ &= \frac{(1 - \beta)p_{max_{ov}} + \varepsilon(v_1 - r)}{1 - \beta + \varepsilon} \end{aligned}$$

Ahora, como $\varepsilon > 0$ y $r < v_1$, se tiene que:

$$\begin{aligned} p_{max_{sub}} &= \frac{(1 - \beta)p_{max_{ov}} + \varepsilon(v_1 - r)}{1 - \beta + \varepsilon} \\ &> \frac{(1 - \beta)p_{max_{ov}} + \varepsilon(v_1 - r)}{1 - \beta} \\ &= p_{max_{ov}} + \frac{\varepsilon(v_1 - r)}{1 - \beta} \\ &> p_{max_{ov}} \end{aligned}$$

■

Esto último es, precisamente, una justificación que favorece a la subasta de asientos por sobre el overbooking voluntario desde el punto de vista de las compañías aéreas, puesto que, al momento de tomar la decisión de participar en la sobreventa, siempre hay mayor probabilidad de embarcar en la subasta de asientos que en el overbooking voluntario, entonces el precio máximo del pasajero será mayor en la dinámica de subasta de asientos que en el overbooking voluntario.

Por otro lado, para casos en que se sobrevenden más de 3 pasajes ($Q > 3$), la dinámica de la subasta impide que haya una estrategia dominante por parte de los pasajeros para conseguir asiento, ya que está condicionada a lo que hagan los otros “apostadores”. La única forma de que los jugadores apuesten con una estrategia estrictamente dominante es a través de la colusión, por ejemplo, todos se ponen de acuerdo para apostar m_1 , con esto, todos tiene la misma probabilidad de asegurarse el embarque al menor precio posible. Lo anterior, si bien es posible, es improbable, porque no todos los participantes se conocerán o tendrán el contacto de los demás para compartirse información, además podría haber algún pasajero que “traicione” el pacto y oferte por \$1 más, asegurándose el embarque de inmediato y con un costo extra casi nulo.

Para el caso particular, en el que se venden dos pasajes en sobreventa y se subasta un asiento, existe una estrategia estrictamente dominante para los pasajeros, la estrategia para ambos jugadores es ofertar el máximo posible m_2 , así, el asiento se lo adjudica alguno de los dos pasajeros por sorteo. Cualquier otra oferta hecha por algún jugador, le entrega la primera opción al otro jugador de adjudicarse el asiento, porque, si esa oferta es la más baja, se retira de la subasta.

La intención del pasajero que se quiera adjudicar asiento en la subasta deberá ser pagar un valor único (porque si se repite se retira de la subasta en una primera instancia) y suficientemente alto, lo que debe combinarse con el valor dispuesto a pagar por el pasaje. Esto podría variar la disposición a pagar del pasajero si es que quiere ganar en la subasta.

También debe mencionarse que al haber un rango de precios entre m_1 y m_2 , pasajeros que tengan distinta disposición a pagar, participen de distinta forma. Por ejemplo, si el jugador 1 tiene un precio máximo a pagar $p_{max1} = m_2$ y el jugador 2 un precio $p_{max2} = m < m_2$, el jugador 1 tiene más alternativas de apuestas que el jugador 2, esto no necesariamente sugiere una ventaja para el jugador 1, pero si el jugador 2 estará impedido (racionalmente) de apostar por valores cercanos a m_2 .

Como el pasajero no tendrá garantía de asegurarse un asiento al momento de comprar el pasaje, este debe siempre estar dispuesto a que se le deniegue el embarque al momento de participar en la subasta.

4.1.0.2. El problema de la decisión de la aerolínea

Para la línea aérea, el objetivo es determinar Q , la cantidad máxima de participantes en la subasta, y s , la cantidad de asientos a subastar. En este caso particular de sobreventa, dada la estructura del modelo, el número de participantes Q , depende de la cantidad de asientos a subastar s . Sea q , la cantidad de personas que, luego de la subasta, son voluntarias a que se les deniegue el embarque, definida a continuación:

$$q = \begin{cases} Q - s & , \text{ si } Q > s \\ Q & , \text{ si } Q \leq s \end{cases}$$

Nótese que q dependerá si efectivamente hay sobreventa de pasajes, en caso de que no haya tal $q = Q$ es simplemente la cantidad de pasajes vendidos en esta modalidad (y que se aseguran el embarque). Sea N la cantidad total de asientos en el avión, luego se venden $(N - s)$ asientos al precio promedio p_2 , sea c el costo por pasajero, C el costo fijo del vuelo, y r la compensación a los pasajeros que se les deniega el embarque. Dada la estructura de la subasta, siempre se puede suponer que existirá un precio promedio de venta en la subasta \bar{m} , tal que $m_1 \leq \bar{m} \leq m_2$. Con esto, dependiendo de la cantidad de no presentaciones que se concreten en el vuelo, hay dos casos para el beneficio de la aerolínea:

Caso 1) Aquí puede haber dos situaciones:

- $q = Q$, no hay sobreventa como tal y quedan asientos libres durante el vuelo, en este caso se tiene que $q < X$ (el número de no presentaciones es mayor que la cantidad sobrevenida).
- $q = Q - s < X$, el número de no presentaciones es mayor que la cantidad sobrevenida y el avión hace el vuelo con asientos desocupados.

En ambas situaciones, se tendrá que el beneficio a la línea aérea es:

$$(N - s)p_2 + q \cdot \bar{m} - (N - (x - q))c - C$$

Caso 2) $q = Q - s \geq X$, se requiere la denegación de embarque, luego a los costos se les suman las compensaciones a los pasajeros con embarque denegado, así el beneficio que resulta es:

$$(N - s)p_2 + x \cdot \bar{m} - (q - x)r - N \cdot c - C$$

Con esto, como el número de no shows es estocástico con función densidad $f(x)$, análogamente al overbooking voluntario, se tiene que el beneficio esperado para el vuelo es:

$$\begin{aligned} \Pi(q, \bar{m}) &= \int_0^q f(x) ((N - s)p_2 + x \cdot \bar{m} - (q - x)r - N \cdot c - C) dx \\ &+ \int_q^\infty f(x) ((N - s)p_2 + q \cdot \bar{m} - (N - (x - q))c - C) dx \end{aligned} \quad (4.2)$$

Desarrollando la expresión (4.2), resulta:

$$\begin{aligned} \Pi(q, \bar{m}) &= (N - s)p_2 - N \cdot c - C \\ &+ \bar{m} \int_0^q x f(x) dx - r \int_0^q (q - x) f(x) dx \\ &+ q \cdot \bar{m} \int_q^\infty f(x) dx + c \int_q^\infty (x - q) f(x) dx \end{aligned} \quad (4.3)$$

Para encontrar el q óptimo, se diferencia la relación (4.3) con respecto a esta variable (asumiendo s fijo) y se iguala a 0, obteniendo:

$$\frac{\partial}{\partial q} \Pi(q, \bar{m}) = \bar{m} \int_q^\infty f(x) dx - r \int_0^q f(x) dx - c \int_q^\infty f(x) dx = 0 \quad (4.4)$$

Como f es una función de densidad de probabilidad, usando la notación del overbooking voluntario y definiendo $F_q = \int_q^\infty f(x) dx$ y $\bar{F}_q = \int_0^q f(x) dx$, donde $F_q = 1 - \bar{F}_q$, se obtiene que la ecuación (4.4) queda:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial q} \Pi(q, \bar{m}) &= -rF_q + \bar{F}_q(\bar{m} - c) \\ &= rF_q + (1 - F_q)(\bar{m} - c) = 0 \end{aligned} \quad (4.5)$$

Para ver que hay un máximo, se obtiene la segunda derivada del beneficio,

$$\frac{\partial^2}{\partial q^2} \Pi(q, \bar{m}) = -rf(q) - f(q)(\bar{m} - c) \quad (4.6)$$

Como $\bar{m} > c$, ya que el precio promedio de sobreventa debiera ser mayor al costo por pasajero (de hecho, la aerolínea para asegurarse de cubrir los costos por pasajero debería definir $m_1 > c$), se tiene que para cualquier valor de q , se cumple que: $-rf(q) - f(q)(\bar{m} - c) < 0$ y se confirma que hay un máximo en q .

Con esto, reordenando la ecuación (4.5), se tiene que la solución óptima q se obtiene a partir de:

$$F_q = \frac{\bar{m} - c}{\bar{m} + r - c} \quad (4.7)$$

De este modo, se tiene que en la ecuación (4.7), el número de pasajeros óptimo con overbooking q , será mayor en la medida que la compensación r sea menor. Este resultado es similar (matemáticamente igual) al del overbooking voluntario, sin embargo, se debe tener en cuenta que $q = Q - s$ (cuando hay efectivamente sobreventa de pasajes), luego, para una cantidad s de asientos a subastar, se debe asignar la cantidad de pasajes que entran en la subasta $Q = q + s$ que es mayor a la del overbooking voluntario. Esto quiere decir, a priori, que se está vendiendo una cantidad menor de pasajes al precio p_2 , por lo que los beneficios, en número, pueden ser menores bajo el modelo de subastas que bajo el overbooking voluntario, aunque de algún modo se compensa con el hecho de que el máximo valor del pasajero p_{max} es mayor en el modelo de subasta de asientos.

Por otro lado, se deben definir m_1 y m_2 de tal modo que sea atractivo para el pasajero aceptar esta propuesta de overbooking, desde luego, debe cumplirse que $m_2 < p_2$, con una diferencia suficiente para que el pasajero opte por la subasta.

En el mismo contexto, la compañía debiera aplicar el mecanismo de subasta, de modo que haya suficientes participantes que apuesten por asegurarse alguno de los s asientos, pero que, al mismo tiempo se mantengan niveles óptimos de overbooking, una elección de $s = q$, en caso de que se vendan todos los pasajes de la subasta, asegurará a la mitad de los participantes embarcados.

4.1.0.3. Implementación del modelo por parte de la línea aérea

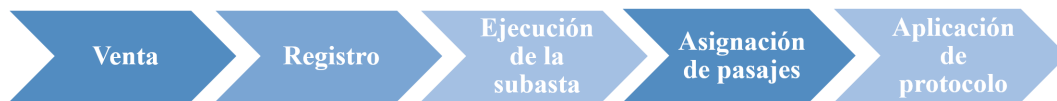
Para la implementación del modelo, la línea aérea deberá considerar en sus procesos de venta y de relación con los pasajeros, ciertos aspectos en la recolección de información de las personas que participan de la subasta, así como la información que éstas brindan a los potenciales compradores, con esto, para la compañía se recomiendan los siguientes pasos:

- **Venta:** en su/s plataforma/s de venta, la compañía ofrece la subasta, como alternativa al pasaje tradicional, diferenciándolo de este último, explicando en qué consiste, así como las reglas del juego y, explicitando que se trata de boletos de sobreventa. Al ofrecer la subasta, la aerolínea debiera informar al pasajero la probabilidad estimada que el pasajero tendrá de abordar, en caso de no ganar en la subasta, además de la posible compensación (de acuerdo con la norma), en caso de denegación de embarque.

- **Registro de información:** se registra la información de los pasajeros que entran en la subasta, de igual modo que un pasajero que compra el boleto de forma tradicional, pero debe registrar a parte el precio de compra de cada pasajero, para la ejecución de la subasta.
- **Ejecución:** se ejecuta la subasta de acuerdo con las reglas de ésta (preferentemente, 48 a 72 horas antes del vuelo).
- **Asignación de pasajes:** a los pasajeros ganadores, se les asigna un ticket idéntico al vendido de forma tradicional, mientras que a los pasajeros en overbooking se les asigna un ticket diferenciado, indicando que son voluntarios a denegación de embarque. Se informa a cada pasajero su resultado en la subasta.
- **Aplicación de protocolo:** al momento del vuelo, si se requiere denegación de embarque, la aerolínea deberá buscar a aquellos voluntarios e informarles de sus opciones, de acuerdo con la normativa y políticas de la compañía.

Lo anterior se resume en la figura 4.2

Figura 4.2: Pasos para la implementación del modelo.



(Fuente: Elaboración propia)

Para lo anterior, la compañía aérea debe disponer de los recursos necesarios para una aplicación adecuada del modelo, lo que puede aumentar los costos del vuelo, sin embargo, en el mediano o largo plazo, los beneficios de implementar el modelo de subasta deberían ser mayores a estos costos.

4.1.1. Comentarios acerca de la subasta de asientos

La subasta de asientos consigue aumentar el precio máximo dispuesto a pagar por el pasajero, pero al mismo tiempo no sugiere un mayor beneficio para la aerolínea, puesto que dependerá del precio que finalmente paguen los pasajeros que entren a la subasta y de la cantidad de pasajes vendidos en dinámica de sobreventa (ya sea subasta u overbooking voluntario). Para la misma cantidad Q de sobreventa, en caso de que m_1 en la subasta, sea mayor al precio p_1 del overbooking voluntario, entonces los beneficios, para el mismo vuelo, serán mayores en la dinámica de subasta. De igual modo, si la aerolínea logra que el precio promedio de la subasta \bar{m} sea mayor que p_1 , entonces los beneficios para la compañía también serán mayores en el modelo de subasta.

Si para algún vuelo, la cantidad óptima q de sobreventa es un número “bajo” ($q < 3$), es posible que sea más simple aplicar la dinámica de overbooking voluntario que la subasta de asientos, ya que no es viable, por ejemplo, que dos personas jueguen por un único asiento. Luego para los casos en que esto ocurra, puede ser más conveniente, aplicar otra técnica de overbooking.

Por otro lado, tal y como en el overbooking voluntario, el modelo de subasta de asientos es compatible con las fases 1 y 2 (“colección y análisis de datos” y “estimación y previsión”) del desarrollo e implementación del overbooking visto en la sección 3.1, esto quiere decir que la compañía aérea no necesita cambiar sus técnicas en el manejo de la información y estimación referentes a la práctica de sobreventa de pasajes, además, la optimización de beneficios depende, principalmente, de la función de probabilidad acumulada de los “no shows” $F(x)$, esto hace que el modelo de subasta (al igual que el overbooking voluntario) sea aplicable de forma sencilla para las aerolíneas.

Con respecto a la implementación del modelo, la aerolínea, al conocer previamente a sus pasajeros voluntarios a denegación de embarque, debería implementar un seguimiento a los pasajeros voluntarios, con el propósito de guiarlos en el proceso de embarque o denegación de éste, ya sea para brindarles prestaciones asistenciales, ubicarlos en otro vuelo, coordinar el pago de la compensación, etc. de esta forma se personaliza la relación con estos clientes.

Relacionado con lo anterior, el pasajero voluntario a denegación de embarque debe tener total conocimiento de que su pasaje “diferenciado” es un pasaje para el vuelo en cuestión y que, de cualquier modo, para hacer valer sus derechos como pasajero, este debe presentarse al aeropuerto para realizar su viaje, ya que es posible que pueda embarcar de todos modos.

Para esto, la aerolínea debe asegurarse de que el pasajero voluntario conozca sus derechos como pasajero, además de alentar a éste a que se presente al aeropuerto, ya que si el pasajero no se presenta, la tasa de no presentación al vuelo podría aumentar, al implementar el modelo.

El modelo de subasta de asientos (y de overbooking voluntario) debe romper el paradigma de que el pasajero que más paga es el más importante para la aerolínea, lo cual es lógico, partiendo de la base de que el pasajero con mayor disposición a pagar es aquel que aumenta los ingresos de la compañía, pero el pasajero voluntario (que pagó menos) está ayudando a la línea aérea a mantener una imagen seria y responsable con los clientes, por lo que una buena relación entre las compañías y pasajeros voluntarios se hace necesaria para el desarrollo del transporte aéreo y del mercado aerocomercial en su conjunto.

Luego, el éxito en la implementación del modelo de subasta de asientos depende de la cooperación entre pasajero y aerolínea, a través de la transparencia y buena disposición de estos agentes bajo esta dinámica.

4.2. Desarrollo de Encuesta a Pasajeros

Para conocer y analizar la percepción de las personas acerca de la sobreventa de pasajes aéreos en general y, en particular sobre dinámicas de overbooking voluntario, además de evaluar la propuesta de subasta de asientos, con el fin de determinar la disposición de las personas a participar en una eventual subasta, se desarrolla una encuesta, la cual se detalla a continuación.

En una primera sección de la encuesta, se obtienen los datos demográficos de los participantes como lo son género, rango etario y región en la que vive. Además, se pregunta por sus hábitos (si es que los hay) en lo que se refiere a los viajes aéreos.

En la siguiente sección, a los encuestados se le expone una serie de preguntas referentes al overbooking de pasajes aéreos con el fin de conocer su opinión respecto al tema. El desarrollo de esta sección se muestra a continuación:

1. Se muestra un texto que justifica, no en detalle, la sobreventa de pasajes por las compañías aéreas, explicando el beneficio que significa esta práctica para la industria aérea comercial en su conjunto. Luego, al encuestado se le pregunta si sabe que las aerolíneas recurren a esta práctica y si aprueba o no que se haga.
2. Se describen los principales derechos que tienen los pasajeros ante el overbooking, basado en la legislación chilena. Posteriormente, se vuelve a preguntar al encuestado si aprueba o desaprueba el overbooking.
3. Se le menciona al encuestado la alternativa de overbooking voluntario, explicándole en qué consiste y sus implicancias, para finalmente, volver a preguntar la opinión del encuestado en este nuevo escenario.

Esta segunda sección pretende exponer la percepción de potenciales pasajeros de las compañías aéreas frente a la práctica del overbooking. De este modo se evalúa la validez para las personas del modelo de overbooking voluntario (así como el de subastas), con el fin de determinar si este tipo de modelos pueden ser una solución al problema de denegación de embarque involuntaria.

En la última sección de la encuesta, se pone al encuestado en una situación hipotética de compra de pasajes aéreos la cual aplica una política de sobreventa mediante la subasta de asientos de pasajes. La situación es la siguiente:

Suponga que usted está planificando un viaje de vacaciones a la hermosa ciudad de "Donde Quiera", una localidad que queda a, más o menos, 1000 kilómetros de su aeropuerto.

La aerolínea "Líneas de Aire" es la única que ofrece pasajes a Donde Quiera y lo hace con una política de sobreventa de subasta de asientos.

El viaje se hace en un avión con 200 asientos y Líneas de Aire vende hasta 210 pasajes por cada vuelo, ya que se sabe que la tasa de no presentación al vuelo es de un 5 %.

Considerando todo esto, las alternativas de compra de pasajes para usted son (considere un pasaje de ida y vuelta):

1. Pasaje tradicional a un precio de \$150.000 CLP (no incluye tasa de embarque), con esto se asegura el embarque.
2. Subasta de pasaje, la que consiste en:
 - Se venden hasta 20 pasajes en esta modalidad.
 - Usted oferta un valor que elija entre \$110.000 y \$140.000 CLP (no incluye tasa de embarque).
 - Se excluye la menor oferta, así como las repetidas (si es que las hay).
 - De las ofertas restantes, se asegurarán embarcar las 10 personas con aquellas más altas.
 - Si no se asignan los 10 asientos, se asignarán los restantes entre las ofertas excluidas, como la aerolínea estime (por ejemplo, sorteo).
 - A quien no se le asigne asiento estará dentro del grupo al cual le pueden denegar el embarque*.
 - Usted paga el monto que oferte más tasas de embarque, independiente de que se asegure el embarque o no.

NOTA 1 : Tenga en cuenta que la tasa de embarque no es relevante, pero sería al rededor de \$70.000 en vuelo internacional y \$11.000 en nacional (para vuelos de ida y vuelta).

NOTA 2 : Recuerde sus derechos como pasajero y que, de acuerdo con la tabla, la posible compensación sería de 4 UF.

NOTA 3 : Asuma que usted viaja solo/a, pero que se juntará con quien quiera en Donde Quiera.

* Suponga que usted puede formar parte de este grupo, aún cuando no sea así en la vida real.

Luego de exponerle la situación al encuestado, se le pregunta por la disposición de este a participar de la subasta de asientos, además se le pide que “compre” un pasaje en esta modalidad. Esto último con el fin de analizar el comportamiento de las personas en la subasta misma y si lo hacen con el fin de asegurarse el asiento.

Nótese que, para la situación del vuelo hipotético, si se asume un costo por pasajero de $c = \$115,000$, la compensación $r \approx \$120,000$, y el precio promedio $\bar{m} = \$125,000$, se tiene que el óptimo de la sobreventa, asumiendo una distribución binomial, es $7 < q < 8$, luego, según lo expuesto en la sección anterior, se deberían vender entre 14 y 16 pasajes para la subasta. Sin embargo, este es un ejercicio para conocer el comportamiento del pasajero y no para optimizar los ingresos del vuelo mismo.

5 | Análisis de Resultados

En lo que refiere a la encuesta, esta se hizo a 157 personas, todas residentes en Chile, lo que significa una representatividad de la población del 90 % de confianza con un 6 % de margen de error.

5.0.1. Percepción del Pasajero Ante el Overbooking

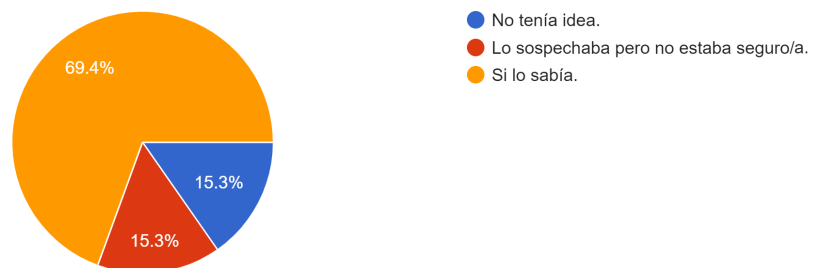
A continuación, se presentan los resultados de la encuesta, en lo que se refiere a la percepción y opinión del pasajero sobre la práctica de sobreventa de pasajes.

5.0.1.1. Conocimiento y opinión del pasajero

Como muestra el gráfico de la figura 5.1, cerca del 85 % de las personas dicen tener algún conocimiento sobre el overbooking, donde casi el 70 % tiene conocimiento total sobre esta práctica.

Figura 5.1: Conocimiento de los encuestados sobre práctica de overbooking por parte de las aerolíneas.

Luego de leer, ¿sabía usted que muchas líneas aéreas sobrevenden pasajes?



De acuerdo con este resultado, en general, las personas saben y son conscientes de que las aerolíneas sobrevenden pasajes. Esto no quiere decir, necesariamente, que los pasajeros están dispuestos a que pueda negárseles el embarque al momento del vuelo o que sean conscientes siquiera de ello, pero si, en caso de que esto ocurra, saben a lo que podrían estar expuestos.

De acuerdo con el gráfico de la figura 5.2, más del 68 % considera que la sobreventa de pasajes está mal, mientras que casi un 25 % considera que está bien.

Figura 5.2: Opinión de los encuestados sobre overbooking.

¿Cuál es su opinión acerca de la sobreventa de pasajes aéreos?

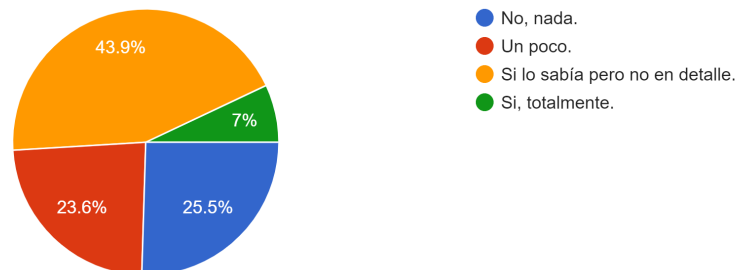


Este resultado puede explicarse porque la mayoría de las personas posiblemente no perciben que esta práctica signifique, realmente, un beneficio para los pasajeros, lo que sumado a los daños que pueden ocasionar a quienes se les niega el embarque, repercute negativamente en la percepción de la gente.

Continuando con el cuestionario, más del 50 % de los encuestados está en conocimiento de los derechos del pasajero, como muestra el gráfico de la figura 5.3; aunque no necesariamente conocen todos los detalles de la normativa, saben que pueden exigir que se les compense de alguna forma.

Figura 5.3: Conocimiento de los encuestados sobre derechos de los pasajeros ante overbooking.

¿Sabía usted que, como pasajero que se le denega el embarque, puede optar a los derechos descritos anteriormente?



Aun con esto, sabiendo que la sobreventa de pasajes está regulada, los encuestados siguen considerando (en su mayoría) que el overbooking es una mala práctica por parte de las líneas aéreas, tal como se muestra en el gráfico de la figura 5.4.

Figura 5.4: Opinión de los encuestados sobre overbooking, sabiendo los derechos del pasajero.

Ahora, considerando los derechos del pasajero en caso de denegación de embarque por sobreventa de pasajes, ¿qué opina sobre la sobreventa de pasajes?



En este caso, la opinión de los encuestados diciendo que la sobreventa está mal, cayó menos de un punto porcentual. Esto quiere decir que la normativa que regula el overbooking no tiene incidencia en la percepción de los pasajeros. Desde este punto de vista, es posible que los pasajeros consideren que los derechos que se les otorgan, en caso de denegación de embarque, son insuficientes para compensar la falta de las líneas aéreas con el servicio que ofrecen, así como la falta de compromiso con los pasajeros.

Finalmente, al exponer a los encuestados la práctica del overbooking voluntario, los resultados que muestra gráfico de la figura 5.5, dicen que el 49,7 % considera que esta dinámica está bien por sobre el 47,1 % que considera que está mal.

Figura 5.5: Opinión de encuestados sobre overbooking voluntario.

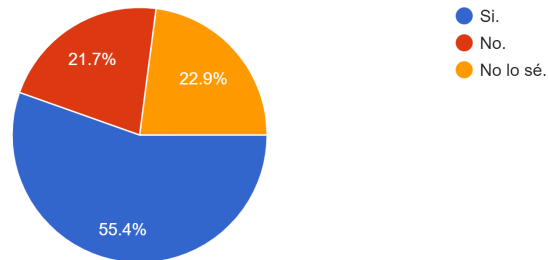
En este último escenario, ¿cuál es su opinión respecto de la sobreventa de pasajes aéreos?



Si bien, no es una diferencia amplia (considerando el margen de error del 6%), el overbooking voluntario consigue que la cantidad de personas que cree que la sobreventa de pasajes está mal, baje en más de 20 puntos porcentuales. Más aún, sobre el 55 % de los encuestados considera que el overbooking voluntario es mejor alternativa que el mecanismo tradicional, tal y como se muestra en el gráfico de la figura 5.6.

Figura 5.6: Opinión de encuestados, si el overbooking voluntario es mejor que el tradicional.

¿Considera usted esta última alternativa mejor que el caso tradicional?



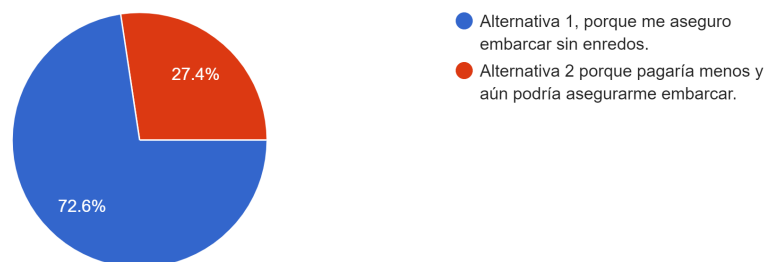
Esto último abre espacio para que las aerolíneas, a través de prácticas de overbooking voluntario, logren que los pasajeros acepten la sobreventa de pasajes sin que derive en perjuicios para ellos y evitando, dentro de lo posible la denegación de embarque involuntaria. A su vez, la mejor percepción del pasajero sobre el overbooking voluntario podría explicarse porque, en estos casos, las aerolíneas deben ser más transparentes con los pasajeros al aplicar este tipo de modelos, ya que se requiere la colaboración entre pasajeros y línea aérea para que se apliquen correctamente. Además, los pasajeros que aceptan entrar a la sobreventa voluntaria, al momento de comprar el pasaje, son conscientes de que pueden negarles el embarque, es decir, no se exponen a la posible “sorpresa” de no poder embarcar. Al mismo tiempo, son los pasajeros quienes tienen opción de aceptar la sobreventa y no es la aerolínea la que debe decidir aleatoriamente a quien le niegan el embarque, en caso de ser necesario.

5.0.1.2. La disposición del pasajero a participar de la subasta

Dada una situación ficticia, el gráfico de la figura 5.7 muestra que más del 27 % de los encuestados estaría dispuesto a participar de la subasta de asientos, lo que significa que el overbooking en esta modalidad es viable para el pasajero.

Figura 5.7: Preferencia de los encuestados entre compra de pasaje con asiento asegurado y subasta de asientos.

Ante esta situación, ¿qué alternativa de pasaje elegiría? (recuerde que es un viaje de vacaciones)

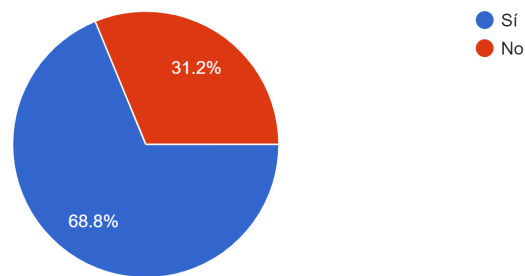


Asumiendo que las tasas de no presentación en los vuelos oscilan entre un 5 % y un 15 %, dependiendo de cada vuelo en particular, con una disposición a participar en la subasta de asientos por sobre el 20 %, se considera que el modelo es “aceptable ” para los pasajeros, obteniendo una justificación para su implementación.

Además, en el caso de que todos aceptaran participar en la subasta, se tiene que el 31,2 % (gráfico de la figura 5.8) hace una apuesta sin la intención de asegurarse el embarque, por lo que están dispuestos totalmente a que se les niegue el embarque, en caso de ser necesario.

Figura 5.8: Proporción de encuestados que ofertaron con la intención de asegurar su asiento.

Al escribir la respuesta anterior, ¿lo hizo con la intención de asegurarse el embarque?



Al tratarse de una situación hipotética, puede que los resultados de las últimas dos preguntas difieran en una situación real, lo que probablemente signifique que la cantidad de personas que participen en la subasta disminuya en dicho caso, sin embargo, esto dependerá de las necesidades y requerimientos del pasajero en cada vuelo particular.

Aun con lo anterior, los resultados de la encuesta muestran que, a través de la transparencia en la venta de tickets y en la entrega de información acerca de la sobreventa, los pasajeros mejoran su disposición a participar o aceptar el overbooking y de este modo, hacer que sea una práctica viable para las aerolíneas.

5.0.2. Subasta de Asientos

A continuación, se hace un análisis del comportamiento de los encuestados, respecto de sus ofertas en la subasta para, de este modo, determinar, si existe o no una estrategia clara, por parte de las personas y, si esta estrategia es conveniente, para que el pasajero gane en la subasta.

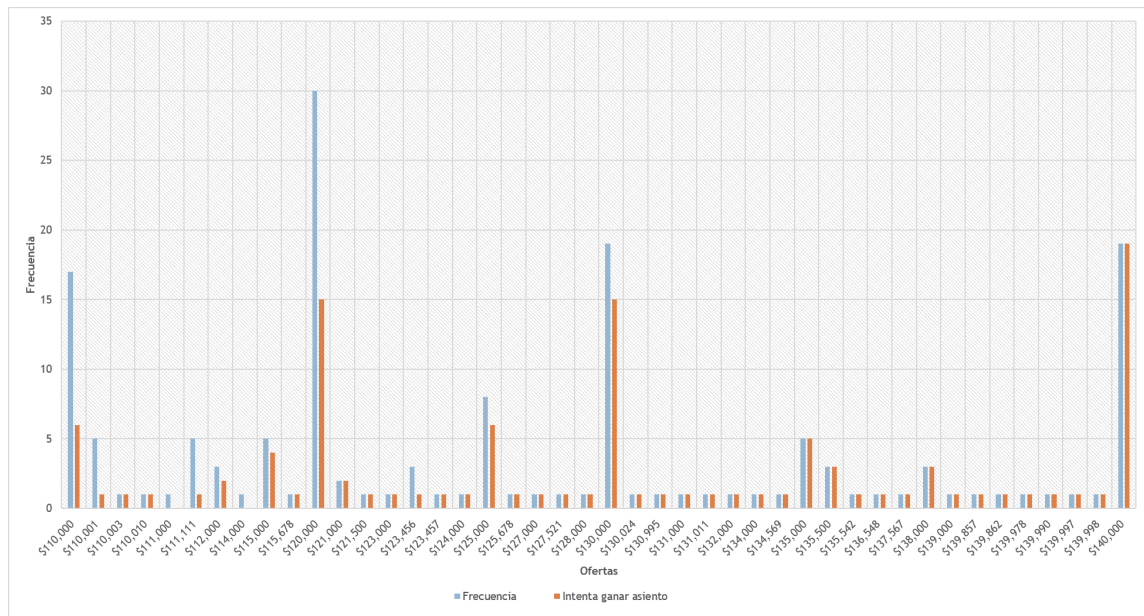
De acuerdo con las “apuestas” de los encuestados, la tabla 5.1 muestra las medidas de tendencia central de los resultados de la subasta:

Tabla 5.1: Resultado encuesta: medidas de tendencia central de las ofertas en la subasta de asientos

Promedio m_{pr}	\$124.824
Desviación σ	\$10.432
Moda M_o	\$120.000
Mediana M_{ed}	\$124.000

Estos resultados muestran que la distribución de datos no está sesgada hacia la derecha, sino que está sesgada a la izquierda, por lo que no se cumple, en este ejemplo, el resultado esperado al momento de diseñar la subasta.

Por otro lado, como se muestra en el gráfico de la figura 5.9, se tiene que los múltiplos de 10.000 son los precios de compra con mayor frecuencia.

Figura 5.9: Frecuencia de ofertas en la subasta de asientos.

Esto último, desde el punto de vista del pasajero, sugiere ser una “mala estrategia”, considerando que, si se paga un múltiplo de 10.000, la probabilidad de que el pasajero se asegure un asiento disminuye, ya que probablemente su oferta sea retirada de la subasta, en una primera instancia.

Por otro lado, el precio promedio entre m_1 y m_2 , 125.000 también se repite 8 veces, junto con el 115.000 y el 135.000, además del 110.001 y el 111.111 que se repiten 5 veces cada uno. Estos cinco números tampoco son una “buena” estrategia para intentar ganar en la subasta.

Teniendo en cuenta lo anterior, las “mejores” ofertas para intentar ganar en la subasta, son aquellos números que terminan, en general, en 2, 3, 5, 7, 8 y 9. Claro que esto puede variar, dependiendo de la subasta como tal y el rango de precios que se puede ofertar. Sin embargo, existe una evidente tendencia a ofertar

por números “cerrados”, (múltiplos de 1.000), lo que de entrada no es una estrategia recomendable para asegurarse el embarque y, por lo tanto, no es una estrategia dominante.

Finalmente, se puede entender la tendencia de los encuestados por hacer ofertas de múltiplos de 5.000, debido a cómo las personas, en general, gestionan su dinero; considerando que el pasaje tiene un precio sobre los \$100.000, cualquier valor bajo los \$5.000 podría considerarse marginal, con respecto a dicho precio, aunque del mismo modo ofertar, por ejemplo, \$150 más (o menos) también significa un costo marginal que podría hacer a los oferentes, ganar en la subasta. En este mismo sentido, para un valor del pasaje menor a \$100.000, es posible que la tendencia de los pasajeros a ofertar múltiplos de 5.000 disminuya, de modo que sea más frecuente encontrar múltiplos de 1.000.

6 | Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

De acuerdo con el análisis de modelos de overbooking, en general, los hay de dos tipos, estáticos y dinámicos, hoy en día son estos últimos los más usados, porque además de considerar variables internas de las compañías aéreas, consideran variables externas, como tendencias globales, comportamiento de los mercados generales, el mercado aéreo en particular, situaciones específicas para cada vuelo, etc. Para el desarrollo del modelo de subasta de asientos, destaca el modelo de overbooking voluntario, el cual se basa en la cooperación entre pasajeros y aerolíneas, donde estas últimas apelan a la voluntad de los pasajeros para que acepten la sobreventa de pasajes aéreos, este modelo hace más transparente el mecanismo de sobreventa y, a su vez, consigue voluntarios a denegación de embarque antes de que se sepa que ésta se requiere, al momento de embarcar. A su vez, el overbooking voluntario es adaptable a la normativa, es decir, considera de antemano las compensaciones, reembolsos y prestaciones asistenciales en caso de que se requiera denegar el embarque y en ningún momento los pasajeros pierden sus derechos como tales, aceptando esta dinámica de sobreventa.

En base a lo anterior, considerando la percepción de las personas ante la sobreventa de pasajes, en la dinámica tradicional de sobreventa, las compañías buscan voluntarios a denegación de embarque sólo cuando esta se requiere, por lo que, a priori, hay incertidumbre de los pasajeros a que se les niegue el embarque al momento mismo del vuelo. De igual modo, las aerolíneas no saben si conseguirán la cantidad necesaria de voluntarios, por lo que no saben cuánto pueden perder (o dejar de ganar) hasta, incluso después de que el vuelo ya se realizó, si es que hay demandas o procesos judiciales, derivados de la denegación de embarque. En esta línea, de acuerdo con la encuesta realizada, sobre el 67 % de los encuestados, considera que el overbooking (en su dinámica tradicional) es una mala práctica, incluso cuando las personas son conscientes de sus derechos como pasajero, lo que demuestra, por un lado, que la normativa no sirve para mitigar los perjuicios a los pasajeros ni para mejorar la opinión de estos sobre el overbooking y, por otro lado, los pasajeros rechazan, en general, la práctica de sobreventa de pasajes, probablemente porque desconozcan los beneficios que puede otorgarles al momento de hacer un viaje. Con esto, en los casos de denegación de embarque involuntaria, las aerolíneas están expuestas a hacerse de una “mala” reputación, lo que puede significar una baja en las ventas y participación de mercado.

Para resolver el problema de sobreventa, se desarrolló el modelo de subasta de asientos, el cual funciona como una subasta de sobre cerrado, en la cual se asignan asientos a aquellos pasajeros con las s

ofertas no repetidas más altas, quienes no se adjudiquen asiento, serán voluntarios a que se les niegue el embarque en el vuelo, si es que esto se requiere. Este modelo se presenta como una variable del modelo de overbooking voluntario, ya que a todos los participantes de la subasta se les garantiza comprar el boleto de avión a un precio menor que el precio promedio del vuelo.

El efecto de retirar, en primera instancia, las ofertas repetidas es para que en la subasta no haya una estrategia estrictamente dominante, ya que, de ser así, el “juego” se volvería predecible y manipulable, además, se espera que el pasajero realice una oferta de acuerdo con su disposición a pagar por un pasaje de sobreventa, con esto, también se logra atraer a personas con distinta disposición a pagar para comprar un pasaje de sobreventa. En este contexto, introducir una dinámica de subasta al overbooking voluntario, aumenta la probabilidad del pasajero de asegurarse el embarque en el vuelo y con ello, se aumenta el precio máximo dispuesto a pagar por el pasajero, así, se alienta a más personas a participar en la sobreventa de pasajes.

De acuerdo con el caso hipotético, existe una tendencia de las personas a ofertar “números cerrados” múltiplos de 5.000, lo que, en una primera instancia, tiene mayor probabilidad de retirarse de la subasta; para aumentar su probabilidad de ganar, el pasajero debería evitar pagar un múltiplo de 5.000 y ofertar considerando una cantidad marginal, por ejemplo, el mismo múltiplo de 5.000 ± 133 .

Por otra parte, para las líneas aéreas, el modelo es optimizable en los beneficios, con esto, se puede determinar una cantidad óptima de pasajes a sobrevender (y por ende a subastar), de modo que los beneficios para la compañía, bajo este modelo sean máximos, manteniendo los niveles de ocupación de la aeronave dentro de los rangos de rentabilidad dispuestos por la aerolínea. Aun con lo anterior, bajo la estructura de subastas, lo ideal es que la cantidad q de sobreventa sea mayor a 3, de no ser así, puede que sea más conveniente aplicar el overbooking voluntario o algún modelo tradicional. Con todo esto, al aplicar el modelo de subasta de asientos (y de overbooking voluntario en general), deberían eliminarse los casos de denegación de embarque involuntaria, puesto que, de requerirse, toda denegación de embarque se hará a los pasajeros que aceptaron la modalidad de subasta y que se encuentran en la lista de voluntarios.

El modelo de subasta de asientos invita al potencial pasajero a participar activamente en el proceso de sobreventa y, darle la posibilidad de asegurar el embarque en esta modalidad, significa un incentivo para que éste viaje en el mismo vuelo a un menor precio. De igual modo, el pasajero tiene la libertad de elegir por el overbooking, previamente al vuelo, por lo que, independientemente del resultado de la subasta, el cliente ya sabe a lo que se expone si es que la línea aérea recurre a la denegación de embarque. Todo esto, la compañía aérea debe aplicarlo de forma transparente con el pasajero, así, se desarrolla la colaboración entre estos agentes, de modo que la aerolínea, al evitar la denegación de embarque involuntaria, se impide de recurrir a posibles malos tratos al pasajero, quitando la posibilidad de daños a la imagen y reputación de la compañía que puede ocasionar el problema del overbooking.

Desde la posición del pasajero, ante la práctica de overbooking voluntario, el 49,7 % de los encuestados aprueba esta dinámica por sobre el 47,1 % que la reprueba (así como cualquier otra práctica de overbooking), con esto la percepción del pasajero sobre el overbooking mejora. En adición a lo anterior, más un 27 % de las personas encuestadas estaría dispuesta a participar en la subasta de asientos, esto significa, habiendo establecido un nivel de aceptable por sobre el 20 % en la disposición a participar, que el modelo de subasta de asientos es aceptable para los pasajeros.

Finalmente, el modelo de subasta de asientos involucra directamente a los pasajeros en el proceso de sobreventa, haciendo que la percepción de las personas ante el overbooking mejore y, además existe disposición del pasajero por participar de la subasta. Por otro lado, para la aerolínea, el modelo es optimizable en beneficios, consiguiendo los voluntarios necesarios a denegación de embarque, en caso de ser necesario. Todo lo anterior, significa que el modelo de subasta de asientos se ofrece como una solución práctica y viable al problema de sobreventa de pasajes, eliminando (o disminuyendo) la denegación de embarque involuntaria y con ello, daños y perjuicios a las compañías aéreas y sus clientes.

6.2. Recomendaciones

El modelo de subasta podría presentar variantes en cómo se asignan los asientos, por ejemplo, se puede eliminar la mayor oferta y asignar asientos a los pasajeros con las s menores ofertas, en este caso, se incentiva a pasajeros a comprar a un menor precio y se puede captar a aquellas personas con menor disposición a pagar por un pasaje de sobreventa.

Por otro lado, también pueden considerarse, para el modelo, propuestas de ofertas para viajeros acompañados, por ejemplo, que dos personas compren dos pasajes de sobreventa a un precio p (en total se paga $2p$), luego que ese precio p participe en la subasta como un único valor, así, si ese número gana, ambas personas se adjudican asiento y, si no, ambas personas son voluntarias a denegación de embarque.

Así, las aerolíneas pueden cambiar el criterio de asignación, manteniendo siempre, que el precio del ticket de sobreventa sea menor que el precio promedio del pasaje vendido de forma tradicional.

Por otra parte, el modelo de subasta de asientos requiere que, tanto aerolíneas como pasajeros, se adapten a este tipo de dinámicas, así, las compañías aéreas deben destinar recursos para la adecuada implementación del modelo, incentivando a las personas a participar en el proceso de sobreventa y, a su vez, los pasajeros, deben sopesar la alternativa de subasta de asientos, al momento de hacer o planificar un viaje en avión, sabiendo que se trata de una forma de sobreventa de pasajes.

De este modo, para propiciar la cooperación entre pasajeros y aerolíneas, ambos agentes deben estar dispuestos a desarrollar una “cultura de sobreventa de pasajes”, en la que, por un lado, la aerolínea informe al pasajero el porqué de la sobreventa y los beneficios que esta significa para las personas y el mercado en general, tratando al pasajero con boleto de sobreventa preferencialmente, cuando se requiera de la denegación de embarque, además, por otro lado, el pasajero debiera estar dispuesto a participar de la sobreventa de pasajes (en la medida de lo posible y/o aceptable para este), conociendo sus derechos, para, así, evitar los daños y perjuicios que ocasionan o pueden ocasionar los casos de denegación de embarque involuntaria.

Bibliografía

- Al-Bazi, Ammar; Üney, Emre; y Abu-Monshar, Anees (2019). Developing an overbooking fuzzy-based mathematical optimization model for multi-leg flights. *Transportation Research Procedia*, 43, 165–177.
- Alcalas Subastas (2019). Historia de las subastas, disponible en <http://alcalasubastas.com/historia-de-las-subastas/>, consultado el 10 de octubre de 2020.
- Banco Mundial (2018). Transporte aéreo, pasajeros transportados, estadísticas mundiales de aviación civil y estimaciones de personal de la oaci, disponible en <https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR>, consultado el 22 de julio de 2019.
- Barron, Emmanuel N. (2013). *Game Theory: An Introduction*. John Willey & Sons Inc.
- Chuet-Missé, Juan Pedro (2018). Así funcionan las subastas de plazas en primera clase, disponible en https://www.tendencias hoy.com/viajeros/aerolineas/asi-funcionan-las-subastas-de-plazas-en-primera-clase_588434_102.html, consultado el 18 de octubre de 2020.
- Dalalah, Doraid; Ojiako, Udechukwu; y Chipulu, Maxwell (2020). Voluntary overbooking in commercial airline reservations. *Journal of Air Transport Management*, 86, 101835.
- elEconomista.es (2017). United airlines, investigada tras la expulsión forzosa de un pasajero por overbooking, disponible en <https://www.eleconomista.es/internacional/noticias/8287103/04/17/United-Airlines-expulsaa-al-azar-a-un-pasajero-por-overbooking-y-es-sacado-del-avion-a-la-fuerza.html>, consultado el 14 de julio de 2019.
- elPeriódico (2017). Una familia, expulsada de un vuelo de delta tras negarse a ceder el asiento de su hijo, disponible en <https://www.elperiodico.com/es/extra/20170505/delta-familia-expulsada-avion-overbooking-6017462>, consultado el 15 de octubre de 2020.
- Fard, Farzad Alavi; Sy, Malick; y Ivanov, Dmitry (2019). Optimal overbooking strategies in the airlines using dynamic programming approach in continuous time. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 128, 384–399.
- Fukui, Hideki y Nagata, Koki (2020). How do passengers react to airlines' overbooking strategies? evidence from the US airlines. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 132, 242–255.
- Garrow, Laurie A.; Kressner, Josephine; y Mumbower, Stacey (2011). Is increasing airline denied boarding compensation limits the answer? factors that contribute to denied boardings. *Journal of Air Transport Management*, 17(5), 271–277.
- Guo, Xiaolong; Dong, Yufeng; y Ling, Liuyi (2016). Customer perspective on overbooking: The failure of customers to enjoy their reserved services, accidental or intended? *Journal of Air Transport Management*, 53, 65 – 72.
- Hanánias, Rodrigo (2012). La sobreventa en el transporte aéreo: su justificación. *Diario El Mercurio*.
- Jurado, María Isabel y Canca, J. David (2012). Una introducción al problema del overbooking en el transporte aéreo. *Proyecto Fin de Carrera*.

- Krishna, Vijay (2010). *Auction Theory*. Elsevier.
- Ma, Jie; Tse, Ying Kei; Wang, Xiaojun; y Zhang, Minhao (2019). Examining customer perception and behaviour through social media research – an empirical study of the united airlines overbooking crisis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 127, 192 – 205.
- Marques Dos Santos, Carlos (2004). Historia: La subasta y el corretaje, disponible en <https://www.reporteinmobiliario.com/nuke/article420-historia-la-subasta-y-el-corretaje.html>, consultado el 10 de octubre de 2020.
- math.stackexchange.com (2018). Binomial probability of airline overbooking, disponible en <https://math.stackexchange.com/questions/2426604/binomial-probability-of-airline-overbooking/2426625>, consultado el 5 de agosto de 2019.
- Nagarajan, K.V. (1979). On an auction solution to the problem of airline overbooking. *Transportation Research Part A: General*, 13(2), 111–114.
- Nesterak, Max (2015). How delta masters the game of overbooking flights, disponible en <https://www.pbs.org/newshour/economy/how-delta-masters-the-game-of-overbooking-flights>, consultado el 15 de octubre de 2020.
- OAEP (2019). *Air Travel Consumer Report*. Technical report, Department Of Transportation, USA.
- Plata, Mery Patricia Tamayo y Montoya, Carlos Enrique Posada (2004). Análisis económico de las subastas y algunas experiencias de su aplicación en adjudicación de licencias de telefonía móvil. *Ecós de Economía: A Latin American journal of applied economics*, 8(19), 7–30.
- Quero, Pau Fernández (2015). Teoría de subastas: pujar en internet. *Universitat Autònoma de Barcelona*. [online].
- Radka, Ricky (2018). These are the 10 busiest air routes in the u.s. disponible en <https://www.airfarewatchdog.com/blog/44259160/these-are-the-10-busiest-air-routes-in-the-u-s/>, consultado el 2 de noviembre de 2020.
- República de Chile (1990). *Código Aeronáutico, Ley 18.916, Diario Oficial de la República de Chile*.
- Riasi, Arash; Schwartz, Zvi; y Beldona, Srikanth (2019). Hotel overbooking taxonomy: Who and how? *International Journal of Hospitality Management*, 82, 1–4.
- Sierag, D.D.; Koole, G.M.; van der Mei, R.D.; van der Rest, J.I.; y Zwart, B. (2015). Revenue management under customer choice behaviour with cancellations and overbooking. *European Journal of Operational Research*, 246(1), 170 – 185.
- Simhon, Eran y Starobinski, David (2018). On the impact of information disclosure on advance reservations: A game-theoretic view. *European Journal of Operational Research*, 267(3), 1075 – 1088.
- Somboon, Murati y Amaruchkul, Kannapha (2017). Applied two-class overbooking model in thailand's passenger airline data. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(4), 189 – 198.
- Zdanowicz, Christina y Grinberg, Emanuella (2017). Arrastrado a la fuerza: United airlines saca a un pasajero de un vuelo con sobrecupo (cnn en español), disponible en <https://cnnespanol.cnn.com/2017/04/10/arrastrado-a-la-fuerza-united-airlines-saca-a-un-pasajero-de-un-vuelo-con-sobrecupo/>, consultado el 14 de julio de 2019.

A | ANEXO

A.1. Encuesta

Estudio Sobre Overbooking y Denegación de Embarque en el Transporte Aéreo

*Obligatorio

Aspectos Generales

En esta sección se le preguntarán algunos datos personales y otros referentes a su experiencia en viajes en avión.

Indique su rango de edad. *

17 años o menos.

18 a 25 años.

26 a 54 años.

55 años o más.

Indique su género. *

Femenino.

Masculino.

Prefero no decirlo.

Otros: _____

Indique la Región donde vive *

Elegir

En general, ¿con qué frecuencia viaja en avión? *

Muy frecuentemente (3 o más veces al año).

Frecuentemente (1 ó 2 veces al año).

He viajado varias veces pero no tan frecuentemente.

He viajado 1 ó 2 veces en toda mi vida.

Nunca he viajado en avión.

En general, ¿cuál ha sido su principal motivo para viajar en avión? (si nunca ha viajado en avión, no conteste)

Vacaciones.

Trabajo/estudios.

Motivos personales/familiares (diferentes a los anteriores).

Otros: _____

Acercas de la Sobreventa de Pasajes Aéreos

A continuación se le dará información referente a la venta de pasajes aéreos, seguido de unas preguntas de opinión.

Lea el siguiente texto:

La sobreventa consiste en la venta en exceso de un producto o servicio por sobre la capacidad de quien vende. En el transporte aéreo, la sobreventa de pasajes corresponde a vender más pasajes que asientos disponibles en un determinado vuelo.

En la aviación comercial, la sobreventa (overbooking en inglés) de pasajes es una práctica común por parte de las líneas aéreas, de hecho esta tiene su justificación en el mercado, debido a lo costoso que resulta ser el servicio de transporte aéreo, principalmente por las aeronaves. El overbooking, así, permite maximizar el uso de los aviones, y hacer de ello un negocio rentable y atractivo, lo que a su vez repercute en una mayor competencia en las rutas y en tarifas más bajas, beneficiándose el mercado aerocomercial en su conjunto* (Hananías, Diario El Mercurio, 2012).

El problema de la sobreventa de pasajes ocurre cuando el número de pasajeros que llega a tomar el avión es tal que hay más pasajeros que asientos disponibles en el avión y la aerolínea se ve obligada a denegar el embarque a determinado número de pasajeros.

Luego de leer, ¿sabía usted que muchas líneas aéreas sobrevenden pasajes? *

No tenía idea.

Lo sospechaba pero no estaba seguro/a.

Si lo sabía.

¿Cuál es su opinión acerca de la sobreventa de pasajes aéreos? *

Está bien porque, en general, beneficia a pasajeros y aerolíneas.

Está mal, es una falta de respeto a los pasajeros.

Me da igual.

Ahora considere lo siguiente:

De acuerdo con el Código Aeronáutico y el Convenio de Montreal, se establece que, en caso de requerirse la denegación de embarque a pasajeros, la línea aérea deberá pedir voluntarios que renuncien a sus reservas a cambio de prestaciones y reparaciones que acuerden.

Si los voluntarios no son suficientes, y se deniega el embarque a algún pasajero en contra de su voluntad, le surgen los siguientes derechos:

Si el pasajero desiste de viajar:

1. Reembolso del precio pagado por el pasaje.
2. Compensación de acuerdo a la siguiente tabla:

Vuelos de menos de 500 kilómetros	2 U F
Vuelos de entre 500 y 1.000 kilómetros	3 U F
Vuelos de entre 1.000 y 2.500 kilómetros	4 U F
Vuelos de entre 2.500 y 4.000 kilómetros	10 U F
Vuelos de entre 4.000 y 8.000 kilómetros	15 U F
Vuelos de más de 8.000 kilómetros	20 U F

Si el pasajero decide continuar con el servicio:

1. Embarcar en el siguiente vuelo que tenga disponible el transportador o en un transporte alternativo.
2. Compensación, cuando el vuelo sale tres horas después de lo previsto, de acuerdo a tabla anterior.

Al igual que en caso anterior, si el pasajero considera que los perjuicios provocados por la denegación de embarque por sobreventa son superiores a los montos señalados, puede no aceptar la compensación económica. En este caso podrá posteriormente demandar indemnización de perjuicios en tribunales.

3. Prestaciones asistenciales: Comunicación, alimentos, alojamiento y movilización (desde y hacia el aeropuerto), entre otros, dependiendo del caso particular del pasajero.

[Fuente: Junta Aeronáutica Civil y Código Aeronáutico]

¿Sabía usted que, como pasajero que se le denega el embarque, puede optar a los derechos descritos anteriormente? *

- No, nada.
- Un poco.
- Si lo sabía pero no en detalle.
- Si, totalmente.

Ahora, considerando los derechos del pasajero en caso de denegación de embarque por sobreventa de pasajes, ¿qué opina sobre la sobreventa de pasajes? *

- Está bien porque beneficia a pasajeros y aerolíneas. Además considera y compensa a posibles perjudicados.
- Está mal de todos modos, porque, aún así puede haber pasajeros perjudicados.
- Me da igual.

Ahora, suponga que una aerolínea, que aplica el modelo de sobreventa de pasajes, ofrece pasajes de dos formas (considere un vuelo con un único tipo de asiento):

1. De la forma tradicional a un cierto precio promedio.
2. Pasajes a un precio más barato del precio promedio, pero usted formará parte de un grupo* al cual podrían denegarle el embarque en caso de requerirlo la aerolínea. Tenga en cuenta que usted, aún sabiendo que podría no tomar el vuelo, de todos modos accedería a los derechos descritos anteriormente, en caso de que se le niegue el embarque.

* De acuerdo con la ley, los niños no acompañados, personas con discapacidad, pasajeros de edad avanzada o delicados de salud y embarazadas que, en razón de su estado, requieran embarcarse prioritariamente, no pueden formar parte de este grupo.

En este último escenario, ¿cuál es su opinión respecto de la sobreventa de pasajes aéreos? *

- Está bien, beneficia a pasajeros y aerolíneas. además hay mayor transparencia por parte de la aerolínea hacia los clientes.
- Está mal de cualquier modo y es una práctica que no debiera hacerse.
- Me da igual.

¿Considera usted esta última alternativa mejor que el caso tradicional? *

- Si.
- No.
- No lo sé.

Juego "Subasta de Pasajes"

En esta sección se le presentará una situación hipotética en, la cual se le pedirá que tome una decisión para la compra de un pasaje aéreo. Por favor, lea con atención y tómese el tiempo que considere necesario para responder las preguntas.

Suponga que usted está planificando un viaje de vacaciones a la hermosa ciudad de "Donde Quiera", una localidad que queda a, más o menos, 1000 kilómetros de su aeropuerto.

La aerolínea "Líneas de Aire" es la única que ofrece pasajes a Donde Quiera y lo hace con una política de sobreventa similar a la del último escenario anterior, pero con una variante.

El viaje se hace en un avión con 200 asientos y Líneas de Aire vende hasta 210 pasajes por cada vuelo, ya que se sabe que la tasa de no presentación al vuelo es de un 5%.

Considerando todo esto, las alternativas de compra de pasajes para usted son (considere un pasaje de ida y vuelta):

1. Pasaje tradicional a un precio de \$150.000 CLP (no incluye tasa de embarque), con esto se asegura el embarque.

2. Subasta de pasaje, la que consiste en:

- Se venden hasta 20 pasajes en esta modalidad.
- Usted oferta un valor que elija entre \$110.000 y \$140.000 CLP (no incluye tasa de embarque).
- Se excluye la menor oferta, así como las repetidas (si es que las hay).
- De las ofertas restantes, se asegurarán embarcar las 10 personas con aquellas más altas.
- Si no se asignan los 10 asientos, se asignarán los restantes entre las ofertas excluidas, como la aerolínea estime (por ejemplo, sorteo).
- A quien no se le asigne asiento estará dentro del grupo al cual le pueden denegar el embarque*.
- Usted paga el monto que oferte más tasas de embarque, independiente de que se asegure el embarque o no.

NOTA 1: Tenga en cuenta que la tasa de embarque no es relevante, pero sería al rededor de \$70.000 en vuelo internacional y \$11.000 en nacional (para vuelos de ida y vuelta).

NOTA 2: Recuerde sus derechos como pasajero y que, de acuerdo con la tabla, la posible compensación sería de 4 UF.

NOTA 3: Asuma que usted viaja solo/a, pero que se juntará con quien quiera en Donde Quiera.

* Suponaa que usted puede formar parte de este grupo aún cuando no sea así en la vida real.

Ante esta situación, ¿qué alternativa de pasaje elegiría? (recuerde que es un viaje de vacaciones) *

- Alternativa 1, porque me aseguro embarcar sin enredos.
- Alternativa 2 porque pagaría menos y aún podría asegurarme embarcar.

Suponga que se decide por la segunda alternativa (aún si no fue así en la respuesta anterior), ahora debe hacer su oferta y ver si se asegura el embarque o no, de acuerdo con las reglas del juego.

Escriba un número entero entre 100.000 y 140.000 (sin puntos). Recuerde que puede ser cualquier número en ese rango, no necesariamente un "número redondo". *

Tu respuesta _____

Al escribir la respuesta anterior, ¿lo hizo con la intención de asegurarse el embarque? *

- Si
- No

Fin

A.2. Datos demográficos obtenidos de la encuesta

Figura A.1: Rango de edades de los encuestados.

Indique su rango de edad.

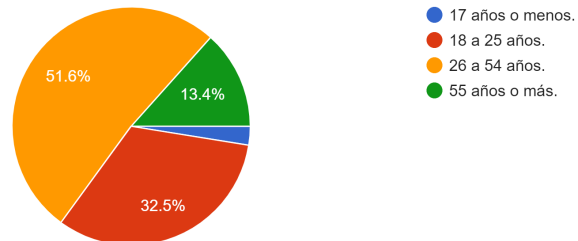


Figura A.2: Género de los encuestados.

Indique su género.

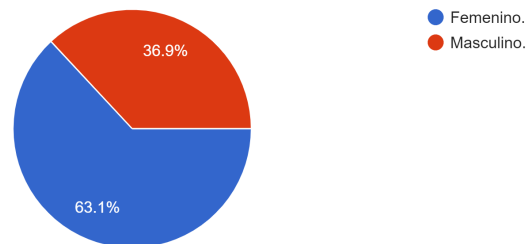


Figura A.3: Región de residencia de los encuestados.

Indique la Región donde vive

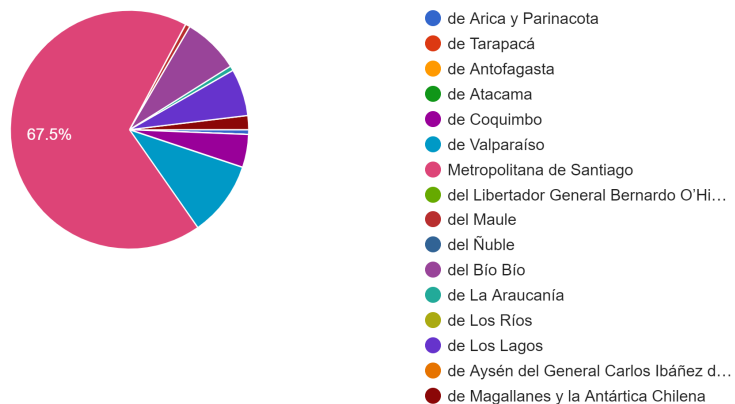
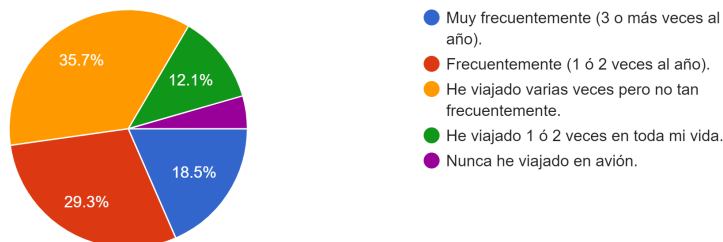
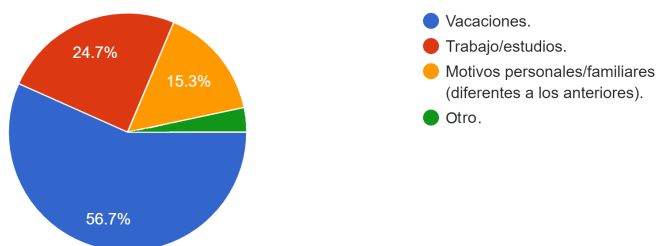


Figura A.4: Frecuencias de viajes en avión de los encuestados.

En general, ¿con qué frecuencia viaja en avión?

**Figura A.5:** Motivo principal al viajar en avión de los encuestados.

En general, ¿cuál ha sido su principal motivo para viajar en avión? (si nunca ha viajado en avión, no conteste)



A.3. Resultados de la subasta de asientos

Tabla A.1: Ofertas de los encuestados a la subasta de asientos

Oferta	Frecuencia	Intenta ganar	Oferta	Frecuencia	Intenta ganar
\$ 110.000	17	6	\$ 130.000	19	15
\$ 110.001	5	1	\$ 130.024	1	1
\$ 110.003	1	1	\$ 130.995	1	1
\$ 110.010	1	1	\$ 131.000	1	1
\$ 111.000	1	0	\$ 131.011	1	1
\$ 111.111	5	1	\$ 132.000	1	1
\$ 112.000	3	2	\$ 134.000	1	1
\$ 114.000	1	0	\$ 134.569	1	1
\$ 115.000	5	4	\$ 135.000	5	5
\$ 115.678	1	1	\$ 135.500	3	3
\$ 120.000	30	15	\$ 135.542	1	1
\$ 121.000	2	2	\$ 136.548	1	1
\$ 121.500	1	1	\$ 137.567	1	1
\$ 123.000	1	1	\$ 138.000	3	3
\$ 123.456	3	1	\$ 139.000	1	1
\$ 123.457	1	1	\$ 139.857	1	1
\$ 124.000	1	1	\$ 139.862	1	1
\$ 125.000	8	6	\$ 139.978	1	1
\$ 125.678	1	1	\$ 139.990	1	1
\$ 127.000	1	1	\$ 139.997	1	1
\$ 127.521	1	1	\$ 139.998	1	1
\$ 128.000	1	1	\$ 140.000	19	19