



Universidad de San Andrés
Departamento de Economía
Lic. en Economía

**LA ESTRATEGIA DE OVERBOOKING EN LA INDUSTRIA
HOTELERA: UN ANÁLISIS COMPARADO**

Autor: Laura Resco
Legajo: 16167
Mentor: Federico Weinschelbaum

Buenos Aires, 21 de Noviembre de 2013

ÍNDICE

Introducción	2
1. Overbooking en las aerolíneas	6
1.1. Perspectiva histórica.....	6
1.2. Definición y resoluciones del problema.....	7
1.2.1. Overbooking en itinerarios de tramo único.....	9
1.2.2. Overbooking en itinerarios de múltiples tramos: Problema de red	13
1.3. Conclusiones del problema de las aerolíneas.....	17
2. Overbooking en la industria hotelera.....	18
2.1. El rezago de la hotelería en la adopción de las técnicas de Revenue Management	18
2.2. Definición y resoluciones del problema.....	20
2.2.1. Problema de overbooking con reservas por una noche	22
2.2.2. Problemas de overbooking con reservas por múltiples noches.....	28
2.3. Conclusiones del problema de los hoteles.....	34
3. Impacto de las estrategias de overbooking sobre los consumidores.....	35
4. Futuro de la estrategia de overbooking en la industria hotelera	45
5. Conclusión.....	49
Bibliografía.....	52

INTRODUCCIÓN

Se denomina Revenue Management al proceso a través del cual las industrias de bienes perecederos o servicios (aerolíneas, hoteles, cruceros, alquileres de auto) asignan de forma óptima su oferta limitada a la demanda heterogénea del mercado. La investigación sobre la materia puede rastrearse hasta hace más de cuarenta años en el marco de la industria de las aerolíneas, en particular después del Acta de Desregulación del Espacio Aéreo de 1978.

Vinod (2004) describe al Revenue Management como un proceso conformado por tres componentes: fijación de precios, gerenciamiento de la capacidad y distribución del producto.

La fijación de precios se basa en la premisa de que los consumidores se pueden segmentar de acuerdo a sus disposiciones a pagar, y que estas disposiciones varían mucho entre los individuos. Por lo tanto, la firma puede segmentar a sus clientes de acuerdo a este parámetro con el fin de generar una estrategia para explotar sus diferentes elasticidades. El problema a resolver es definir un diferencial tarifario tal que se maximice la cantidad de consumidores que compran a tarifas más caras cuando las tarifas bajas no están disponibles, y que al mismo tiempo minimice la cantidad de consumidores que podrían comprar a tarifa más alta que terminan consumiendo a precios más bajos cuando están disponibles. Este problema es conocido como el trade-off entre buy-up y buy-down.

El gerenciamiento de la capacidad incrementa los ingresos de las firmas a través de la asignación óptima de la demanda a la oferta disponible, de forma tal que se genere el mix más rentable de consumidores. En las industrias hotelera y aeronáutica, esto significa aceptar y rechazar reservas selectivamente, de acuerdo a las tarifas, duración de la estadía o itinerario, fecha de check-in o de salida del vuelo. Explícitamente los problemas a definir son: la cantidad de reservas a aceptar en total, y la cantidad de reservas a aceptar por clase de producto.

Finalmente, la distribución del producto se centra en elegir los canales apropiados, tanto online como offline, a través de los cuales es más rentable para la firma ofrecer sus productos.

En este trabajo nos concentraremos en el gerenciamiento de la capacidad. En particular, nos interesa hacer una review de la literatura de la industria hotelera con respecto a la estrategia de overbooking, a la luz de los resultados obtenidos por la industria aeronáutica. Elegimos esta comparativa porque, como se dijo al comienzo, el estudio de Revenue Management nació en el paradigma de la competencia de las aerolíneas, por lo que sus investigaciones tienen más desarrollo. Los hoteles utilizaron en parte las estructuras de las líneas aéreas para analizar su propia problemática.

Weatherford y Bodily (1992) explicitan las características comunes a todas las industrias que pueden practicar el proceso de Revenue Management. Nos basamos en ellas para justificar la factibilidad de comparar el problema del hotel con el de la aerolínea.

En primer lugar, señalan que existe una fecha en la que el producto o servicio está disponible y después del cual ya no lo está. Es imposible el acopio, o, de ser posible, lo es bajo costos prohibitivos.

La segunda característica es una capacidad fija de unidades, o lo que es lo mismo, altos costos de agregar una unidad adicional de capacidad. Usualmente, junto a estos costos fijos existen costos variables relativamente bajos, lo que permite un gran intervalo de precios sobre los cuales la venta del producto o servicio es más rentable que dejar que se desperdicie.

En tercer lugar, sostienen que la demanda es muy fluctuante, por lo que balancear la demanda y la oferta es muy complejo.

Finalmente, la demanda puede ser segmentada de acuerdo a la sensibilidad de los clientes frente a los precios.

Tanto los hoteles como las aerolíneas poseen todas estas características. Estas similitudes estructurales posibilitan la comparación entre las dos literaturas, más allá de las diferencias que puedan llegar a tener en la práctica. En última instancia, las diferencias afectarán la medida en la que los resultados obtenidos por las aerolíneas serán adaptados por los hoteles para explicitar sus necesidades particulares.

Una vez sentadas las bases de la comparación, pasaremos a describir el problema de overbooking en general.

Tanto los hoteles como las aerolíneas venden sus servicios a través de reservas. En su mayor parte, éstas se realizan con anticipación (Rothstein, 1985). Quien realiza dichas reservas puede optar por cualquiera de las siguientes acciones:

- (a) Hacer uso de la habitación o asiento reservados (“*showup*”),
- (b) Cancelar su reserva,
- (c) No cancelar la reserva, y al mismo tiempo no presentarse a hacer uso de la habitación o asiento reservados (“*no-show*”).

La estrategia de overbooking consiste en permitir mayor cantidad de reservas que las que la capacidad física hace factibles, con el objetivo de compensar los ingresos perdidos por las cancelaciones y los no-shows. El problema central a resolver es definir los límites óptimos de overbooking, ya que un límite muy alto puede traducirse en sobreventas, y un límite muy bajo, en capacidad desperdiciada.

La sobreventa se genera cuando la cantidad de showups es mayor que la capacidad física (habitaciones de hotel o asientos en un vuelo) disponible para honrar sus reservas. En estos casos, tanto el hotel como la aerolínea deben negarles el servicio a los clientes sobrevendidos. Los costos que esta situación acarrea constan de la contratación de un servicio de características similares para suplir el servicio no brindado, compensaciones (en forma de dinero o beneficios futuros), y la imagen y sentimientos negativos que se generan en los clientes hacia la empresa frente a la circunstancia de verse rechazados.

Por otra parte, los desperdicios se producen cuando la cantidad de showups es menor que la capacidad física disponible. Es decir, cuando quedan habitaciones

vacantes en un hotel al pasar la noche, o cuando un vuelo sale con asientos vacíos. El costo de este desperdicio es el ingreso asociado a la utilización de la capacidad ociosa. Lo más importante respecto a este punto, es que en el proceso de reservas se rechazaron clientes por haber alcanzado los niveles de overbooking fijados. Entonces, se genera capacidad ociosa *para la que existía demanda*.

El nivel de overbooking óptimo debe minimizar el promedio ponderado de la sobreventa y el desperdicio (Vinod, 2004). Diversos factores complejizan la tarea de encontrar este nivel, entre ellos:

- (a) la existencia de distintas clases de servicio que permiten tanto *upgrades* (la asignación de un servicio superior al contratado sin costo adicional para el consumidor) como *downgrades* (la asignación de un servicio inferior al contratado, por la cual la firma debe otorgar una compensación) y el consecuente overbooking por tipo; y
- (b) reservas independientes con diversas duraciones de estadía en el caso de los hoteles o itinerarios de múltiples tramos en el de las aerolíneas.

Existen algunos consumidores que pueden presentarse en el día objetivo (día de check-in o de salida del vuelo) sin reservas, pidiendo hacer uso del servicio ofrecido por la firma. Estos clientes se llaman *walk-ins* en la industria hotelera y *go-shows* en las aerolíneas. Parte del problema de overbooking es decidir si se aceptarán este tipo de pedidos o no, teniendo en cuenta el estado de las reservas para ese día.

Por otra parte, específicamente en el caso de los hoteles, existen huéspedes que deciden acortar sus estadías y se denominan *early departures*. Inversamente, algunos clientes pueden decidir extender sus estadías, y se los llama *stayovers*. Estas dos categorías son muy importantes para estimar la demanda y la disponibilidad esperada de habitaciones de cada día, para poder decidir los niveles de reservas óptimos.

En cuanto a las dimensiones económicas del problema, debemos primero describir ambas industrias en general para luego pasar a los números de la estrategia de overbooking en particular.

La industria de las aerolíneas se caracteriza por su fragmentación y la standarización de los productos. Además, los consumidores enfrentan bajos costos a la hora de cambiar de proveedor y tienden a ser muy sensibles a los precios (Pearce, 2013). De acuerdo al reporte anual para 2013 de IATA (International Air Transport Association), el transporte aéreo moviliza a cerca del 35% de los turistas internacionales. Para 2016 se estima que 3.6 mil millones de pasajeros elegirán viajar en avión, lo que representaría una expansión promedio de 5.3% anual entre 2012 y 2016. En cuanto a su impacto en la economía global, la industria de las aerolíneas mantiene 57 millones de trabajos y genera U\$ 2.2 billones anuales. IATA indica que la mayor conectividad generada en los últimos veinte años ha aumentado el producto bruto global de U\$ 200 mil millones.

Las estrategias de Revenue Management son responsables de gran parte de los ingresos de esta industria. En particular, US Airlines sostiene que dichas estrategias le generaron un incremento de ingresos anual de U\$ 500 millones en 2012,

y Delta Airlines, U\$ 300 millones, en el mismo período (IATA, 2012). De acuerdo a Rothstein (1985), el factor de carga, definido como la fracción de asientos efectivamente ocupados en un vuelo, es uno de los elementos determinantes de la rentabilidad de las aerolíneas. Según el autor, un incremento de tan solo un 1% anual en el factor de carga puede representar millones de dólares para una aerolínea. La estrategia que utilizan las aerolíneas para aumentar sus factores de carga en cada vuelo es el overbooking. Es por este motivo que el estudio de estas técnicas es de suma importancia y el impacto de su práctica tan importante. En 2013, el factor de carga global para la industria es de 79.1%, con Estados Unidos liderando el nivel de utilización de asientos, y África quedando en el último puesto.

En cuanto a la industria hotelera, de acuerdo la Organización Mundial del Turismo (UNWTO) en el año 2012 se rompió por primera vez la barrera de los mil millones de huéspedes (con al menos una estadía de una noche de duración), totalizando un número de 1.035 millones. En dólares, estos huéspedes gastaron en hospedaje U\$ 1.075 billones, con los ciudadanos chinos liderando el ranking de gasto con U\$ 102 mil millones en 2012. Los motivos de viaje se distribuyen de la siguiente forma: el 52% de los huéspedes viajó por vacaciones y recreación, el 14% lo hizo por negocios, el 27%, por otros motivos (razones médicas, festividades religiosas, etc), y el 7% restante no está especificado. La UNWTO proyecta que para el año 2030 el número de huéspedes hoteleros llegará a los 1.8 mil millones.

De forma similar a lo planteado en referencia al factor de carga de las aerolíneas, los hoteles tienen que maximizar su nivel de ocupación, y es por este motivo que la práctica de overbooking es tan importante. De acuerdo a Chiang et al. (2007), el grupo hotelero Marriott obtiene US\$ 100 millones de ingreso anual adicional gracias a la práctica de overbooking, y Vinod (2004) estima que el overbooking genera el 20% de los ingresos de la industria hotelera.

Estos datos ponen de manifiesto la importancia económica de la correcta aplicación de estrategias de overbooking, y ayudan a explicar por qué éste es el problema más analizado por la literatura de Revenue Management. El trabajo está organizado de la siguiente forma: la sección 1 trata el problema de overbooking en las aerolíneas, brindando una perspectiva histórica de su desarrollo y desagregando la literatura entre modelos que consideran itinerarios de tramo único y modelos con itinerarios de múltiples tramos. La sección 2 analiza la literatura de la industria hotelera. Análogamente a la estructura de la sección 1, comenzamos con los resultados del problema de overbooking con duración de estadía de una sola noche y luego pasamos a las estadías de múltiples noches. En la sección 3, estudiamos el impacto que las estrategias de overbooking de las aerolíneas y los hoteles tienen sobre las percepciones y el comportamiento de los consumidores. La sección 4 describe las tendencias futuras del Revenue Management hotelero y la posición del problema de overbooking en el nuevo paradigma. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones.

1. OVERBOOKING EN LAS AEROLÍNEAS

1.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA

El comienzo del desarrollo de técnicas de Revenue Management se asocia, por lo general, a la desregulación del espacio aéreo estadounidense en el año 1978. Antes de este evento, la industria aeronáutica dedicada al transporte de pasajeros estaba regida por la Civil Aeronautics Board (o CAB), que decidía tanto las rutas a volar como las tarifas a ser cobradas y las clases de reserva. Sumando a esta circunstancia el hecho de que los asientos de un avión son productos poco diferenciables, la única variable que las aerolíneas podían manipular para intentar maximizar sus beneficios era la cantidad de asientos a vender. Por lo tanto, no es extraño que, como señalan McGill y Van Ryzin (1999), la literatura de optimización de la industria aeronáutica antes de los '70 se centró en el control del overbooking. Esta práctica de vender mayor cantidad de asientos que los físicamente disponibles se volvió común entre las aerolíneas y fue aceptada por la CAB.

Rothstein (1985) hace una crónica muy interesante de las distintas apreciaciones de la CAB con respecto a la práctica de overbooking a través del tiempo. En el año 1961 la CAB realizó una investigación de la industria debido a su preocupación por el creciente número de reportes de sobreventa en las aerolíneas más grandes de Estados Unidos. Concluyó que el overbooking era una herramienta válida para que las aerolíneas pudieran hacer un uso más eficiente del espacio disponible de sus aeronaves. Sin embargo, por el problema de la sobreventa, instituyó un plan para penalizar a los clientes por hacer no-show, y a las aerolíneas por los asientos sobrevendidos. En ambos casos, la multa tenía un valor igual al 50% de la tarifa. Sin embargo, para 1963 se dio de baja la penalización a los pasajeros no-show porque dañaba la relación de las aerolíneas con sus clientes y podía llegar a desanimar la demanda de asientos en un momento donde los viajes aéreos no eran comunes. Paralelamente, la multa a las aerolíneas aumentó hasta el 100% de la tarifa.

En 1970 comenzaron a introducirse cambios tendientes a la desregulación de la industria. En particular, la CAB autorizó la implementación de tarifas de descuento en forma restringida, que permitía que dos pasajeros viajaran en la misma cabina y recibieran el mismo servicio, pagando dos tarifas diferentes. Esta innovación logró que un público mayor y más diverso accediera al viaje en avión, y al mismo tiempo, permitió que las aerolíneas vendieran asientos que de otra forma volarían vacíos. Por otra parte, abrió una nueva línea de investigación, consistente en decidir no sólo

cuántos asientos totales vender en cada vuelo, sino también definir cuántos de estos asientos ofrecer con tarifas descontadas. Esto es, si la aerolínea ofrecía demasiados asientos descontados, o lo que es lo mismo, protegía pocas plazas para los pasajeros de tarifa completa, perdía los ingresos correspondientes a la demanda desplazada de mayor tarifa. Por otra parte, si protegía demasiadas plazas, corría el riesgo de volar con asientos vacíos por haber sobre-estimado la demanda de tarifa completa futura. Es en este sentido que Littlewood (1972) enunció su famosa “Regla de Littlewood”, que marcó el comienzo de lo que luego pasó a llamarse Revenue Management. Esta regla establece que se deben aceptar reservas de tarifas descontadas siempre que los ingresos que generan sean superiores a los ingresos esperados de las reservas futuras de tarifa completa.

Finalmente, en el año 1978, se desregularizó la industria de las aerolíneas. Por primera vez desde 1938 las aerolíneas pudieron controlar la cantidad de asientos a vender, las rutas aéreas a volar, las tarifas a cobrar y las clases de reservas, con total autonomía. Como consecuencia, se observó un importante aumento en la cantidad de aerolíneas certificadas en Estados Unidos, lo que generó una mayor presión sobre las tarifas. La evolución del Revenue Management en los años subsiguientes se debió a la necesidad de las aerolíneas de buscar nuevas formas de competir de manera efectiva en este contexto.

1.2. DEFINICIÓN Y RESOLUCIONES DEL PROBLEMA

De acuerdo a Smith et. al (1992) el problema de Revenue Management para las aerolíneas se divide en tres grandes áreas:

- (a) Overbooking, que es la práctica intencionada de vender más asientos en un vuelo de los que existen físicamente.
- (b) Asignación de descuentos, que es el proceso por el cual se determina la cantidad de asientos de tarifa descontada a ofrecer en un vuelo.
- (c) Manejo del tráfico, que es el control de reservas por origen y destino para cada pasajero, de modo de determinar el mix de mercados y los itinerarios que maximizan ingresos. Cada itinerario es una conexión entre un origen y un destino, y puede estar compuesto de diversos tramos (múltiples vuelos conectados) o constituir un tramo único.

Las tres áreas están intrínsecamente relacionadas, pero son tratadas de forma separada en la literatura debido a su complejidad. En adelante, nos referiremos al

problema de overbooking de forma exclusiva, haciendo referencia a los demás solo cuando la especificación de los modelos tratados lo exija.

El problema central es encontrar los límites óptimos de overbooking para cada vuelo que lleva a cabo la aerolínea, de modo de maximizar sus beneficios. Si el nivel se define por debajo del óptimo, los aviones despegarán con asientos vacíos para los cuales existía demanda. Cada asiento que queda sin ocupar al momento del despegue se califica como *desperdiciado (spoiled)*, ya que una vez que el avión comienza su viaje no tiene valor económico. Por el contrario, si el nivel de overbooking se define por encima del óptimo, aumentan las probabilidades de que se presenten más pasajeros de los que se pueden acomodar en el avión. Cada pasajero con reserva que la aerolínea debe rechazar al momento del abordaje debe ser compensado por el inconveniente, además de provisto de un vuelo alternativo. En algunos casos, las aerolíneas deben incluso pagar por hotel y comidas de estos pasajeros. Más aún, el cliente se queda con una mala percepción de la aerolínea y sus servicios, y potencialmente esto perjudicará los ingresos futuros de la compañía. Todos estos costos conforman el *costo de sobreventa* de la aerolínea. El nivel óptimo de overbooking es aquél que equilibra el trade-off entre los costos de desperdicio y los costos de sobreventa: el ingreso adicional obtenido por aceptar una reserva debe ser igual al costo del riesgo adicional de sobreventa.

Ahora bien, llegar a este nivel óptimo de overbooking es complejo. En primer lugar, es difícil estimar los costos de desperdicio, ya que las aerolíneas trabajan con diversas clases tarifarias por lo que no todos los asientos del avión, aun cuando se encuentren en la misma cabina, se venden al mismo precio. Los costos de sobreventa son aún más confusos, porque requieren la estimación de un costo psicológico. Por otra parte, el nivel de overbooking se define antes de que los pasajeros se presenten en el aeropuerto, con lo que se requiere una predicción de cuántos serán no-shows y cuántos efectivamente reclamarán su asiento. A su vez, el decisor debe anticiparse al comportamiento de la demanda para fijar el nivel de overbooking de cada clase tarifaria al comienzo del período de reservas, considerando que algunas de esas reservas serán canceladas antes de la fecha de partida. Finalmente, deben tenerse en cuenta las interacciones entre los diversos itinerarios con tramos compartidos. Por ejemplo, un vuelo de Buenos Aires a San Pablo puede ser un itinerario de un solo tramo, y, al mismo tiempo, el primer tramo de un itinerario Buenos Aires-Paris que conecte a Buenos Aires con San Pablo y a San Pablo con Paris.

A continuación, trataremos el overbooking en itinerarios de tramo único, y luego, veremos el problema en itinerarios de múltiples tramos, también llamado *problema de red*.

1.2.1. OVERBOOKING EN ITINERARIOS DE TRAMO ÚNICO

En Rothstein (1985) se presentan los resultados más importantes con respecto al problema de overbooking en itinerarios de tramo único que se obtuvieron durante el período anterior a la desregulación del espacio aéreo norteamericano. De acuerdo a Rothstein, el primer paper que se desarrolló para tratar de resolver el nivel óptimo de reservas a aceptar para un vuelo es Beckman (1958). En el mismo, bajo el supuesto de que no existen cancelaciones antes del día de salida sino solamente no-shows, se presenta un modelo matemático que minimiza la suma del costo de desperdicio y el costo de sobreventa. El nivel de reservas resultante es un número único para el vuelo. En este mismo sentido, Kosten (1960) incrementa la complejidad y exactitud del modelo permitiendo que existan cancelaciones en el período de reserva, y por lo tanto, su nivel de reservas se define en función del tiempo que queda antes del día de partida del vuelo.

Debido a la tecnología disponible en el momento en que ambos papers fueron escritos, la implementación de sus resultados era imposible. Como señala Rothstein, requieren una estimación de la distribución de probabilidad de la demanda y de las cancelaciones de las reservas ya confirmadas, ambas muy difíciles de estimar sin la información estadística pertinente. Sin embargo, las ideas presentadas en estos papers fueron fundamentales para el desarrollo de modelos posteriores de programación dinámica.

Rothstein luego analiza el paper de Thompson (1961), que presentaba una solución implementable. Este paper presentó tres ideas que luego se replicaron en la mayoría de los modelos de overbooking futuros:

- (a) Definió a las cancelaciones y no-shows como variables random con distribución binomial $b(x; n_t, p_t)$, donde p_t es la probabilidad de que un individuo cancele su reserva entre el día t y el momento del vuelo, y n_t es la cantidad de reservas confirmadas hasta el día t .
- (b) Introdujo el supuesto de que la probabilidad de cancelación de una reserva no depende de si ésta es parte de una reserva grupal o es una reserva individual.
- (c) Introdujo la *Propiedad de Olvido*: supuesto de que la probabilidad de cancelar una reserva entre el día t y el momento de partida del vuelo no depende del momento

en que se hizo la reserva, sino que todas las reservas confirmadas hasta el día t tienen la misma probabilidad p_t de cancelarse hasta el momento del vuelo.

El modelo de Thompson provee la distribución de probabilidad de sobreventas condicional a tener n reservas en un día t antes del día de partida, bajo la premisa de que no se aceptarán más reservas. De esta forma, se puede definir un número tolerable de sobreventas, llamado *standard de servicio*, y para cada día t el modelo nos dirá el número n de reservas que limitará la sobreventa a ese standard.

A diferencia de los modelos de Beckman y Kosten, la solución de Thompson no requiere la estimación de la distribución de probabilidad de la demanda, sino solamente información acerca de las proporciones de cancelaciones y no-shows con cualquier número fijo de reservas dado.

Coughlan (1999) presenta un modelo de maximización de ingresos con múltiples clases tarifarias. El objetivo del paper es encontrar los niveles de overbooking óptimos para cada clase. Coughlan parte de la premisa de que las personas que reservan en clases tarifarias distintas exhiben patrones de reserva y cancelación distintos, por lo cual todos los intentos de calcular el nivel de overbooking óptimo para un vuelo de manera agregada darán un resultado distorsionado.

Al igual que Thompson (1961) asume que la probabilidad de que una reserva resulte en no-show es independiente de si es parte de una reserva grupal o no, introduce la propiedad de olvido y asume una distribución binomial para los no-shows para cualquier nivel tarifario dado. Adicionalmente, asume que la demanda es una variable random normalmente distribuida y que el número de go-shows en cualquier clase es independiente del número de show-ups en esa clase.

Los ingresos se generan por el número de show-ups en cada clase, multiplicados por la tarifa en esa clase. Para llegar al número de show-ups, multiplica el número de reservas en una clase por uno menos la tasa de no-show. Sumando sobre cada clase, se obtienen los show-ups de la cabina. La operación en el día de partida del vuelo es que, a medida que llegan los pasajeros se les asigna un asiento en la cabina del avión. Aquí existen tres posibilidades:

- (a) El número de show-ups es menor a la capacidad de la cabina: En este caso, se aceptan tantos go-shows como asientos quedan disponibles. En caso de que aún después de aceptar a todos los go-shows queden asientos vacíos, entonces la aerolínea habrá incurrido en costos de desperdicio.

- (b) El número de show-ups es igual a la capacidad de la cabina: En este caso no se aceptan go-shows. No se incurre en costos de desperdicio ni en costos de sobreventa.
- (c) El número de show-ups es mayor a la capacidad de la cabina: En este caso se le niega la posibilidad de embarque a tantos pasajeros como show-ups por encima de la capacidad haya. Debido a que el rechazo se realiza al nivel de la cabina, y los pasajeros pagan distintas tarifas por los asientos, se utiliza una tarifa promedio ponderada como aproximación a la tarifa a incorporar al costo de sobreventa. Además, la aerolínea tiene que pagarle a cada pasajero rechazado una compensación adicional, a modo de disculpa por los inconvenientes generados.

Para resolver la optimización, Coughlan utiliza métodos de búsqueda directa de Hooke y Jeeves, y Nelder y Mead, desarrollados en Bunday (1985).

Gosavi et al. (2001) también consideran un problema con múltiples clases tarifarias, con cancelaciones random y dependientes de la clase. Presentan un modelo de proceso de decisión semi Markov y lo resuelven utilizando un algoritmo de Reinforcement Learning.

Asumen que existen múltiples tipos de consumidores, y cada vez que uno de ellos pide una reserva, la aerolínea debe tomar la decisión de aceptarla o rechazarla. Los pedidos de reservas se presentan siguiendo procesos Poisson independientes. Nuevamente, al igual que Thompson (1961) asumen que el número de cancelaciones en un período sigue la ley de probabilidad binomial. Si el día de salida del vuelo un pasajero con pasaje confirmado no puede subir al avión debido a sobreventas, la aerolínea incurre en un costo financiero y además, genera un sentimiento negativo en el cliente rechazado.

En el proceso de decisión semi Markov, tres eventos pueden causar un cambio de estado en el sistema: (a) un nuevo cliente llega al sistema pidiendo un pasaje, (b) ocurre una cancelación, y (c) el vuelo despegar. El espacio de acción común a todos los estados de toma de decisión es $A = \{\text{aceptar, rechazar}\}$. El decisor puede seleccionar un vector de política π para resolver el problema de asignación de asientos entre clases y el de overbooking. Definen como métrica de desempeño para la optimización la recompensa promedio.

Una vez planteado el problema de overbooking como un proceso de decisión semi Markov, lo resuelven utilizando el método Q-Learning de Reinforcement Learning, que se basa en la resolución iterativa de la ecuación de Bellman para

obtener la función de valor óptima y la política óptima, y presentan el algoritmo λ -SMART para resolver la optimización.

La importancia de este paper es que es el primero en utilizar Reinforcement Learning como método para resolver el problema de Revenue Management, por lo que al igual que Beckman (1958) y Thompson (1961) sienta las bases para una nueva avenida de investigación.

Karaesmen y Van Ryzin (2002) toman el problema de overbooking con múltiples clases tarifarias e incorporan la posibilidad de sustitución entre las distintas clases. Presentan un modelo de dos períodos: un período de reserva, en el que se aceptan o rechazan los pedidos de reserva, y un período de servicio, en el que se presentan los pasajeros al aeropuerto y la aerolínea debe asignarle a cada uno un asiento de alguna de las clases m del inventario o rechazar su embarque. El objetivo es fijar niveles conjuntos de overbooking para las n clases de reserva que maximicen los ingresos netos de penalidades.

Al comienzo del período de reserva, existe una cantidad de reservas ya confirmadas para cada clase, y el problema es definir cuántas reservas adicionales aceptar. Se asume que la demanda es suficientemente alta como para hacer factible cualquier nivel de overbooking. Para las cancelaciones, asumen la propiedad de olvido de Thompson (1961), por lo que la cantidad de reservas sin cancelar que llegan al período de servicio son función exclusivamente de los niveles de overbooking.

En el período de servicio se realizan las cancelaciones y los no-shows, y a los consumidores sobrevivientes se les asigna un asiento de alguna clase del inventario o se les niega el embarque. Los pasajeros pueden ser asignados a una clase m del inventario que no necesariamente tiene que ser la clase reservada, sino la que maximiza el beneficio total neto de la aerolínea. Representan este problema como un problema de transporte a través de cuya resolución la aerolínea puede hacer una asignación conjunta. Esta formulación requiere conocimiento perfecto del número de sobrevivientes de cada clase, lo que la vuelve poco real. Sin embargo, es una buena aproximación a la estructura de costos del período de servicio para poder tomar decisiones en el período de reservas.

Al analizar las propiedades de la función de valor del período de servicio y de la función de valor esperado del período de reservas, encuentran que hay niveles críticos de reserva para cada clase más allá de los cuales el valor esperado no aumenta, siempre que los niveles de reserva de las demás clases se mantengan constantes.

Además, estos niveles óptimos para cada clase son decrecientes en el nivel de reservas aceptadas para cualquier otra clase.

Para la optimización proponen un algoritmo de gradiente estocástico. Luego de hacer diversas pruebas numéricas sobre el algoritmo concluyen que tener en cuenta la posibilidad de sustitución cuando se fijan niveles de overbooking puede aumentar significativamente los ingresos netos de penalidades.

1.2.2. OVERBOOKING EN ITINERARIOS DE MÚLTIPLES TRAMOS: PROBLEMA DE RED

El problema de itinerarios de múltiples tramos implica que para que un pasajero llegue de su origen al destino deseado, deberá hacer múltiples vuelos conectados, y el objetivo es hallar los niveles de sobreventa óptimos para el vuelo de origen, considerando todos los demás tramos en los que el pasajero volará.

El-Haber y El-Taha (2004) analizan el problema de encontrar un nivel de reservas que maximice los beneficios de la aerolínea en un vuelo de dos tramos y múltiples clases tarifarias. Modelan el proceso por el cual la aerolínea decide aceptar o no los pedidos de reserva como un proceso de decisión Markov con tiempo discreto y horizonte finito, donde el estado del sistema se define en cualquier momento por el número de reservas confirmadas hasta ese momento, y los límites de reserva óptimos se definen dinámicamente.

Dividen el horizonte de planeamiento en T períodos de decisión, suficientemente pequeños como para que sólo llegue un pedido de reserva por período. Asumen que las reservas son individuales, es decir, que un cliente no puede reservar más de un asiento. La red de la aerolínea tiene 3 aeropuertos: 0, 1 y 2. Un viaje del aeropuerto 0 al aeropuerto 2 consta de dos tramos: un vuelo del aeropuerto 0 al 1, y un vuelo del aeropuerto 1 al 2.

Asumen que el tipo de aeronave que se usará en cada vuelo es conocido, y por lo tanto, la capacidad es conocida. La demanda se asume estadísticamente independiente de las cancelaciones, entre clases tarifarias. Las cancelaciones se pueden hacer en cualquier momento hasta el despegue del vuelo, y la probabilidad de cancelación depende del tiempo y de la clase. A los pasajeros que cancelan se les reembolsa una cantidad de dinero. La función de costo de penalidad por sobreventa depende del número de show-ups, que se distribuyen de forma binomial.

El ingreso de la red de origen y destino completa es la suma de los ingresos de cada itinerario, que, a su vez, es la suma de los ingresos de todas las clases del

itinerario. Contrariamente a Karaesmen y Van Ryzin (2002), que primero resuelven el problema de asignación y luego resuelven el problema de reservas, El-Haber y El-Taha resuelven primero el problema de reservas para los tramos que conforman la red, y finalizan con el problema de asignación en cada tramo como si se tratara de vuelos de tramo único. Además, no permiten sustitución entre clases.

Para obtener los límites de reserva para los diferentes viajes que conforman la red se asume que para cada etapa t puede suceder solo una de tres cosas: un pedido de reserva, una cancelación o nada (evento nulo). Si el evento es un pedido, la aerolínea debe decidir confirmar la reserva o no; si es una cancelación o un evento nulo, no hay decisión. Si se acepta un pedido de reserva para la clase tarifaria en el vuelo (j,k) entonces la aerolínea gana ingresos $r_{it}^{jk} > 0$. El vuelo (j,k) en esta formulación, puede ser un vuelo del aeropuerto 0 al 1, un vuelo del aeropuerto 1 al 2 o un vuelo del aeropuerto 0 al 2.

El día de salida del vuelo cada consumidor de clase i en ese viaje tiene una probabilidad β_i^{jk} de ser no-show. Concluyen que la regla óptima para aceptar la reserva de un asiento en el vuelo (j,k) en el período t con un vector de reservas confirmadas x tiene la siguiente forma:

Aceptar el pedido si y solo si los ingresos brutos esperados que genera el pedido son mayores a la suma de su costo de cancelación esperado y el costo de oportunidad que genera por no permitir aceptar otra reserva en el futuro.

La asignación óptima de asientos disponibles en cada clase se trata como un vuelo de tramo único.

Juntando ambas optimizaciones, enuncian la regla general para la política de reservas óptimas: Un pedido de reserva para un asiento en la clase tarifaria i en el período t se acepta si y solo si se satisfacen las siguientes condiciones:

- (a) $r_t^{jk} \geq G_t^{jk} + u_{t-1}^{jk}(x)$
- (b) $r_{it}^{jk} - G_{it}^{jk} - u_{t+1}^{jk}(x^{jk}) \geq 0$

donde r_t^{jk} es el ingreso bruto esperado que gana la aerolínea por aceptar un pedido de reserva en el vuelo (j,k) al momento t ; G_t^{jk} es el costo marginal de cancelación esperado asociado a una reserva para el vuelo (j,k) en el momento t ; u_{t-1}^{jk} es el costo de oportunidad de aceptar una reserva para el vuelo (j,k) ; r_{it}^{jk} es el ingreso bruto que gana la aerolínea por aceptar un pedido de reserva de la clase tarifaria i para el vuelo

(j,k) en el momento t; y G_t^{jk} es el costo marginal de cancelación esperado asociado a una reserva de la clase tarifaria i para el vuelo (j,k) en el momento t.

La contribución más importante de El-Haber y El-Taha (2004) es que permite tomar la decisión de aceptar o rechazar un pedido de reserva sin tener que calcular la función de valor del problema.

Kunnumkal y Topaloglu (2009) analizan el problema de red de múltiples tramos con el objetivo de decidir conjuntamente los niveles de overbooking y la asignación de la capacidad. Para ello, desarrollan un método para construir una aproximación separable a los costos de penalidad en los que incurre la aerolínea el día de salida.

Al igual que El-Haber y El-Taha (2004) dividen el horizonte de planeamiento en períodos de tiempo suficientemente pequeños para que sólo se pueda realizar un pedido de reserva por período; y a diferencia de ellos, admiten la posibilidad de que se hagan reservas grupales. El tiempo se numera de t a 1 para las reservas, siendo el período 0 el momento de despegue. Existe un conjunto de tramos L y un conjunto de itinerarios I.

Asumen que las decisiones de show-up de diferentes reservas son independientes y se distribuyen de forma binomial, y que no se producen cancelaciones en los períodos t a 1. No se pagan reembolsos a los no-shows.

Dos observaciones motivan el método de solución:

- (a) Si el costo de penalidad de negar el embarque a un huésped con reserva confirmada estuviera dado por una función separable, entonces la ecuación de optimalidad se descompondría por itinerario y se podría resolver de a un itinerario por vez.
- (b) Para construir una aproximación separable a una función, debe investigarse cómo cambia el valor de la misma a medida que se varían sus argumentos de a uno por vez.

Demuestran que si la función de costos de penalidad es una función separable. En este caso, la toma de decisiones requiere el cálculo de las funciones de valor pero gracias a la función separable de costos de penalidad, el esfuerzo computacional se reduce significativamente.

Siddappa (2006) y Siddappa et. al (2007) utilizan modelos estadísticos para resolver el problema de overbooking de las aerolíneas con múltiples tramos. Buscan determinar los niveles de overbooking para los diferentes vuelos que maximicen los

beneficios totales de la red. Utilizan DACE (Design and Analysis of Computer Experiments) para generar datos vía un experimento computacional y luego construyen un modelo estadístico para mejorar el desempeño del sistema.

El objetivo de DACE es proveer un método computacionalmente efectivo para llevar a cabo experimentos de computadora con el fin de optimizar el desempeño de un sistema complejo. Específicamente, el DACE que utilizan consta de tres partes:

- (a) Se construye un modelo de optimización (experimento de computadora) en base al conocimiento de cómo opera el sistema.
- (b) Se selecciona utilizando un diseño experimental el conjunto de muestras como input para el modelo de optimización que luego provee los datos de desempeño del sistema.
- (c) Se ajusta un meta modelo estadísticos a los datos. Utilizan el modelo estadístico lineal MARS con un algoritmo de avance-retroceso para seleccionar los términos del modelo y podarlo. La aproximación se acerca a la curvatura del modelo en ubicaciones nodales. Si estas ubicaciones son apropiadas, los términos del modelo se pueden suavizar para alcanzar un nivel deseado de continuidad. El número de funciones base del algoritmo es un parámetro crítico que determina cuándo para de agregar términos al modelo.

Estiman los costos de sobreventa como tres veces el precio umbral o de subasta del vuelo, que es el precio mínimo que la aerolínea está dispuesta a aceptar a cambio de un asiento en el avión; los números de clientes que se presentan el día de salida del vuelo son variables random con distribución binomial e independientes, y la función de costos de penalidad totales esperados depende del nivel de overbooking. Los pasajes definen itinerarios específicos de vuelo, cuyas clases tarifarias definen diferentes tipos de consumidores. El problema consiste en asignarle capacidad en todos los tramos de vuelo a las clases tarifarias del itinerario con el objetivo de maximizar los ingresos.

Utilizan un algoritmo híbrido de Newton y de máxima pendiente de ascenso para encontrar el máximo en la curva de beneficios.

Los beneficios de esta aproximación al problema de overbooking con múltiples tramos y múltiples clases tarifarias es que es computacionalmente eficiente. Sin embargo, a futuro deberían considerarse alternativas para estimar los costos de penalidad asociados a la sobreventa.

1.3. CONCLUSIONES DEL PROBLEMA DE LAS AEROLÍNEAS

A través del análisis de la literatura de overbooking de las aerolíneas, podemos ver el fuerte impacto que tuvo la desregulación sobre la industria. En particular, se dejaron de lado los modelos de tarifa única para incorporar las diversas clases tarifarias a la definición de niveles de reserva. El problema pasó de ser llenar el avión con pasajeros a llenar el avión con el mix de pasajeros más rentable. Más aún, los análisis de itinerarios de múltiples tramos se vuelven relevantes a partir del momento en que las aerolíneas pueden decidir qué rutas aéreas resultan en mayores beneficios.

Las nuevas posibilidades de manipulación de variables que se volvieron factibles a partir de la desregulación trajeron como corolario, no solo mayores beneficios para la industria, sino también una complejización exponencial del problema de fijación de niveles de reserva. A medida que los modelos teóricos avanzan sobre esa complejización, los sistemas tecnológicos para la implementación de las soluciones de Revenue Management deben ser sometidos a regulares procesos de catch-up para poder poner en práctica las recomendaciones de la teoría. Llegados a este punto, sería interesante estudiar los costos que estas mejoras tecnológicas representan frente a los incrementos de ingresos que su implementación puede reportar a la industria.

A pesar de los avances tecnológicos, la literatura de overbooking en las aerolíneas sufre de las limitaciones de los sistemas informáticos con los que convive. Desde Beckman (1958), cuyo modelo era impracticable por la falta de bases de datos desarrolladas, hasta los modelos del siglo XXI de Siddappa et. al (2007), la implementación es un problema central. El desarrollo de diversas aproximaciones se debe, en gran medida, a la necesidad de encontrar soluciones que cada vez sean computacionalmente más eficientes. Los tiempos de cálculo, la información que se necesita guardar, los datos que se requieren, los pasos que se deben seguir, son factores determinantes para la factibilidad de implementación de las soluciones teóricas. Es por este motivo que la literatura se enfrenta a un constante trade-off entre realismo y eficiencia computacional que cada investigador resuelve de forma individual a través de sus supuestos y métodos de optimización.

En la sección que sigue analizaremos el problema de overbooking en la industria hotelera, cuya literatura al respecto comenzó casi veinte años después que la de la industria aeronáutica. Si bien ambas industrias tienen características distintas en varios aspectos, también comparten determinados problemas. La hotelería tiene la

ventaja, en ese sentido, de contar con la posibilidad de nutrirse de un cuerpo de investigación muy vasto proveniente de las aerolíneas.

2. OVERBOOKING EN LA INDUSTRIA HOTELERA

2.1. EL REZAGO DE LA HOTELERÍA EN LA ADOPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE REVENUE MANAGEMENT

La industria hotelera incorporó la noción de Revenue Management varios años después que las aerolíneas. Kimes (2003) señala que recién a fines de la década de los 80 las cadenas hoteleras más importantes de Estados Unidos comenzaron a desarrollar los sistemas tecnológicos necesarios para implementar las recomendaciones teóricas que se desprenden de la investigación de Revenue Management.

Se han identificado varias razones para el rezago de la hotelería en abordar estas cuestiones. Mainzer (2004) cita diversos obstáculos propios de la industria, como la estructura de propiedad y gerenciamiento, la aversión a generar una guerra de precios, y la tradición de valerse de la intuición y el conocimiento personal del mercado para tomar decisiones.

En primer lugar, la industria hotelera presenta un alto nivel de descentralización. Las empresas gerenciadoras de los hoteles no necesariamente son las dueñas de las propiedades que operan. Por el contrario, inversores privados, fondos de inversión inmobiliarios, bancos y otras instituciones tienen la propiedad de los inmuebles, mientras que el gerenciamiento se deja en manos de una empresa hotelera, a través de contratos de franquicia o de gerencia. Esta estructura dual genera problemas a la hora de delimitar las responsabilidades de cada parte, ya que no todos los dueños se involucran en la misma medida en la toma de decisiones. Mainzer señala que esta circunstancia demoró la adopción de técnicas de Revenue Management debido a que volvió extremadamente difícil conseguir la centralización y unificación de sistemas necesarias para desarrollar estrategias consistentes a lo largo de todas las propiedades manejadas por una cadena. Más aún, el autor señala que durante la década de los 90, las instituciones dueñas de los inmuebles, por regla general, estaban más interesadas en los beneficios asociados a los incrementos en la valuación de las propiedades para transacciones inmobiliarias futuras que en los rendimientos de la operación de los hoteles más allá de una rentabilidad objetivo

definida. Debido a esto, la inversión en sistemas sofisticados de Revenue Management no era considerada justificable.

Por otra parte, la industria de las aerolíneas está asociada a guerras tarifarias, y confusión e insatisfacción de los consumidores, por lo que la gerencia de los hoteles no necesariamente la percibió como un modelo a seguir.

Finalmente, existe una fuerte tradición manual en la industria hotelera, que basa la toma de decisiones en el conocimiento de la propiedad y el mercado que posee la gerencia. Mainzer señala que en general las decisiones de tarifas y disponibilidad se toman en reuniones semanales del comité directivo, afianzando el escepticismo a adoptar sistemas tecnológicos que puedan tomar estas decisiones de forma autónoma.

Pese a esto, en los últimos años la industria hotelera ha intentado recuperar el tiempo perdido y sumarse al desarrollo de los instrumentos de Revenue Management. Mainzer explica el origen de este cambio de tendencia como consecuencia de la desaceleración económica experimentada a partir del año 2000. Los inversores e instituciones dueños de las propiedades hoteleras, viendo que el frenesí de compra-venta de hoteles también se desaceleró, debieron concentrar sus esfuerzos en optimizar el rendimiento operativo de sus propiedades.

En cuanto a los cambios tecnológicos, los sistemas de distribución online obligaron a los administradores de las cadenas a formalizar sus estrategias de precios y disponibilidad de habitaciones, con el fin de mantener las comisiones y los márgenes de dichos distribuidores bajo control. Por último, el desarrollo de sistemas de administración hotelera cada vez más sofisticados (Fidelio, Opera, etc) permitió el almacenamiento de mayor cantidad de información en cuanto a las preferencias de los huéspedes. La industria hotelera pudo reconocer las oportunidades de monetizar estas poderosas bases de datos al combinarlas con sistemas de Revenue Management.

Los años de desarrollo de Revenue Management de las aerolíneas pueden constituir una buena base para construir un desarrollo de literatura propia. Como se ha señalado en la Introducción, las aerolíneas y los hoteles tienen características básicas en común para la aplicación de Revenue Management. En particular:

- (a) Fecha determinada en que el servicio está disponible y después del cual ya no lo está,
- (b) Cantidad fija de unidades,

- (c) Elevado costo de aumentar la cantidad de unidades, y costos variables de la utilización de cada unidad relativamente bajos,
- (d) Posibilidad de segmentar a los clientes de acuerdo a su sensibilidad frente a los precios.

Sin embargo, no se trata de replicar los modelos de una industria a otra, ya que pueden identificarse varias características propias del problema hotelero que no se comparten con las aerolíneas. En este sentido, nos centraremos en el problema de overbooking en los hoteles, pero el análisis podría extenderse a las decisiones tarifarias también.

2.2. DEFINICIÓN Y RESOLUCIONES DEL PROBLEMA

De acuerdo a Vinod (2004), el problema de overbooking en hotelería busca, al igual que en las aerolíneas, maximizar beneficios equilibrando el trade-off entre los costos de desperdicio (habitaciones que pasan la noche vacías) y los costos de sobreventa (huéspedes con reserva a los que se les niega la habitación). Sin embargo, los hoteles presentan dificultades adicionales en cuanto a la duración de las estadías, el momento de arribo de los huéspedes, los ingresos generados por ventas asociadas, y la posibilidad de diferenciar los productos.

Las reservas hoteleras se componen de duraciones de estadía. Esto es, las reservas pueden ser por una, dos, tres, o cualquier otra cantidad de noches. La duración de la estadía depende exclusivamente de las necesidades del huésped, y por lo tanto, agrega imprevisibilidad a la disponibilidad esperada para cada día. Una reserva por cuatro noches, por ejemplo, impacta la disponibilidad de habitaciones no solo en el día de arribo del huésped, sino en los tres días subsiguientes. De alguna forma, este problema se puede relacionar con el de la aerolínea con itinerarios de múltiples tramos, donde aceptar una reserva en un itinerario implica afectar la disponibilidad de diversos vuelos. Pero esta comparación no es perfecta, dado que los pasajeros de las aerolíneas no pueden bajarse del avión en pleno vuelo, mientras que los huéspedes de los hoteles pueden acortar sus estadías. Por ejemplo, un huésped que viaja por negocios y tiene una reserva por tres noches puede decidir hacer check-out luego de la segunda noche si terminó anticipadamente su trabajo. De esta forma el hotel se encuentra con que una habitación que consideraba ocupada quedará vacante. Por el contrario, puede darse que en el mismo ejemplo, el huésped se retrase en su trabajo y necesite quedarse una noche adicional. El hotel se enfrenta en ese momento a la decisión de extender la estadía (y ocupar una habitación con la que contaba para acomodar a otro huésped) o negar la extensión, con los consiguientes costos de

pérdida de ingreso por rechazar la reserva, y los generados en cuanto a satisfacción del cliente por la molestia de obligarlo a buscar una solución alternativa a último momento.

Otra diferencia entre el problema de las aerolíneas y el de los hoteles es el orden en que los clientes arriban a reclamar el servicio contratado durante el día objetivo. En el problema de las aerolíneas, todos los clientes reciben el servicio al mismo tiempo, esto es, cuando despegar el avión. Las decisiones de aceptar o rechazar el embarque de un pasajero con reserva confirmada se toman una vez que todos los pasajeros se presentan en el aeropuerto, antes de la salida del vuelo. En el caso de los hoteles, cada huésped comienza a hacer uso del servicio contratado inmediatamente después de su check-in individual. El hotel debe tomar la decisión de negarle una habitación a un huésped con reserva confirmada sobre la base de una cantidad total de no-shows esperada, ya que, en primer lugar, no se puede esperar a observar los no-show realizados al final del día para asignarle una habitación al huésped, y, además, a medida que avanza el día se vuelve más difícil y costoso encontrar un arreglo alternativo para el huésped rechazado. Por lo tanto, el orden en que los huéspedes se presentan a hacer check-in en el día de arribo es muy importante para el problema de overbooking del hotel.

Además de habitaciones, muchos hoteles ofrecen diversos productos y servicios adicionales para que puedan consumir sus huéspedes, que pueden ser servicios de spa, peluquería, restaurantes, gift-shops, excursiones, y demás generadores de ingresos internos. Las aerolíneas, por el contrario, no han desarrollado una gama tan diversa de ofertas adicionales para sus pasajeros. Los hoteles, por lo tanto, deben considerar cómo impactarán sus decisiones de reservar o no una habitación a determinado huésped sobre todos sus generadores de ingresos. En particular, al momento de considerar el bloqueo de habitaciones para grupos o reservar esas mismas habitaciones para individuos, el hotel tiene en cuenta el ingreso total esperado generado por cada una de estas alternativas, lo cual incluye la cantidad de servicios que cada una utilizará y la intensidad con la que lo hará. En esta misma línea, la elección de los huéspedes con reservas confirmadas a los cuales los hoteles les niegan la utilización de una habitación debido a la sobreventa, también debe considerar este punto para rechazar a los huéspedes menos rentables y acomodar a los que más gastarán en la propiedad.

Finalmente, los hoteles tienen una mayor capacidad de diferenciar sus productos que las aerolíneas. Esta diferenciación se da tanto de forma interna, entre

las diferentes clases de productos que ofrece el mismo hotel, como de forma externa, entre hoteles distintos. Esto impacta directamente en el problema de sobreventa del hotel, ya que la sustitución es aún más imperfecta que en las aerolíneas, ya sea porque a un huésped se le otorgó una habitación de una clase distinta a la que reservó o porque se lo relocalizó en otro hotel cercano.

En las secciones siguientes veremos los resultados más importantes de la literatura de overbooking de los hoteles, y cómo resolvieron la implementación de los modelos de las aerolíneas a sus problemas particulares. Análogamente a la división que se presentó en el capítulo anterior, comenzaremos analizando el problema de overbooking con reservas de una noche de duración, y luego presentaremos el problema con reservas de múltiples noches de duración.

2.2.1. PROBLEMA DE OVERBOOKING CON RESERVAS POR UNA NOCHE

Los comienzos de la literatura de overbooking de la industria hotelera imitan a los de la literatura de las aerolíneas. Esto se hace patente en sus supuestos básicos, como por ejemplo la existencia de un solo tipo de habitación y solamente una tarifa, que eran utilizados por las aerolíneas para modelar las circunstancias previas a la desregulación del espacio aéreo. Los hoteles no compartían las mismas restricciones que las líneas aéreas en cuanto a fijación de tarifas y productos a ofrecer, pero se basaron en estos supuestos de todas formas como punto de partida.

Williams (1977) considera un hotel con habitaciones iguales e intercambiables con un día D de demanda pico para el cual hay que definir el nivel óptimo de reservas. Distingue tres fuentes de demanda, definidas en orden de prioridad:

- (a) Stayovers: Son los huéspedes que ya están hospedados en el hotel en el día anterior a D y cuya estadía continúa hasta algún otro día después de D . Estos stayovers pueden ser programados, si la reserva originalmente se extendía más allá del día D , o no programados, si la reserva tenía fecha de check-out en el día D , pero se extendió luego por al menos una noche más.
- (b) Reservas: Son los huéspedes con reservas que hacen check-in en el día D .
- (c) Walk-ins: Son huéspedes potenciales que se presentan en el día D sin reservas.

Williams propone considerar estas tres fuentes de demanda como variables random y construir modelos probabilísticos para estimar el número de habitaciones demandado por cada fuente. Estos modelos probabilísticos pueden construirse sobre la base de información histórica, las intuiciones del gerente o una combinación de ambas.

El gerente del hotel puede controlar la demanda de reservas, a través de su decisión de aceptar o rechazar los pedidos de reserva. Con respecto a la demanda proveniente de stayovers, se presume que la única forma de controlarla parcialmente es limitando la cantidad de check-ins aceptados en los días anteriores a D. El hotel no tiene ningún control sobre la demanda proveniente de walk-ins.

Para aproximar la demanda de stayovers, propone dividir las habitaciones ocupadas en el día anterior al objetivo en dos grupos: stayover programados y check-outs programados. Define la *“tasa de show de stayovers programados”* como la fracción de stayovers programados que efectivamente se quedan en el hotel hasta el día siguiente. Similarmente, define la *“tasa de show de stayovers no programados”* como la fracción de check-outs programados que extienden su estadía.

Una vez calculadas estas tasas, Williams propone tres criterios para definir la cantidad de reservas a aceptar para el día D:

- (a) Criterio del costo esperado: para un número dado de habitaciones ocupadas en el día anterior a D, el número de reservas determina un costo de desperdicio esperado y un costo de sobreventa esperado. El objetivo es encontrar un número de reservas que minimice ambos costos simultáneamente. Bajo esta aproximación, solamente importan los tamaños relativos de los costos de desperdicio y de sobreventa. Este resultado es equiparable a los de Beckman (1958) y Kosten (1960).
- (b) Criterio del costo de desperdicio esperado y el número de rechazos esperado: para un costo unitario de desperdicio dado, diferentes números de demanda generan diversos números de rechazos (huéspedes con reservas a los que se les niega una habitación) esperados y costos de desperdicio esperados. El gerente del hotel puede utilizar su propio trade-off entre estas dos magnitudes para definir el nivel de reservas a aceptar. Este resultado es similar al de Thompson (1961), en el que los límites de overbooking son condicionales a un standard de servicio que busca un número máximo de pasajeros a los que se les niega el embarque debido a la sobreventa.
- (c) Criterio de la tasa de ocupación esperada y el número de rechazos esperado: este criterio deja de lado la noción de costos y se basa exclusivamente en el criterio del gerente del hotel a la hora de analizar su propio trade-off entre ocupación y clientes rechazados para definir el nivel de reservas a aceptar.

La contribución principal de este paper es que intenta reconciliar la tradición manual del gerenciamiento hotelero con las técnicas de análisis estadísticos que implican las estrategias de Revenue Management más rudimentarias.

Lieberman y Yechiali (1978) presentan un modelo de overbooking para un hotel con M habitaciones iguales, una sola clase tarifaria y reservas por solo una noche. Al igual que Thompson (1961) asumen que las cancelaciones son variables random con distribución binomial, son independientes de si fueron hechas por un grupo o un individuo y tienen la propiedad de olvido. Las decisiones de los niveles de overbooking se toman en momentos específicos anteriores al día objetivo, y cada decisión consiste en una de tres posibles acciones, a saber:

- (a) Aumentar el nivel de overbooking aceptando todos los pedidos de reserva que llegaron durante el período o “comprando” reservas a través de la oferta de precios descontados a agencias de viaje (el monto del descuento es el costo de adquisición de la reserva);
- (b) Bajar los niveles de overbooking, rechazando todos los pedidos de reserva y cancelando reservas confirmadas, bajo un costo de cancelación asociado; o
- (c) Mantener el nivel de overbooking, rechazando todos los pedidos de reserva.

Los consumidores, por su parte, pueden cancelar sus reservas sin penalidad en cualquier momento anterior a la fecha de arribo. El objetivo es encontrar una política de reservas óptima que maximice los beneficios sobre el período de reservas y el día de check-in.

El problema se formula como un problema de programación dinámica en n etapas, y el resultado es una regla de reservas en tres regiones.

Lieberman y Yechiali enuncian y demuestran el siguiente teorema:

Durante el intervalo $(t_i; t_{i-1})$, $i=n, n-1, n-2, \dots, 2, 1$; existen números U_i^* , Z_i^* y V_i^* que satisfacen $U_i^* < Z_i^* < V_i^*$, tal que la estrategia óptima es:

- (a) Si $X_i + Y_{i+1} \leq U_i^*$, todos los nuevos pedidos de reserva deben ser confirmados y se deben adquirir $U_i^* - X_i - Y_{i+1}$ reservas adicionales;
- (b) Si $U_i^* < X_i + Y_{i+1} \leq Z_i^*$, todas los nuevos pedidos de reserva deben ser confirmados;
- (c) Si $Z_i < X_i + Y_{i+1}$ pero $X_i \leq V_i^*$, se deben confirmar $\max\{0; V_i^* - X_i\}$ pedidos de reserva;
- (d) Si $V_i^* < X_i$, se deben cancelar $X_i - V_i^*$ reservas confirmadas.

Xiong et. al (2011) extienden este modelo al caso de decisores con aversión al riesgo y concluyen que el teorema se sostiene también en ese caso. Encuentran que

los valores de las restricciones son diferentes para diferentes actitudes frente al riesgo (averso o neutral), generando mayores niveles de overbooking a medida que el decisor se vuelve menos averso.

Estos dos modelos tienen las siguientes limitaciones:

- (a) No se incluye una solución de asignación de habitaciones, sino que se asume que todos los huéspedes con reservas confirmadas llegarán al hotel al mismo tiempo y en ese momento se dictaminará a quién se le negará la habitación y a quién se le respetará la reserva.
- (b) Solo existe una clase tarifaria.
- (c) El supuesto de que el hotel puede cancelar unilateralmente las reservas confirmadas de los huéspedes no es realista.

Bitran y Gilbert (1996), estudian el problema de overbooking con un tipo de habitación, reservas independientes y tres tipos de tarifa, cuando los huéspedes se presentan a hacer check-in de forma secuencial.

Al igual que Thompson (1961) asumen que las cancelaciones y los no-show son variables random independientes con distribución binomial y se cumple la propiedad de olvido. Asumen también que los pedidos de reserva y los walk-ins son variables random con distribución Poisson. Dividen la demanda en tres grupos:

- (a) Huéspedes con reservas confirmadas hasta las 6 p.m.: realizan una reserva sin dejar su información de tarjeta de crédito y el hotel debe honrarla siempre que se haga check-in antes de las 6 p.m. del día de arribo. Luego de esa hora, la habitación queda disponible para la venta nuevamente.
- (b) Huéspedes con reservas garantizadas: dejan su información de tarjeta de crédito al hacer la reserva y el hotel debe honrarla durante todo el día de arribo.
- (c) Walk-ins: son personas sin reservas que se presentan en el día de arribo al hotel para pedir una habitación.

Cada grupo de demanda llega en un período determinado y se define la siguiente secuencia para el día de arribo, cuando C es el número de habitaciones del hotel:

Por la mañana	<p>Se conocen las reservas confirmadas hasta las 6 p.m. que sobreviven al período de reservas (H_1) y las reservas garantizadas (G_1) sobrevivientes.</p> <p>El hotel decide N_{H_0}, el número máximo de habitaciones para</p>
----------------------	--

	asignar a los huéspedes con reservas confirmadas hasta las 6 p.m.
Hasta las 6 p.m.	Se presentan a hacer check-in $S_{H0} \in [0; H_1]$ huéspedes con reservas confirmadas hasta las 6 p.m. en el hotel.
A las 6 p.m.	Quedan las mismas G_1 reservas garantizadas que se conocieron a la mañana, y quedan $C_{WG} = C - \min\{N_{H0}; S_{H0}\}$ habitaciones disponibles para asignar. El hotel decide N_W , el número máximo de habitaciones para asignar a los walk-in.
Hasta la noche	Llegan r_W pedidos de walk-in y se presentan al hotel $S_{G0} \in [0; G_1]$ huéspedes con reservas garantizadas.
Por la noche	Quedan $\max\{0; C_{WG} - \min(N_W; r_W) - S_{G0}\}$ habitaciones vacías, y hay $\max\{0; S_{G0} - C_{WG} + \min(N_W; r_W)\}$ huéspedes con reservas garantizadas que no tienen habitación.

Concluyen que aceptar walk-ins es óptimo siempre que el beneficio marginal de asignarles una habitación sea mayor al costo marginal esperado de tener que negarle el servicio a un huésped con reserva garantizada. Si el ingreso marginal de asignarle una habitación a un walk-in es menor al costo de penalidad marginal esperado de negarle servicio a un huésped con reserva garantizada, entonces no se aceptan walk-ins, y la única decisión del hotel es repartir la capacidad entre los huéspedes con reserva confirmada hasta las 6 p.m. y los huéspedes con reserva garantizada.

Similarmente al caso anterior, se asignarán habitaciones a los huéspedes con reservas confirmadas hasta las 6 p.m. siempre que el costo marginal de negarles el servicio sea menor al de negarles el servicio a los huéspedes con reservas garantizadas. Los autores suponen que rechazar a un huésped con reserva garantizada puede ser más costoso que rechazar a uno con reserva confirmada hasta las 6 p.m. El supuesto se basa en el hecho de que a medida que avanza el día, los hoteles cercanos van ocupando sus habitaciones. Recordemos que los huéspedes con reservas garantizadas son los últimos en llegar, por lo que para el momento de rechazarlos, tal vez deban buscarse alternativas de hospedaje en ubicaciones más lejanas o en hoteles de menor categoría. Además, se presume que las molestias psicológicas de tener que desplazarse hasta una propiedad distinta son mayores

cuanto más tarde en el día debe hacerse. Es por este motivo que, cuando el hotel está sobrevendido, los gerentes de los hoteles deben negarles las habitaciones a los huéspedes con reservas confirmadas hasta las 6 p.m. cuando aún no se encuentran todas ocupadas.

Una vez analizado el problema de asignación, Bitran y Gilbert analizan las reglas de aceptación de reservas. Para ello, dividen el horizonte de planeamiento en t períodos de tiempo, donde $t=0$ corresponde al día de arribo de las reservas. Al comienzo del período t , la gerencia del hotel observa las reservas sobrevivientes del período anterior, e impone límites sobre el número de pedidos de reserva a aceptar en el período t .

Desarrollan métodos heurísticos a partir de las conclusiones obtenidas a través del análisis del problema de asignación así como también de entrevistas a los gerentes de reservas de The OMNI Parker House y un hotel Marriott de Boston. En cada heurística eligen un número objetivo de walk-ins, $TargW$. Este número se basa en la diferencia tarifaria que se le cobrará al walk-in así como también de la distribución de sus pedidos de reserva:

$$TargW: \text{Prob}(r_w \geq TargW) = \pi_R / \pi_W$$

donde π_R es el precio promedio pagado por un cliente con reserva, sea confirmada hasta las 6 p.m. como garantizadas.

Las heurísticas para calcular los límites de reservas confirmadas hasta las 6 p.m. y de reservas garantizadas a aceptar en t son:

HEURÍSTICA 1: Calculan las habitaciones disponibles para reservar, $TargR$, restando $TargW$ de la capacidad del hotel. Ignoran las cancelaciones anteriores a la fecha objetivo, por lo que sólo consideran a los no-shows. Aceptan reservas garantizadas hasta que el número de habitaciones ocupadas esperadas sea igual a $TargR$. Sólo se aceptan habitaciones confirmadas hasta las 6 p.m. si los pedidos esperados de reservas garantizadas no alcanzan para llegar a $TargR$. A excepción de $TargW$, todos los cálculos se hacen usando valores esperados de las variables random.

HEURÍSTICA 2: Es idéntica a la HEURÍSTICA 1, pero permite cancelaciones antes del día objetivo, por lo que aumentan los límites de reserva.

HEURÍSTICA 3: Idéntica a HEURÍSTICA 2, pero incluye un nivel de standard de servicio, en el mismo estilo que Thompson (1961).

Utilizan simulación Monte Carlo para probar las heurísticas y encuentran que si bien las tres tienen un buen desempeño, las heurísticas 2 y 3 son mejores, al considerar las cancelaciones además de los no-shows.

2.2.2. PROBLEMAS DE OVERBOOKING CON RESERVAS POR MÚLTIPLES NOCHES

Bitran y Mondschein (1995) estudian estrategias óptimas para reservar habitaciones cuando el hotel se enfrenta al arribo estocástico y dinámico de clientes de diferentes segmentos de mercado, considerando una capacidad fija y un horizonte finito de planeamiento. Formulan el problema como un modelo de programación dinámica y caracterizan las políticas óptimas en función de la capacidad y el tiempo que queda hasta el final del horizonte de planeamiento.

Plantean dos niveles de decisión:

- (a) Nivel Táctico: Decide el número máximo de reservas a aceptar para cada segmento de mercado en un momento dado y para un día objetivo en particular. Los clientes pueden cancelar sus reservas sin ninguna penalidad. Las reservas se manejan centralizadamente por la oficina corporativa, que mantiene a los gerentes del hotel constantemente informados acerca del estado de reservas.
- (b) Nivel Operativo: Cada vez que un cliente pide una habitación durante el día objetivo, el gerente debe decidir si aceptar la reserva o no, considerando el número de reservas previas confirmadas en el nivel táctico y los clientes potenciales que aparecerán sin reserva (walk-ins). Al tomar esta decisión, el gerente no sabe cuántos clientes adicionales arribarán ese día o durante los siguientes días, y si habrá algún arribo para el cual la habitación que se está pidiendo sea más valiosa y esté dispuesto a pagar una tarifa mayor para quedarse en el hotel. El gerente tiene la capacidad de otorgar upgrades.

El paper se centra en el nivel operativo y tiene dos características enriquecedoras: no asumen nada con respecto al orden particular en que los diferentes tipos de clientes llegan al hotel, y permiten múltiples tipos de habitaciones y upgrades.

En el nivel operativo, el gerente conoce el número total de reservas dentro de cada segmento. Sin embargo, debido a la existencia de no-shows la cantidad de huéspedes que efectivamente se presentarán al hotel para hacer check-in es una variable random.

Al igual que en Bitran y Gilbert (1996), consideran dos tipos de reservas: confirmadas hasta las 6 p.m. y garantizadas. Asumen que la proporción de huéspedes con reservas de este último tipo que se presentan el día de check-in es muy alta. Sólo consideran reservas individuales, por lo que no permiten reservas de grupos.

Primero analizan el caso de reservas por una noche, y después generalizan los resultados para múltiples noches.

(a) Caso I: Noche única

El estado del sistema en un momento dado se determina por la capacidad disponible, la clase de consumidor que pide una habitación, y el número de reservas pendientes. El horizonte de planeamiento se divide en t intervalos de tiempo suficientemente pequeños como para que el número de arribos en cada intervalo sea uno o cero.

Demuestran que asociado a cada instante t existe un umbral C_{it}^* tal que un cliente de clase i es aceptado siempre que la capacidad disponible sea mayor o igual a este umbral. Este umbral se determina igualando los beneficios esperados de aceptar y rechazar el pedido del cliente, y disminuye cuando el costo de oportunidad de aceptar el pedido del cliente aumenta. Es decir, si para una dada capacidad la decisión óptima es aceptar un tipo específico de cliente, entonces también es óptimo aceptar cualquier tipo de cliente con un costo de oportunidad más alto. También demuestran que, para una capacidad dada C y consumidor de tipo i , existe un umbral de tiempo t_{ic}^* más allá del cual el pedido del cliente es aceptado.

Entonces, la estructura de la política óptima para el caso de estadías de una noche es:

Para un instante dado y clase de cliente dada, existe un umbral de capacidad tal que un pedido dentro de esa clase es aceptado siempre que la capacidad disponible sea mayor que el umbral. Similarmente, existe un umbral de tiempo para cada capacidad y tipo de cliente, tal que un pedido dentro de esa clase que sucede luego de ese umbral es aceptado siempre.

Desarrollan tres heurísticas ad-hoc para obtener la política óptima:

HEURÍSTICA 1: Si en el momento t un cliente pide una habitación, el gerente calcula el número esperado de arribos que tienen un costo de oportunidad $\pi_i + c_i$ mayor que el costo de oportunidad del período actual, desde t hasta el final del horizonte de planeamiento. La capacidad disponible se asigna de forma óptima a este

número esperado de arribos. Si luego de esta asignación existe una habitación vacante que satisface el pedido, entonces se le da la habitación al cliente. De lo contrario, el gerente rechaza el pedido. Por lo tanto, esta heurística le asigna habitaciones a los clientes con el valor marginal más alto, lo que es óptimo considerando que todos los tipos de habitación tienen el mismo costo para el hotel.

HEURÍSTICA 2: Es similar a la HEURÍSTICA 1, salvo que en lugar de considerar el número esperado de arribos desde t hasta el final del horizonte de planeamiento, la heurística considera el número de arribos tal que, con 90% de probabilidad, el número realizado de arribos sea menor a él.

HEURÍSTICA 3: El gerente satisface todos los pedidos siempre y cuando haya un producto disponible para satisfacer las necesidades del cliente. Las decisiones se toman sin considerar ninguna información adicional.

Utilizan la técnica de simulación Monte Carlo para evaluar el desempeño de cada heurística. Concluyen que cuando la capacidad es muy grande, todas las heurísticas llevan a la solución óptima. Sin embargo, para los casos en los que la capacidad es ajustada, la heurística 3 tiene un desempeño muy pobre en comparación a las otras dos. La heurística 1 tiene un desempeño mejor que cualquiera de las otras dos en todos los casos considerados.

(b) Caso II: Múltiples noches

En este caso, las decisiones operacionales de un día los gerentes de los hoteles deben considerar la tasa de ocupación de varios días siguientes. Los costos de rechazo son una función del número de días pedidos, ya que asumen que normalmente es más costoso rechazar a un huésped que pide una habitación por varias noches. Cada vez que un cliente se presenta en el hotel, el gerente tiene que decidir si acepta o rechaza la reserva basándose en la capacidad disponible, el precio, los costos de rechazo, el número de noches pedidas y la función de distribución de la demanda para todas las clases de clientes durante el día en que se realiza el pedido y los días siguientes.

Basándose en la heurística 1 del caso de noche única, presentan una heurística para tomar esta decisión operativa.

HEURÍSTICA 4: Cada vez que un cliente se presenta al hotel a pedir una habitación, las habitaciones disponibles se asignan óptimamente al número esperado de arribos para cada clase de consumidores durante el día objetivo y los días

siguientes añadiendo el pedido. Si se acepta el pedido en esta asignación óptima, entonces se acepta al cliente por la cantidad de noches correspondientes. Debido a la interacción entre las decisiones operativas durante días sucesivos, es necesario resolver un problema de programación lineal para asignar óptimamente el número de arribos esperado durante los días siguientes. Después de aceptar a un cliente, la capacidad debe ser actualizada teniendo en cuenta el número de días que estará el huésped en el hotel. El número de días que un huésped se queda en el hotel es también estocástico, ya que puede retirarse antes de lo previsto o decidir extender su estadía. Por lo tanto, esto debe ser tenido en cuenta cuando se computan los arribos esperados para cada clase de clientes durante los días siguientes. Utilizan un horizonte de una semana a futuro para tomar decisiones operativas.

Nuevamente, utilizan la técnica de simulación Monte Carlo y encuentran que la heurística se aproxima a los resultados óptimos en todos los escenarios testeados.

La importancia de este paper es que logra generar heurísticas simples para resolver un problema muy complejo. Por lo tanto, es más factible que los hoteles puedan implementar las recomendaciones propuestas en su operación diaria.

Toh y Dekay (2002) también buscan una solución implementable para el problema de overbooking con estadías de noches múltiples. Parten de la hipótesis de que es posible asignarle valores explícitos a las variables relevantes. Los gerentes de los hoteles pueden, entonces, determinar los trade-offs entre esos factores con el propósito de establecer un nivel de servicio objetivo, que es el porcentaje de veces que el hotel puede acomodar a todas sus reservas garantizadas durante los días pico (dado que el hotel hará overbooking). Determinando la distribución de no-shows y de los huéspedes que se harán check-out antes de lo programado, se pueden establecer los niveles óptimos de overbooking. Esta aproximación sigue los lineamientos de los criterios Williams (1974) y la idea de un standard de servicio de Thompson (1961).

Asumen que los precios ya han sido determinados, que las habitaciones de lujo y las habitaciones para discapacitados están protegidas de overbooking (pero pueden ser utilizadas las habitaciones vacantes de estas categorías en caso de sobreventa), y se permiten los upgrades. Las reservas por múltiples noches son tratadas igual que las reservas de vuelos conectados, pero se suma el problema adicional de que un huésped del hotel puede dejar su habitación antes del final de su reserva o decidir extenderla.

Con datos históricos y de contabilidad, además del criterio del gerente del hotel, pueden asignársele valores explícitos a las siguientes variables: costo de oportunidad de las habitaciones vacías, prevalencia de los walk-ins como sustitutos de último momento para los no-shows y los huéspedes que deciden abandonar el hotel antes de lo previsto, la presencia y disponibilidad de hoteles cercanos con standards comparables, el costo de negarle el servicio a un cliente sobrevendido, y el costo legal de negarle el servicio a un huésped de convención protegido por un acuerdo contractual.

Cada reserva se trata como un problema Bernoulli: el huésped se presenta o es no-show, y completará su estadía o se irá antes de lo previsto. Por el Teorema Central del Límite, garantizan que la distribución de la muestra de la proporción de no-shows o early departures se aproxima a una Normal.

Construyen un intervalo de confianza de un lado que refleja el nivel de servicio deseado para obtener el límite inferior de la distribución Normal, ya que sólo deben protegerse de la menor proporción de no-shows o early departures para prevenir la sobreventa. Matemáticamente:

$$\{1 - [p - z \sqrt{[(p.q)/n]}\}] X = C$$

donde X es el nivel de reserva autorizado (única variable desconocida), C es el inventario de habitaciones en funcionamiento, z es el desvío normal standard correspondiente al nivel deseado de servicio, p es la probabilidad de no-show o early departure, y q es la probabilidad de show-up o stayover.

Por medio de transformaciones matemáticas obtienen la siguiente ecuación cúbica, con tres valores para X:

$$(1-p)^2 X^3 - [2 C (1-p) + z^2 p q] X^2 + C^2 X = 0$$

Trivialmente, una de las tres raíces de X es 0. Por lo tanto, trabajan con la cuadrática y obtienen dos raíces reales y distintas. Sin embargo, solo una satisfará la ecuación original. Por lo tanto, la solución es única y sólo habrá un nivel de reservas autorizado.

Haciendo p: probabilidad de no-show, completan la cuadrática y obtienen X₁. Haciendo p: probabilidad de early departure, obtienen X₂. X₁ es distinto a X₂.

Entonces, la tasa de arribos esperados serán C/X₁ = m con 0 < m < 1; y la tasa de stayovers, C/X₂ = s con 0 < s < 1. Esto significa que cuando se acepta un nuevo arribo, el

hotel debe remover m habitaciones de su inventario, y cuando tiene un stayover, remueve s habitaciones. Una cancelación o no-show libera m habitaciones el día de arribo, mientras que un early departure libera s habitaciones para todos los días de la estadía. Dejan de tomarse reservas cuando C llega a 0.

Entonces, para cualquier día en particular, tomando una combinación de reservas, y un nivel de servicio, se obtiene la siguiente fórmula:

$$C = m X_1 + s X_2$$

No hay puntos de corte de reservas fijos, sino una serie dinámica de combinaciones de arribos y stayovers esperados. A pesar de la sencillez del modelo, existen ingresos adicionales que podrían adquirirse del overbooking de las clases reservadas que quedan excluidas. Aún más, no se explicita ninguna regla de asignación de la capacidad entre los huéspedes a los que se les otorga un upgrade.

Lai y Ng (2005) presentan un modelo de optimización de programación estocástica para capturar la cualidad random de la demanda tanto por el número desconocido de huéspedes con reservas que se presentarán en el hotel el día de check-in, como por las posibles extensiones o acortamientos de las estadías de los huéspedes registrados.

Dividen el horizonte de planeamiento en t períodos de tiempo, siendo $t=0$ el día de check-in y $t=T$ el último día posible de check-out. Asumen que no hay huéspedes hospedados en el hotel antes del día 0 y todos los clientes tienen que irse del hotel antes de o en el día T . Todo huésped que hace check-in debe quedarse al menos una noche.

Los huéspedes que hacen check-in y los que hacen check-out son flujos de ingreso y egreso de los nodos en una red. La demanda es generalmente incierta al comienzo del período de planeamiento. Además, los ingresos pueden no ser fijos debido a las estrategias de precios dinámicos que pueda querer implementar el hotel. Como resultado de los precios cambiantes, las demandas también serían cambiantes. La dificultad en reemplazar estos parámetros desconocidos por un estimador de la forma de valor esperado es que esta estrategia no siempre puede garantizar una solución practicable. Por lo tanto, concluyen que mientras que la incertidumbre sea imposible de remover completamente, la mejor forma de tomar decisiones es primero aceptarla y luego entenderla para poder incorporar esta incertidumbre a un modelo de decisión. Por ello, utilizan programación estocástica.

Definen dos medidas de robustez:

- (a) Robustez de la solución: Una solución óptima es robusta con respecto a la optimalidad si se mantiene “cerca” del óptimo para cualquier escenario $s \in \Omega$.
- (b) Robustez del modelo: Una solución óptima es robusta con respecto a la viabilidad si permaneces “casi” viable para cualquier escenario $s \in \Omega$.

Incorporan un el factor de riesgo para el decisor del trade-off entre los ingresos esperados y la desviación. En general, los ingresos esperados decrecen a medida que aumenta el factor de riesgo. Cuando la gerencia es muy conservadora con respecto al riesgo, el modelo sugerirá que se deshaga de todos los riesgos del negocio cerrando el hotel.

El nivel de reservas no está fijo ya que el overbooking se ve afectado por la demanda. Si la demanda es baja, el hotel puede aceptar un nivel de overbooking alto, ya que será más fácil encontrar una habitación para un huésped rechazado por sobreventa en otro hotel. Por el contrario, si el escenario de demanda es alto, el hotel querría bajar el límite de overbooking para reducir el riesgo.

2.3. CONCLUSIONES DEL PROBLEMA DE LOS HOTELES

La primer característica que podemos rescatar de todos los papers analizados es que, al igual que en problema de overbooking en las aerolíneas, la implementación es un punto crucial. Es decir, las soluciones presentadas deben poder ser puestas en práctica y por lo tanto, deben brindarse recomendaciones computacionalmente eficientes. Sin embargo, a diferencia de la literatura de la industria aeronáutica, los modelos que conciernen a la hotelería buscan reconciliar las intuiciones y la subjetividad de los gerentes con las soluciones matemáticas que pueden implementarse a través de sistemas automatizados. Esto puede verse claramente en la posibilidad de que el decisor elija su propio criterio para la fijación de niveles de reserva, así como también por la incorporación de la aversión al riesgo en los modelos. Por lo tanto, la investigación refleja fielmente la tradición manual que caracteriza a la industria hotelera.

Los problemas de red de los hoteles se definen por las distintas duraciones de estadía para cada reserva, y se equipara con el problema de itinerarios de múltiples tramos de las aerolíneas con el agregado de acortamientos o extensiones de las reservas. Además, en ambas industrias se hace interactuar este problema con las decisiones de asignación de clases del inventario a las clases de consumidores. En particular, en el contexto de reservas por una única noche, podríamos pensar en

utilizar los resultados de Karaesmen y Van Ryzin (2002) para incorporar el efecto de sustitución entre las diversas clases tarifarias que corresponden a un hotel con m clases de habitaciones. Entonces, se replicaría el modelo de asignación del paper para asignarle a cada huésped con reserva confirmada una habitación que pueda o no corresponder a la clase reservada, o negarle el servicio. Las diversas clases de las reservas competirían por una misma capacidad de habitaciones, y se buscarían los niveles de overbooking óptimos dada la estructura de costos del período de asignación.

Existe un tema ignorado casi por completo tanto por la literatura de la industria de las aerolíneas como por la de la industria hotelera y que es el negocio de los grupos. En el caso de las aerolíneas tal vez esta omisión se vea justificada debido a que no todos los miembros asistentes a una convención tienen que compartir el mismo itinerario de viaje, pero en los hoteles este tema debería ser investigado explícitamente. De acuerdo a Kimes (1999) los grupos constituyen una parte sustancial del negocio para muchos hoteles. Al igual que en el caso de los individuos, los grupos no son homogéneos, ya que pueden representar distintos segmentos de mercado y tener variados tamaños. Los grupos típicamente reservan un bloque de habitaciones con seis meses a dos años de adelanto, y los miembros del grupo hacen las reservas directamente con el hotel. El bloqueo del grupo se mantiene hasta una fecha contractual de liberación que usualmente corresponde a un mes antes del arribo programado. Los hoteles pueden tener múltiples grupos de diverso tamaño por día, y si bien las llegadas de los miembros del grupo están coordinadas para fechas específicas, por regla general los huéspedes terminan sus estadías antes de la fecha estipulada. Por lo tanto, si no se incluye el comportamiento de los grupos dentro de los modelos de optimización de los niveles de reserva, se pueden estar perdiendo oportunidades de generar ingresos adicionales significativos.

Finalmente, en cuanto a la segmentación de los clientes en diferentes clases, las aerolíneas y los hoteles comparten criterios muy similares: el itinerario o la duración de la estadía, la tarifa, los costos de compensación y si posee una reserva o no. A futuro, sería interesante que los hoteles también incorporaran el consumo en otros puntos generadores de ingresos como spa, restaurant, etc para esta tarea de segmentación.

3. IMPACTO DE LAS ESTRATEGIAS DE OVERBOOKING SOBRE LOS CONSUMIDORES

El 28 de Abril de 1972, Allegheny Airlines le negó la posibilidad de embarque a un pasajero en el vuelo de Washington, DC a Hartford, Connecticut, debido a que se

encontraba sobrevendido y el avión estaba al tope de su capacidad cuando llegó a la terminal. Dicho pasajero era Ralph Nader, un famoso activista y abogado estadounidense, quien demandó a Allegheny por daños compensatorios y punitivos. El caso llegó hasta la Corte Suprema, que falló en favor de Nader y obligó a Allegheny a pagarle U\$ 61 dólares por daños compensatorios y U\$ 50.000 por daños punitivos. Snow y Weisbrod (1982) realizan una crónica del caso Nader, en la que relatan los diferentes cursos judiciales que tomó la causa. Dejando de lado los costos monetarios en los que incurrió Allegheny por negarle el embarque a Nader, la consecuencia más importante que tuvo este caso fue la exposición pública de las prácticas de overbooking que llevaban a cabo las aerolíneas. Hasta ese momento, no era de conocimiento público que esta era una práctica generalizada y, más importante aún, deliberada de las aerolíneas, y empañó la imagen de la industria aeronáutica a la que Nader calificó de injusta y engañosa. Como consecuencia, a partir de 1977 la CAB modificó las regulaciones para exigir una divulgación explícita y pública de esta práctica a través de los pasajes emitidos, la señalización en las terminales aéreas y las agencias de viaje. Más allá de lo anecdótico del caso Nader, lo cierto es que los costos generados en términos de ingresos futuros por la percepción negativa de los clientes frente a la imposibilidad de respetar sus reservas debido a la sobreventa, son muy difíciles de explicitar.

Wangenheim y Bayón (2007) puntualizan un reporte publicado en el año 2006 del Departamento de Transporte de Estados Unidos que confirma que las aerolíneas están implementando estrategias de overbooking y negando el embarque compulsivamente de forma cada vez más agresiva. En los primeros nueve meses de 2006, 1,04 de cada 10.000 pasajeros fueron rechazados a la hora de salida del vuelo comparado con 0,89 en 2005. Es por ello que intentan obtener mayores precisiones con respecto a este problema y utilizan información de una importante aerolínea para analizar los efectos de largo plazo, en términos de conducta y monetarios, de los upgrades, los downgrades y la el rechazo a la hora de embarque, como consecuencia del overbooking. Para aproximarse al problema, testean cuatro hipótesis y utilizan la teoría de la equidad para brindar una explicación para sus resultados.

La teoría de la equidad contempla casos de inequidad positiva y negativa, lo que significa que permite el desarrollo de hipótesis tanto para resultados negativos (recibir un downgrade o ser rechazado a la hora de salida del vuelo) como para resultados positivos (recibir un upgrade). Más aún, considerando específicamente no sólo el resultado, sino también las contribuciones de ambas partes del intercambio, permite discriminar entre pasajeros con status (miembros del programa de lealtad de

la aerolínea, en orden de importancia decreciente, gold, silver y bronze) y pasajeros sin status en el desarrollo de las hipótesis.

De acuerdo a la teoría de la equidad, la gente busca que las situaciones de intercambio sean justas tanto en los resultados obtenidos como en las inversiones que hacen. Para que la gente considere que ha sido tratada injustamente deben darse tres condiciones:

- (a) Debe existir una situación desfavorable (recibir un downgrade o ser rechazado a la hora de salida del vuelo);
- (b) El perpetrador debe poder ser responsabilizado por la situación (la aerolínea podría haber hecho algo para evitar la situación, tal como no vender más pasajes que los disponibles);
- (c) La acción perjudicial debe percibirse como violación de un código ético o moral (la aerolínea no debe hacer una promesa de servicio que no puede cumplir).

Aunque existe un marco legal que determina las compensaciones que las aerolíneas deben pagar a los clientes a los que se les niega la posibilidad de embarcar en el vuelo reservado, la situación de intercambio típicamente engendra sentimientos de injusticia porque la promesa de servicio no se cumplió. Dado que la reacción más probable frente a una situación que se considera injusta es bajar la inversión en la relación, se espera que los clientes disminuyan las transacciones con la firma en respuesta al servicio negado o al downgrade.

La HIPÓTESIS 1 es, entonces, que *las fallas de servicio que surgen de la práctica de overbooking generan que los clientes disminuyan sus gastos futuros con un proveedor de servicios.*

En el caso de inequidad positiva (upgrades) la respuesta podría ser ambigua. Por un lado, los clientes no pueden esperar razonablemente recibir un upgrade regularmente y por lo tanto, pueden atribuirle su situación mejorada al azar. Por el otro, la expectativa de recibir un nuevo upgrade en el futuro puede influir positivamente en la lealtad del consumidor. Dada esta ambigüedad, formulan dos hipótesis alternativas:

La HIPÓTESIS 2a sostiene que *los upgrades iniciados por las firmas generan un aumento en los gastos de los consumidores con el proveedor de servicios.*

La HIPÓTESIS 2b dice que *los upgrades iniciados por las firmas no afectan el gasto de los consumidores con un proveedor de servicios.*

Es probable que los clientes que han adquirido un cierto status en su relación con el proveedor (clientes gold, silver o bronze) vean sus inversiones en la relación con la empresa como más importantes que las de un cliente básico, que realiza transacciones menos frecuentemente con la empresa. Por lo tanto, un cliente de status mayor status, frente al mismo resultado negativo (downgrade o rechazo) considere que la situación es más injusta que un cliente básico. Inversamente, el grupo de clientes básicos probablemente experimente la inequidad positiva (upgrade) de manera más intensa que un cliente de status.

Consecuentemente, según la HIPÓTESIS 3, *los efectos de las fallas de servicio que se generan por el overbooking sobre los gastos de los clientes son más fuertes para los clientes de status alto que para los clientes de status bajo.*

De acuerdo a la HIPÓTESIS 4, *los efectos de los upgrades sobre el gasto de los consumidores son más fuertes para los clientes de menor status que para los clientes de status más alto.*

Para testear las hipótesis, analizan las bases de datos de una importante aerolínea global. La base de datos contiene información individual detallada con respecto a transacciones e ingresos, cubriendo el período que va desde Enero de 2001 hasta Diciembre de 2004. Incluye la clase de reserva (turista versus ejecutiva), la ruta (continental versus intercontinental), y si la dirección que se provee pertenece a un negocio o a una dirección privada. También se incluyen datos demográficos básicos (edad, género, etc), la duración de la relación con el cliente, las millas obtenidas en el programa de viajero frecuente, y el nivel de status en el programa de lealtad (gold, silver o bronze). En cuanto a las variables clave, la ocurrencia y la fecha exacta de tres eventos –rechazo de la posibilidad de embarque compulsiva, downgrade involuntario y upgrade – están disponibles a nivel del consumidor individual.

También obtienen información con respecto al mecanismo de selección de los clientes para downgrades, upgrades y rechazo de la posibilidad de embarque. Cuando es claro que definitivamente no hay asientos suficientes en la aeronave, la aerolínea primero considera el status del cliente en el programa de lealtad, luego la cantidad de puntos acumulados en el programa de lealtad, y finalmente el precio pagado por el asiento para priorizar clientes de alto valor para tratamiento positivo y clientes de bajo valor para tratamiento negativo.

Definen tres tratamientos: upgrade, downgrade o rechazo. Analizando a todos los clientes, encuentran que las variables de tratamiento downgrade y rechazo exhiben

efectos estadísticamente significativos tanto en el número de vuelos como en los ingresos obtenidos. Concluyen que existe un apoyo sustancial a la hipótesis 1, en el sentido en que existe un fuerte efecto negativo sobre las transacciones de los clientes con la aerolínea y los ingresos de la empresa frente a un downgrade o rechazo. En contraste, ninguno de los efectos de upgrade – ni en el número de vuelos ni en los ingresos – son estadísticamente significativos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis 2ª y se acepta la hipótesis alternativa, 2b. También encuentran que los efectos no varían sistemáticamente entre viajeros de negocios y de ocio. Aún más, no existe evidencia de que el efecto sea más fuerte para vuelos largos que para vuelos cortos.

A nivel de los segmentos de clientes, los resultados muestran una variación sustancial en el parámetro estimado en la dirección esperada. Es decir, los efectos negativos más fuertes frente a un downgrade o un rechazo se observan en los clientes gold, mientras que para los clientes bronze el efecto es casi imperceptible. Inversamente, sólo los clientes bronze reaccionan (si bien, levemente) de manera positiva a los upgrades de cortesía. Por lo tanto, los incidentes negativos afectan más negativamente a los clientes de alto valor, y los incidentes positivos sólo afectan a los clientes de bajo valor, y se aceptan las hipótesis 3 y 4.

Como recomendación, Wangenheim y Bayón sugieren que las aerolíneas controlen la proporción de clientes de status gold que tienen reservas en el vuelo, y si este grupo está sobrerrepresentado comparado con un vuelo promedio, entonces la tasa de overbooking debería bajar.

En cuanto a la industria hotelera, Hwang y Wen (2009) analizan el efecto sobre la lealtad del consumidor de su percepción de equidad con respecto a la estrategia de overbooking. Para ello, se centran en seis factores que podrían influir en las percepciones de los clientes acerca de la justicia de las políticas de overbooking y testean nueve hipótesis.

Los factores a considerar son los siguientes:

- (a) Género: Las percepciones con respecto a la estrategia de overbooking pueden variar de acuerdo a características demográficas. Eligen el género del huésped porque es la única característica demográfica que los hoteles tienen disponible al momento en que ingresa una reserva.
- (b) Anticipación con que se hizo la reserva: Al igual que Wangenheim y Bayón (2007), toman en cuenta las inversiones de los consumidores en la relación con la empresa. Por lo tanto, la anticipación con la que se realiza una reserva puede estar

relacionada con las percepciones del overbooking. Definen “anticipación con que se hizo la reserva” como “cuántos días antes del día de check-in se hizo la reserva”.

- (c) Canal de reserva: Los consumidores que utilizan distintos canales de reserva pueden exhibir comportamientos de reserva diferentes, por lo que el canal puede constituir un factor significativo para analizar las percepciones de los huéspedes.
- (d) Status de membresía: Siguen la misma lógica que Wangenheim y Bayón (2007).
- (e) Duración de la estadía reservada: Los huéspedes con reservas por una sola noche son especialmente elegidos por los hoteles a la hora de negar el servicio. El supuesto bajo el cual opera este comportamiento es que rechazar a un huésped con una estadía de múltiples noches tendrá un efecto negativo más significativo.
- (f) Fuente de pago: Las percepciones de justicia de los clientes pueden depender de quién paga la cuenta.

Las hipótesis basadas en estos factores son:

HIPÓTESIS 1: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la estrategia de overbooking del hotel estará positivamente relacionada con su lealtad.

HIPÓTESIS 2: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la compensación provista por el hotel estará positivamente relacionada con su lealtad.

HIPÓTESIS 3: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la estrategia de overbooking del hotel variará de acuerdo a algunos factores característicos.

HIPÓTESIS 3a: Las mujeres percibirán el overbooking como menos justo que los hombres.

HIPÓTESIS 3b: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la estrategia de overbooking del hotel variará de acuerdo al momento en que realizan la reserva.

HIPÓTESIS 3c: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la estrategia de overbooking del hotel variará de acuerdo al canal de reserva utilizado.

HIPÓTESIS 3d: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la estrategia de overbooking del hotel variará de acuerdo al status de su membresía en el programa de lealtad del hotel.

HIPÓTESIS 3e: La percepción de justicia de los clientes con respecto a la estrategia de overbooking del hotel variará de acuerdo a la fuente de pago.

Definen las variables tiempo de reserva antes del día de check-in (tres días antes versus tres semanas antes versus tres meses antes), canal de reserva (el propio hotel versus agencias de viaje online versus agencias de viaje offline), status de membresía (miembro del programa de lealtad del hotel versus no miembro), duración de la estadía (una noche versus múltiples noches), y fuente de pago (paga el huésped versus paga la compañía para la que trabaja el huésped).

Hicieron un relevamiento entre compradores de un supermercado en una ciudad de Estados Unidos. La participación era voluntaria, y en total 291 individuos tomaron parte en el estudio.

De los 291 participantes que completaron la encuesta, 167 eran mujeres y 117 hombres. Las edades iban de 19 a 87 años, con un promedio de 47. En promedio, los participantes pasaron 13,02 noches en un hotel en el último año, y 20,1% reportó haber sido rechazado al momento de check-in en un hotel debido a sobreventas.

Utilizaron una regresión lineal para testear las hipótesis 1 y 2. Encontraron que la percepción de justicia con respecto a la estrategia de overbooking del hotel está significativa y positivamente relacionada con la lealtad de los consumidores. La percepción de justicia con respecto a la compensación tiene una relación positiva moderada con la lealtad. Esto se mantuvo a través de todos los factores estudiados. Por lo tanto, se aceptan las hipótesis 1 y 2.

Utilizando ANOVA unidireccional encontraron que las mujeres son más proclives a percibir las estrategias de overbooking como injustas que los hombres. Por lo tanto, aceptan la hipótesis 3a. El status de membresía también afecta significativamente los niveles de lealtad de los participantes, con mayores niveles de lealtad entre los no miembros. No se encontraron diferencias significativas entre las percepciones de justicia con respecto a las estrategias de overbooking para ninguno de los otros factores. Consecuentemente, se descartan las hipótesis 3b a 3f.

Finalmente, encontraron que además de la estadía gratuita en otro hotel y el transporte hasta ese hotel, el 30% de los participantes también esperaba una noche gratuita en el hotel original para ser utilizada más adelante. Adicionalmente, el 12% de los participantes mencionó una comida de regalo en el hotel. El 14% señaló la calidad del hotel al que se los enviaba como un detalle importante. Esperaban que el hotel fuera de la misma calidad o mejor que el hotel en el que habían reservado y además, que su ubicación fuera cercana. Los participantes de más edad eran más proclives que los jóvenes a expresar su deseo de recibir una disculpa sincera por parte del

hotel. El 8% de los participantes directamente sentenció “*el hotel no debería practicar overbooking.*”

Desde la industria de las aerolíneas se presentaron diversos modelos a lo largo del tiempo para tratar de paliar los efectos negativos de tener que negarle la posibilidad de embarque a los pasajeros debido a la sobreventa.

Simon (1968) fue uno de los primeros en tratar este problema, proponiendo una solución de subasta. El funcionamiento es el siguiente: un agente de la aerolínea distribuye un sobre con un formulario de subasta entre los tenedores de pasajes, pidiéndole a cada persona que escriba la menor suma de dinero que estaría dispuesta a aceptar como compensación por esperar al vuelo siguiente. El menor oferente recibe el dinero en efectivo y un pasaje para el vuelo siguiente, mientras que los demás suben al avión. La idea es que, al buscar voluntarios para que cedan su lugar en la aeronave, todos ganan y nadie pierde.

El nivel óptimo de sobreventa se calcula fácilmente. Los parámetros son solamente la probabilidad de que haya más demandantes que asientos en cualquier nivel de reservas, y el precio bajo de subasta medio. Para encontrar el óptimo, una aerolínea podría primero implementar el sistema de subasta al nivel actual de reservas, y luego incrementar ese nivel en escalones hasta el punto de máximo beneficio neto.

Frente a la pregunta de qué pasaría si la menor oferta fuera tan alta que volviera el esquema impracticable para la aerolínea, Simon argumenta que es poco probable que entre todos los pasajeros individuales no existan uno, dos o tres pasajeros cuyo precio no sea un décimo, un medio o incluso el precio total del pasaje, y la aerolínea ganaría aún si el precio fuera mayor. Un precio astronómico sería indicador de cartelización, y esto se puede prevenir poniendo un máximo alto aunque no astronómico al precio ganador.

Este problema tiene la propiedad de estar más cerca de un óptimo de Pareto que la situación en la que se niega el embarque de forma compulsiva.

Vickrey (1972) continúa la idea de Simon (1968), acotando que si hay que negarle la posibilidad de embarque a n pasajeros, el pago será uniforme e igual a la oferta del pasajero $n+1$. De esta forma, el pasajero individual encontrará que su mejor estrategia es ofrecer su verdadero mínimo. Ofrecer menos introduce la probabilidad de ser rechazado en términos desfavorables, y ofrecer más solamente reduciría sus

chances de ser rechazado en términos favorables sin afectar lo que recibirá si de hecho es rechazado.

Además, Vickrey introduce la posibilidad de desarrollar un mercado de pasajes futuros con precios variables. Las aerolíneas venderían reservas en vuelos futuros a precios que reflejen lo que produciría un mercado competitivo de futuros en esas reservas. El precio de una reserva en un vuelo futuro dado variaría de un momento a otro de acuerdo a la relación entre el número de asientos ya vendidos para ese vuelo en particular, y el número que normalmente se esperaría que se hubieran vendido en ese momento antes del vuelo. El precio en cualquier momento dado para una reserva adicional en el vuelo sería tal que se generara la expectativa que, si el precio se mantuviera fijo en ese nivel, los asientos restantes serían vendidos al momento del vuelo. El precio de hecho fluctuaría hacia arriba o hacia abajo a medida que reservas adicionales se sumaran más rápido o más lento que lo anticipado; pero en ningún momento dado existiría la expectativa de que el precio en el futuro no sería en promedio más alto o más bajo por ningún monto significativo.

Los vuelos se agruparían en cinco a diez clases de acuerdo a la anticipación con la que los pasajeros normalmente los reservan, usando criterios como nacional o internacional, corta o larga distancia, y la frecuencia general de salida. Para cada clase de vuelo se armaría una tabla mostrando la proporción de asientos normalmente vendidos para ese momento en el escenario en que el precio es el standard para el vuelo y el tráfico de demanda es tal que el avión está confortablemente lleno para la hora de despegue. Cuando las ventas para un vuelo fueran mayores a las del patrón normal, las tablas darían los porcentajes de prima para aplicar a la tarifa normal de acuerdo a la proporción de asientos vendidos y vacantes, y el tiempo restante hasta la salida del vuelo; y por el contrario, cuando las reservas fueran más bajas que lo normal, la tabla indicaría el descuento a aplicar.

Si tomamos en cuenta que la desregulación del espacio aéreo en Estados Unidos se aprobó en 1978, podemos apreciar lo revolucionario de esta propuesta. Con el paso del tiempo, las aerolíneas efectivamente comenzaron a buscar voluntarios para evitar los rechazos compulsivos, y también desarrollaron estrategias de precios dinámicos para controlar la disponibilidad de las aeronaves.

Biyalogorsky et. al (1999) presentan un modelo de sobreventa con cancelaciones oportunistas en el que muestran que la sobreventa puede ser beneficiosa, aún si todos los consumidores se presentan a reclamar el servicio

contratado. Proponen esta solución tanto para hoteles como para aerolíneas, y especifican las siguientes condiciones para su efectividad:

- (a) La diferencia en la propensión a pagar de los consumidores es grande;
- (b) Los clientes que pagan más entran tarde al mercado;
- (c) El número de clientes es incierto.

Asumen N unidades que deben ser vendidas con una fecha límite. El costo marginal de cada unidad es cero y cada unidad puede venderse en el período 1 o en el período 2. Después del período 2 el producto pierde todo su valor.

Existen dos tipos de consumidores:

- (a) Consumidores tempranos, con valuación v ,
- (b) Consumidores tardíos, con valuación V mayor a v .

Asumen que el número de consumidores tempranos excede la capacidad y se dice que toda unidad que no se muestra disponible a esos clientes en el período 1 está bloqueada. Para el vendedor, el número de consumidores tardíos L es incierto. L es una variable random con función de distribución $F(L)$.

El dilema del vendedor es que si vende el producto a un consumidor temprano y aparece un consumidor tardío, el vendedor incurre en una pérdida de ingresos igual a la diferencia entre ambas predisposiciones a pagar. Por otra parte, si el vendedor espera y el consumidor tardío no aparece, incurre en pérdidas de desperdicio iguales a la disposición a pagar del consumidor temprano.

El vendedor puede ofrecerle dos alternativas a los consumidores tempranos:

- (a) Comprar el producto a un precio p , sin opción de que el vendedor lo cancele; o
- (b) Comprar el producto a precio p , con la posibilidad de que el vendedor lo cancele a cambio de la compensación R para el cliente.

Para inducir la elección de (b), la compensación debe ser suficientemente grande, es decir, mayor a la diferencia entre la valuación v y el precio p . Esta opción será beneficiosa para el vendedor siempre que el precio de los consumidores tardíos sea mayor a la valuación de los consumidores tempranos.

Más allá de los papers citados, la literatura de overbooking de la industria hotelera no ha desarrollado soluciones específicas para tratar de minimizar el impacto de la sobreventa sobre las percepciones de los clientes.

Sin embargo, cabe preguntarse si la estrategia de overbooking representa solo un beneficio para las firmas en detrimento de los intereses de los consumidores, o si los consumidores también ven su situación mejorada gracias a esta práctica.

De acuerdo a Snow y Weisbrod (1982), al incrementar virtualmente su capacidad a través de la práctica de overbooking, las aerolíneas y los hoteles pueden cobrar tarifas menores. Por lo tanto, muchos consumidores pueden acceder a servicios que de otra forma les serían imposibles de costear. Aún en el caso de que el servicio les sea negado, estos consumidores obtendrán un servicio sustituto al que no hubieran podido acceder si no existiera el overbooking. Por otra parte, esta estrategia ayuda a asignar más eficientemente la escasa capacidad. Esto es, en el caso de que se prohibiera el overbooking, solo se aceptarían reservas hasta el límite de capacidad. De realizarse un no-show, existirían consumidores que querrían hacer uso de esa capacidad ociosa (pero que fueron rechazados por haber alcanzado el límite de reservas) que no podrían hacerlo. Por lo tanto, el overbooking permite a una mayor cantidad de consumidores disfrutar de los servicios de viaje aéreo y hospedaje. Un paso hacia disminuir el impacto negativo de las sobreventas sobre el público sería explicar estas circunstancias.

4. FUTURO DE LA ESTRATEGIA DE OVERBOOKING EN LA INDUSTRIA HOTELERA

Cross et. al (2009) señalan un desplazamiento de las ideas de Revenue Management de un plano táctico a un plano estratégico. Esto es, el foco en el estudio de consideraciones con respecto a los productos ofrecidos poco a poco se está moviendo hacia el estudio de consideraciones con respecto a los consumidores que harán uso de los productos.

Históricamente, marcan el ataque terrorista al World Trade Center del 11 de Septiembre de 2001 como un punto de inflexión en la historia del Revenue Management hotelero. En la industria del viaje, este evento tuvo un impacto inmediato y devastador. La ocupación promedio cayó del 15 al 20%, y frente a ese panorama la primera respuesta de los hoteles, luego del shock inicial de la tragedia, fue netamente táctica. El objetivo era asegurarse de no inhibir reservas, por lo que la práctica de Revenue Management cayó en desuso bajo el pretexto de que las estrategias de fijación de precios y disponibilidad de inventarios podían espantar a la mermada demanda.

Por otra parte, los hoteles buscaron una exposición más amplia a través de intermediarios web, y asignaron parte de su inventario con descuentos significativos a

los mercaderes online como Hotels.com, Expedia.com, etc. El objetivo detrás de esta táctica era mantener el volumen de demanda en un momento en el que ésta era débil. Sin embargo, este accionar llevó mucha confusión al mercado, ya que los clientes podían acceder a mayores descuentos a través de intermediarios que los que ofrecía el hotel mismo. Como consecuencia, los consumidores comenzaron a acudir primero a los intermediarios, lo que erosionó su relación con el hotel. Cross et. al citan un reporte de Smith Travel Research en el que se calcula que el año posterior al ataque del 11 de Septiembre las ganancias de la industria hotelera de Estados Unidos se redujeron U\$642 millones de dólares debido a este modelo de distribución.

Los resultados negativos obtenidos por la industria al volcarse a asegurarse demanda a cualquier precio llevaron a que se repensara el rol del Revenue Management en los tiempos de crisis. De esta forma, comenzó una nueva etapa de desarrollo para la disciplina: en lugar de manejar de forma reactiva una demanda existente, las técnicas de Revenue Management serían claves en la creación de demanda. Lejos del foco anterior en la asignación del inventario, un nuevo rol que abarca marketing, ventas y estrategia de canal de distribución se espera en el futuro cercano. Principalmente, el cambio está en que el entendimiento del comportamiento del consumidor pasó a ser la guía para el desarrollo de estrategias.

Las empresas hoteleras se dieron cuenta de que las bases de datos de sus programas de lealtad contienen información rica que puede ser usada para tomar decisiones basadas en el valor del cliente, tanto en una estadía o durante toda la vida del consumidor. Estos programas rastrean con gran detalle los patrones de compra de consumidores individuales, incluyendo perfiles demográficos, perfiles de fuentes de reserva, información de ventas, pedidos, quejas y respuestas a encuestas, entre otros factores. Dicha información puede ayudar a entender quiénes son los clientes más valiosos y examinar la rentabilidad de cada uno. Por otra parte, puede ayudar a los hoteles a identificar los llamados *“agujeros en la canasta”* (servicios y/o segmentos en los que el hotel tiene baja participación de mercado; por ejemplo, el hotel tiene un gran porcentaje del viaje de negocios de un cliente pero nada de su viaje de ocio, o el hotel tiene un gran porcentaje de ingresos por habitaciones de un huésped, pero nada de ingresos complementarios). El objetivo es capturar una porción más grande de la billetera de los huéspedes. En el futuro del Revenue Management, se utilizarán las sofisticadas capacidades analíticas no solo como herramienta interna para predecir y optimizar el impacto de las transacciones en el hotel, sino como estrategia externa para desarrollar clientes y segmentos de clientes.

Con el propósito de generar demanda futura, el Revenue Management centrado en los huéspedes significará contactar de forma personalizada a clientes pasados con paquetes dirigidos a optimizar su respuesta. Esta capacidad podría incluir promociones para llenar períodos fuera del pico o campañas publicitarias con un mensaje más dirigido a conjuntos de consumidores más pequeños con respuestas conductuales conocidas. Basados en el entendimiento de las respuestas de los consumidores a esas ofertas, los hoteles integrarán las promociones a sus sistemas de Revenue Management.

Noone et. al (2003) sugieren que la integración entre las bases de datos de los clientes (CRM) y los sistemas de Revenue Management pueden ayudar a los hoteles a definir quiénes son sus clientes más valiosos, y por lo tanto, a invertir en desarrollar su relación con éstos de modo de no perder dinero invirtiendo en sus consumidores menos valiosos.

Milla y Shoemaker (2007) presentan una encuesta realizada telefónicamente a diecisiete líderes de la industria hotelera en la que se les pide que evalúen los aspectos de Revenue Management con mayor potencial de crecimiento. Como resultado de la encuesta identifican cuatro áreas sobresalientes:

- (a) Integración de las bases de datos de CRM y de los sistemas de Revenue Management: Es percibida como un factor fundamental para generar estrategias de diferenciación más creativas. El conflicto a resolver en este sentido es la incompatibilidad entre los distintos programas informáticos que se utilizan para cada función.
- (b) Precios, segmentación y paquetes: Busca entender la elasticidad de precios de los consumidores para poder asignarle la tarifa correcta a cada consumidor. La tendencia es llegar en algún momento a generar precios individuales para cada consumidor. También se tenderá a diseñar paquetes personalizado para cada cliente, basados en sus necesidades particulares.
- (c) Grupos: Los forecasts de grupos deben ser estudiados con más detenimiento, persiguiendo el mismo detalle alcanzado para la demanda de los individuos. El problema para alcanzar este objetivo es tecnológico, ya que los sistemas informáticos existentes al momento no son suficientemente poderosos como para considerar la cantidad de variables necesarias.
- (d) Estructura organizacional: Las opiniones están divididas entre centralizar las decisiones de Revenue Management o descentralizarlas a nivel de cada propiedad individual.

Van Ryzin (2005) provee indicios para desarrollar modelos de demanda centrados en el comportamiento esperado de los consumidores.

Sostiene que la mayoría de los sistemas de Revenue Management se basan en el modelo de demanda independiente. Hay variaciones de este modelo, pero fundamentalmente se ve a la demanda como una serie de pedidos de un producto particular. Se utilizan diversas series de tiempo y métodos causales para estimar esta secuencia de pedidos pero el supuesto fundamental es que la demanda se asocia a un producto y es esencialmente independiente del ambiente del mercado. Esta aproximación tiene dos fallas fundamentales:

- (a) Si los productos cambian en el tiempo, no hay motivo para esperar que la demanda por esos productos exhiba consistencia en el tiempo.
- (b) Aún si los productos no cambian, las condiciones de mercado que lo afectan sí lo hacen. La mayoría de los productos tienen sustitutos directos o indirectos, y el precio, características y disponibilidad de estas alternativas pueden variar en el tiempo.

Los modelos de demanda deben reconocer que la venta de productos es resultado de la decisión de compra del consumidor. Por lo tanto, entender qué influencia la toma de decisiones del consumidor es clave.

Un primer paso en esta dirección es modelar la elección del consumidor en un instante particular del tiempo. En primer lugar, hay que representar el conjunto discreto de alternativas disponibles al consumidor. Luego, uno puede calcular las utilidades de cada alternativa como función de sus atributos. Basados en tal modelo random de utilidad, es posible expresar las probabilidades de elección como función de los valores de los atributos de todas las alternativas. Finalmente, estimando el número de clientes que eligen y multiplicándolo por estas probabilidades de decisión, se obtiene el estimado de la demanda del producto.

Las implicancias de un modelo así son inmediatas: si cambia un atributo, se obtendrá inmediatamente una predicción de las nuevas probabilidades de elección para cada producto.

Ahora bien, la pregunta es ¿cómo influye este cambio de dirección en las decisiones de overbooking de los hoteles? Como respuesta, presentamos consideraciones con respecto a los forecasts, la elección de los huéspedes a los que se les niega una habitación debido a la sobreventa y los costos de este rechazo.

En primer lugar, los forecasts de demanda, cancelaciones, no-shows, early departures y stayovers no programados se volverán más exactos. Como consecuencia, los hoteles podrán aproximarse con mayor seguridad a los niveles óptimos de reservas. Particularmente, estos forecasts pueden tender a realizarse a nivel individual. Esto es, la probabilidad de que un consumidor determinado haga una reserva en un momento específico y luego la cancele, o sea no-show.

Por otra parte, la estimación del valor de los consumidores deberá guiar la elección de los huéspedes con reservas a los que se les niegue una habitación debido a la sobreventa. Aquellos clientes que consuman menos servicios del hotel, por ejemplo, podrían ser rechazados al momento del check-in, mientras que aquellos huéspedes que utilicen una mayor cantidad quedarían protegidos.

Finalmente, podría reducirse el impacto negativo de la sobreventa sobre las percepciones de los consumidores. Si los hoteles entendieran mejor qué compensaciones desean los consumidores particulares, entonces serían más efectivos a la hora de minimizar los costos de percepción. Por otra parte, se sumaría un nuevo costo a la acción de rechazar a un cliente: el costo de información. Mientras que un cliente se queda en el hotel, el sistema de Revenue Management puede captar todas sus transacciones, quejas y pedidos, e incorporarlos para refinar las acciones a tomar con respecto a él. Si se envía al huésped a otro hotel, entonces toda esa información se pierde. Más aún, se le regala a un competidor.

En conclusión, aún en una categoría que pareciera estar focalizada en el producto como lo es la definición de niveles de overbooking, la nueva tendencia a centrarse en el comportamiento del consumidor puede ser implementada para obtener resultados más eficientes.

5. CONCLUSIÓN

El problema de la definición de niveles de overbooking es muy relevante a la hora de maximizar los beneficios de la industria hotelera, ya que permite compensar los ingresos perdidos por las cancelaciones y los no-shows. Sin embargo, las estrategias de overbooking no son beneficiosas solamente para los hoteles, sino que también los consumidores en general ven su situación mejorada. Al aumentar artificialmente su capacidad disponible mediante la práctica de overbooking, los hoteles pueden ofrecer tarifas más bajas y además, acomodar a una mayor cantidad de huéspedes. Si no se permitiera realizar overbooking, muchas reservas serían rechazadas. Al llegar el día de check-in, las habitaciones reservadas para los no-

shows quedarían vacantes, cuando existía demanda para ellas. Por lo tanto, la situación sería sub-óptima tanto para los consumidores, que deseándolo no pudieron hacer su reserva, como para los hoteles, que incurren en costos de desperdicio.

Sin embargo, los beneficios que perciben los consumidores como grupo, más allá de los posibles casos individuales de sobreventa, no se comunican efectivamente. De hecho, la práctica es percibida como injusta y engañosa, cuando aún en el caso de ser desplazados por sobreventa los consumidores están accediendo al servicio a un precio menor al que lo harían de no existir la práctica de overbooking. Los hoteles deberán trabajar sobre sus estrategias de comunicación para cambiar la percepción de los consumidores en la que, a-priori, el overbooking es considerado una estafa por parte de los hoteles.

Desde el punto de vista del hotel, hemos revisado los resultados más importantes para la definición de los niveles óptimos de overbooking a la luz de la investigación más vasta desarrollada por la industria de las aerolíneas. Como primera observación, debemos resaltar el hecho de que la industria hotelera se ha apoyado sobre los resultados de las aerolíneas para construir su propia literatura. En particular, esto puede observarse a través de los supuestos heredados de los primeros papers de las aerolíneas, cuando el espacio aéreo no estaba desregulado y las líneas aéreas debían trabajar bajo restricciones tarifarias y de itinerarios. Los hoteles nunca se vieron legalmente restringidos de esa forma, y sin embargo construyeron sus primeros modelos de overbooking bajo la misma estructura. Más adelante, adaptaron los modelos de red de las líneas aéreas para incorporar algunos problemas propios como por ejemplo el comportamiento estocástico de los early departures y los stayovers.

A pesar de esto, en el último tiempo pudo observarse un cambio de tendencia en el Revenue Management hotelero, tendiente a desplazar el foco del producto al comportamiento del consumidor. Esto puede llevar a la construcción de modelos específicos, independientes de las estructuras adaptadas de las aerolíneas. Especialmente porque las bases de datos de los hoteles son más complejas que las de las aerolíneas, y su explotación requiere una aproximación diferente.

En este respecto, existe una limitación que promete permanecer tanto en el ámbito de los hoteles como en el de las aerolíneas: el estado de la tecnología. Los sistemas computacionales disponibles todavía no tienen el suficiente poder como para incorporar las sofisticaciones de los modelos de overbooking en su totalidad. Es por ello que la literatura tanto de la industria hotelera como de la aeronáutica deberá

continuar su trabajo de desarrollo de optimizaciones computacionalmente eficaces que se aproximen a los óptimos que se derivan de los modelos teóricos.

Finalmente, lejos de debilitarse, la posición de las estrategias de overbooking de la industria hotelera se fortalece en el nuevo paradigma de Revenue Management orientado al consumidor. Resaltamos cuatro direcciones en las que la investigación del problema debe profundizarse:

- (a) Grupos: La presencia explícita de los forecasts de grupos, así como también su comportamiento con respecto a las tasas de no show, no solo agregarían una capa de realismo al problema de overbooking en los hoteles, sino que se esperaría que los beneficios aumentarían por el incremento de eficiencia en la asignación de la capacidad y en las decisiones de aceptar o rechazar reservas.
- (b) Forecasts: La información con respecto al comportamiento de los consumidores llevará a forecasts más eficientes para todas las variables relevantes a la hora de evaluar las políticas de overbooking del hotel: demanda, cancelaciones, no-show, early departure, y stayover.
- (c) Impacto sobre todos los puntos de ingresos del hotel: Las decisiones de overbooking impactan no solamente sobre los ingresos por habitaciones ocupadas, sino también sobre los diversos servicios adicionales que ofrece el hotel. Una mayor ocupación puede derivar en más comensales para los restaurantes, más servicios de spa vendidos, etc. A través de la identificación de los *agujeros en la canasta* de cada consumidor, se puede obtener el impacto que las decisiones derivadas de la práctica de overbooking tendrá sobre los ingresos totales. Por lo tanto, a la hora de elegir los huéspedes a los cuales negar el servicio en caso de sobreventa, podría considerarse, además de las variables clásicas (tarifa, tipo de habitación, duración de la estadía), los consumos esperados en los demás servicios del hotel. De esta forma, se maximizarían los beneficios de la propiedad como un todo.
- (d) Costos de información: Se agrega el costo de información a la consideración al momento de decidir negarle el servicio a un huésped. Este costo consiste en la información perdida de la estadía por enviar al huésped a otra propiedad. En el paradigma de foco en el comportamiento del consumidor, este costo es muy alto porque el hotel estaría regalándole su input de decisión más importante a una firma competidora.

BIBLIOGRAFÍA

- Beckman, J. J., (1958), *Decision and Team problems in airline reservations*, *Econometrica*, vol. 26, pp. 134-145.
- Bitran, G. R., y Mondschein, S. V., (1995), *An application of yield management to the hotel industry considering multiple day stays*, *Operations Research*, vol. 43.3, pp. 427-443.
- Bitran, G. R., y Gilbert, S. M., (1996), *Managing hotel reservations with uncertain arrivals*, *Operations Research*, vol. 44.1, pp. 35-49.
- Boyd, E. A., y Bilegan, I. C., (2003), *Revenue Management and e-commerce*, *Management Science*, vol. 49.10, pp. 1363-1386.
- Bunday, B., (1985), *Basic Optimisation Methods*, Edward Arnold: Londres.
- Chatwin, R. E., (1998), *Multiperiod airline overbooking with a single fare class*, *Operations Research*, vol. 46.6, pp. 805-819.
- Chiang, W., Chen, J. C. H., Xu, X., (2007), *An overview research on Revenue Management: current issues and future research*, *Int. J. Revenue Management*, vol. 1.1, pp. 97-128.
- Coughlan, J., (1999), *Airline overbooking in the multi-class case*, *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 50.11, pp. 1098-1103.
- Cross, R. G., Higbie, J. A., y Cross, D. Q., (2009), *Revenue Management's Renaissance: A rebirth of the art and science of profitable revenue generation*, *Cornell Hospitality Quarterly*, vol. 50.1, pp. 56-81.
- El-Haber, S. y El-Taha, M., (2004), *Dynamic two-leg airline seat inventory control with overbooking, cancellations and no-shows*, *Journal of Revenue and Pricing Management*, vol. 3.2, pp. 143-170.
- Fruchter, G. E., y Gerstner, E., (1999), *Research Note: Overselling with opportunistic cancellations*, *Marketing Science*, vol. 18.4, pp. 605-610.
- Gosavi, A., Bandla, N., y Das, T. K., (2001), *A reinforcement learning approach to a single leg airline Revenue Management problem with multiple fare classes and overbooking*, *IIE Transactions*, vol. 34.9, pp. 729-742.

Hwang, J., y Wen, L., (2009), *The effect of perceived fairness toward hotel overbooking and compensation practices on consumer loyalty*, vol. 21.6, pp. 659-675.

IATA Press Release (2012), *Airlines to welcome 3.6 billion passengers in 2016*.

Karaesmen, I., y Van Ryzin, G. J., (2002), *Overbooking with substitutable inventory clases*, Operations Research, vol. 52.1, pp. 83-104.

Kimes, S. E., (1999), *Group forecasting accuracy in hotels*, The Journal of the Operational Research Society, vol. 50.11, pp. 1104-1110.

Kimes, S. E., (2003), *Revenue Management: A retrospective*, Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly, vol. 44, pp. 131-138.

Kimes, S. E., (2011), *The future of hotel Revenue Management*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 10.1, pp. 62-72.

Klophaus, R. y Polt, S., (2007), *Airline overbooking with dynamic spoilage costs*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 6.1, pp. 9-18.

Kosten, L., (1960), *Een mathematisch model voor een reserveringsprobleem*, Statist. Neerland, vol. 14, pp. 85-94.

Kunnumkal, S. y Topaloglu, H., (2009), *A tractable Revenue Management model for capacity allocation and overbooking over a n airline network*, Felx Serv Manuf J, vol. 20, pp. 125-147.

Lai, K., y Ng, W., (2005), *A stochastic approach to hotel revenue optimization*, Computers & Operations Research, vol. 32, pp. 1059-1072.

Liberman, V., y Yechiali, U., (1978), *On the hotel overbooking problem: an inventory system with stochastic cancellations*, Management Science, vol. 24.11, pp. 1117-1126.

Liu, P. H., y Smith, S., (2002), *Estimating unconstrained hotel demand based on censored booking data*, Journal of Revenue and Pricing Manager, vol. 1.2, pp. 121-138.

Liu, S., Lai, K., Dong, J., y Wang, S., (2006), *A stochastic approach to hotel revenue management considering multiple-day stays*, International Journal of Information Technology and Decision Making, vol. 5.3, pp. 545-556.

Mainzer, B. W., (2004), *Fast forward for hospitality Revenue Management*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 3.3, pp. 285-289.

McGill, J. I., y Van Ryzin, G. J., (1999), *Revenue Management: Research overview and prospects*, Transportation Science, vol. 33.2, pp. 233-256.

Milla, S., y Shoemaker, S., (2007), *Three decades of Revenue Management: What's next?*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 7.1, pp. 110-114.

Noone, B. N., Kimes, S. E., y Renaghan, L., (2003), *Integrating customer relationship management and Revenue Management: A hotel perspective*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 2.1, pp. 7-21.

Pearce, B., (2013), *Airlines Worldwide: The value they create and the challenges they face*, IATA Aviation Advocacy Economics.

Rothstein, M., (1971), *Airline overbooking: The state of the art*, Journal of Transport Economics and Policy, vol. 5.1, pp. 96-99.

Rothstein, M., (1985), *OR and the airline overbooking problem*, Operations Research, vol. 33.2, pp. 237-248.

Siddappa, S., (2006), *Statistical modelling approach to airline Revenue Management with overbooking*, Tesis doctoral.

Siddappa, S., Rosenberger, J. M., y Chen, V. C. P., (2007), *Optimizing airline overbooking using a hybrid gradient approach and statistical modeling*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 7.2, pp. 207-218.

Simon, J. L., (1968), *An almost practical solution to airline overbooking*, Journal of Transport Economics and Policy, vol. 2.2, pp. 201-202.

Simon, J. L., Visvabhanathy, G., (1977), *The auction solution to airline overbooking: The data fit the theory*, Journal of Transport Economics and Policy, vol. 11.3, pp. 277-283.

Simon, J. L., (1994), *The airline oversales auction plan: The results*, Journal of Transport Economics and Policy, vol. 28.3, pp. 319-323.

Smith, C. B., Leimkuhler, J. F., y Darrow, R. M., (1992), *Yield Management at American Airlines*, Interfaces, vol. 22.1, pp. 8-31.

Snow, A., y Weisbrod, B. A., (1982), *Consumer interest litigation: a case study of Nader vs. Allegheny Airlines*, The Journal of Consumer Affairs, vol. 16.1, pp. 1-22.

- Thompson, H. R., (1961), *Statistical Problems in Airline Reservation Control*, Operational Research Quarterly, vol. 12, pp. 167-185.
- Toh, R. S., y Dekay, F., (2002), *Hotel room-inventory management: An overbooking model*, Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly, vol. 43, pp. 79-90.
- Van Ryzin, G. J., (2005), *Models of demand*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 4.2, pp. 204-210.
- Vickrey, W., (1972), *Airline overbooking: Some further solutions*, Journal of Transport Economics and Policy, vol. 6.3, pp. 257-270.
- Vinod, B., (2004), *Unlocking the value of Revenue Management in the hotel industry*, Journal of Revenue and Pricing Management, vol. 3.2, pp. 178-790.
- Wangenheim, F., y Bayón, T., (2007), *Behavioral consequences of overbooking service capacity*, Journal of Marketing, vol. 71.4, pp. 36-47.
- Weatherford, L. R., y Bodily, S. E., (1992), *A taxonomy and research overview of Perishable-Asset Revenue Management*, Operations Research, vol. 40.5, pp. 831-844.
- Weatherford, L., y Kimes, S. E., (2001), *Forecasting for hotel Revenue Management: testing aggregation against disaggregation*, Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly, vol. 42, pp. 53-64.
- Williams, F. E., (1977), *Decision theory and the innkeeper: an approach for setting hotel reservation policy*, Interfaces, vol. 7.4, pp. 18-30.
- World Tourism Organization (2013), *Tourism Highlights*.
- Xiong, H., Xie, J., y Deng, X., (2011), *Risk-averse decision making in the overbooking problem*, Operational Research Society, vol. 62.9, pp. 1655-1665