

PERCEPCION DE LOS PASAJEROS DEL TRANSPORTE FERROVIARIO Y CARRETERO: UN MODELO DE ELECCION MODAL.

Jorge I. Videla Cruz
(CIS Ltda., Austria 2066, Providencia Santiago)

Jorge Vera y Gonzalo Vejar Lobos
(CITRA Ltda., General del Canto 487, Providencia Santiago)

Resumen

El estudio del comportamiento de los usuarios del sistema de transporte ha merecido un creciente interés a objeto de diseñar y analizar políticas del sector. En este contexto, es que el estudio del comportamiento de los usuarios del transporte interurbano de pasajeros, se ha orientado a determinar la percepción que ellos otorgan a los atributos relevantes en la elección modal.

Los primeros trabajos a nivel nacional han sido desarrollados en base al estudio de preferencias reveladas, tratando de derivar la valoración relativa de la utilidad modal en base al conocimiento del marco de elección, modos disponibles y variables de servicios asociadas.

En este trabajo se presenta un enfoque diferente al problema, el que se ha orientado en particular al análisis del transporte ferroviario y carretero de pasajeros. El enfoque adoptado se desarrolla en dos etapas secuenciales, en la primera se determinan los atributos relevantes en la elección modal, en tanto que, en una segunda etapa se estudia la valoración de estos atributos.

Para el estudio de los atributos relevantes en el proceso de elección modal se ha diseñado un estudio de imagen de los servicios carreteros y ferroviario, el cual permite determinar las variables de mayor importancia en este proceso y, de paso deja de manifiesto las debilidades de los servicios analizados. Los resultados de este estudio son utilizados para el diseño de un experimento de preferencias declaradas orientado al estudio de la partición modal entre tren y bus.

El estudio de preferencias ha sido orientado para medir la valoración de los atributos tiempo de viaje, puntualidad y comodidad; los resultados obtenidos son altamente satisfactorios y consistentes con otros estudios donde se ha determinado la valoración del tiempo en viajes en el ámbito interurbano.

1. INTRODUCCION Y CONTENIDO

El estudio del comportamiento de la demanda, actitudes, preferencias y disposición a pagar, entre los aspectos principales, es una necesidad creciente en un mercado competitivo y que permite orientar el diseño de medidas de gestión o estratégicas, a fin de alcanzar los objetivos impuestos por las empresas productoras de bienes o servicios.

En este contexto, es que el mercado del transporte no se ha mantenido al margen de estas tendencias, siendo cada vez mas habitual el desarrollo de estudios orientados a determinar las necesidades y preferencias de los usuarios.

En general, para el desarrollo de este tipo de estudios se ha adoptado el marco de los experimentos de preferencias reveladas o declaradas, cuyos resultados permiten obtener la valoración entregada por los usuarios a los atributos que caracterizan el bien o servicio analizado, además de estimar el impacto en la demanda a consecuencia de un cambio en alguno de dichos atributos.

En el caso del estudio de la demanda por transporte interurbano de pasajeros, la experiencia acumulada es relativamente escasa, existiendo una aplicación de preferencias reveladas en un contexto de elección modal y aplicaciones de preferencias declaradas en el contexto de la elección de ruta. Sin embargo, el análisis sistemático de este mercado es relativamente incipiente y requiere de un mayor número de estudios dedicados a explorar las preferencias de los usuarios.

El presente trabajo da a conocer el resultado de una investigación dirigida a estudiar las preferencias de los usuarios interurbanos de los servicios de pasajeros ofrecidos por el tren y bus, para lo cual se formuló un estudio de imagen y de preferencias declaradas.

El documento se ha estructurado en ocho secciones incluyendo la presente. En la segunda sección se resume la experiencia nacional e internacional existente en el tema, en la tercera sección se presenta el marco metodológico adoptado, en la cuarta sección se presentan los resultados obtenidos en el estudio de imagen de los servicios de transporte interurbano de pasajeros en base lo cual se identifican los atributos relevantes en la elección de los usuarios, en la quinta sección se presenta el diseño experimental del estudio de preferencias declaradas, en la sexta sección se describe la muestra utilizada en el experimento de preferencias declaradas, posteriormente, en la séptima sección se presenta los modelos calibrados y, finalmente, en la octava sección se presenta la síntesis y conclusiones del trabajo.

2. EXPERIENCIA ANTERIOR

En Chile, la experiencia tanto metodológica como empírica referida a la modelación desagregada de la elección modal, hasta fines de la década de los años '80, ha estado dirigida a representar el comportamiento de personas en los viajes urbanos con motivos principalmente de trabajo.

En relación a los viajes interurbanos, la única experiencia existente en el país, corresponde al trabajo realizado por Gálvez et al. (1992) que consistió en un estudio de preferencias reveladas

orientado al estudio de comportamiento de los usuarios del corredor de larga distancia Santiago-Concepción-Temuco. En este estudio se propone una modelación segmentada por propósito de viaje, considerando en un segmento aquellos viajes con motivos obligado (trabajo, trámites, etc.) y en otro los viajes de placer, e incorporando las variables: tiempo de viaje, tarifa/ingreso y frecuencia de servicio.

En el extranjero, las primeras aplicaciones correspondieron a modelos agregados de predicción, caracterizados por intentar reproducir el comportamiento global de la población respecto de sus decisiones de viaje mediante un conjunto de variables históricas como por ejemplo: el PGB y Población, entre otras. Los modelos obtenidos mediante estas aplicaciones, por lo general, no permitían realizar análisis confiables del comportamiento de los usuarios frente a cambios de políticas u operación de los servicios de transporte. Por este motivo, a partir de los años '70, se comienza a trabajar sistemáticamente con enfoques desagregados de modelación bajo el supuesto de que los individuos conocen todas sus alternativas y toman sus decisiones maximizando su "utilidad individual", que es función de los atributos que caracterizan las alternativas disponibles. Bajo este enfoque es posible capturar las relaciones causales entre nivel de servicio, características socioeconómicas de los usuarios y las decisiones de viaje, mejorando el potencial explicativo de los modelos (Watson, 1974).

Las ventajas de los enfoques de modelación desagregados han sido reconocidos empíricamente. Sin embargo, la carencia de una estructura conductual adecuada que permita representar correctamente el comportamiento de los usuarios frente a decisiones en diversos contextos de viaje, ha llevado a los investigadores a considerar variables y formas funcionales orientadas a obtener herramientas eficientes para los objetivos particulares de sus estudios. Por esta razón, es posible encontrar en la literatura diversas formas funcionales de modelación, Stopher y Prashker (1976) y Grayson (1981), entre otros, obtienen modelos logit con variables explicativas tales como tiempo de viaje, costo (acceso, egreso y de viaje), frecuencia de servicio y tiempos de acceso/egreso, distancia de viaje, distancia de acceso al terminal e ingreso líquido del viajero.

Por lo general, los modelos propuestos han sido lineales en sus variables, existiendo algunas excepciones que incorporan variables como el cociente entre costo e ingreso o el cociente entre diferentes componentes del tiempo de viaje cuyo signo no es interpretable a priori.

Stephanedes et al. (1984), utiliza un modelo Logit Multinomial para analizar la elección modal en viajes interurbanos al trabajo y, al igual que Gálvez et al. (1992), prueban diversas especificaciones concluyendo que, como ha sido común en la modelación de transporte urbano, los modelos que incorporan el INGRESO como variable explicativa representan mejor el comportamiento de los usuarios, especialmente de aquellos que pertenecen a estratos socioeconómicos bajos.

El trabajo de Koppelman y Hirsch (1985), es el único de los desarrollados en el extranjero donde se intenta desarrollar una teoría que ayude a representar la conducta de los usuarios en diversas situaciones de viaje, para ello identifican las variables más relevantes que debieran estar incluidas en los modelos. De acuerdo a la estructura conductual propuesta por los autores, los viajes interurbanos son derivados de un patrón de actividades temporales, sean éstas diarias, semanales o mensuales, que se sustenta en características demográficas y socioeconómicas de los individuos.

Bajo este marco, es posible identificar cuatro categorías de decisión, estas son: en la generación del viaje, en la elección del destino, en la elección modal y, finalmente, en el destino. Las decisiones en la generación del viaje incluye las dimensiones de frecuencia de viaje, propósito y época del año en la que se ha de realizar el viaje. En la elección de destino se incluyen las dimensiones del lugar y su localización, además del número de escalas o paradas. En la elección modal se incluyen las dimensiones de elección de modo de ida/vuelta, selección del vehículo, servicios y/o clase del modo. Las decisiones en el destino incluyen las dimensiones de alojamiento, modo de transporte local, actividades a realizar, entre otros.

3. MARCO METODOLOGICO

El análisis de la experiencia previa muestra que la tendencia creciente en el estudio de la demanda la constituye el marco de los modelos desagregados, que reconoce mayor capacidad de predicción al obtener la demanda de mercado a través de agregar las demandas individuales, que se sustentan básicamente en modelos de comportamiento. Bajo esta premisa, se ha optado por estudiar el comportamiento y preferencia de los usuarios a través de modelos desagregados de elección modal. Para estos efectos se ha planteado realizar un estudio de preferencias declaradas, que permita estudiar el efecto de variables cualitativas difícilmente estimables con un método de preferencias reveladas.

Por otra parte, debido al escaso conocimiento de las percepciones de los usuarios, que dificulta el diseño y presentación del experimento de preferencias declaradas, se consideró necesario realizar previamente un estudio de imagen de los servicios ofrecidos, que permitiera conocer la valoración relativa de los diferentes atributos a ser considerados.

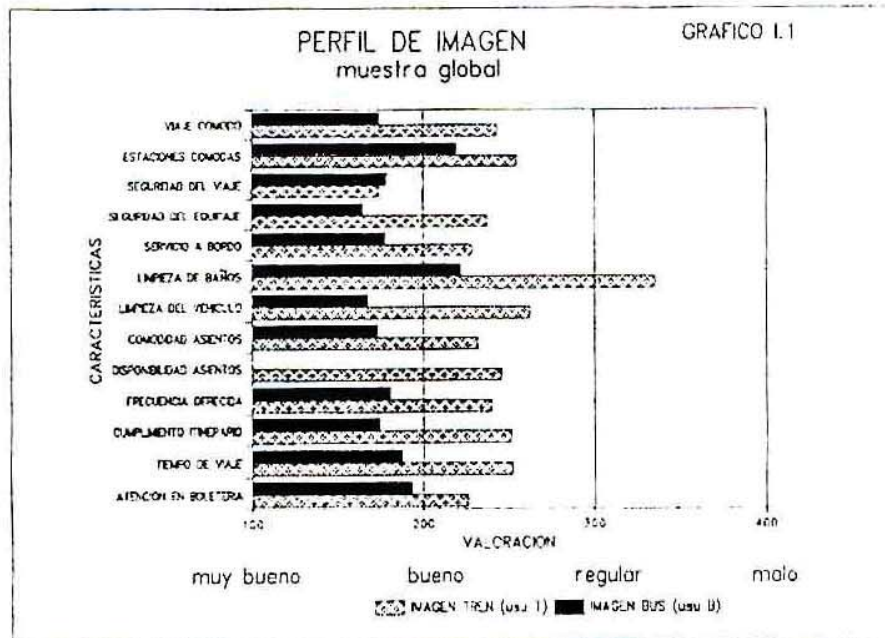
El resultado del estudio de imagen permitió conocer la percepción de los atributos de los servicios ofrecidos por las líneas de buses y la empresa ferroviaria, antecedente relevante a la hora del diseño de políticas orientadas a mejorar el servicio y consolidar la demanda. En base a esta información se definió el diseño del experimento de preferencias declaradas, que fue aplicado a una muestra representativa de usuarios de corta y larga distancia, a partir de estos resultados se estimaron funciones de utilidad indirecta para representar las preferencias de los usuarios.

4. ESTUDIO DE IMAGEN

Como se ha mencionado, el objetivo del estudio de imagen fue disponer de información sobre la evaluación que los usuarios hacen de los modos de transporte interurbano. Dicha información permitirá, por una parte, identificar las variables o atributos relevantes de la calidad del servicio ofrecido y, por otra, orientar el diseño y presentación a los usuarios del experimento de preferencias declaradas.

Se diseñó un instrumento de medición que constaba de tres secciones principales, en la primera se obtenía información general del usuario y del viaje que estaba realizando, con el objeto de segmentar el estudio posterior; en la segunda sección, se pedía valorar 13 atributos del servicio escogido y del servicio ofrecido por el modo alternativo, para lo cual se consideró una escala

semántica de 4 puntos. En la última sección se pedía efectuar un ordenamiento de los siete atributos que consideraban más importante para un buen nivel de servicio. El estudio se realizó a una muestra de 400 usuarios, fijada en proporciones similares para los usuarios de bus y tren, y aleatoria al interior de estos modos.



En la figura anterior se presenta la calificación promedio entregada a los atributos del servicio escogido. En primer lugar, se destaca que consistentemente los usuarios de tren entregan una peor calificación de su servicio que la entregada al servicio de buses por sus usuarios. La excepción la constituye la percepción de la seguridad del viaje, atributo que domina en el servicio de tren. Entre los atributos peor calificados se encuentra la limpieza de los baños y del vehículo, que junto a la deficiente calificación otorgada a las estaciones refleja el descuido en que se encuentran los servicios ferroviarios. Respecto de las variables operacionales, se presenta una mala percepción del tiempo de viaje, frecuencia de viaje y cumplimiento de itinerario. En el caso del bus, los atributos peor calificados son: la limpieza de los baños y la comodidad de las estaciones.

En general los atributos que reflejan la comodidad del viaje es donde se presentan las mayores diferencias en la calificación de ambos modos.

5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Uno de los objetivos que debía cumplir el experimento era el de permitir analizar el impacto en la demanda de un mejoramiento en el nivel de servicio del tren, de manera que interesaba incluir además de las variables costo y tiempo, algunos otros atributos que reflejaran este cambio.

Debido a que atributos tales como la limpieza de los baños, la limpieza de los coches y las estaciones terminales resultaron estar entre los más importantes, y donde se presentaba una clara diferencia entre bus y tren (como refleja la figura anterior), se decidió incluir un atributo denominado comodidad, el que sólo sería presentado para el modo tren, ya que no se supuso una variación en la calidad del servicio ofrecido por las empresas de buses.

El otro atributo que presentaba una fuerte diferenciación entre ambos modos fue el cumplimiento de itinerario, de manera que un mejoramiento de estándar debía necesariamente considerar mejorar este atributo. Esta variable fue presentada a los usuarios, considerando un tiempo de máximo atraso esperado del vehículo.

En síntesis, se consideró las siguientes variables o atributos en el diseño experimental:

- Puntualidad.
- Confort o Comodidad.
- Tiempo de viaje.
- Tarifa.

Con el fin de representar de la mejor forma posible el comportamiento de los usuarios del transporte interurbano, se diseñaron dos experimentos de elección entre bus y tren, diferenciados por la longitud del viaje: un experimento para viajes cortos, de alrededor de 200 km. y otro para viajes largos, entre 500 y 700 km.

Distinguir entre viajes largos y cortos, permite diseñar los experimentos en forma más específica, con niveles de los atributos del orden de los actualmente percibidos por los usuarios, haciendo el diseño más realista y comprensible para los entrevistados. Cabe destacar que los experimentos de elección fueron presentados a los usuarios mediante una escala semántica de cinco puntos, usual en este tipo de encuesta.

A continuación se describen los diseños empleados en el estudio de comportamiento en la elección modal entre ferrocarril y bus.

Cuadro N°1
Niveles de Diferencia entre Atributos

Variables	Viajes Cortos			Viajes Largos		
	0	1	2	0	1	2
Tiempo (min)	0	-30	-	60	-60	-
Tarifa (\$)	300	0	-300	1000	0	-1000
Puntualidad (min)	15	-15	-	60	-60	-
Comodidad (Tren)	Actual	Mejor	-	Actual	Mejor	-

La comodidad del Tren ha sido expresada en términos cualitativos, considerando dos niveles: Actual y Mejor. Se definió a los encuestados el nivel Actual, como el estado que actualmente perciben de las instalaciones, tanto de terminales como de los coches de los trenes, y el estado "Mejor" como la situación en que los baños son cambiados totalmente y las instalaciones de los coches y estaciones terminales son arregladas.

La técnica de diseño empleada es la de diseños ortogonales, factoriales fraccionales (Kocur et al., 1982), la cual garantiza que no existe correlación entre los atributos, de esta forma se puede estimar de mejor forma la valoración de cada uno de ellos. Considerando que cada diseño presenta cuatro variables, tres con dos niveles (Tiempo, Puntualidad y Comodidad) y una con tres niveles (tarifa), se obtiene un diseño factorial 3×2^3 (Master Plan 2, columnas 2,6,7,8), cuyos efectos principales quedan cubiertos totalmente con ocho opciones. El diseño anterior supone que no existen efectos de segundo orden e interacción entre atributos.

Cuadro N°2
Diseño Experimental para Viajes Cortos

Opción	BUS			TREN			
	Tiempo [Hrs]	Tarifa [\$]	Atraso [min]	Tiempo [Hrs]	Tarifa [\$]	Atraso [min]	Comodidad
1	2	1500	15	2,5	1500	30	Actual
2	2	2000	15	2,5	1500	30	Mejor
3	2	1500	30	2	1500	15	Mejor
4	2	2000	30	2	1500	20	Actual
5	2	1500	15	2	2000	30	Actual
6	2	1500	30	2,5	2000	15	Mejor
7	2	1500	10	2	1500	25	Mejor
8	2	1500	30	2,5	1500	15	Actual

Cuadro N°3
Diseño Experimental para Viajes Largos

Opción	BUS			TREN			
	Tiempo [Hrs]	Tarifa [\$]	Atraso [Hrs]	Tiempo [Hrs]	Tarifa [\$]	Atraso [Hrs]	Comodidad
1	9	3500	1,5	10	4500	0,5	Mejor
2	8	4000	0,5	9	3000	1,5	Mejor
3	9	3500	1,5	8	3500	0,5	Mejor
4	9	4000	0,5	10	4000	1,5	Actual
5	10	3000	1,0	9	4000	2,0	Actual
6	9	4000	1,5	8	3000	0,5	Actual
7	9	3500	0,5	8	3500	1,5	Mejor
8	9	4000	1,5	10	4000	0,5	Actual

6. DESCRIPCION DE LA MUESTRA

La muestra de viajeros interurbanos fue obtenida durante la primera semana del mes de Julio de 1992 mediante un muestreo basado en la elección (Manski y McFadden, 1980), el cual fue realizado en el terminal de buses y la estación de ferrocarriles de la ciudad de Santiago, siguiendo un procedimiento de selección aleatoria, para evitar sesgos de muestreo.

Originalmente se obtuvo una muestra de 599 pasajeros encuestados, sin embargo, después del proceso de validación se eliminó el 8,6% de dichas encuestas, por inconsistencias en las respuestas al experimento de preferencias observado en personas que no entendieron o no tomaron seriamente el ejercicio, obteniéndose finalmente 530 encuestas válidas para efectos de la descripción y calibración de modelos.

En el cuadro N°4 se entrega la muestra obtenida para los dos experimentos realizados (de corta y larga distancia), distinguiendo a los usuarios según sexo y modo de transporte, observándose en cada caso una muestra mayor de usuarios varones.

Cuadro N°4
Muestra de Usuarios

Experimento	Modo	Masculino (%)	Femenino (%)	Muestra
Viajes Cortos	Tren	60,6	39,4	104
	Bus	75,9	24,1	141
Viajes Largos	Tren	57,7	42,3	163
	Bus	70,4	29,6	115

En los cuadros N°5 y N°6, se presenta la distribución porcentual del Ingreso Líquido Mensual de los de los usuarios según motivo de viaje, modo de transporte y tipo de viaje (corta y larga distancia, respectivamente). En relación al ingreso, se destaca que en el caso del tren el mayor porcentaje de usuarios presenta ingreso superior a 130.000 \$/mes, en tanto, en el caso del bus el mayor porcentaje de usuarios es de ingresos inferiores a 80.000 \$/mes. Por otra parte, considerando la muestra de trenes y buses, se obtuvo que el ingreso medio para viajes de corta distancia fue de 136.000 \$/mes y para los de larga distancia correspondió a 150.000 \$/mes, estos valores son inferiores a los obtenidos en otros estudios interurbanos, particularmente en el realizado por Gálvez et al. (1992) se obtiene un promedio de 230.000 \$/mes, sin embargo, dicho estudio incluye usuarios de avión.

En relación al propósito del viaje, se distingue entre viajes obligados (trámites y trabajo), viajes de placer o recreacionales y otros. Se observa una clara tendencia a encontrar viajes con motivos obligados, principalmente en viajes cortos, lo que se explica en gran medida porque la época de las mediciones no corresponde a un período festivo o de verano.

Cuadro N°5
Distribución del Ingreso en Viajes Cortos

Ingreso	Usuarios de Tren				Usuarios de Bus			
	Obligado	Placer	Otro	Total	Obligado	Placer	Otro	Total
Menor a 80.000 \$/Mes	24,0	3,8	0,0	27,8	33,1	6,5	0,7	40,3
Entre 80.000 y 130.000 \$/Mes	18,3	6,7	1,9	26,9	28,1	6,5	0,7	35,3
Mayor a 130.000 \$/Mes	38,5	5,8	1,0	45,2	22,3	0,7	1,4	24,5
Total	80,8	16,3	2,9	100,0	83,5	13,7	2,9	100,0

Cuadro N°6
Distribución del Ingreso en Viajes Largos

Ingreso	Usuarios de Tren				Usuarios de Bus			
	Obligado	Placer	Otro	Total	Obligado	Placer	Otro	Total
Menor a 80.000 \$/Mes	20,2	9,8	0,0	30,1	22,4	12,9	0,9	36,2
Entre 80.000 y 130.000 \$/Mes	14,1	9,2	0,0	23,3	22,4	6,0	4,3	32,6
Mayor a 130.000 \$/Mes	25,2	21,5	0,0	46,6	24,1	5,2	1,7	31,0
Total	59,5	40,5	0,0	100,0	69,0	24,1	6,9	100,0

Una característica importante de resaltar y que refleja en cierta medida el grado de conocimiento del sistema de transporte interurbano, corresponde a la frecuencia con que los usuarios realizan

viajes. Este resultado, se presenta en el cuadro N°7, observándose que en viajes de corto aliento existe un reducido número de usuarios que viajan sólo una vez al año, en cambio en viajes de larga distancia, existe un número importante de usuarios que no viajan más de una vez al año.

Cuadro N°7
Frecuencia de viajes

Experimento	Modo	Frecuencia de Viajes [%]			
		1	2	3	4
Viajes Cortos	Tren	52,4	22,3	23,3	1,9
	Bus	45,4	37,6	13,5	3,5
Viajes Largos	Tren	11,7	30,1	46,6	11,7
	Bus	9,5	31,9	37,9	20,7

Donde,

- (1): Más de una vez a la semana (más de 50 veces por año),
- (2): Más de una vez al mes y menos de una vez a la semana,
- (3): Menos de una vez al mes y más de una vez al año,
- (4): A lo más una vez al año.

La teoría de la utilidad aleatoria, sobre la cual se basan los modelos desagregados de comportamiento, considera que los individuos son quienes toman las decisiones y perciben los costos de viaje. Sin embargo, particularmente en el caso del transporte interurbano, como se puede apreciar en el cuadro N°8, existe un número significativo de personas que realizan viajes financiados por familiares o empleadores. Por tal motivo, de alguna forma los modelos de comportamiento deberían capturar esta situación.

Cuadro N°8
Financiamiento del Viaje

Experimento	Modo	Usuario [%]	Familia [%]	Empleador [%]
Viajes Cortos	Tren	81,0	18,1	1,0
	Bus	75,0	10,7	12,9
Viajes Largos	Tren	79,0	15,4	4,9
	Bus	80,2	12,9	4,3

7. MODELOS DE PARTICION MODAL

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la calibración de distintas especificaciones de la función utilidad.

a) Modelos de Viajes Cortos

En el Cuadro N°9 se presenta los mejores resultados obtenidos al calibrar modelos para la muestra de viajes cortos, considerando tres especificaciones genéricas: La primera considera una

especificación simple en función de las variables de nivel de servicio y tarifa de los modos de transporte (Modelo MNL-1) para la muestra global y segmentada por motivo de viaje; la segunda incorpora en forma explicativa el número de integrantes del grupo de viaje, como una variable que multiplica la tarifa (Modelo MNL-2); en la tercera especificación se realiza una segmentación, ya sea de la tarifa (MNL-3) o del tiempo de viaje (MNL-4), según los siguientes estratos:

- Estrato Base : Ingreso familiar < 80.000 \$/mes.
- Estrato 2 : Ingreso familiar entre 80.000 y \$130.000 \$/mes.
- Estrato 3 : Ingreso familiar > \$130.000 \$/mes.
- Estrato 4 : Usuarios a quienes paga el empleador.

Adicionalmente, se probó una especificación integrada de los criterios utilizados en los modelos MNL-2 y MNL-3, dichos resultados se presentan en el modelo MNL-5.

Asimismo, el cuadro N°9 incluye una estimación de la valoración subjetiva de los atributos considerados en los modelos, estimados en la forma usual.

En todos los modelos, los parámetros obtenidos presentan signos correctos, exceptuando el modelo MNL-4 donde, para el estrato 3, el coeficiente del tiempo de viaje toma un valor negativo. En la mayoría de los casos, los parámetros obtenidos resultan significativos, para un 95% de confianza. Sin embargo, los indicadores de ajuste, RHO^2 , resultan bajos. En todos los modelos la Razón de Verosimilitud resulta mayor que el Chi-Cuadrado, para los grados de libertad correspondientes, indicando que los modelos con la variables utilizadas explican mejor el comportamiento de los usuarios que los modelos con sólo constantes.

La constante modal para el bus resulta significativa e indica una cierta predisposición hacia este modo por parte de los encuestados, lo que corrobora su actual preferencia.

En general, los valores subjetivos del tiempo (VST) resultan menores que los obtenidos en estudios de Preferencias Reveladas desarrollado para el mismo contexto de viajes (Ver Gálvez et al., 1992) y en estudios de Preferencias Declaradas de elección de ruta (Ver CDI-CITRA, 1992; CITRA, 1992; CIS, 1992).

En los modelos con coeficientes diferenciados de costo (Modelos MNL-3 y MNL-5) la utilidad marginal del ingreso, reflejada en el coeficiente de la tarifa, varía fuertemente con el nivel de ingreso en la dirección que cabría esperar, lo que conduce a un VST creciente con el ingreso. Sin embargo, en el modelo MNL-4, esta tendencia se rompe debido a que en el estrato 3 el coeficiente del tiempo de viaje presenta un signo incorrecto.

Los modelos MNL-1 y MNL-2 aunque son básicamente equivalentes, el nivel de ajuste del primero es superior al segundo, incluso en la especificación segmentada por motivo de viaje. Un aspecto que merece destacar, es la mayor valoración del tiempo obtenida para viajes de placer, lo que estaría indicando que, en viajes cortos, la restricción de tiempo es poco significativa.

El modelo MNL-3, extensión natural del MNL-1, presenta consistencia entre los coeficientes al mostrar como aumenta la disposición a pagar de los usuarios que no afrontan directamente sus costos de viaje, que también se muestra por un alto valor del tiempo como se aprecia en el valor de VST-4. El único aspecto contradictorio del modelo es el valor del tiempo para el estrato 2, que resulta mayor al obtenido para el estrato 3, lo que podría tener su origen ya sea en la composición de los propósitos de viaje o bien en factores culturales no controlados en el experimento (educación entre ellos).

El modelo MNL-4, presenta un signo inadecuado en el valor del tiempo del estrato 3, mostrando que es preferible segmentar por ingreso la variable costo que en lugar del tiempo.

El modelo MNL-5 presenta los mejores indicadores de ajuste, medido por el RHO^2 , los coeficientes son significativos y corrobora el comportamiento del modelo MNL-3.

Finalmente, se observa consistencia en la estimación de los coeficientes del atraso y la comodidad debido a que, independiente del tipo de especificación, éstas permanecen dentro de un rango estable.

Cuadro N°9
Modelos Viajes Cortos

VARIABLES (t-est.)	MNL-1			MNL-2	MNL-3	MNL-4	MNL-5
	GLOBAL	OBLIGADO	PLACER				
TARIFA	-0,00131 -9,3	-0,0013 -8,3	-0,00106 -3,1	-0,00066 -7,3	-0,00171 -6,6	-0,00131 -8,7	-0,00110 -5,7
TIEMPO	-0,00969 -2,9	-0,00872 -2,4	-0,01051 -1,3	-0,01013 -3,1	-0,00789 -2,3	-0,00611 -1,3	-0,01012 -3,1
ATRASO	-0,01521 -4,6	-0,01505 -4,0	-0,01331 -1,6	-0,01502 -4,5	-0,01493 -4,3	-0,01471 -4,2	-0,01516 -4,6
COMOD	0,31470 3,2	0,26160 2,4	0,39780 1,6	0,30440 3,2	0,28870 2,8	0,29340 2,8	0,30550 3,2
EST-2					0,00048 1,3	-0,00304 -0,5	0,00045 1,9
EST-3					0,00043 1,1	0,00922 1,5	0,00038 1,5
EST-4					0,00160 2,9	-0,05063 -4,0	0,00105 3,9
CTE-BUS	0,44620 5,1	0,47640 4,9	0,27960 1,3	0,40820 4,8	0,50390 5,4	0,50450 5,4	0,41270 4,8
Tam. Muestra	1737	1407	274	1737	1737	1737	1737
RHO ²	0,0510	0,0489	0,0411	0,0388	0,0526	0,0616	0,0689
L(O)	-1327	-1060	-205	-1327	-1327	-1327	-1327
L(C)	-1290	-1024	-203	-1290	-1290	-1290	-1290
L(φ)	-1225	-974	-195	-1228	-1087	-1077	-1098
LR(C)	130	100	16	124	406	426	384
Chi-Cuadrado	9,49	9,49	9,49	9,49	14,10	14,10	14,10

Cuadro N°9
Modelos Viajes Cortos (Continuación)

VARIABLES (t-est.)	MNL-1			MNL-2	MNL-3	MNL-4	MNL-5
	GLOBAL	OBLIGADO	PLACER				
VST	7,41	6,69	9,93	12,76	4,62	4,66	7,67
VST-2					6,42	6,97	13,09
VST-3					6,15	-2,37	11,80
VST-4					68,04	43,25	168,30
VSATRASSO	11,63	11,54	12,58	18,93			
VSCOMODIDAD	-240,60	-200,61	-375,99	-383,56			
VSCTE	-341,13	-365,34	-264,27	-514,35			

Cuadro N°10
Modelos Viajes Largos

VARIABLES (t-est.)	MNL-1			MNL-2	MNL-3	MNL-4	MNL-5
	GLOBAL	OBLIGADO	PLACER				
TARIFA	-0,00048	-0,00043	-0,00065	-0,00020	-0,00068	-0,00049	-0,00028
TIEMPO	-7,4	-5,5	-5,0	-6,1	-5,8	-7,4	-4,6
ATRASSO	-0,00310	-0,00354	-0,00226	-0,00307	-0,00314	-0,00268	-0,00307
COMOD	-4,0	-3,7	-1,5	-3,9	-4,0	-2,0	-3,9
EST-2	-0,00355	-0,00324	-0,00401	-0,00351	-0,00350	-0,00351	-0,00351
EST-3	-4,4	-3,3	-2,5	-4,3	-4,3	-4,3	-4,3
EST-4	0,53480	0,57410	0,51100	0,55780	0,55150	0,55150	0,55800
CTE-BUS	5,8	5,1	2,8	6,0	5,9	5,9	6,0
					0,00022	-0,00111	0,00012
					1,3	-0,5	1,4
					0,00030	-0,00063	0,00012
					1,9	-0,3	1,5
					0,00046	0,00112	0,00013
					1,5	0,3	0,8
	-0,43210	-0,20060	-1,03700	-0,43770	-0,44830	-0,44660	-0,43830
	-6,8	-2,6	-8,5	-6,9	-7,0	-7,0	-6,9
Ten. Muestra	1986	1262	678	1986	1986	1986	1986
RHO²	0,044	0,0427	0,0551	0,0392	0,0467	0,0453	0,0402
L(0)	-1550	-993	-525	-1550	-1550	-1550	-1550
L(C)	-1433	-955	-408	-1433	-1433	-1433	-1433
L(θ)	-1370	-914	-385	-1351	-1340	-1342	-1349
LR(C)	126	82	44	164	186	162	168
Chi-Cuadrado	9,49	9,49	9,49	9,49	14,1	14,1	14,1
VST	6,41	8,17	3,49	11,69	4,63	5,47	8,21
VST-2					6,80	7,73	13,69
VST-3					8,28	6,75	14,11
VST-4					14,19	3,19	15,29
VSATRASSO	7,32	7,48	6,21	13,37			
VSCOMODIDAD	-1104,96	-1325,56	-791,14	-2125,26			
VSCTE	892,77	463,17	1605,51	1667,67			

b) Modelos de Viajes Largos

De manera similar al experimento de viajes cortos han sido estimados los modelos para la muestra de viajes largos, considerando las mismas especificaciones para la función de utilidad indirecta.

En todos los modelos, los parámetros presentan signos correctos, con alta significancia estadística, con t-estadísticos superiores a 1,96 (para un 95% de confianza) en la mayoría de los casos. Al igual que en viajes cortos, los modelos presentan bajos RHO² y Razón de Verosimilitud mayores que los Chi-Cuadrado correspondientes.

Cabe destacar, que a diferencia de los modelos obtenidos para viajes cortos, en esta muestra las constantes modales para el bus presentan signos negativos, es decir, en viajes largos existe una mayor predisposición a viajar en Tren, mientras en viajes cortos las preferencias apuntan hacia el Bus.

En viajes largos, se vuelve a obtener que el nivel de ajuste del modelo MNL-1 es levemente superior al modelo MNL-2. Sin embargo, es necesario destacar que el modelo MNL-1 presenta fuertes variaciones al segmentar por propósito de viaje, que se reflejan en una menor disposición a pagar por las variables tiempo, atraso y comodidad cuando el motivo de viaje es de placer.

Para los estratos de ingreso considerados en los modelos (estratos 1, 2 y 3), los VST son casi idénticos a los obtenidos en viajes cortos, lo que indicaría que este indicador económico es invariante con la duración del viaje. Sin embargo, para el estrato 4, usuarios cuyo viaje es financiado por el empleador, se observan importantes diferencias; particularmente en el modelo MNL-3 se obtiene que el VST en viajes largos es del orden de cuatro veces menor que en viajes cortos, en tanto que en los modelos MNL-4 y MNL-5 los VST en viajes largos son más de 10 veces menor que en viajes cortos.

Nuevamente se corrobora la conveniencia de segmentar el costo por el ingreso en vez del tiempo de viaje, ya que a pesar de que el modelo MNL-4 presenta signos correctos en todos sus coeficientes, se vuelve a verificar inconsistencia en la tendencia del VST con el ingreso. En cambio en el modelo MNL-3 la tendencia del VST es claramente creciente con el ingreso.

En relación a la puntualidad, se observa que esta variable reduce su valor, lo que indicaría que atrasarse un minuto más en un viaje corto resulta más costoso que en un viaje largo. Por otra parte, por una mejora en la comodidad en un viaje largo los encuestados están dispuestos a pagar casi cinco veces lo que en un viaje corto, esto se debe claramente a que el uso de servicios cómodos es más necesario en un viaje largo.

8. SINTESIS Y CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta una aplicación de estudio de preferencias declaradas apoyado en un estudio de imagen de los servicios de pasajeros de buses y trenes. El estudio de imagen aportó la información necesaria de las preferencias y percepción de los usuarios, lo que permitió el diseño experimental para la calibración de modelos desagregados de partición modal a través de preferencias declaradas.

Los resultados obtenidos del estudio de imagen y preferencias declaradas, son altamente consistentes y vienen a satisfacer un requerimiento de información en un área en que existen escasos estudios de preferencias y comportamiento de los usuarios.

En general los modelos estimados son de buena calidad, particularmente los modelos MNL-1 y MNL-2 para la muestra global de viajes cortos y largos presentan buenos índices de bondad de ajuste, signos correctos y parámetros significativos.

Los VST derivados a partir de las funciones estimadas son significativamente bajos, comparados con los obtenidos en otros experimentos realizados en el país, en el ámbito urbano e interurbano. Sin embargo, estos valores se acercan más a lo esperado, según es el comportamiento real de los individuos frente a la elección de modal.

Cabe destacar la impresionante similitud obtenida en los VST de viajes cortos y largos, para usuarios cuyo viaje es financiado por su grupo familiar. Si bien este resultado es contradictorio con algunas formulaciones teóricas recientes a nivel nacional (ver Jara-Díaz, 1990), permite asumir que el VST es indicador económico que no varía con la longitud del viaje.

Las principales diferencias entre viajes cortos y largos, se observan en las valoraciones subjetivas del atraso y la comodidad. Por una parte, se observa que mientras más largo sea el viaje, los usuarios están más dispuestos a atrasarse un poco más, lo que puede deberse a una menor restricción de tiempo en viajes de largo aliento. Por otra parte, mientras más largo sea el viaje, los usuarios del tren están dispuestos a intercambiar mayor cantidad de dinero por mejoras en el servicio ofrecido por los ferrocarriles, lo que da luces de lo que podría significar un proyectos de rehabilitación de ferrocarriles orientado a los pasajeros.

Finalmente, los modelos obtenidos permiten realizar estudios a un nivel estratégico del impacto en la demanda de políticas de desarrollo del transporte ferroviario y, son un primer antecedente a considerar en el desarrollo de estudios puntuales del mercado de transporte interurbano de pasajeros.

REFERENCIAS

CDI-CITRA (1992). **Estudio de Interconexión Vial Santiago Valparaíso, Informe Final.** Dirección de Vialidad, del Ministerio de Obras Públicas.

CIS (1992). **Estudio de Demanda Túnel El Melón, Informe Final.** ENDESA.

CITRA (1992). **Estudio de Demanda Ruta 78, Informe Final.** Ministerio de Planificación y Cooperación.

Gálvez, T., Jara-Díaz y J. Vera (1992). Modelación de la Partición Modal en Viajes Interurbanos. **Actas del IV Congreso Interamericano de Ingeniería de Transporte**, por publicar.

Grayson, A. (1981). Disaggregate model of mode choice in intercity travel. **Transportation Research Record**, 835, pp. 36-42.

Jara-Díaz, S. (1990). Valor subjetivo del tiempo y utilidad marginal del ingreso en modelos de partición modal. **Apuntes de Ingeniería** 39, pp. 41-50.

Kocur, G, Adler, T, Hyman, W. y Aunet Bruce (1982). **Guide to Forecasting Travel Demand with Direct Utility Assessment.** Report N°UMTA-NH-11-0001-82, Urban Mass Transportation Administration, U.S. Dept. of Transportation, Whashington, D.C.

Koppelman, F. y M. Hirsch (1985). Intercity travel choice behaviour: theory and empirical analysis. En F. Koppelman y M. Hirsch (eds), **Intercity Passenger Travel Demand Analysis and Forecasting.**

Manski, C.F. y McFadden, D. (1980). Alternative estimators and sample designs for discrete choice analysis. En C.F. Mansky and McFadden (eds), **Structural Analysis of Discrete Data: With Econometrics Applications.** The MIT Press, Cambridge, Mass.

Stephanedes, Y.J., V. Kumar y B. Padmanabhan (1984). A fully disaggregate mode-choice model for business intercity travel, **Transportation Planning and Technology**, Vol. 9, N°1, pp. 13-23.

Stopher, P. y J.N. Prashker (1976). Intercity passenger forecasting: the use of current travel forecasting procedures. **Transportation Research Forum**, Vol. XVII, N°1, pp 66-75.

Watson, P.L. (1974). Comparison of the model structure and predictive power of aggregate and disaggregate models of intercity mode choice, **Transportation Research Record** 527, pp 59-65.