

**REFERENCIAS DECLARADAS EN ESTUDIOS DE TRANSPORTE:
ASPECTOS METODOLOGICOS Y APLICACIONES**

Tristán Gálvez Pérez

Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile
Casilla 228/3, Santiago

RESUMEN

Las técnicas de preferencias declaradas han sido extensamente utilizadas en diversos países, con el objeto de obtener valoraciones subjetivas asignadas por los usuarios de sistemas de transporte a diversos atributos de éstos. En nuestro país, sin embargo, el énfasis ha sido puesto en la mayor parte de los estudios realizados en el uso de técnicas de preferencias reveladas.

En este trabajo se expone la metodología típica utilizada en estudios de preferencias declaradas, discutiendo sus ventajas y desventajas con respecto a las metodologías basadas en preferencias reveladas.

Se presenta además un caso aplicado al transporte ferroviario de larga distancia en el Reino Unido, en el cual se obtuvo valoraciones subjetivas para el grado de aglomeración, definido como el cuociente entre el número de viajeros y el número de asientos disponibles, y para ajustes en la hora real de partida del viaje con respecto a la hora de partida deseada por el usuario.

Finalmente, posibles usos o aplicaciones de técnicas de preferencias declaradas en nuestro país son analizados y discutidos.

1. INTRODUCCION

Las tendencias recientes en modelación de demanda de transporte contemplan un uso creciente de los modelos desagregados, que intentan explicar y predecir el comportamiento de los usuarios a nivel individual. La presentación y fundamentación de este enfoque, así como otros temas básicos relacionados con los estudios de demanda de transporte, puede encontrarse en Ortúzar (1982, 1984) y en Williams y Ortúzar (1982a, 1982b). Para la calibración de estos modelos, existen dos técnicas alternativas: preferencias reveladas y preferencias declaradas. En este trabajo, las características y ventajas de cada una de estas técnicas son discutidas. Sin embargo, dado que la mayor parte de los estudios realizados hasta ahora en Chile se han basado en preferencias reveladas, el énfasis ha sido puesto en presentar los fundamentos del método de preferencias declaradas, con el objetivo de contribuir a su conocimiento e incentivar su uso en el país.

2. PREFERENCIAS DECLARADAS Y PREFERENCIAS REVELADAS

La literatura sobre demanda de servicios de transporte normalmente adopta como punto de partida el supuesto de que en la generalidad de los casos un usuario de un sistema de transporte debe elegir una de entre diversas opciones disponibles acerca de cómo hacer su viaje. Esta elección puede ser de naturaleza continua, como la elección por parte de un automovilista acerca de la velocidad a la cual recorrer un cierto tramo de carretera. Sin embargo, la mayor parte de dichas elecciones son de naturaleza discreta, del tipo de seleccionar un modo de transporte entre varios disponibles, o elegir una ruta entre un conjunto limitado de rutas disponibles. Normalmente se define como "preferencia revelada" (en adelante PR) una elección de este tipo realmente hecha por un usuario, en un viaje específico realizado. Por contraste, se denomina "preferencia declarada" (en adelante PD) una elección hecha por el usuario entre alternativas hipotéticas que le son presentadas como parte de un experimento. Sin lugar a dudas, el contenido de realidad de la observación de conductas realmente realizadas es mayor que aquel de la mera declaración de intenciones, especialmente en un mundo en el cual hay gente que suele decir una cosa y hacer la contraria. Este ha sido el argumento tradicionalmente esgrimido en contra de las técnicas basadas en PD y a favor de aquellas basadas en PR. Sin embargo, cuando se trata de pasar de la etapa descriptiva a la etapa de construir modelos explicativos del comportamiento de los usuarios, este argumento pierde gran parte de su fuerza.

En efecto, lo único que es posible observar realmente en la conducta de un usuario es lo que realmente hizo. Por lo tanto, el dilucidar si esta conducta fue o no el resultado de una decisión entre varias alternativas contiene de partida un elemento hipotético similar al que se objeta a los métodos basados en PD. Aún si aceptamos que lo fué, subsiste el problema de determinar el conjunto de alternativas de entre las cuales

habría sido seleccionada la elegida. Esto es reconocido como un problema muy difícil por los creadores mismos de las técnicas basadas en PR (Domencich y McFadden, 1975, Williams, 1977). Debemos pedir al usuario que nos "declare" cuáles cree él o ella que eran sus alternativas disponibles, o alternativamente debemos nosotros, los modeladores o analistas, determinar dicho conjunto. Sin embargo, no sólo debemos hacerlo para un individuo, en un viaje específico, sino para centenares de ellos, con el objeto de alimentar nuestros modelos, multiplicando así las posibilidades de error. El contraste con los métodos basados en PR es evidente ahora: en estos últimos está al menos positivamente claro que el usuario ha hecho una decisión, en la cual por lo demás las alternativas están perfectamente explícitas.

Una vez definidas las disponibilidades, resulta necesario adoptar un nuevo paradigma interpretativo. El más utilizado hasta ahora consiste en suponer que la elección se basa en los atributos de cada opción, tales como tiempo de viaje, costo, seguridad, comodidad, puntualidad, etc., los cuales pueden combinarse linealmente para construir una función de utilidad. De este modo, la utilidad de la opción k para el usuario i queda dada por

$$U_{ik} = \sum_j \theta_{ij} z_{ijk} \quad (1)$$

donde z_{ijk} representa la magnitud del atributo j percibido por el usuario i para la alternativa k , en tanto θ_{ij} representa la valoración dada por el usuario a dicho atributo. Los estudios basados en PR normalmente deben agregar esta expresión mediante la definición de una utilidad media o representativa de un conjunto de usuarios, dada por la expresión

$$V_k = U_{ik} - \epsilon_{ik} = \sum_j \bar{\theta}_j \bar{z}_{jk} \quad (2)$$

donde ϵ_{ik} es un término de error con media cero y \bar{z}_{jk} son valores de los atributos adoptados por el modelador. En un experimento de PD, los atributos son explicitamente enunciados de una manera objetiva, de modo que cabe esperar coincidencia entre los valores percibidos por el usuario y aquellos adoptados por el modelador. En cambio, en el caso de PR, debemos normalmente elegir entre considerar los atributos reportados por el usuario y aquellos computados por el modelador, introduciendo un en ambas alternativas factores subjetivos.

Si adicionalmente se supone que el término de error sigue una distribución de Gumbel, para una elección entre dos alternativas se obtiene el bien conocido modelo LOGIT binomial

$$P_A = \frac{1}{1 + \exp(\lambda(V_B - V_A))} \quad (3)$$

Sin embargo, en experimentos que utilizan técnicas de PD, resulta en principio posible estimar directamente los valores θ_{ij} , para cada uno de los usuarios, dado que contamos con varias observaciones para cada usuario.

En resumen, las críticas que se hacen al método de PD son en gran medida aplicables al método de PR. El test final sólo puede provenir de la capacidad predictiva real de ambos métodos en aplicaciones específicas. Sin embargo, los experimentos basados en PD presentan ventajas tales como la posibilidad de explorar situaciones que serían extremadamente difíciles de dilucidar utilizando técnicas de PR.

3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS BASADOS EN PD

Un estudio típico basado en PD contiene las siguientes etapas, según Bradley (1988):

- 1) Determinar qué es lo que se desea predecir o evaluar.
- 2) Especificar un contexto de viaje hipotético del cual recolectar la información.
- 3) Determinar la muestra a la cual será aplicado el instrumento y la forma en que será seleccionada.
- 4) Diseñar las elecciones que serán presentadas.
- 5) Decidir acerca del método para medir preferencias o elecciones en la encuesta.
- 6) Desarrollar el método para presentar el experimento a los encuestados.
- 7) Administrar la encuesta.
- 8) Estimar modelos con las elecciones o preferencias declaradas.
- 9) Evaluar la validez de las predicciones del modelo.
- 10) Aplicar los modelos para evaluación o predicción.

Una discusión general acerca del tema puede encontrarse en Kroes y Sheldon (1988), Fowkes y Wardman (1988), Hensher et.al. (1988), Bates (1988a y 1988b), Wardman (1988), Louviere (1988) y Bradley (1988). Dada su amplitud, en el presente trabajo se pondrá el énfasis en el problema del diseño de experimentos de PD, que corresponde en términos generales a las etapas 4), 5), 6) y 8) del esquema anterior. Este problema de diseño requiere decisiones acerca de los siguientes elementos:

- a) Atributos a considerar.
- b) Niveles en los atributos.
- c) Combinaciones de atributos.
- d) Elecciones a presentar.
- e) Escala de respuestas.
- f) Validación del diseño.
- g) Paradigma de modelación.

3.1 Atributos a considerar.

Normalmente la lista de atributos resulta directamente de los objetivos y contexto del experimento. Sin embargo, resulta en general conveniente limitar el número de atributos a considerar en un experimento dado, con el objeto de mantener la tarea dentro de proporciones razonables. No hay reglas precisas al respecto, pero rara vez resulta manejable ir más allá de cuatro o cinco atributos y, de hecho, bastan dos para poder plantear una disyuntiva.

3.2 Niveles en los atributos.

Existen dos maneras principales de plantear niveles en los atributos. La primera es la definición de valores fijos o absolutos en el enunciado del experimento, por ejemplo, una tarifa de \$1000 o un tiempo de viaje de 125 minutos. La segunda es personalizar los valores refiriéndolos a aquellos de un viaje realmente realizado por el encuestado, por ejemplo, una tarifa reducida en un 15% o un tiempo de viaje 10 minutos mayor. La elección entre ambas modalidades depende del contexto definido para el experimento. Sin embargo, cuando se utiliza la segunda es posible combinar niveles relativos con niveles absolutos.

Desde el punto de vista estadístico es conveniente seleccionar los valores de modo que sea posible un diseño ortogonal. Sin embargo, ello requiere que los niveles estén igualmente espaciados, lo cual no siempre es sensato como se verá a continuación.

Si aceptamos el modelo lineal de comportamiento definido en la ecuación 1, una disyuntiva que envuelva los atributos r y s de dos opciones a y b puede expresarse como una diferencia en utilidad:

$$U_{ia} - U_{ib} = \theta_{ir} z_{ira} + \theta_{is} z_{isa} - \theta_{ir} z_{irb} - \theta_{is} z_{isb} \quad (4)$$

donde $\{\theta_{ir}(z_{ira} - z_{irb})\} \{\theta_{is}(z_{isa} - z_{isb})\} < 0$ (5)

es la condición que debe cumplirse para que la disyuntiva exista. Ambas alternativas tendrán la misma utilidad para el usuario si

$$\theta_{ir}(z_{ira} - z_{irb}) = \theta_{is}(z_{isa} - z_{isb}) \quad (6)$$

o equivalentemente

$$\frac{\theta_{is}}{\theta_{ir}} = \frac{z_{ira} - z_{irb}}{z_{isa} - z_{isb}} = B \quad (7)$$

donde B es llamado un valor frontera que depende sólo de los valores de los atributos. De las respuestas entregadas por los encuestados sólo puede inferirse para cuántos de ellos el cuociente $\tau_i = \theta_i / \theta_{ir}$ es mayor, igual o menor que el valor frontera. Si el experimento se diseña en forma tal que existen varias disyuntivas que envuelven el mismo par de atributos pero cada una con un diferente valor frontera implícito, resultará posible determinar la distribución de valores de la variable τ_i entre las clases definidas por los valores frontera. Un buen diseño debe evitar una concentración excesiva de observaciones en una sola clase, especialmente si es una de las clases abiertas extremas. Por lo tanto, el conjunto de valores frontera debe en lo posible cubrir completamente el rango esperado de variación de la variable τ_i sobre la población de usuarios. Para ello, puede recurrirse a una muestra piloto a la cual se aplica un cuestionario con valores tentativos.

3.3 Combinaciones de atributos.

Los elementos centrales para un buen diseño en este aspecto son:

- Las elecciones no deben contener alternativas dominadas, esto es, aquellas cuyos atributos son todos peores que los atributos de otra alternativa incluida en el mismo conjunto. Se supone que un usuario racional descartará siempre tales alternativas, de modo que su inclusión no aporta información adicional. Sin embargo, tales alternativas pueden incluirse cuando lo que se desea comprobar es precisamente la validez de este supuesto de racionalidad.
- Las elecciones deben ser razonables en términos de su similaridad con las situaciones corrientemente encontradas en viajes reales. Ello es válido para las tarifas a pagar, los tiempos de viaje, etc. Por ejemplo, si un viaje en bus de Santiago a Valparaíso demora normalmente 80 minutos, un tiempo de viaje de 40 minutos propuesto para una alternativa será probablemente considerado como fuera del reino de lo posible por el respondiente, quien tenderá a descartar a priori esta alternativa.
- Las alternativas deben contener deseablemente valores de los atributos que no estén dominados por aquellos de la situación real más probable. Si un usuario es enfrentado por ejemplo con una elección entre dos alternativas peores que la actual, tenderá a descartar ambas, cuando ello sea una respuesta posible, o a negarse a contestar.
- El diseño debe contribuir a reducir el riesgo de respuestas con sesgo de política. Dado que los respondientes normalmente saben que los resultados del estudio serán probablemente utilizados en la definición de políticas de inversión o de operación, puede darse una tendencia a contestar lo que se cree tiende a favorecer la política deseada por el respondiente, en lugar de responder lo que realmente decidiría. Por ejemplo, un usuario deseoso de evitar alzas de tarifas tenderá a

seleccionar sistemáticamente la alternativa más barata, incluso cuando le son presentadas elecciones en las cuales la diferencia de precio es muy pequeña y la alternativa más cara presenta ventajas en otros atributos tan evidentes que elegir la más barata se hace casi insostenible.

3.4 Elecciones a presentar.

En términos generales, un experimento basado en PD consiste en presentar a cada individuo en la muestra una serie de conjuntos de opciones de viaje caracterizadas por sus atributos. Para cada uno de los conjuntos incluidos en la serie existen por ejemplo las siguientes variantes:

- Presentar dos opciones de las cuales se debe elegir una.
- Presentar más de dos opciones de las cuales se debe elegir una.
- Presentar más de dos opciones y solicitar al usuario que las ordene desde la más favorable o deseable hasta la menos deseable.
- Presentar dos o más opciones y solicitar al usuario que asigne una "nota" o calificación a cada una de ellas de acuerdo a una escala preestablecida.
- Presentar dos opciones entre las cuales el usuario debe manifestar su grado de preferencia según una escala predeterminada, eventualmente incluyendo indiferencia entre ambas.

El número de conjuntos en la serie y el número de opciones en cada conjunto son un indicador del esfuerzo requerido para contestar. Normalmente se trata de mantener dicho esfuerzo dentro de límites tolerables, dado que la fatiga o aburrimiento del entrevistado puede deteriorar la calidad de las respuestas pasado cierto límite, o puede incentivar la negativa a responder. El límite no puede establecerse con precisión, pero está relacionado con la forma en que las opciones están presentadas. Las formas más comúnmente usadas son:

- Cuestionario de autorespuesta, aplicado directamente por el encuestador o distribuido por correo.
- Entrevista telefónica.
- Presentación de opciones en tarjetas.
- Uso de microcomputadores portátiles, los cuales permiten personalizar la aplicación del instrumento en forma interactiva.

3.5 Escala de respuestas.

La escala más simple es solicitar se indique preferencias, pero sin tomar en cuenta su grado. Cuando se estima que esto es insuficiente, puede utilizarse notas o calificaciones o una escala semántica. Un ejemplo de dicha escala es:

- 1 Definidamente prefiere Opción A
- 2 Probablemente prefiere Opción A
- 3 Gusta/Rechaza ambas igualmente
- 4 Probablemente prefiere Opción B
- 5 Definidamente prefiere Opción B

Escalas como ésta han sido usadas en trabajos anteriores, tales como los reportados en Gálvez (1989) y MVA et al. (1987). La conveniencia de incluir categorías adicionales, tales como 'no viajaría' o 'usaría otro modo', es discutible. En ciertos casos, su inclusión puede producir respuestas con sesgo de política según fue definido anteriormente.

3.6 Validacion del diseño.

Una vez obtenido un diseño preliminar, existen dos validaciones principales que resulta conveniente realizar.

La primera se refiere a aplicar el instrumento preliminar a un conjunto de usuarios en la forma de una experiencia piloto. Esta acción no difiere mayormente de la que se hace con cualquier encuesta, y permite comprobar la adecuación del instrumento, en especial en lo que se refiere a valores frontera según se señaló anteriormente.

La segunda es la validación del diseño mediante simulación. Ello consiste en generar un conjunto hipotético de usuarios caracterizado por valuaciones predeterminadas de los diversos atributos. A continuación se hace que cada usuario "responda" el cuestionario en el interior del computador, introduciendo componentes de error aleatorias que siguen una distribución de Gumbel, las cuales afectan las utilidades de las alternativas y por lo tanto las elecciones. Con las respuestas obtenidas se intenta luego reproducir los valores originales. Pese a que no existe un test formal de bondad del ajuste, esta simulación permite en muchos casos mejorar significativamente el diseño.

3.7 Paradigma de modelacion.

La práctica usual es considerar que los modelos basados en la teoría de la utilidad aleatoria y, en especial, el modelo LOGIT, son adecuados a la naturaleza del problema. En los casos en que la escala de respuestas es simplemente la elección de una alternativa de entre dos o más, la modelación puede hacerse en la misma forma que para experimentos de PR,

utilizando en la calibración el método de máxima verosimilitud que es el comúnmente aceptado e incorporado a paquetes computacionales como el ALOGIT. Cuando el respondente debe hacer una ordenación o ranking de alternativas, normalmente se interpreta la respuesta como una serie de preferencias entre pares de alternativas, aplicándose la misma técnica a cada par.

Sin embargo, cuando en lugar de ranking se debe aplicar una nota o calificación a cada alternativa, o se usa una escala de grados de preferencia, la interpretación de las respuestas no es tan clara. Una de las posibilidades es que dos alternativas sean igualmente deseables, lo cual implica que ambas tienen igual utilidad. En términos del modelo LOGIT, ello equivale a una probabilidad de ser elegida de 0.5 para cada alternativa.

El significado del resto de las preferencias, en cambio, no es tan claro. Con el objeto de hacer la discusión más concreta, nos remitiremos al caso de la escala de 5 puntos definida en 3.x. Una discusión adicional sobre este caso puede encontrarse en Wardman (1988), y en MVA et.al. (1987).

Una alternativa es interpretar el grado de preferencia como sinónimo de probabilidad de elección, asignando una probabilidad mayor a las preferencias más fuertes. Una posible escala se presenta en la Tabla 1. Si definimos una nueva variable R_A como

$$R_A = \ln (1/P_A - 1) \quad (8)$$

$$\text{se tiene } R_A = \lambda(U_B - U_A) \quad (9)$$

de modo que esta variable es una función lineal de las utilidades. Sus valores han sido también incluidos en la Tabla 1. Esta escala difiere de los supuestos normalmente adoptados en elecciones discretas, los cuales han sido resumidos en la Tabla 2.

Tabla 1
Interpretación de la escala de respuestas como probabilidades
: Primera hipótesis

Respuesta	P_A	R_A
1 Definidamente prefiere Opción A	0.9	-2.197
2 Probablemente prefiere Opción A	0.7	-0.847
3 Gusta/Rechaza ambas igualmente	0.5	0.0
4 Probablemente prefiere Opción B	0.3	0.847
5 Definidamente prefiere Opción B	0.1	2.197

Tabla 2
Interpretacion de la escala de respuestas como probabilidades
Segunda hipótesis

Respuesta		P_A	R_A
1 Definidamente prefiere Opción A		1.0	$-\infty$
2 Probablemente prefiere Opción A		1.0	$-\infty$
3 Gusta/Rechaza ambas igualmente	Eliminar observación		
4 Probablemente prefiere Opción B		0.0	∞
5 Definidamente prefiere Opción B		0.0	∞

Los supuestos adoptados para generar la Tabla 1 permiten usar regresión lineal para computar las valoraciones $\bar{\theta}_j$ de los atributos, como una alternativa al método de máxima verosimilitud. La ecuación de regresión resultante es:

$$R_A = \lambda(U_B - U_A) = \lambda\left(\sum_j \bar{\theta}_j \bar{z}_{JB} + \varepsilon_B - \sum_j \bar{\theta}_j \bar{z}_{JA} - \varepsilon_A\right) \quad (10)$$

$$R_A = \lambda\left(\sum_j \bar{\theta}_j (\bar{z}_{JB} - \bar{z}_{JA}) + \varepsilon_B - \varepsilon_A\right) \quad (11)$$

que corresponde a la forma estándar de una ecuación de este tipo. Cabe destacar que el resultado de la calibración serán valores $\lambda\bar{\theta}_j$ en lugar de los $\bar{\theta}_j$. Sin embargo, esto no afecta las razones entre coeficientes.

Los supuestos reflejados en la Tabla 2 no permiten usar regresión en forma directa, dado que R adopta un valor no finito. Pero si reemplazamos infinito por un número arbitrariamente grande N , la regresión es posible. Puede demostrarse fácilmente que los valores relativos de los coeficientes son independientes del valor de N , y por lo tanto cabe esperar que en el límite cuando $N \rightarrow \infty$ estos valores relativos serán todavía válidos. Ello implica además que, al ser el resultado independiente del valor de N , bastará tomar cualquier valor numéricamente conveniente, no siendo necesario usar valores "grandes".

4. UN EJEMPLO DE APLICACION

Se deseaba obtener, para los ferrocarriles ingleses, la valoración en términos monetarios otorgada por los usuarios a dos atributos:

- el grado de aglomeración en los trenes, en especial la posibilidad de viajar de pie.
- viajar a una hora diferente a la ideal.

Se decidió medir el grado de aglomeración en una escala de 4 niveles:

VACIO: Existe amplia disponibilidad de asientos.

LLENO: El tren está lleno y con pasajeros de pie, pero el encuestado ha logrado conseguir un asiento.

DE PIE 30: El encuestado debe viajar de pie durante 30 minutos, luego consigue un asiento.

DE PIE 60: Id. con 60 minutos.

En cuanto al horario de viaje, se consideró 3 niveles:

Actual: El viaje se realiza a la hora deseada.

+/- 60: El viaje debe anticiparse o retrasarse en una hora.

+/- 120: Id. dos horas.

Las tarifas se presentaron en la forma de reducciones o incrementos absolutos respecto de las tarifas actuales.

Se decidió presentar a los usuarios 16 elecciones entre 2 alternativas, cuyos atributos se detallan en la Tabla 3. Se utilizó una escala de respuestas de 5 niveles.

Tabla 3

Definición de escenarios para el ejemplo de aplicación

Escenario	----- Opción A -----			----- Opción B -----		
Número	Tarifa	Aglomeración	Hora	Tarifa	Aglomeración	Hora
1	Actual	LLENO	Actual	+£ 0.50	VACIO	Actual
2	-£ 1.00	LLENO	Actual	Actual	VACIO	Actual
3	Actual	LLENO	Actual	+£ 2.00	VACIO	Actual
4	-£ 0.50	DE PIE 30	Actual	Actual	VACIO	Actual
5	Actual	DE PIE 30	Actual	+£ 1.00	VACIO	Actual
6	-£ 2.00	DE PIE 30	Actual	Actual	VACIO	Actual
7	Actual	DE PIE 30	Actual	+£ 5.00	VACIO	Actual
8	Actual	DE PIE 60	Actual	+£ 2.00	LLENO	Actual
9	Actual	DE PIE 60	Actual	+£ 5.00	LLENO	Actual
10	Actual	DE PIE 60	Actual	+£10.00	LLENO	Actual
11	Actual	DE PIE 60	+/- 60	+£ 5.00	VACIO	Actual
12	Actual	DE PIE 60	+/- 60	+£10.00	VACIO	Actual
13	Actual	DE PIE 60	+/- 60	+£20.00	VACIO	Actual
14	Actual	LLENO	+/- 120	+£ 1.00	LLENO	Actual
15	Actual	LLENO	+/- 120	+£ 5.00	LLENO	Actual
16	Actual	LLENO	+/- 120	+£40.00	LLENO	Actual

Este diseño realmente incluye seis situaciones diferentes en términos de aglomeración y hora de viaje, con los cuales se forman cinco disyuntivas que han sido ilustradas en la Figura 1. De dicha figura

resulta claro que si logramos estimar un valor monetario para cada una de las disyuntivas, esto es, la diferencia en tarifa que compensaría la diferencia en calidad, podríamos calcular dicho valor compensatorio para cualquier par de alternativas.

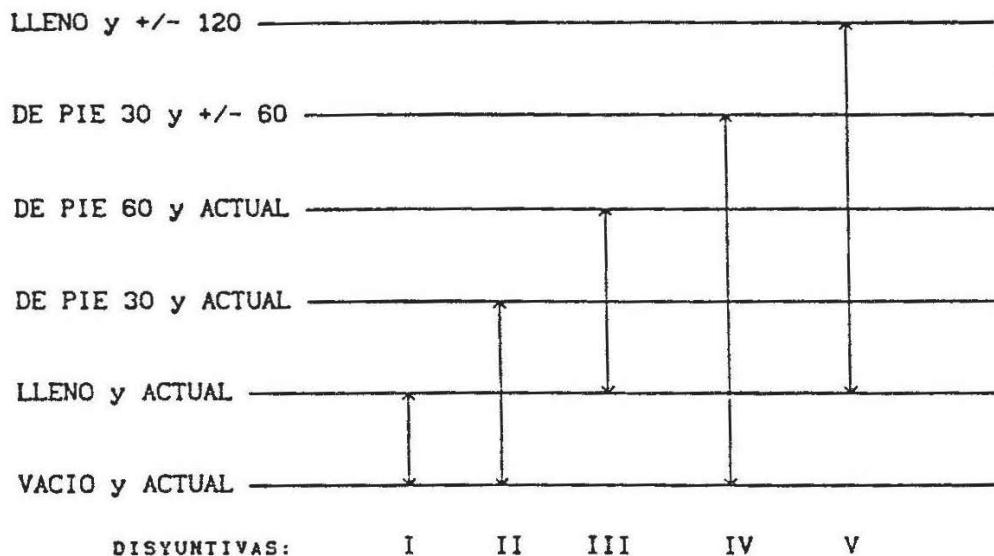


Figura 1 Esquema de disyuntivas para el ejemplo de aplicación.

El cuestionario resultante se aplicó a una muestra de aproximadamente 1000 usuarios de ferrocarril. El modelo a que se llegó finalmente se presenta en la Tabla 4. Se trata de un modelo segmentado que distingue entre viajeros de negocios, cuyos empleadores pagaban el valor del pasaje, y otros viajeros. El significado de las variables es:

MONEY: Desutilidad del dinero pagado.

FULL: Diferencia entre la desutilidad de viajar durante un minuto sentado en un tren con otros pasajeros de pie, y la desutilidad de viajar durante un minuto en un tren con amplia disponibilidad de asientos.

STAND: Diferencia entre la desutilidad de viajar durante un minuto de pie en un tren, y la desutilidad de viajar durante un minuto en un tren con amplia disponibilidad de asientos.

HSTAND: Desutilidad de tener que iniciar el viaje de pie.

ELATE: Desutilidad de anticipar o retardar el viaje en un minuto.

Cabe destacar que, como se desprende de los valores en la Tabla 4, las variables de segmentación resultaron significativas sólo para las variables MONEY y HSTAND.

Tabla 4
Desutilidades unitarias por propósito

PARAMETRO (Unidades)	NEGOCIOS	t	OTROS	t
MONEY (peniques)	0.375	8.25	1.000	28.50
FULL (p./minuto)	1.278	14.94	1.278	14.94
STAND (p./minuto)	4.571	4.57	4.571	4.57
HSTAND (peniques)	640.553	16.87	427.589	8.01
ELATE (p./minuto)	6.376	23.67	6.376	23.67

Cabe destacar la diferencia entre los valores obtenidos para la desutilidad del gasto de dinero entre viajeros de negocios y otros. Ello puede interpretarse como que los viajeros de negocios perciben sólo el 37.5% del gasto, en promedio. Modelos segmentados por otras características, para la misma base de datos, pueden encontrarse en Wardman y Fowkes (1987).

Los umbrales de aceptación para los valores 't' requieren mayor discusión. Según MVA et. al. (1987), en un experimento basado en preferencias declaradas se incluye en la regresión más de una observación para el mismo usuario, las cuales pueden no ser independientes. Ello conduciría a una subestimación de los términos de error. Un posible método de corrección sería incrementar los términos de error en un factor \sqrt{n} , donde n es el numero de observaciones por individuo (15 en este caso), pero probablemente ello sería una sobre corrección. Una posibilidad es usar un valor intermedio, tal como la raíz cuadrada del factor de corrección, que equivale a una media geométrica entre la no corrección y la sobre corrección. Dicho factor en este caso es 1.97, lo cual implica que el valor de 't' correspondiente al 95% de confianza sería de 3.86. Como se aprecia en la Tabla 4, todos los parámetros superan dicho umbral.

5. APPLICACIONES EN CHILE

Hasta donde el autor conoce, existe sólo un caso en el cual se ha utilizado técnicas de PD en Chile. Se trata del estudio realizado por Ortúzar (1989) sobre preferencias acerca de alternativas de transporte de carga frigorizada de exportación. Curiosamente, la técnica no ha sido utilizada en transporte urbano de pasajeros, pese a que en esta área podemos mencionar numerosos estudios basados en PR, tales como Ortúzar y Achondo (1985), Ortúzar e Ivelic (1986) y Jara-Díaz y Albornoz (1989). El uso de técnicas de preferencias declaradas constituye por lo tanto un campo prácticamente virgen en nuestro país. Posibles aplicaciones que cabe destacar a priori son:

- a) El estudio de la disyuntiva tarifa-tasa de ocupación para el transporte urbano de pasajeros, tanto en el Metro como en superficie. El sistema de transporte urbano admite diversos puntos de equilibrio, entre los extremos de tarifas bajas y altas tasas de ocupación, hasta tarifas altas con bajas tasas de ocupación. Las preferencias de los usuarios permitirían orientar la formulación de políticas para el subsector.

b) El estudio del efecto que tendría un mejoramiento de la calidad del servicio ferroviario sobre la partición modal, tanto en carga como en pasajeros. Dicho estudio permitiría además evaluar alternativas de mejoramiento (por ejemplo, velocidad, puntualidad, frecuencia, publicidad) en términos de costo y efectividad.

REFERENCIAS

- Bradley, M. (1988) Realism and adaptation in designing hypothetical travel choice concepts. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No.1.
- Bates, J. (1988a) Editorial on stated preference methods in transport research. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No.1.
- Bates, J. (1988b) Econometric issues in SP analysis. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No.1.
- Domencich, T. y D. McFadden (1975) *Urban travel demand : A behavioural analysis*. North Holland, Amsterdam.
- Fowkes, A.S.y M. Wardman (1988) Design of SP travel choice experiments, with special reference to taste variations. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.22, No.1.
- Gálvez, T.E. (1989) Assessment of operating policies in public transport: A comprehensive model applied to a rail service. Tesis de Ph.D. University of Leeds.
- Hensher, D.A., P.O. Barnard y T.P. Truong (1988) The role of SP methods in studies of travel choice. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No.1.
- Jara-Díaz, S.R. y M. Albornoz (1989) Restricciones de tiempo en la elección modal. *Actas del Cuarto Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, Valparaíso, Chile.
- Kroes, E.P. y R.J. Sheldon (1988) Stated preference methods. An introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No.1.
- Louviere, J.J. (1988) Conjoint analysis modelling of stated preferences. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No.1.
- MVA Consultancy, Institute for Transport Studies of the University of Leeds y Transport Studies Unit of the University of Oxford (1987) *The value of travel time savings. A report of research undertaken for the Department of Transport*. Policy Journals, Newbury, Berkshire.
- Ortúzar, J.D. (1982) Fundamentals of discrete multimodal choice modelling. *Transport Reviews*, Vol. 2, No. 1, pp. 47-78.

Ortúzar, J.D. (1984) Una introducción a los modelos desagregados de demanda de transporte. *Actas del Primer Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, Santiago, Chile.

Ortúzar, J.D. (1989) Determining the preferences for frozen cargo exports. *Quinta Conferencia Mundial de Investigación en Transporte*, Yokohama, Japón, 10-14 Julio.

Ortúzar, J.D. y F.J. Achondo (1985) La estabilidad temporal de modelos desagregados de partición modal. *Actas del Segundo Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, Santiago, Chile.

Ortúzar, J.D. y A.M. Ivelic (1986) Efectos de la desagregación temporal de variables de servicio en la especificación y estabilidad de funciones de demanda. *Cuarto Congreso Panamericano de Ingeniería de Transito y Transporte*, Santiago, Chile, 1-4 Diciembre.

Wardman, M. (1988) A comparison of revealed preference and stated preference models of travel behaviour. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.22, No.1.

Wardman, M. y A.S. Fowkes (1987) The values of overcrowding and departure time variations for InterCity rail travellers. University of Leeds, Institute for Transport Studies, Technical Note 229. (Unpublished internal document).

Williams, H.C.W.L. (1977) On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefits. *Environment and Planning A*, Vol. 9.

Williams, H.C.W.L. y J.D. Ortuzar (1982a) Behavioural theories of dispersion and the mis-specification of travel demand models. *Transportation Research B*, Vol. 16B, No. 3. pp. 167-219.

Williams, H.C.W.L. y J.D. Ortuzar (1982b) Travel demand and response analysis - some integrating themes. *Transportation Research A*, Vol. 16A, No. 5-6, pp. 345-362.