

EL IMPACTO DE VARIABLES DE PERSONALIDAD EN LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA. UN ESTUDIO DE CASO EN CONCEPCIÓN

Arnoldo Tapia, Universidad de Concepción, arnoldoatapia@udec.cl
Valentina Sichel, Universidad de Concepción, valessichel@udec.cl
Alejandro Tudela, Universidad de Concepción, atudela@udec.cl
Juan Antonio Carrasco, Universidad de Concepción, j.carrasco@udec.cl

RESUMEN

En este trabajo se estudia el impacto de la incorporación de variables psicológicas sobre la elasticidad de la demanda. La elección se modela en función de variables de personalidad: actitud, afecto y social, variables de contexto y hábito. Información de preferencias reveladas, recolectada en el sector Collao, Concepción – Chile, es utilizada para estimar diversos modelos de elección, incorporando las variables psicológicas como variables latentes, a través de modelos estructurales y estimación secuencial de los coeficientes. Los resultados muestran que las variables psicológicas mejoran el ajuste de los modelos, impactando las elasticidades de la demanda respecto al precio y tiempos.

Palabras Claves: Teoría de Triandis, variables latentes, variables psicológicas

ABSTRACT

The role of psychological variables on demand elasticity is analyzed in this work. Choice models are expressed as function of personality variables: attitude, affection and social factors, as well as context and habit. Revealed preference information, collected in the Collao neighbourhood, Concepcion – Chile, was used to estimate discrete choice models, incorporating the psychological variables through a latent variables approach, with structural equation modeling and sequential estimation of coefficients. Results show that psychological variables help to improve the model goodness of fit, affecting demand elasticity with respect to prices and times.

Keywords: Triandis theory, latent variables, psychological variables

1. INTRODUCCIÓN

El aumento del uso del automóvil genera problemas en áreas urbanas, empeorando la calidad de vida de las personas que habitan en ellas. Es por este motivo que los planificadores de transporte han propuesto medidas orientadas a disminuir la partición modal del automóvil. Sin embargo, la predicción de los modelos resulta diferente con lo observado (Morikawa *et al.*, 1996; Ben Akiva *et al.*, 1999), lo que se puede deber a que los factores explicativos usados para predecir no se condicen completamente con aquellos que efectivamente inciden en la conducta.

En efecto, la conducta puede ser detonada por factores personales (afecto, actitud, social, entre otros), habituales, socio-demográficos (ingreso, ocupación, etc.), contextuales (propósito del viaje, etc.) y los niveles de servicio de los diversos modos (costo, tiempo, etc.). Todos estos aspectos deberían ser incorporados en un modelo predictivo, para poder explicar y predecir la conducta observada. Aunque algunos de ellos se pueden medir objetivamente, tales como los niveles de servicio de los modos o los factores socio-demográficos, hay otros que no pueden ser capturados directamente, como lo son los factores personales. Las variables asociadas a estos factores son conocidas como variables latentes, ya que sólo se pueden capturar de forma indirecta, a través de instrumentos *ad-hoc*.

El objetivo de este trabajo es analizar el rol de los factores personales en la elección de modo de transporte, usando el enfoque de variables latentes, según la Teoría del Comportamiento Interpersonal de Triandis. Esta teoría señala que la conducta es el resultado de la interacción entre la intención y un comportamiento habitual, es decir, sin deliberación previa, además de incorporar las condiciones contextuales que rigen las decisiones. La intención, a su vez, es explicada por tres factores: actitud, afecto y sociales, que se relacionan entre sí. Los dos primeros factores que explican la intención tienen una asociación con las creencias, valores y emociones, mientras que el tercero refleja un posible vínculo entre el individuo que toma la decisión y terceros. Este enfoque se diferencia de estudios previos, en los que no existe un sustento teórico que fundamente el uso de variables de personalidad.

Las variables psicosociales, los factores contextuales y los socio demográficos fueron recolectadas a través de encuestas realizadas a habitantes del sector Collao, en Concepción, el año 2012. Este sector se caracteriza por su heterogeneidad socioeconómica y de acceso a diferentes modos de transporte. Se estimaron diversos modelos de demanda, con especificaciones simples y que incorporan las variables psicológicas, a través del enfoque de variables latentes con estimación secuencial, utilizando modelos de ecuaciones estructurales. Adicionalmente, se asumieron tres escenarios de precios y tiempos, donde se comparan las elasticidades de los modelos más simples con aquellos que incorporan variables latentes, analizando el rol de estas variables sobre las elasticidades.

El artículo está organizado como se indica a continuación. La segunda sección contiene los antecedentes teóricos asociados a la Teoría del Comportamiento Interpersonal, la descripción de los instrumentos psicométricos para medir los componentes de esta teoría, y la estimación secuencial de los modelos de elección discreta a través de los modelos de ecuaciones estructurales. En la sección tres se describen los datos usados, mientras que en la cuarta sección se analizan los modelos estimados, elasticidades y predicciones. Las conclusiones y comentarios se entregan en la última sección.

2. ANTECEDENTES

2.1 Teoría del comportamiento interpersonal de Triandis

Los modelos de elección discreta estudian el rol de los atributos explicativos sobre la demanda (Ortúzar y Willumsen, 2011). Los modelos de elección discreta operan como una caja negra (Ben-Akiva *et al.*, 2002), donde se asume que se conoce implícitamente el funcionamiento interno de dicha caja. Para poder conocer el funcionamiento interno de ésta, muchos investigadores destacan la importancia de las características subjetivas de las personas sobre la elección modal, por lo que se hace necesario incluir estas características en el modelo de elección discreta. Estas características subjetivas, como creencias, valores, emociones y actitudes, representan interacciones complejas, en conjunto con los atributos modales y condiciones de contexto (Ben-Akiva *et al.*, 2002). Una metodología que permite incluir las características subjetivas en los modelos de elección corresponde al enfoque de variables latentes.

Las distintas relaciones entre las variables psicológicas, tales como la actitud, afecto, factores sociales, hábito y factores contextuales, se pueden estudiar a través de la Teoría del Comportamiento Interpersonal (TIB), postulada por Triandis (1977). En esta teoría, tanto la actitud, afecto y los factores sociales son considerados de forma dependiente así como independientes. La Figura 1 muestra las relaciones entre las variables psicológicas que explican la conducta, donde se observa que la intención es previa al desarrollo de una cierta acción, intención que combinada con el hábito y las condiciones facilitadores (costo, tiempo, propósito del viaje, etc.) generan un comportamiento, como es la elección de modo de transporte. La intención depende directamente de los factores subjetivos del individuo, los que podrían estar vinculados entre sí. A continuación se explican los factores de hábito y de personalidad.

Hábito: éste es un comportamiento que se lleva a cabo sin la necesidad de una decisión consciente que pudiera implicar la consideración de al menos una conducta alternativa distinta a la que se ha realizado varias veces (Ronis *et al.*, 1989). El comportamiento habitual se caracteriza por la falta de búsqueda y procesamiento de información respecto de otras alternativas. Esta conducta habitual no está necesariamente asociada al razonamiento. Para medir conducta habitual no razonada se puede usar el cuestionario de respuesta-frecuencia de Verplanken (Verplanken *et al.*, 1994). Este cuestionario consiste en una lista de actividades no relacionadas (por ejemplo, ir de compras o ir al cine), pidiendo al encuestado indicar rápidamente el modo que utiliza para desarrollar cada una de ellas. Con las respuestas es posible calcular el hábito por cada modo, a través de la frecuencia de uso de ellos para las distintas actividades.

Actitud: Se define como una evaluación personal de cualquier aspecto del mundo social y que esté almacenada en la memoria (Baron y Byrne, 1994). La actitud hace referencia al juicio positivo o negativo respecto a algún aspecto real o comportamiento que realiza un individuo (Eagly y Chaiken, 1998; Petty y Wegener, 1998). Para poder medir la actitud de un individuo hacia un aspecto se utiliza el principio de expectativa-valor (Reeve, 1994), donde la actitud es el producto entre la creencia acerca del resultado de una conducta (expectativa) y la importancia otorgada al resultado (valor). La actitud en sí o sus componentes son medidas usando escalas de Likert (Likert, 1934), con una puntuación dependiente del contexto del experimento.

Factores sociales: Son factores que se originan en el entorno en que se desarrolla el individuo y que pueden afectar el comportamiento de éste. La teoría de Triandis postula que existen tres componentes que forman los factores sociales que explican la intención: el rol, la norma social y el autoconcepto. El rol corresponde al comportamiento esperado que siga el individuo según la posición social que ostente (*status* social). La norma social corresponde al comportamiento que un individuo debe tener según lo que un grupo social considere adecuado, es decir, las presiones sociales que soporta un individuo al desarrollar o no cierta conducta. Por último, el autoconcepto se refiere a la percepción que tiene el individuo de sí mismo. Tanto el rol como la norma social pueden ser medidos a través de escalas de Likert, preguntando al individuo su grado de acuerdo con afirmaciones que describen su rol y apego a la norma social, mientras que el autoconcepto puede ser caracterizado con el diferencial semántico de Osgood (Osgood *et al.*, 1976), usando los pares de adjetivos antónimos definidos por La Rosa y Díaz (1991).

Factores afectivos: Corresponden a los factores emocionales que afectan la toma de decisiones. Su implicancia está en que la toma de decisiones se realiza parcialmente en forma inconsciente. Una valoración afectiva le confiere una cualidad emocional a un objeto, llevando a la adquisición de una actitud hacia dicho objeto (Anable y Gatersleben, 2005). Para medir la valoración afectiva se puede utilizar el diferencial semántico de Osgood (Osgood *et al.*, 1976), usando pares de adjetivos antónimos, definidos según Corraliza (1987), que permiten capturar el afecto que tiene una persona hacia o la emoción que genera un modo de transporte

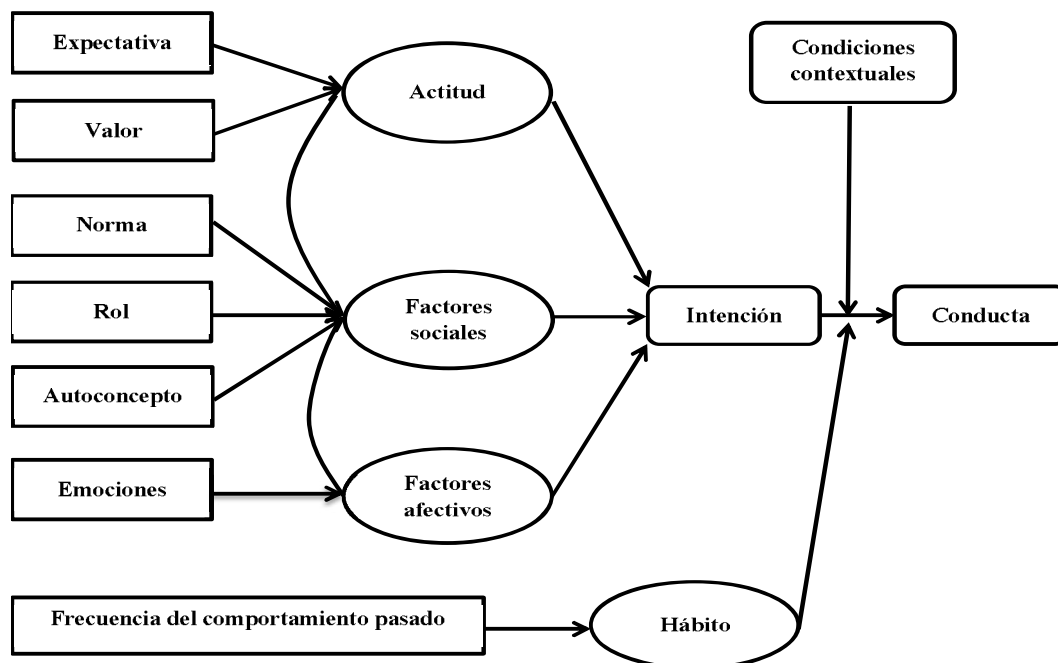


Figura 1: Teoría del Comportamiento Interpersonal de Triandis

En este trabajo se dispone de información acerca de las variables de actitud, afecto, factores sociales y hábito, además de las condiciones facilitadoras. Como los distintos instrumentos de medición para estas variables solo miden el efecto de éstas y no las variables en sí, es necesario un enfoque de variables latentes para la incorporación de estos aspectos en los modelos de demanda.

2.2 Estimación secuencial de modelos de elección discreta con variables latentes

Los factores psicológicos se pueden incluir en la función de utilidad indirecta de las alternativas en un modelo de elección discreta, resultando una ecuación del tipo:

$$U_{in} = \theta_i + \theta_1 x_{1n} + \dots + \theta_k x_{kn} + \theta_{k+1} z_{1n}^* + \dots + \theta_{k+L} z_{Ln}^* + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

Los atributos instrumentales x_{in} son observables mientras que los atributos latentes z^* no son observables directamente, sino a través de escalas subjetivas. Para solucionar el problema de falta de medición objetiva de una variable se propone usar el enfoque de variables latentes, que considera que se puede medir indirectamente el efecto de z^* a través de indicadores I , que manifiestan el comportamiento de los atributos no observables.

Una de las alternativas para incorporar las variables latentes en los modelos de elección es obtener los estimadores de los coeficientes que relacionan las variables latentes con sus respectivos indicadores (Raveau *et al.*, 2010). Para poder obtener los valores esperados de las variables latentes para cada individuo y por alternativa, se utiliza los modelos de ecuaciones estructurales, que es una técnica estadística multivariada, que combina los métodos de regresión múltiple con el análisis factorial, permitiendo estimar el efecto y las relaciones entre múltiples variables (Ruiz, 2000), representando conceptos no observados en dichas relaciones. Así, las variables latentes se agregan a las variables instrumentales del modelo de elección discreta, estimando los coeficientes de las variables latentes e instrumentales en forma conjunta. Este procedimiento se conoce como estimación secuencial, ya que la inclusión de las variables latentes en los modelos de elección se trata en dos etapas, separando la interacción entre las variables latentes y el modelo de elección discreta. La Figura 2 muestra el proceso de estimación secuencial.

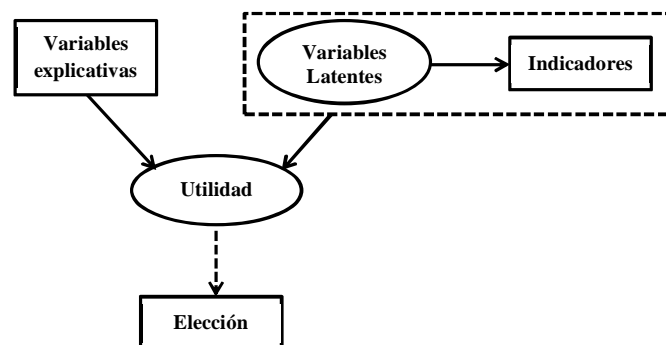


Figura 2: Esquema de modelo secuencial

Fuente: Adaptado de Ben-Akiva *et al.*, 1999

Se debe destacar que la estimación secuencial no garantiza estimadores consistentes, ya que los valores esperados de las variables latentes tienen errores de medición cuando son introducidos en los modelos de elección discreta, debido a que estas variables son tratadas como no estocásticas cuando en realidad tienen una variabilidad innata (Ben-Akiva *et al.*, 1999; Raveau *et al.*, 2010). Esto surge debido a que este método secuencial de estimación no utiliza en su conjunto todos los datos disponibles, por lo que los estimadores son sesgados y tienden a subestimar las desviaciones de los coeficientes.

2.3 Modelos de ecuaciones estructurales

Un paso previo para incluir las variables psicológicas en los modelos de elección discreta mediante la estimación secuencial es la generación de estas variables que no son observables. Para ello se utilizan los modelos de ecuaciones estructurales, que permiten analizar, de forma simultánea, una serie de relaciones de dependencia y representar conceptos no observados, como son las variables latentes. Estos modelos comúnmente se denominan modelos confirmatorios, ya que éstos intentan probar las distintas relaciones propuestas por una teoría, como por ejemplo las relaciones previstas por la teoría de Triandis en este trabajo. Estas relaciones se suponen lineales y se verifican mediante pruebas estadísticas y un conjunto de indicadores, que muestran si las relaciones modeladas tienen un buen ajuste con los datos empíricos.

Los modelos de ecuaciones estructurales en general constan de dos partes: un modelo de medición, donde se representan las relaciones de las variables latentes con sus indicadores, con el objetivo de verificar si los indicadores se identifican con las variables latentes (Weston y Gore, 2006) y un modelo estructural, que es el que guía las relaciones entre las variables dependientes e independientes, con el objeto de observar qué variables independientes predicen cada variable dependiente, para así corroborar un marco teórico con datos empíricos. La Figura 3 muestra un modelo de ecuación estructural, que se incluye tanto el modelo de medida como el modelo estructural.

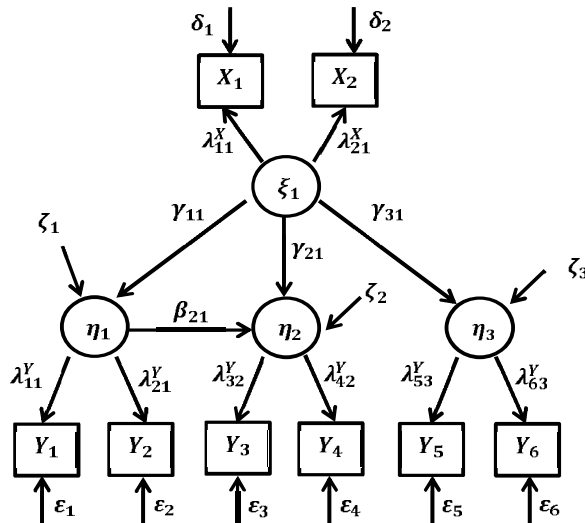


Figura 3: Ejemplo de Modelo de Ecuación Estructural
Fuente: Adaptado de Zambrano y Zamora (2009)

Las expresiones que rigen el modelo de la Figura 3 son las siguientes:

Modelo estructural

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \tag{2}$$

Modelo de medición

$$X = \Lambda_x\xi + \delta \tag{3}$$

$$Y = \Lambda_y\eta + \varepsilon \tag{4}$$

donde X e Y representan las variables independientes y dependiente respectivamente. En este estudio X corresponde a los indicadores de las variables psicológicas, como es el afecto, e Y representa los indicadores que pudieran depender de variables latentes, como en el caso del factor social. ξ y η son las variables latentes independientes y dependientes respectivamente. En el contexto de este trabajo, el afecto, la actitud, la norma social, el rol social y el autoconcepto corresponden a ξ , mientras que el factor social es la variable dependiente η , que es función de la norma, rol y el autoconcepto. Λ_x, Λ_y, B y Γ son los coeficientes asociados en cada ecuación y ζ, δ y ε son los errores respectivos de cada ecuación.

Con la teoría de Triandis como marco, se utilizan los modelos de ecuaciones estructurales para verificar si ocurren las relaciones postuladas por esta teoría, ya sean todas o algunas, generando las variables latentes que serán incorporadas al modelo de elección discreta para su posterior estimación.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

La información usada en este trabajo fue recolectada entre los meses de abril y julio del año 2012. Los encuestados correspondieron a una muestra aleatoria de personas que vivían en el sector Collao de la ciudad de Concepción, Chile. Este sector se caracteriza por tener una buena accesibilidad al transporte público, existiendo más de 20 recorridos de buses y 10 líneas de taxis colectivos. La caminata y la bicicleta son alternativas viables respecto a los modos disponibles, por la cercanía a supermercados, dos universidades y el sector céntrico de la ciudad. Sin embargo, este sector sólo tiene una vía de acceso hacia el centro de Concepción, lo que genera problemas de congestión vehicular en las horas punta.

Las preguntas que contiene la encuesta hacen referencia al primer viaje, de aquellos desplazamientos con mayor frecuencia de realización, que hubiera hecho el encuestado el día de aplicación del instrumento. La información recolectada fue acerca del modo usado, modos disponibles, información socio-demográfica del encuestado y el entorno del hogar, y preguntas específicas para medir aspectos psicológicos: actitud, factores sociales, afecto y hábito. Más detalles respecto al proceso de recolección y la descripción completa de la muestra, se pueden encontrar en Sichel (2013).

Si bien la muestra original contenía originalmente 263 encuestas, se procedió a eliminar aquellos registros de personas que usaron modos con una muy baja participación de mercado y de personas que sólo tenían un modo disponible para realizar el viaje, reduciendo el tamaño de la muestra a 223 registros. De éstos, 59 (26.5%) encuestados corresponden a usuarios de automóvil, 139 (62.3%) a usuarios del transporte público y 25 (11.2%) a usuarios de caminata. La muestra final contiene un 50.7% de hombres, con una edad promedio de 38.2 años (DE= 14.6 años). Las principales ocupaciones de los encuestados de la muestra son estudiantes (27.8%), empleados administrativos (27.3%) y dueñas de casa y cesantes (15.2%). El ingreso promedio personal y familiar es de \$367.264 y \$830.493 respectivamente, lo que implica que el sector puede ser clasificado como uno de clase media. Esta muestra caracteriza a la población que vive en las inmediaciones de centros de estudios, donde habitan estudiantes y empleados administrativos.

Respecto a las variables psicológicas, la actitud fue medida usando el principio de expectativa-valor, usando escalas de Likert de 5 puntos para medir cada componente. El rol y la norma social también fueron medidos utilizando escalas de Likert de 5 puntos para cada componente, mientras que el autoconcepto fue determinado con el diferencial semántico de Osgood, usando 12 pares de adjetivos antónimos, que caracterizan 3 dimensiones del autoconcepto: sociabilidad afiliativa, expresividad y accesibilidad (Alderete, 2011). El afecto también fue medido empleando el diferencial semántico de Osgood, usando 16 pares de adjetivos antónimos que caracterizan 4 dimensiones: evaluación, potencia, activación y control. El hábito fue determinado usando el cuestionario de frecuencia-respuesta de Verplanken, que incorporaba 10 situaciones hipotéticas. Más información acerca de la generación de estos instrumentos se puede encontrar en Domarchi (2007), Escobar (2008), Alderete (2011) y Sichel (2013).

La actitud fue medida para el modo automóvil, transporte público y no-motorizados, siendo o no usuario de ellos. El afecto fue registrado para el modo alternativo, en caso de que el modo utilizado en el viaje frecuente no estuviera disponible ante alguna eventualidad.

La determinación de las variables del nivel de servicio y costos, para el modo usado y los alternativos, se determinaron a través de un SIG y con datos proporcionados por las autoridades del transporte del Gran Concepción; información descriptiva de estos datos se muestra en la Tabla 1. Se puede observar que se presentan tiempos de viaje acorde al contexto del Gran Concepción, donde el promedio bordea los 10 minutos, lo que es indicativo de que en general los viajes originados en el sector son relativamente cortos dada su cercanía al centro y otros lugares de atracción de viajes. Caso especial ocurre en el modo caminata, el que tiene un tiempo promedio mayor en comparación al resto de los modos, lo que es debido a las características propias del modo. Los tiempos de espera, en general, son bajos debido a la buena oferta en el sector estudiado. Para el caso de los tiempos de acceso, en general, se registran promedios bajos, característica del transporte público en Concepción, donde las paradas no son fijas por lo que el tiempo de acceso es relativamente bajo dado que la oferta de paradas se ajusta a la demanda de detenciones. En cuanto a los costos, se observan valores relativamente altos para el modo auto chofer, en comparación al resto de los modos. El promedio del costo de viaje (que es hacia el sector céntrico de Concepción) es mayor que el costo promedio en los modos públicos, lo que está acorde con la realidad regional y nacional.

4. ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE MODELOS

Usando el procedimiento de estimación secuencial, a través de los modelos de ecuaciones estructurales (Ecuaciones 2, 3 y 4), se procedió en una primera etapa a calcular los valores esperados de las variables latentes, siguiendo la propuesta teórica de Triandis. Sin embargo, debido a la poca cantidad de datos (223), no fue posible estimar un modelo que reprodujera completamente la teoría con un buen ajuste, aunque sí es posible reproducirla en forma parcial para cada variable psicológica, con excepción de la variable factor social, donde sólo fue factible estimar sus coeficientes por separado. Como son factores psicológicos que no es posible observar ni medir directamente, se utilizaron distintos indicadores de efectos para su manifestación. Respecto al hábito, éste fue medido directamente a través del cuestionario frecuencia-respuesta, constituyendo por lo tanto una variable observada.

En este trabajo, además de intentar confirmar la teoría de Triandis, se estimaron modelos de ecuaciones estructurales para el afecto y autoconcepto, de acuerdo a las dimensiones calculadas según el análisis factorial, logrando un mejor ajuste que lo predicho por el modelo basado sólo en la teoría. Si bien se efectuaron estimaciones con distintas especificaciones, los modelos finalmente aceptados son aquellos que consideran la estimación secuencial, donde en una primera etapa se calculan las variables latentes y luego se estiman los coeficientes tanto de las variables latentes así como las variables instrumentales.

4.1 Estimación modelos de elección discreta

A continuación se presenta las distintas estimaciones de modelos de elección. Si bien se calcularon todas las variables psicológicas a través de los modelos de ecuaciones estructurales, solo la actitud y el hábito presentaron buenos ajustes, que permitieron ingresarlos al modelo de partición modal. Es importante destacar que todos estos modelos incluyen en su especificación, variables instrumentales para los cinco modos de transporte disponibles en la muestra: auto chofer, auto acompañante, microbús, taxi colectivo y caminata. También, y como una forma de comparar las especificaciones usuales en los modelos de elección, se estimó un modelo Logit Multinomial (MNL). También se probó con especificaciones tipo Logit Jerárquico y Logit Mixto, sin alcanzar resultados meritorios. El modo de referencia corresponde al auto acompañante.

Tabla 2: Modelo de elección discreta solo con niveles de servicio y costos

Coefficiente	MNL	MNL con Hábito	MNL con Actitud	MNL Hábito y Actitud
$\theta_{\text{autoc hofer}}$	3.353 (6.6)	2.816 (5.4)	2.839 (5.7)	2.767 (5.3)
θ_{microbus}	4.506 (7.4)	5.523 (7.2)	4.249 (6.7)	5.408 (7.1)
$\theta_{\text{taxicolectivo}}$	2.894 (4.5)	3.943 (5.0)	2.458 (3.7)	3.832 (4.9)
θ_{caminata}	5.071(6.8)	5.804 (7.2)	5.154 (6.3)	5.740 (7.1)
θ_{costo}	-0.002 (-3.6)	-0.002 (-3.6)	-0.001 (-2.7)	-0.002 (-3.6)
θ_{viaje}	-0.193 (-5.7)	-0.194 (-5.6)	-0.198 (-5.0)	-0.193 (-5.5)
θ_{espera}	-0.066 (-2.0)	-0.040 (-1.1)	-0.045 (-1.3)	-0.034 (-0.9)
θ_{acceso}	-0.144 (-3.1)	-0.166 (-3.0)	-0.151 (-3.2)	-0.171 (-3.0)
θ_{Actitud}	-	-	0.155 (1.4)	0.148 (1.1)
$\theta_{\text{Hábito}}$	-	3.021 (4.6)	-	2.967 (4.5)
$\bar{\rho}^2$	0.585	0.626	0.578	0.627
LL	-146.2	-131.4	-148.4	-130.7
$VST_{tv}(\$/\text{min})$	97	97	198	97
$VST_{te}(\$/\text{min})$	33	20	45	17
$VST_{tc}(\$/\text{min})$	72	83	151	86

Nota: test t entre paréntesis

Como se observa en la Tabla 2, las variables que reflejan los niveles de servicio de los modos, tienen el signo adecuado y sus coeficientes son significativos, con excepción del tiempo de espera, que comienza a ser no significativo al incluir las variables psicológicas. Además, hay una mayor importancia del tiempo de viaje que del tiempo de espera. Esto se puede deber a las características del sector, donde se tiene un buen acceso al transporte público, pero debido a los problemas de congestión, los usuarios valoran más su tiempo en el vehículo que la espera como tal, la que por lo demás tiene poca variabilidad en la muestra. El modelo MNL con hábito, genera una mejor explicación de la elección como se ve en los valores del log-verosimilitud LL y $\bar{\rho}^2$.

Además, se observa que el coeficiente del hábito es significativo, lo que no ocurre con la actitud, que no es significativo y empeora el poder explicativo, en comparación con el modelo sólo con variables instrumentales. Por último, se presenta un modelo que incluye tanto la actitud como el hábito, donde se tiene que sólo el hábito es significativo, donde la actitud y el tiempo de espera no son significativos. Cabe hacer notar que las constantes modales tienen una alta significancia, que podría ser indicativo de que hay otras variables o especificaciones que podrían ayudar a explicar la conducta observada.

4.2 Elasticidades

Para el uso de los modelos con fines predictivos puede ser necesario contar con estimaciones de las elasticidades, $E_{tm,k}$, que miden como cambia porcentualmente la probabilidad de elección de alguna alternativa ante cambios porcentuales en algún atributo. Esto se conoce como elasticidad puntual directa, donde el efecto en un cambio del atributo k , para la alternativa m , sobre la probabilidad de que la persona t eligiera la alternativa j para un modelo MNL, donde θ_k es el coeficiente del atributo k , corresponde a:

$$E_{tm,k}(j) = \frac{\frac{\partial P[y_t=j]}{\partial x_{tm}(k)}}{\frac{P[y_t=j]}{x_{tm}(k)}} = \theta_k \cdot (1 - P[y_t = j]) \cdot x_{tm}(k) \quad (5)$$

La forma funcional de la elasticidad mostrada en la ecuación 5 resulta apropiada al estimar secuencialmente los modelos de elección discreta incorporando variables latentes, a pesar de que teóricamente éstas son variables aleatorias. Esto se debe a que la aleatoriedad de las variables latentes es considerada implícitamente a través de los modelos de ecuaciones estructurales, por lo que los atributos latentes se ingresan al modelo de elección discreta como si fueran variables instrumentales. Esto no ocurre en otros modelos más completos, por ejemplo para el modelo MIMIC (*Multiple Indicator and Multiple Cause*), donde se asume que hay relaciones entre las variables socioeconómicas y latentes que se pueden expresar en los modelos de ecuaciones estructurales, donde los atributos latentes son variables aleatorias. Esto implica que el cálculo de la probabilidad de elegir una alternativa resulta en integrales complejas y, por ende, la forma funcional de la elasticidad difiere a la mostrada en la ecuación 5.

La Tabla 3 contiene las elasticidades respecto al tiempo de viaje, costo y hábito, para los distintos modos, evaluadas en el promedio de las observaciones. Estos resultados muestran que la elasticidad respecto al costo, tiempo de viaje y hábito no varían significativamente con respecto a los diversos modelos estimados, aunque sí se observan diferencias respecto a la elasticidad respecto al costo y hábito al comparar entre modos, en particular para el Microbús y Taxi Colectivo y Auto Chofer y Auto Acompañante en el caso del hábito

En esta tabla se observa que la elasticidad del tiempo de viaje es baja para la mayoría de los modos, exceptuando la caminata, debido a que el uso de este modo, se restringe por el tiempo de viaje. Este efecto es levemente mayor en el caso del modelo con variables psicológicas, lo que indica el efecto de estas variables en la partición modal, donde el hábito tiene un menor efecto en este modo. En cuanto a los costos, se observa una mayor elasticidad (de forma absoluta) para los modos del transporte público en comparación a los modos privados, lo que se asocia con el nivel

de ingreso de los usuarios de la muestra, donde es menos relevante un cambio en los costos para los usuarios de transporte privado en comparación a los usuarios de transporte público. Cabe destacar que las elasticidades respecto al precio, en módulo, son menores a 1, lo que indica que cambios en este atributo incidirían parcialmente en la demanda debido a un cierto nivel de cautividad. En el caso de la elasticidad del hábito, se tiene un menor efecto en la demanda en los modos microbús y caminata. El modo Auto Acompañante y el Taxi Colectivo son más sensibles a la variación del hábito en comparación al Auto Chofer, lo que debe a las características propias de estos modos. Este mayor hábito por el automóvil no es un asunto sencillo de modificar, pero ha habido experiencias en la elección de modo que lo han logrado (Schwanen *et al.*, 2012).

Tabla 3: Elasticidades respecto al costo, tiempo de viaje y hábito

	Variable	Auto Chofer	Auto Acompañante	Microbús	Taxi Colectivo	Caminata
MNL	Tiempo de Viaje	-0.428	-0.827	-0.793	-1.004	-2.889
	Costo	-0.290	-	-0.329	-0.593	-
MNL con Hábito	Tiempo de Viaje	-0.414	-0.834	-0.814	-1.009	-2.903
	Costo	-0.308	-	-0.355	-0.636	-
	Hábito	0.383	0.762	0.217	0.528	0.290
MNL con Hábito y Actitud	Tiempo de Viaje	-0.409	-0.829	-0.814	-1.004	-2.889
	Costo	-0.305	-	-0.352	-0.630	-
	Hábito	0,377	0.747	0.213	0.518	0.285

4.3 Predicción

En esta sección se utilizan los modelos estimados para generar predicciones de partición modal, para tres escenarios y la situación base. Los escenarios son ficticios, pero acordes con las intervenciones que se planean realizar en el sector Collao. Estos escenarios son:

- Aumento en el costo del modo auto en un 30%, debido a la implantación de cobro por congestión, denominado 1,
- Disminución de los tiempos de viaje del transporte público en un 30%, debido a la construcción de un corredor exclusivo denominado 2 y
- Combinación de los escenarios anteriores, denominado escenario 3.

La Tabla 4 muestra la comparación de los tres escenarios con el año base, para el modelo MNL y el modelo que incorpora al hábito. Como se aprecia, en todos los casos el modelo MNL predice cambios mayores en la partición modal al aplicar los cambios en costos y tiempos, respecto al modelo MNL con hábito, lo que implicaría una sobreestimación del modelo. En otras palabras, la inclusión del hábito en el modelo conlleva cambios menores en las predicciones, con el consiguiente impacto en términos del análisis de efectividad de las políticas implementadas.

Tabla 4: Cambios porcentuales modelo MNL y modelo MNL con Hábito

Escenario	MNL			MNL con Hábito		
	1	2	3	1	2	3
Auto Chofer	-2.67	-5.14	-7.20	-2.34	-4.01	-6.15
Auto Acompañante	0.21	-1.82	-1.73	0.39	-1.48	-1.23
Bus	2.11	6.83	8.45	1.66	5.68	7.29
Taxi Colectivo	0.27	0.72	1.00	0.21	0.34	0.57
Caminata	0.06	-0.58	-0.52	0.02	-0.53	-0.47

5. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El proceso de toma de decisiones de los usuarios en transporte usualmente es modelado como una caja negra, según las teorías microeconómicas, donde las variables de entrada son los atributos de las alternativas disponibles y las características socioeconómicas, y la variable de salida es la elección observada, con el supuesto que se conoce implícitamente el funcionamiento de la caja. Las variables psicológicas, como la actitud, el afecto, el hábito, entre otras, no se pueden observar ni medir directamente, por lo que estos modelos usualmente las han omitido. Sin embargo, de acuerdo a las teorías de la psicología, estas variables son relevantes para explicar el comportamiento de los usuarios ante el proceso de elección. Esto indica que la inclusión de estas variables puede mejorar el poder explicativo del modelo, evitando producir estimadores sesgados y problemas de endogeneidad. Lo anterior se ha demostrado utilizando instrumentos *ad hoc* al estudio de interés, sin un respaldo teórico en particular, lo que es una innovación de este trabajo, ya que se utiliza la Teoría de Triandis como sustento teórico a las variables psicológicas.

Una forma de introducir estos atributos latentes, como las variables psicológicas, es trabajar con los modelos híbridos de elección. Estos modelos operan con un modelo de elección discreta y un modelo de variables latentes para los atributos no observados. En este trabajo se utilizó la estimación secuencial, donde se determina primeramente las variables latentes, incorporándolas luego al modelo de elección discreta.

Para la muestra utilizada en este trabajo fue posible incorporar el hábito y la actitud al modelo de elección, aunque fue el hábito el que resultó mayoritariamente significativo, permitiendo una mejora del modelo en comparación con un modelo con sólo variables instrumentales. También se analizó las elasticidades y la ocurrencia de escenarios hipotéticos, asociados a cambios de costos tiempos de viaje y hábito. Si bien las elasticidades no cambian significativamente, el análisis de los escenarios muestra como el modelo que considera sólo variables instrumentales sobreestima los cambios en la partición modal, lo que se corrige al incorporar el hábito como variable explicativa. En particular, en el caso del hábito, aunque se observaron resultados esperados en cuanto a las elasticidades, esta variable se caracteriza por ser un comportamiento muy arraigado en el individuo, lo que dificulta el éxito de cualquier medida que intente modificarlo.

Dado que la estimación secuencial cuenta con el riesgo potencial de perder eficacia estadística y convergencia del estimador, se sugiere estimar los modelos usando estimación simultánea, donde se espera que ésta aproveche la estructura de los datos, generando estimadores más consistentes. Además, se hace necesario incrementar el tamaño de la base de datos, de forma tal que exista mayor certeza respecto a los modelos estimados. Por último, se sugiere que se usen estimadores bayesianos y modelos del tipo MIMIC, para así estudiar de mejor forma el impacto de diversos escenarios de política sobre la predicción de la demanda.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Programa de Financiamiento Basal para Centros de Excelencia FBO-16.

Referencias

Alderete, C. (2011) **El rol de los factores sociales en la elección del modo de transporte**. Memoria de Título Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Concepción. Concepción.

Anable, J. y B. Gatersleben (2005) All work and no play? The role of instrumental and affective factors in work and leisure journeys by different travel model. **Transportation Research A**. 39. 163-181.

Ben Akiva, M., J. Walker, A. Bernardino, D. Gopinath, T. Morikawa y A. Polydoropoulou (1999) Integration of Choice and Latent Variable Models. En Mahmassani, H. (Ed.), **In Perpetual Motion: Travel Behaviour Research Opportunities and Application Challenges**. Elsevier, Amsterdam.

Ben-Akiva, M., D. McFadden, K. Train, J. Walker, C. Bhat, M. Bierlaire, D. Bolduc, A. Boersch-Supan, D. Brownstone, D. Bunch, A. Daly, A. de Palma, D. Gopinath, A. Karlstrom, y M. Munizaga (2002) Hybrid choice models: progress and challenges. **Marketing Letters**.13(3). 163-175.

Baron, R. y D. Byrne (2005) **Psicología Social**. Pearson Prentice-Hall. Madrid.

Corraliza, J. (1987) **La Experiencia del Ambiente. Percepción y Significado del Medio Construido**. Tecnos. Madrid.

Domarchi, C. (2007) **Efecto del hábito, la valoración afectiva y la actitud en la elección modal. Una aplicación personal de la Universidad de Concepción**. Memoria de Título Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Concepción. Concepción.

Eagly, A. y S. Chaiken (1998) Attitude structure and function. En Gilbert, D., S. Fiske and G. Lindzey (eds), **The Handbook of Social Psychology**, Cuarta edición. McGraw-Hill, Boston.

Escobar, M. (2008) **Análisis de la inclusión de variables psicosociales en los modelos de elección modal**. Memoria de Título Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Concepción. Concepción.

La Rosa J. y R. Díaz (1991) Evaluación del autoconcepto: una escala multidimensional. **Revista Latinoamericana de Psicología**. 23(1). 15-33.

Likert, R. (1934) A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**. 140. 1-55.

Morikawa, T., M. Ben-Akiva y D. Mc. Fadden (1996) **Incorporating Psychometric Data in Econometric Choice Models**. Working paper. Massachusetts Institute of Technology.

Manzano, A. y S. Zamora (2009) **Sistema de Ecuaciones Estructurales**. Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, México.

- Ortúzar, J. y L. Willumsen (2011) **Modelling Transport**. Cuarta edición. Wiley and Sons, Chichester.
- Osgood, C., G. Suci, y P. Tannenbaum (1976) **La Medida del Significado**. Gredos. Madrid
- Petty, R. y D. Wegener (1998) Attitude change: Multiple roles for persuasion variables. En Gilbert, D., S. Fiske, y G. Lindzey (Eds.) **The Handbook of Social Psychology**, Cuarta edición. McGraw-Hill. Boston.
- Raveau, S., R. Alvarez Daziano, M. F. Yáñez, D. Bolduc y J. de D. Ortúzar (2010) Sequential and Simultaneous Estimation of Hybrid Discrete Choice Models: Some New Findings. **Transportation Research Record. 2156**. 131-139.
- Reeve, J. (1994) **Motivación y Emoción**. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid.
- Ronis, D., J. Yates y J. Kirsch (1989) Attitudes, decisions and habits as determinants of repeated behaviour. En Pratkanis, A., S. Breckler y A. Greenwald. **Attitude Structure and Function**. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- Ruiz, M.A. (2000) **Introducción a los Modelos de Ecuaciones Estructurales**. Madrid, UNED.
- Sichel, V. (2013) **Estudio del Rol de los Factores Socioeconómicos y Psicológicos en la Elección del Modo: Aplicación en el Gran Concepción**. Memoria de Título Ingeniero Civil. Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Concepción. Concepción.
- Schwanen T., D. Banister and J. Anable (2012) Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility. **Journal of Transport Geography. 24**. 522–532
- Triandis, H. (1977) **Interpersonal Behavior**. Brooks and Cole, Monterrey.
- Verplanken, B., H. Aarts, A. van Knippenberg y C. van Knippenberg (1994) Attitude versus general habit: Antecedents of travel mode choice. **Journal of Applied Social Psychology. 24**. 285-300.
- Walker, J. (2001) **Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible Error Structures and Latent Variables**. PhD Thesis, MIT.
- Weston, R. and P. Gore Jr. (2006) A Brief Guide to Structural Equation Modeling. **The Counseling Psychologist. 34**. 719-751.

Tabla 1: Descripción del Nivel de Servicio y Costos

Atributo	Estadístico	Auto chofer	Auto acompañante	Microbús	Taxi colectivo	Caminata	Total
Tiempo de viaje (min)	Min	2	2	4	3	1	1
	Max	34	27	54	31	83	83
	Promedio	9,7	8,3	10,8	9,1	35,6	13,3
	Desviación	6,4	4,3	7,1	3,8	20,7	13,9
Tiempo de espera (min)	Min	-	-	1	1	-	1
	Max	-	-	20	15	-	20
	Promedio	-	-	6	5	-	7
	Desviación	-	-	5	3	-	4
Tiempo de acceso (min)	Min	-	-	1	1	-	1
	Max	-	-	38	38	-	38
	Promedio	-	-	5,7	5,4	-	5,5
	Desviación	-	-	5	4,2	-	4,7
Costo de viaje (\$)	Min	9	-	140	500	-	9
	Max	3184	-	840	500	-	3184
	Promedio	565,3	-	425,5	500	-	476
	Desviación	540,4	-	113,6	0	-	262,6