MODELACION DE LA DURACION DE ACTIVIDADES Y ELECCION DE VIAJE A PARTIR DE UN MARCO MICROECONOMICO COMUN

Sergio R. Jara-Díaz, Reinaldo A. Guerra Rojo
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Chile
Casilla 228-3, Santiago, Chile.
Fax: (56-2) 689 42 06
e-mail: jaradiaz@cec.uchile.cl, http://tamarugo.cec.uchile.cl/~dicidet/

RESUMEN

La utilidad del viaje en la modelación de elección discretas es (en forma trunca) una función de utilidad indirecta condicional (FUIC) cuya especificación puede ser derivada del marco de comportamiento del consumidor que incluye tiempo asignado a actividades además de consumo de bienes. De esta manera, la derivación de la FUIC requiere de la existencia implícita de demandas condicionales tanto para bienes como para tiempos asignados a actividades. En este artículo aplicamos este enfoque a un marco tipo DeSerpa, obteniendo explícitamente estos modelos de demanda así como la FUIC. Se demuestra que esto posibilita el uso de información sobre tiempo asignado a actividades y sobre consumo o gasto en bienes para estimar modelos condicionales que involucran el mismo conjunto de parámetros que el modelo de elección de modo. Se discuten las especificaciones microeconómicas resultantes de los modelos de duración de las actividades y de la FUIC (que distan de ser sencillas), incluyendo el cálculo de los valores del tiempo. Se muestran extensiones planteando un sistema general de modelos relacionados que incluyen consumos mínimos de bienes y tiempos mínimos de actividades.

1. INTRODUCCION

La utilidad del viaje en la modelación de elección discretas es (en forma trunca) la función de utilidad indirecta condicional (FUIC) cuya especificación puede ser derivada del marco de comportamiento del consumidor que incluye tiempo asignado a actividades además de consumo de bienes. Esto se hizo evidente en el pionero artículo de Train y McFadden (1978), donde en la especificación de la utilidad modal se utiliza el costo del viaje dividido por la tasa salarial, siendo los primeros en justificar su utilización mediante un marco del consumidor de bienes/ocio con la mayor parte de las propiedades de un modelo como el propuesto por Becker (1965), utilizado posteriormente por Jara Díaz y Farah (1987) para desarrollos adicionales.

La conexión entre los modelos de elección discreta de viajes y el marco subyacente de comportamiento del consumidor es recalcado en la literatura acerca del valor de ahorrar tiempo de viaje, particularmente después de Truong y Hensher (1985) y Bates (1987), quienes utilizaron el marco desarrollado por DeSerpa (1971) para mostrar que el cuociente entre las utilidades marginales del tiempo de viaje y costo de viaje tienen una correspondencia con multiplicadores en los modelos de asignación de tiempo que incluyen restricciones técnicas.

Hacia 1994, mostramos que la derivación de una FUIC requería de la existencia implícita de demandas condicionales tanto para bienes como para tiempos de actividad (Jara Díaz, 1994, 1998). Este marco fue aplicado recientemente por Jara-Díaz y Guevara (2002) para la estimación conjunta de un modelo de la elección modal y un modelo de oferta laboral. En este artículo ampliamos ese marco al conjunto entero de bienes y actividades, tomando en consideración que la elección del viaje (modo) y los modelos de demanda por actividades y por bienes provienen de un marco microeconómico común, por lo que sus especificaciones completas deben ser conectadas por parámetros comunes. Mostramos que estimar ambos tipo de modelos sobre la misma población hace posible obtener información muy rica con respecto a preferencias individuales y los valores del tiempo definidos en la literatura.

El artículo se organiza como sigue. Primero, desarrollamos un modelo microeconómico de la asignación de tiempo a actividades que sigue a DeSerpa (1971), de donde se puede derivar un modelo de elección discreta de viaje, obteniendo obligatoriamente como pasos intermedios los modelos de asignación de tiempo y consumo de bienes. Utilizando una forma Cobb-Douglas para la utilidad directa, el modelo de actividad-consumo se resuelve *condicional* en el modo elegido para algún viaje (e.g. al trabajo). A partir de esto se obtiene explícitamente las soluciones condicionales para bienes, $X^*(w,c_t,T_t)$ y para las actividades, $T^*(w,c_t,T_t)$, en función de la tasa salarial w, del costo del viaje c_t y del tiempo de viaje T_t. Estas soluciones se reemplazan en la función de utilidad directa, obteniéndose $U(T^*, X^*)$, que es la FUIC, llamada generalmente utilidad modal, que comanda la elección de modo. Se obtiene así un sistema explícito de ecuaciones que representa el conjunto de modelos de duración de actividades y consumo de bienes (incluyendo oferta laboral). Como éstos son derivados del mismo marco, se muestra que ellos comparten parámetros comunes. De esta manera, postulamos que, como lo sugiere Jara-Díaz (1998), la información de tiempo asignado a actividades puede ser usada para estimar los modelos condicionales de asignación de tiempo que involucren el mismo conjunto de parámetros que el modelo de elección modal. Se discuten las especificaciones microeconómicas resultantes de los modelos de duración de la actividad y la FUIC (que distan de ser sencillos), incluyendo el calculo de los valores del tiempo y extensiones para considerar otras actividades restringidas.

2. UN SISTEMA DE MODELOS PARA VIAJES, TIEMPO DE ACTIVIDADES Y CONSUMO DE BIENES

Consideremos el siguiente modelo tras DeSerpa (1971)

$$Max \quad U(T, X) \tag{1}$$

$$wT_w - \sum_{k \in K} P_k X_k - c_t \geq 0 \leftarrow \lambda \tag{2}$$

$$\tau - \sum_{i \in I} T_i - T_w - T_t = 0 \leftarrow \mu \tag{3}$$

$$T_t - T_t^{Min.} \geq 0 \leftarrow \kappa_t \tag{4}$$

donde U es la función de la utilidad, X, P y T son vectores de los bienes consumidos, precios de los bienes y tiempo asignado a actividades respectivamente, T_w corresponde al tiempo de trabajo variable, w es la tasa salarial, c_t es el costo del viaje, τ es tiempo total del período a considerar, T_t^{Min} corresponder a una restricción exógena de tiempo mínimo de viaje, I y K son los conjuntos de todas las actividades (menos trabajo y viaje) y todos bienes respectivamente. Finalmente, λ, μ and κ_t son multiplicadores de Lagrange.

En este modelo la utilidad depende del consumo de todos bienes y del tiempo asignado a cada una de las actividades (inclusive tiempo de trabajo y viaje, a diferencia de Becker, 1965; ver también Evans, 1972). Hay restricciones de ingreso (2), tiempo (3) y exógenas o técnicas (4). Para una elección de modo dada, las soluciones de las variables endógenas son condicionales en la tasa salarial (w), en el tiempo mínimo de viaje (T_t^{MIN}) y el costo del viaje (c_t).

La interpretación de los multiplicadores de Lagrange en el marco de la programación no lineal, establece que estos corresponden a la variación de la función objetivo evaluada en el óptimo debido a una relajación marginal de la restricción correspondiente. Así, λ es la *utilidad marginal del ingreso*, μ es la *utilidad marginal del tiempo como recurso* y κ_t es la *utilidad marginal de disminuir la restricción de tiempo mínimo de viaje*. Estos multiplicadores ayudan a definir los tres conceptos del valor del tiempo identificados por De Serpa (1971). Estos son: a) el valor del tiempo como un recurso, que valora monetariamente la relajación de la restricción de tiempo total, μ/λ; b) el valor de asignar tiempo a una actividad específica, $(\delta U/\delta T_i)/\lambda$; y el valor de ahorrar tiempo en una actividad específica restringida (el viaje en este caso), κ_t/λ, que valora monetariamente el cambio en la utilidad debido a una reducción en T_t^{MIN}.

Manipulando las condiciones de primer orden, se pueden obtener las siguientes relaciones

$$\frac{\mu}{\lambda} = w + \frac{\partial U / \partial T_w}{\lambda} \tag{5}$$

$$\frac{\kappa_j}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial U / \partial T_j}{\lambda} = w + \frac{\partial U / \partial T_w}{\lambda} - \frac{\partial U / \partial T_j}{\lambda} \tag{6}$$

Como lo muestran Bates (1987) y Jara-Díaz (2002a), el valor de ahorrar tiempo de viaje puede ser estimado directamente a partir de un modelo de elección discreta a través del cuociente entre las utilidades marginales del tiempo y el costo. Ahora mostraremos cómo pueden estimarse empíricamente todos los conceptos del valor de tiempo.

Siguiendo a Jara-Díaz y Guevara (2002), podemos considerar una función de utilidad Cobb-Douglas

$$\text{Max} \qquad U = \Omega T_w^{\theta_w} T_t^{\theta_t} \prod_{i \in I} T_i^{\theta_i} \prod_{k \in K} X_k^{\eta_k} \tag{7}$$

y las restricciones de la (2) a la (4). Las condiciones de primer orden para todas las actividades y los bienes son

$$\frac{\partial U}{\partial T_i} = \mu = \frac{\theta_i}{T_i} U \quad \forall \mathrm{i} \in \mathrm{I} \tag{8}$$

$$\frac{\partial U}{\partial T_w} + \lambda w - \mu = \frac{\theta_w}{T_w} U + \lambda w - \mu = 0 \tag{9}$$

$$\frac{\partial U}{\partial T_t} - \mu + \kappa_t = \frac{\theta_t}{T_t} U - \mu + \kappa_t = 0 \tag{10}$$

$$\frac{\partial U}{\partial X_k} - \lambda P_k = \frac{\eta_k}{X_k} U - \lambda P_k = 0 \quad \forall k \in K \tag{11}$$

$$(T_t - T_t^{MIN}) \kappa_t = 0 \tag{12}$$

De la ecuación (11) se puede obtener el gasto en el bien *k*. Sumando sobre todos los bienes, definiendo *B* como la suma de todos los exponentes de los bienes y utilizando la restricción (2) en forma activa, obtenemos

$$\frac{\lambda}{U} = \frac{B}{\left(w T_w - c_t\right)} \quad . \tag{13}$$

En forma similar, resolviendo para T_i de la ecuación (8), sumando sobre todas las actividades pertenecientes al conjunto *I* y usando la restricción (3) obtenemos

$$\frac{\mu}{U} = \frac{A}{\left(\tau - T_w - T_t^{Min}\right)} \tag{14}$$

donde *A* es definido como la suma de los exponentes de todas las actividades (menos trabajo y viaje). Luego, usando las ecuaciones (9), (13) y (14) obtenemos una ecuación cuadrática para el tiempo asignado al trabajo, i.e.

$$\frac{\theta_w}{T_w} + w \frac{B}{\left(w T_w - c_t\right)} - \frac{A}{\left(\tau - T_w - T_t^{Min}\right)} = 0 \tag{15}$$

Resolviendo la ecuación cuadrática en T_w se tiene

$$T_w^* = \frac{\left(B + \theta_w\right)\left(\tau - T_t^{Min}\right) + \left(A + \theta_w\right)\frac{c_t}{w} \pm \sqrt{\left(\left(B + \theta_w\right)\left(\tau - T_t^{Min}\right) + \left(A + \theta_w\right)\frac{c_t}{w}\right) - 4\theta_w\left(\tau - T_t^{Min}\right)\frac{c_t}{w}}}{2\left(A + B + \theta_w\right)} \tag{16}$$

Para investigar si la ecuación (16) tiene una o dos raíces válidas, podemos resolver la ecuación (15) para $\theta_w = 0$, con lo que se obtiene

$$T_w^* = \frac{B}{A+B}\left(\tau - T_t^{Min}\right) + \frac{A}{A+B}\frac{c_t}{w} \tag{17}$$

Esto representa el tiempo óptimo de trabajo para un individuo que no percibe utilidad ni desutilidad por el trabajo (un modelo de compromiso entre bienes y ocio). Ahora podemos analizar la expresión general (16) para $\theta_w = 0$. Con el signo menos T_w^* se anula mientras que con el signo más se recupera la expresión (17). Esto muestra que sólo el signo más debe ser considerado en la ecuación (16).

Definiendo

$$\alpha = \frac{(A+\theta_w)}{2(A+B+\theta_w)}; \quad \beta = \frac{(B+\theta_w)}{2(A+B+\theta_w)}; \quad \gamma_j = \frac{\theta_j}{(A+B+\theta_w)} \forall j \in I \wedge j = t \tag{18}$$

La ecuación (16) se puede escribir como

$$T_w^* = \beta\left(\tau - T_t^{Min}\right) + \alpha\frac{c_t}{w} + \sqrt{\left(\beta\left(\tau - T_t^{Min}\right) + \alpha\frac{c_t}{w}\right) - (2\alpha + 2\beta - 1)\left(\tau - T_t^{Min}\right)\frac{c_t}{w}} \tag{19}$$

La ecuación (19) es un modelo de oferta laboral individual caracterizada por las preferencias directas, representadas implícitamente por α y β, que son los parámetros a estimar. En este modelo, el tiempo de viaje, el costo del viaje y la tasa salarial son las variables exógenas y T_w es la variable dependiente.

Teniendo solucionado T_w, podemos resolver además el tiempo óptimo asignado a las actividades remanentes. Para hacer esto, de la ecuación (8), que es la condición de primer orden para las actividades, podemos despejar el tiempo asignado a una actividad irrestricta

$$T_i = \frac{\theta_i}{\frac{\mu}{U}} \quad \forall \mathrm{i} \in \mathrm{I} \tag{20}$$

Luego, sustituyendo (14) en (20) obtenemos

$$T_i = \frac{\theta_i}{A}\left(\tau - T_w^* - T_t^{Min}\right) \qquad \forall i \in I \qquad . \tag{21}$$

Se debe observar que la forma Cobb-Douglas para la utilidad tiene una propiedad que se refleja en el resultado (21), pero con una pequeña diferencia. En general, el tiempo asignado a una actividad irrestricta resulta una proporción del tiempo disponible; en nuestro modelo de tiempo asignado a actividades – consumo de bienes, el tiempo disponible es el tiempo total menos el tiempo asignado al trabajo y al viaje. Así, la decisión sobre asignación de tiempo depende del tiempo y costo del viaje directamente y a través de T_w*.

Análogamente, de la ecuación (11), que es la condición de primer orden para los bienes, podemos despejar la demanda por un bien

$$X_k = \frac{\eta_k}{P_k \frac{\lambda}{U}} \quad \forall k \in K \qquad . \tag{22}$$

Substituyendo (13) en (22) el consumo óptimo (condicional) de cada bien puede ser obtenido mediante

$$X_k = \frac{\eta_k}{P_k B}\left(wT_w^* - c_t\right) \qquad \forall k \in K \tag{23}$$

De nuevo, la ecuación (23) muestra que el gasto en cada bien es una proporción del ingreso disponible. Y de igual manera que en el caso de las actividades irrestrictas, las decisiones de consumo están asociadas a la elección del modo (tiempo de viaje y costo) por el tiempo óptimo de trabajo y directamente por el costo.

Resolviendo explícitamente para la asignación de tiempo a actividades y el consumo óptimo condicionales en la elección del modo, podemos obtener una expresión explícita para la función de utilidad indirecta condicional (FUIC) que representa la utilidad modal. Esto es obtenido reemplazando los valores óptimos (funciones) de las ecuaciones (19), (21) y (23) en (7), con lo que se obtiene

$$V_t = \left(\frac{\Omega}{A^A B^B} \prod_{k \in K} \left(\frac{\eta_k}{P_k} \right)^{\eta_k} \prod_{i \in I} (\theta_i)^{\theta_i} \right) \left(wT_w^* - c_t\right)^B \left(\tau - T_w^* - T_t^{Min.}\right)^A T_w^{*\theta_w} T_t^{Min^{\theta_t}} \tag{24}$$

Como el problema no cambia ante transformaciones monótonamente crecientes de la función de utilidad, podemos normalizar tomando la raíz *$(A+B+\theta_w)$* en la ecuación (24). Usando las definiciones (18) se tiene

$$V_t = \hat{\Omega}\left(wT_w^* - c_t\right)^{1-2\alpha} \left(\tau - T_w^* - T_t^{Min.}\right)^{1-2\beta} T_w^{*2\alpha+2\beta-1} T_t^{Min^{\gamma_t}} \tag{25}$$

Las ecuaciones (19), (21), (23) y (25) forman un sistema de modelos para la asignación de tiempo de actividades, consumo de bienes y elección de modo conteniendo los parámetros comunes (α y β), los parámetros específicos de los bienes (η_k) y los parámetros específicos de las actividades (θ_i). Este sistema completo mejora la formulación de Jara Díaz y Guevara (2002), que se incluye sólo el modelo de oferta laboral de la ecuación (19) y una versión lineal del FUIC.

Usar un sistema completo de modelos como el descrito anteriormente no sólo es particularmente útil para la estimación eficiente de los parámetros, sino también para obtener directamente de los resultados los diferentes conceptos de valor del tiempo presentados antes. Estos son el valor de tiempo como un recurso (el valor de ocio), el valor de asignar tiempo a una actividad específica, y el valor de ahorrar tiempo en una actividad restringida específica (el viaje en este caso). Primero, de las ecuaciones (13), (14) y (18), el valor de ocio puede calcularse como

; (26)

de las ecuaciones (10), (13) y (18) el valor de asignar tiempo al viaje es

$$\frac{\partial U/\partial T_t}{\lambda} = \frac{\theta_t}{T_t}\frac{U}{\lambda} = \frac{\gamma_t}{1-2\alpha}\frac{\left(wT_w^* - c_t\right)}{T_t^{Min}} \qquad ; \tag{27}$$

de las ecuaciones (10), (13) y (14), el valor de κ_t/λ depende de los cuocientes A/B y θ_t/B, de donde el valor de ahorrar tiempo de viaje se calcula como

$$\frac{\kappa_t}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\theta_t}{T_t}\frac{U}{\lambda} = \frac{1-2\beta}{1-2\alpha}\frac{\left(wT_w^* - c_t\right)}{\left(\tau - T_w^* - T_t^{Min}\right)} - \frac{\gamma_t}{1-2\alpha}\frac{\left(wT_w^* - c_t\right)}{T_t^{Min}}. \tag{28}$$

Finalmente, de las ecuaciones (9), (13) y (18), el valor de asignar tiempo a trabajo es

$$\frac{\partial U/\partial T_w}{\lambda} = \frac{2\alpha + 2\beta - 1}{1-2\alpha}\frac{\left(wT_w^* - c_t\right)}{T_w^*} \tag{29}$$

Note que el cálculo de los componentes usuales del valor de ahorrar de tiempo de viaje (en el vehículo, espera y caminata) es una extensión relativamente simple de estos resultados, dado que al considerar otro tiempo restringido asociado al modo (e.g. el tiempo de espera), se agrega una nueva restricción de tiempo mínimo en el modelo análoga la restricción (4), con lo que aparece un nuevo multiplicador de Lagrange (κ_e) y el parámetro correspondiente (θ_e). De esta manera se tendrán ecuaciones análogas a (10) y (12), por lo que sólo basta definir γ_e análogamente a γ_t, para obtener una ecuación como (28), que representa el valor subjetivo de ahorrar tiempo de espera (κ_e/λ), notando que por construcción el tiempo mínimo de viaje ($T_t^{Min.}$) se reemplaza por la suma de los tiempos mínimos ($T_e^{Min}+T_t^{Min.}$) en la ecuación (14).

3. EL SISTEMA COMPLETO Y GENERAL DE ECUACIONES

El sistema derivado en la sección anterior puede extenderse más allá de la actividad del viaje, incluyendo otras actividades restringidas. Para empezar, note que la ecuación (21) muestra que las actividades irrestrictas (aquéllas que se le asigna libremente más tiempo que el mínimo) debe tener las utilidades marginales positivas (θ_i positivo), de otra manera no se realizarían. Además, a cada actividad desagradable (θ_i negativo) se le asignará el mínimo exógeno, dado que el signo de su utilidad marginal es constante. Sin embargo esto no significa que una actividad a la que se le asigna el mínimo tiempo es necesariamente desagradable, dado que el tiempo óptimo pude ser menor que el mínimo exógeno. El tratamiento de las actividades restringidas es similar al tiempo de viaje dentro del modelo. Sean I y R los conjuntos de todos las actividades irrestrictas y restringidas respectivamente. Entonces la ecuación (14) puede generalizarse a

$$\frac{\mu}{U} = \frac{A}{\left(\tau - T_w - \sum_{r\in R} T_r^{Min.}\right)} \tag{30}$$

Análogamente, también pueden ser incluidos en el modelo los consumos mínimos exógenos (gastos fijos) o los ingresos no laborales. Los ingresos y gastos fijos pueden ser incluidos de modo similar al costo de viaje, y puede sumarse (o restarse) sin alterar las condiciones de primer orden o el modelo. Sea J es el conjunto de los bienes cuyo consumo tiene un mínimo (activo), K el de los bienes irrestrictos y I_f el ingreso fijo. La ecuación (13) cambia a

$$\frac{\lambda}{U} = \frac{B}{\left(wT_w + \left(I_f - \sum_{j \in J} P_j X_j^{Min.} \right)\right)} \quad . \tag{31}$$

Notando que A y B representan las sumas sobre las variables irrestrictas, y definiendo

$$G_f = \left(\sum_{j \in J} P_j X_j^{Min.} - I_f \right), \quad T_f = \sum_{r \in R} T_r^{Min.} \quad \text{y} \quad \varphi_k = \eta_k / \left(A + B + \theta_w \right) \tag{32}$$

tenemos la versión general de ecuación (19), el modelo de oferta laboral, que genera el sistema completo generalizado

$$T_w^* = \beta\left(\tau - T_f\right) + \alpha \frac{G_f}{w} + \sqrt{\left(\beta\left(\tau - T_f\right) + \alpha \frac{G_f}{w} \right) - (2\alpha + 2\beta - 1)\left(\tau - T_f\right) \frac{G_f}{w}} \tag{33}$$

$$T_i = \frac{\gamma_i}{(1 - 2\beta)} \left(\tau - T_w^* - T_f \right) \qquad \forall i \in I \tag{34}$$

$$X_k = \frac{\varphi_k}{P_k (1 - 2\alpha)} \left(wT_w^* - G_f \right) \qquad \forall k \in K \tag{35}$$

$$V = \tilde{\Omega} \left(wT_w^* - G_f \right)^{1-2\alpha} \left(\tau - T_w^* - T_f \right)^{1-2\beta} T_w^{*2\alpha + 2\beta - 1} \prod_{r \in R} T_r^{Min \gamma_r} \prod_{j \in J} X_j^{Min. \varphi_j} \quad . \tag{36}$$

Hay que notar que, debido a las restricciones consumo (2) y tiempo (3), sólo n-1 modelos de asignación de tiempo o consumo de bienes pueden estimarse (con n cardinal del correspondiente conjunto de actividades o bienes irrestrictos). Por otro lado, uno puede formular y estimar tantos modelos de elección discreta como variables restringidas existan, a menos que una opción determine dos o más variables simultáneamente. En muchos casos uno no conoce exactamente qué actividades (o bienes) son restringidos, algo que puede ser explorado empíricamente con las definiciones (32) de R y J.

Una de las ventajas del sistema de modelos derivado aquí es que los datos pueden acomodarse a los diferentes grados de agregación en las variables, porque agregar actividades (o bienes) no cambia la estructura del modelo. Esto puede observarse directamente de los parámetros A y B, que pueden ser asociados con el ocio y un bien generalizado respectivamente, en un modelo agregado de bienes-ocio-trabajo- actividades restringidas. En un modelo totalmente agregado, la derivación de la ecuación oferta laboral (la fundamental) no cambia, obteniendo las ecuaciones (13) y (14) directamente de las condiciones de primer orden.

Por último, cabe destacar que en cualquier conjunto de modelos elegibles las estimaciones que se efectúen sobre los parámetros serán, en realidad, sobre cuocientes de parámetros de la función de utilidad, lo que es producto de la normalización elegida ya que no es posible determinar en forma exacta los parámetros de la función directa. Sin embargo, lo relevante para los modelos de asignación de tiempo a actividades y demanda de bienes son justamente estos cuocientes. La normalización sólo es importante en el caso de la FUIC.

4. CONCLUSIONES Y LINEAS DE INVESTIGACION FUTURAS

Hemos mostrado que la identificación de una base microeconómica común entre los modelos de actividades y los de elección de modo de viaje pueden ser muy útiles desde el punto de vista de la comprensión del comportamiento del individuo. A través de la inclusión del tiempo de trabajo y el de viaje como potenciales fuentes de utilidad directa, hemos podido obtener un sistema de modelos para la asignación de tiempo a actividades, consumo de bienes y viajes, dentro de un marco bastante general del comportamiento del consumidor que incluye tiempo. Esto tiene varias ventajas y también propone varios desafíos.

Desde un punto de vista conceptual, se genera una conexión explícita entre la FUIC y un modelo completo de comportamiento del consumidor, lo que ha permitido relacionar explícitamente los parámetros de la función de utilidad con los de la FUIC e interpretar de manera muy completa los resultados en términos de los diferentes conceptos del valor del tiempo y de las utilidades marginales de las diferentes actividades. Además, hemos mostrado que la flexibilidad dentro de la utilidad modal tiene un significado microeconómico. Así, la expresión (25) involucra los dos diferentes papeles que juega de tiempo de viaje, es decir disminuyendo el tiempo disponible (a través de la oferta laboral óptima) y como una fuente directa de (des)utilidad. Por otro lado, la utilidad marginal de ingreso (derivada parcial con signo contrario de la FUIC con respecto al costo del viaje) está lejos de ser constante o simple. Esto significa que no deben proponerse formulaciones no-lineales puras en la FUIC para "ganar en flexibilidad" sin entender completamente el significado subyacente.

La estimación conjunta de los modelos de actividades, modelos de consumo de bienes y modelos de elección discreta de viaje proponen algunos desafíos adicionales importantes. Uno es generar información detallada sobre las actividades y viajes, obtenida específicamente para experimentar con este marco, incluyendo datos detallados con respecto al contrato de trabajo. Además, se pueden utilizar la información sobre los patrones de consumo en los correspondientes modelos de consumo. Por el lado analítico, una segunda línea a seguir es considerar marcos microeconómicos más completos, como el sugerido por Jara-Díaz (2003) con respecto a las restricciones técnicas que relacionan el tiempo asignado a las actividades con el consumo de bienes. Finalmente, hay un desafío econométrico en la estimación conjunta de modelos de actividades-viaje con base microeconómica; como parte de esta tarea debe discutirse más sobre la estructura estocástica del modelo de actividades. La extensión de este enfoque para considerar muchas actividades restringidas sugiere que este puede ser el marco para un sistema general que abarque simultáneamente una serie de modelos continuos y discretos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por los proyectos 1010687 y 1000863 de FONDECYT y el Núcleo Milenio “Sistemas Complejos de Ingeniería”.

REFERENCIAS

Bates, J. (1987) Measuring travel time values with a discrete choice model: a note, **The Economic Journal, Vol. 97, 493-498**.

Becker, G. (1965) A theory of the allocation of time. **The Economic Journal, Vol. 75, 493-517**.

DeSerpa, A. (1971) A theory of the economics of time. **The Economic Journal, Vol. 81, 828-846**.

Evans, A. (1972) On the theory of the valuation and allocation of time. **Scottish Journal of Political Economy, Vol. 19, 1-17**.

Jara-Díaz, S. y Farah, M. (1987) Transport demand and users' benefits with fixed income: the goods/leisure trade off revisited. **Transportation Research 21 B, 165-170**.

Jara-Díaz, S. (1994) A general micro-model of user's behavior: the basic issues. **7th International Conference on Travel Behavior, Valle Nevado, Chile, Conference Preprints 1, 91- 103**. También en J. de D. Ortuzar, D. .Hensher y S. Jara-Díaz (1998) **Travel Behavior Research: Updating the State of the Play.** Elsevier, Oxford.

Jara-Díaz, S.R. (1998) Time and income in travel choice: towards a microeconomic activity framework. **In Theoretical Foundations of Travel Choice Modelling,** T. Garling, T. Laitia y K. Westin, eds. Pergamon, 51-73.

Jara-Diaz, S.R. (2002) The Goods/Activities Framework for Discrete Travel Choices: Indirect Utility and Value of Time. Chapter 20 in Mahmassani, H. (ed.) **In Perpetual Motion: Travel Behavior Research Opportunities and Application Challenges**, Pergamon, **415-430**. Originalmente presentado en el **8th IATBR Conference**, Austin, Texas, 1997.

Jara-Díaz, S.R. y C.A. Guevara (2002) Behind the subjective value of travel time savings: the perception of work, leisure and travel from a joint mode choice-activity model. **Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 37, 29-46.**

Jara-Diaz, S.R., M. Munizaga, y C. Palma (2002) Generación de una base de datos para modelación conjunta de asignación de tiempo a actividades y viajes. **XI congreso panamericano de ingeniería de transito y transporte**. Quito, Ecuador, Nov. 2002.

Jara-Díaz, S.R. (2003) The goods-activities technical relations in the time allocation theory. **Transportation**, in press.

Train, K. and D. McFadden (1978) The goods / leisure trade-off and disaggregate work trip mode choice models. **Transportation Research, Vol. 12, 349 - 353.**

Truong, T. y D. Hensher (1985) Measurement of travel time values and opportunity cost from a discrete-choice model. **Economic Journal, Vol. 95, 438-451.**