

Comparación de los enfoques microeconómico y estructural en la modelación del uso y valor del tiempo

Sebastián Astroza

División Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile, Casilla 228-3, Blanco Encalada 2002 (5to piso), Santiago, Chile.

Tel: (562) 9784380; Fax: (562) 6894206; Email: sastroza@ing.uchile.cl

Sergio R. Jara-Díaz

División Ingeniería de Transporte, Universidad de Chile, Casilla 228-3, Blanco Encalada 2002 (5to piso), Santiago, Chile.

Tel: (562) 9784380; Fax: (562) 6894206; Email: jaradiaz@ing.uchile.cl

Abstract

A pesar de los muchos enfoques para estudiar el uso y valoración del tiempo, no existe ninguna comparación analítica o empírica entre ellos. Se presentan en este trabajo los diversos enfoques que existen para entender la asignación de tiempo y se identifican aquellos modelos que parecen justificados de manera más sólida, ya sea por sus fundamentos teóricos o empírico-estadísticos. Usando una base de datos generada a partir de la Encuesta Origen Destino del año 2001 de la ciudad de Santiago, Chile, se comparan los resultados para los valores del tiempo de ocio obtenidos de aplicar un modelo microeconómico con fundamento teórico y uno de ecuaciones estructurales con fundamento empírico. Las significativas diferencias encontradas se explican teóricamente a partir del modelo microeconómico.

Palabras claves: uso de tiempo, valor del ocio, valor del trabajo, modelo microeconómico, sistemas de ecuaciones estructurales

Número de palabras: 5.880

1 Introducción

El tiempo y su valoración son elementos centrales en todo estudio de transporte; tras ellos están el uso y la potencial reasignación del tiempo frente a disminuciones del tiempo de viaje o de otras actividades obligatorias. Hay muchos enfoques para entender estas complejas interrelaciones. Cada uno de ellos tiene fortalezas y debilidades, generando una diversidad de resultados y conclusiones que hasta el momento han sido estudiados por separado. La comparación analítica y empírica entre modelos relevantes de uso de tiempo es el objeto de esta investigación. En la sección siguiente se resume los principales enfoques existentes, para luego seleccionar y describir en detalle dos que parecen sintetizar las mejores formas de aproximarse al mundo empírico. La cuarta sección contiene una descripción de los datos usados y en la quinta se presentan y discuten los resultados. La sección final contiene las principales conclusiones.

2 Modelos de uso de tiempo

Los modelos de uso de tiempo intentan establecer ecuaciones donde el tiempo asignado a una actividad es función de variables independientes. Algunos están desarrollados sobre bases teóricas y conceptuales, ya sea enriqueciendo la teoría clásica del consumidor o centrándose en el contexto en que el individuo decide como asignar su tiempo a una actividad. Otros simplemente se apoyan en la estadística, construyendo ecuaciones generales al mismo tiempo que las explican.

Uno de los enfoques más populares para abordar la asignación de tiempo es el llamado basado en actividades, donde se busca entender el contexto temporal en el cual se toma la decisión de dedicar tiempo a una actividad, reconociendo principalmente que la demanda por viajes deriva de la necesidad de realizar actividades distribuidas en el espacio y el tiempo. La versión clásica de este enfoque parece tener su punto inicial en el trabajo de Kitamura (1984) y se caracteriza porque en la función de utilidad sólo está presente el tiempo asignado a diferentes actividades y la única restricción al problema es la de tiempo total disponible. El modelo de Kitamura es discreto en la elección de cuales actividades realizar, pero continuo en la asignación de tiempo a las actividades. Ambas facetas son modeladas con ecuaciones donde influyen diversas variables socioeconómicas del individuo. Otros trabajos que siguen esta línea son Munshi (1993), Kitamura et al. (1996), Bhat y Misra (1999), Meloni et al. (2004), Chen y Mohktarian (2006) y Meloni y Spissu (2007). Los modelos conocidos como de generación de programas extienden el enfoque anterior entendiendo el uso de tiempo de un individuo como parte de una secuencia de módulos de decisión en la que puede participar en solitario o como miembro de un hogar. Esta línea es iniciada por Bhat y Koppelman (1993) con un modelo compuesto por cuatro módulos principales: Necesidades del Hogar, Posesión de Automóvil, Asignación de Tiempo y Programación de Actividades. Los autores no clarifican el mecanismo por el cual se toman decisiones dentro de cada uno de los módulos; sólo se limitan a analizar el efecto de diversos aspectos o variables en la decisión. De esta manera crean un enfoque que permitiría determinar la frecuencia, duración y

localización de las actividades y los modos de transporte asociados. Existen otros trabajos que han estudiado la generación de programas, como por ejemplo Bhat y Koppelman (1999 y 1994), Pendyala y Bhat (2004) y Bhat et al. (2004).

Otra forma de estudiar la asignación de tiempo a varias actividades es a través del método de ecuaciones estructurales (ver Bollen, 1989), que intentan capturar la influencia que ciertas variables exógenas tienen sobre las variables endógenas y a su vez la influencia de las variables endógenas entre sí mismas (las variables dependientes aparecen en ambos lados de distintas ecuaciones). Los modelos estructurales de uso de tiempo son un sistema de ecuaciones lineales con tantas ecuaciones como variables endógenas que se representa de la siguiente manera:

$$Y = AY + BX + \varepsilon \quad \Rightarrow \quad Y = (I - A)^{-1}(BX + \varepsilon) \quad (1)$$

donde Y es un vector de tiempos asignados a las diferentes actividades, A es una matriz de parámetros asociados con estos tiempos en el lado derecho del sistema con diagonal cero, X es un vector de características socioeconómicas de los individuos y B es la matriz de parámetros asociados a ellas; ε es un vector de términos de error asociados a las variables endógenas. Algunos trabajos que utilizan este enfoque para estudiar el uso del tiempo son Kitamura et al. (1992), Golob et al. (1994), Golob y McNally (1997), Lu y Pas (1999).

Un último enfoque para analizar la asignación de tiempo son los modelos microeconómicos que expanden la teoría básica del consumidor, incluyendo el tiempo en la función de utilidad y restricciones temporales además de la restricción presupuestaria. Se distinguen entre ellos esencialmente por dos cosas: cómo ingresan el tiempo a la función de utilidad y cómo definen relaciones entre consumo de bienes y asignación de tiempo a actividades. Al considerar simultáneamente restricciones de tiempo y de ingreso, estos modelos entregan diversos tipos de valor del tiempo: valor del tiempo como recurso, valor del tiempo de trabajo y valor de asignar tiempo a una actividad (ver DeSerpa, 1971). La mejor referencia para estudiar cómo se estiman estos valores es Jara-Díaz et al. (2008). Otros trabajos representativos de esta línea son Becker (1965), Evans (1971), Train y McFadden (1978), Gronau (1986), Winston (1987), Juster (1990) y Jara-Díaz (2003). Si bien por construcción éste es el único enfoque que permite la estimación de valores del tiempo, veremos que el enfoque estructural- adecuadamente extendido- también entrega este tipo de resultados.

3 Enfoques a comparar

3.1 Modelo microeconómico

Uno de los más recientes trabajos de esta línea de investigación es el de Jara-Díaz et al. (2008) quienes se basan en el modelo de Jara-Díaz y Guevara (2003) para calcular el valor del tiempo de ocio y el tiempo de trabajo. El modelo tiene su génesis en el siguiente problema de maximización:

$$\max_{\text{sujeto } a} \quad U(X, T) = \Omega T_w^{\theta_w} \prod_i T_i^{\theta_i} \prod_j X_j^{\varphi_j} \quad (2)$$

$$I + wT_w - \sum_j P_j X_j \geq 0 \quad \leftarrow \lambda \quad (3)$$

$$\tau - T_w - \sum_i T_i = 0 \quad \leftarrow \mu \quad (4)$$

$$T_i - T_i^{min} \geq 0 \quad \leftarrow \kappa_i \quad \forall i \quad (5)$$

$$X_j - X_j^{min} \geq 0 \quad \leftarrow \eta_j \quad \forall j \quad (6)$$

donde $T=(T_i)$ es el vector que contiene el tiempo asignado a cada actividad i , $X=(X_j)$ el vector que contiene la cantidad consumido del bien j durante el período τ , T_w el tiempo asignado al trabajo, P_j el precio del bien j , w la tasa salarial e I el ingreso proveniente de fuentes distintas al trabajo.

Esta formulación conduce a un sistema de ecuaciones explícito para el tiempo de trabajo T_w y el asignado a actividades de ocio (a las que se asigna más del mínimo necesario), función del gasto comprometido (E_c), tiempo comprometido (T_c) y la tasa salarial (la derivación puede verse en Jara-Díaz et al., 2008, pp. 948 y 949)

$$T_w^* = \beta(\tau - T_c) + \alpha \frac{E_c}{w} + \sqrt{\left(\beta(\tau - T_c) + \alpha \frac{E_c}{w}\right)^2 - (2\alpha + 2\beta - 1)(\tau - T_c) \frac{E_c}{w}} \quad (7)$$

$$T_i^* = \frac{\gamma_i}{(1-2\beta)} \left(\tau - T_w^* \left(\frac{E_c}{w}, T_c \right) - T_c \right) \forall i \text{ libre} \quad (8)$$

$$X_j^* = \frac{\delta_j}{P_j(1-2\alpha)} \left(wT_w^* \left(\frac{E_c}{w}, T_c \right) - E_c \right) \forall j \text{ libre} \quad (9)$$

donde α, β, γ_i y δ_j son parámetros a estimar.

Debido a la restricción de tiempo disponible, solamente pueden estimarse $n - 1$ ecuaciones de tiempo asignado (con n igual al cardinal de A^f , el conjunto de actividades asignadas libremente). Notar que se asume *a priori* cuales son las actividades restringidas y cuáles no (clasificación que es estudiada empíricamente). Dependiendo de la información disponible se puede estimar el sistema de ecuaciones completo o sólo un subconjunto de él, como por ejemplo la ecuación de oferta laboral y de las actividades no restringidas, tal como se hará en este trabajo. Como las ecuaciones 7 y 8 tienen variables exógenas en común, podrían estar correlacionadas ($\rho_{w,i}$). Basándose en Munizaga et al. (2008), se asumen errores multivariados normales con desviaciones estándar y correlaciones a estimar. El modelo se estima a través de máxima verosimilitud con información completa usando el software estadístico *Gauss*, lo que se aplicará diferenciando por edad, género y zona.

La propiedad más interesante de este modelo es que permite estimar el valor del ocio (VO) y el valor de asignar tiempo al trabajo (VT) según lo demostrado por Jara-Díaz et al. (2008):

$$VO = \frac{1-2\beta}{1-2\alpha} \cdot \frac{wT_w^* - E_c}{\tau - T_w^* - T_c} \quad (10)$$

$$VT = \frac{2\alpha+2\beta-1}{1-2\alpha} \cdot \frac{wT_w^* - EC}{T_w^*} \quad (11)$$

3.2 Modelo de ecuaciones estructurales

La estimación de modelos estructurales de uso de tiempo han incorporado hasta aquí sólo el tiempo asignado a las diferentes actividades y variables socioeconómicas. El enfoque genérico admite una extensión incorporando información sobre gasto, la que respeta la idea de “dejar hablar a los datos” y permite obtener estimadores que expresan directamente una valoración del tiempo. Esta simple expansión conduce a

$$\begin{aligned} T &= AT + BG + CS + \varepsilon & (12) \\ G &= DT + EG + FS + \varepsilon' \end{aligned}$$

donde T corresponde a un vector de tiempo asignado a las diferentes actividades, G es el vector del gasto asociado a los diferentes bienes y S es un vector con características socioeconómicas. Considerando las ecuaciones estimadas en el modelo microeconómico, se postula un sistema con tres variables endógenas - tiempo de trabajo, tiempo de ocio y gasto en ocio - y cinco variables exógenas: gasto y tiempo comprometido, rango de edad, género e ingreso semanal.

El efecto total de una variable sobre otra es la suma de dos efectos: directo a indirecto. El efecto directo de la variable y_j sobre la variable y_i corresponde al coeficiente a_{ij} (fila i y columna j de la matriz A presentada en la ecuación 1). Por otro lado el efecto indirecto de y_j sobre y_i es la suma de los efectos de otras variables sobre y_i , dado que éstas son afectadas directamente por y_j , es decir: $\sum_{k \neq j} a_{ik}a_{kj}$. Todos los parámetros del modelo son estimados a través de *Amos*, paquete de *SPSS* especial para modelos estructurales. Cabe señalar desde ya que el efecto total del tiempo asignado a una actividad de ocio sobre el gasto asociado a esa actividad correspondería a la disponibilidad a pagar por aumentar el tiempo asignado a ella, la cual es una forma de valoración del ocio.

4 Descripción de datos

La información respecto a Santiago proviene del trabajo realizado por Olgún (2008) quien transforma la base de datos de la Encuesta Origen Destino 2001 (EOD) realizada en Santiago, Chile, en una base de uso semanal de tiempo y gastos (obtenidos de otras fuentes). Mayores explicaciones acerca de este método pueden encontrarse en Munizaga et al. (2011).

La base de datos obtenida contiene 9.464 trabajadores, la mayoría de ellos hombres (63,2%) y cuya edad promedio es de 42 años. Un 49,2% corresponde a jefe de hogar, mientras que un 23,8% es hijo o hija del jefe de hogar y un 17,1% es

cónyuge o pareja. Se conforman así hogares de un tamaño promedio de 4,2 y con 1,8 trabajadores. Se definen 7 actividades agregadas: Trabajo, Hogar, Recreación, Estudio, Trámites y Compras, Viaje y Otra Cosa. La asignación media se muestra en la tabla 1, donde el tiempo comprometido (T_c) corresponde a la suma del tiempo asignado a trámites, compras, viaje, estudio y otra cosa.

Tiempo Asignado [horas/semana]				
Actividad	Promedio	Mínimo	Máximo	Coef. Var. [%]
Hogar	96,77	33,25	158,03	15,42
Trabajo	51,27	5	95,18	26,54
Recreación	4,35	0	74,48	134,03
Tiempo Comprometido	15,6	0,5	102,98	54,39
Trámites y Compras	1,98	0	50,32	162,14
Viaje	11,76	0,5	33,19	43,99
Estudio	0,55	0	45,42	608,07
Otra cosa	1,32	0	82,5	286,69

Tabla 1: Resumen de asignación de tiempo en la población

El análisis realizado por Olguín (2008) revela que las características relevantes en el estudio del uso de tiempo son género, rango de edad y sector de residencia. Justamente una primera gran diferencia puede observarse al analizar los tiempos asignados a las diferentes actividades según género que se muestra en la figura 1. Los hombres trabajan más que las mujeres, pero pasan menor tiempo en el hogar. La sustitución entre hogar y trabajo parece ser perfecta, pues la diferencia entre el menor tiempo comprometido de los hombres se compensa directamente con el mayor tiempo de recreación. Aún así son los hombres los que asignan mayor tiempo al viaje. Esta información debe ser complementada con el hecho de que los hombres tienen mayor gasto comprometido (\$25.571 versus \$22.850) y una tasa salarial mayor (1.765 \$/hora versus 1.384 \$/hora).

Otra característica que determina de manera importante el uso de tiempo de las personas es la edad. En la figura 2 se nota claramente que mientras más edad tenga la persona, más tiempo se queda en su hogar, a costa de disminuir el tiempo en el trabajo, recreación y tiempo comprometido. Los tres rangos de edad, menores de 24, entre 25 y 64 y mayores de 65 años, corresponden al 10%, 87 % y 3% de la muestra respectivamente.

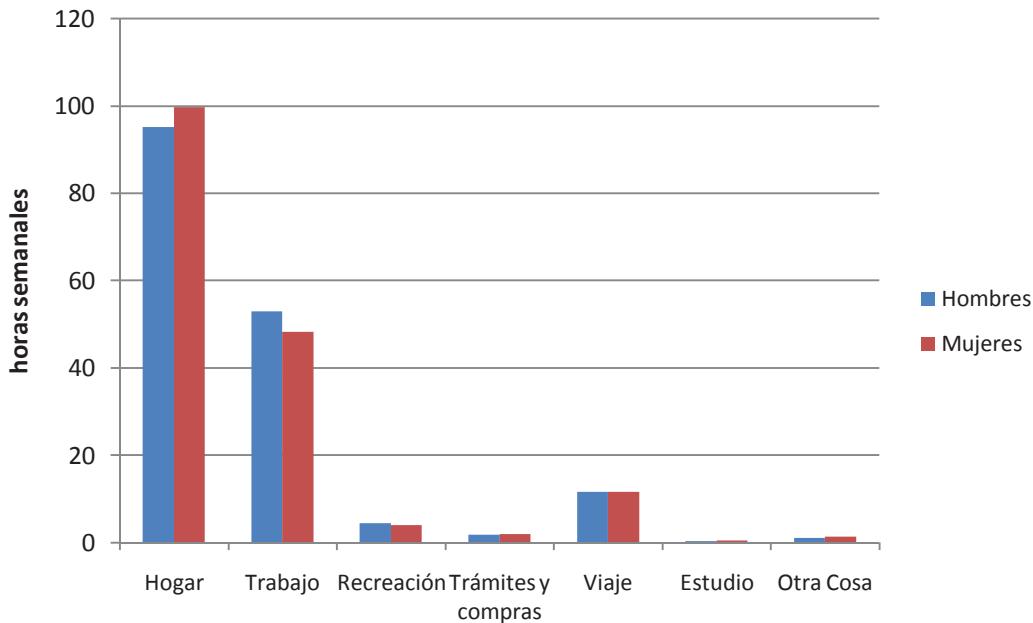


Figura 1: Tiempo asignado promedio por género

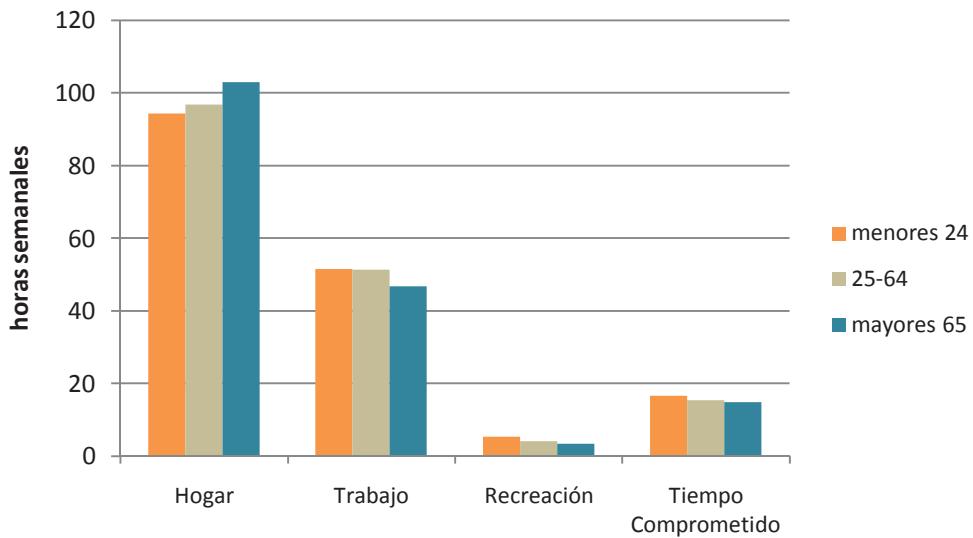


Figura 2: Tiempo promedio por edad agregando el tiempo comprometido

Por último es importante notar la gran diferencia entre el sector Oriente (sector de residencia de un 14% de los individuos y además el con mayor ingreso y gastos fijos) y el resto de la ciudad. Como se puede ver en la figura 3 los residentes del sector Oriente son los que pasan más tiempo en el hogar, trabajan menos, se recrean más y asignan un menor tiempo al viaje.

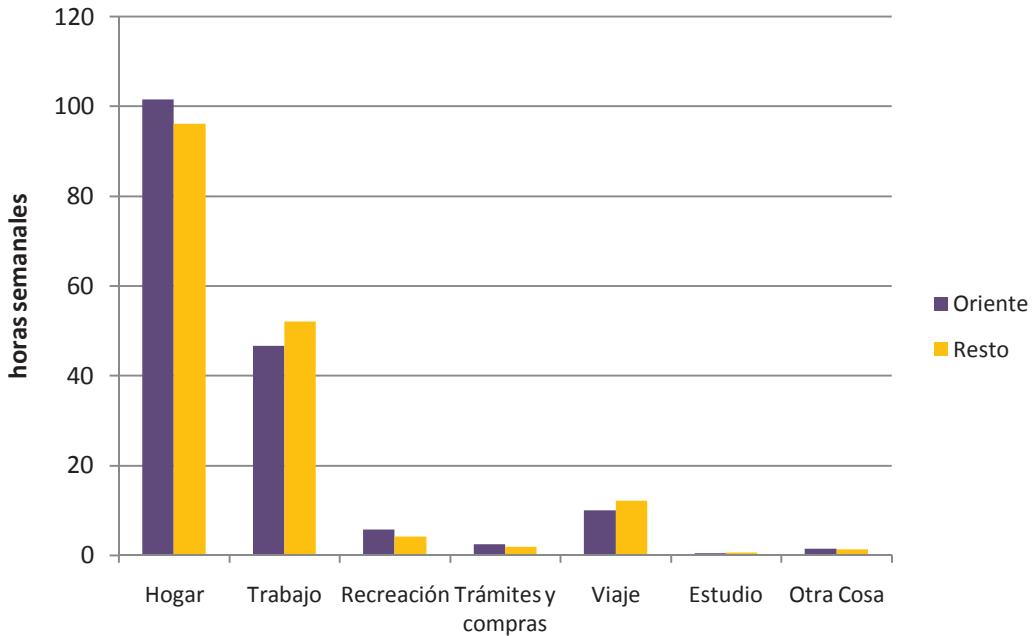


Figura 3: Tiempo promedio por sector

5 Estimación y análisis de resultados

5.1 Modelo de ecuaciones estructurales

Los modelos de ecuaciones estructurales son estimados a través del método de la covarianza. La hipótesis fundamental de este método es que la matriz de covarianza de las variables observadas (Σ) es función de los parámetros del modelo (vector ϑ), es decir, $\Sigma = \Sigma(\vartheta)$. La matriz $\Sigma(\vartheta)$ tiene tres componentes: la matriz de covarianza de las variables endógenas, la matriz de covarianza de las variables exógenas y la matriz de covarianza entre las variables endógenas y exógenas. Considerando la forma general de los modelos estructurales expuesta en el capítulo anterior, Φ como la matriz de covarianza de las variables exógenas y Ψ la matriz de covarianza del término de error, Bollen (1989) demuestra que:

$$\Sigma(\vartheta) = \begin{bmatrix} (I - B)^{-1}(\Sigma\Phi\Sigma' + \Psi)(I - B)^{-1'} & (I - B)^{-1}\Sigma\Phi \\ \Phi\Sigma'(I - B)^{-1'} & \Phi \end{bmatrix} \quad (13)$$

Los parámetros desconocidos en B , Σ , Φ y Ψ son estimados de tal manera que la matriz de covarianza implícita ($\hat{\Sigma}$) sea lo más cercana posible a la matriz de covarianza de la muestra (Z). Para lograr eso se minimiza una función de ajuste de la forma $F(Z, \Sigma(\vartheta))$. Esta función es no negativa y sólo igual a cero cuando $Z = \vartheta$. F es minimizada usando máxima verosimilitud y luce de la siguiente forma:

$$F_{MV} = \log|\Sigma(\vartheta)| + \text{tr}(Z\Sigma^{-1}(\vartheta)) - \log|Z| - (J + K) \quad (14)$$

donde J es el número de variables endógenas excluidas en la mano derecha del modelo y K es el número de variables exógenas incluidas en el lado derecho del sistema. Para efectos de este trabajo se utiliza el software AMOS en su modalidad de máxima verosimilitud.

Las variables exógenas del modelo son el ingreso semanal, el rango de edad, género, tiempo y gasto comprometido; mientras que las variables endógenas son el gasto en recreación, el tiempo asignado a recreación y el tiempo de trabajo. Como en la base de datos no se cuenta con información de ningún gasto que no sea el comprometido, se imputó desde la base de datos del INE el gasto en recreación fuera del hogar, con un procedimiento similar al realizado por Greeven (2006). Habiendo hecho esto, es posible estimar el sistema de ecuaciones estructurales en ambas bases. Se parte sin descartar ningún efecto de alguna variable sobre otra a priori, salvo sobre sí misma. Luego, siguiendo a Bollen (1989) o Schumacker y Lomax (2004), se van sacando una a una las relaciones entre variables que resulten no significativas hasta llegar un modelo que esté completamente identificado.

Un esquema del modelo resultante puede verse en la figura 4, donde cada flecha representa la influencia de una variable sobre otra. Los resultados de aplicar el modelo se reportan en la tabla 3.

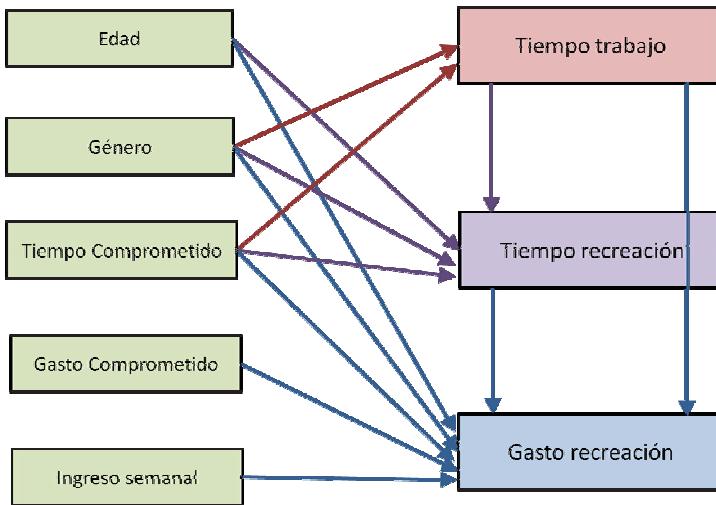


Figura 4: Esquema modelo estructural estimado

El $\chi^2 = 174,641$ con 6 grados de libertad y el valor p de 0,001 muestran que no se trata de un modelo muy confiable. Además el *Root-mean-square error of approximation* (RMSEA) igual a 0,054 confirma que el modelo está en el límite de lo aceptable como un buen ajuste; sin embargo arroja varios parámetros significativos que pueden ser interpretados. Los tres interceptos son significativos y representan valores base para el tiempo de trabajo, recreación y gasto en recreación de 54 horas, 9

horas y \$35.784 respectivamente. Salvo el intercepto asociado al tiempo de ocio, son muy parecidos al promedio de cada variable a lo largo de toda la muestra.

Variable Endógena	Intercepto	Efecto	Edad	Género	T_c	Tiempo Trabajo	Tiempo recreación	E_c	Ingreso semanal
Tiempo trabajo	3228,498	Total		267,175	-0,343				
		Directo		267,175	-0,343				
		Indirecto		0,000	0,000				
Tiempo recreación	568,467	Total	-56,539	28,476	0,042 *	-0,07			
		Directo	-56,539	47,179	0,018 *	-0,07			
		Indirecto	0,000	-18,703	0,024 *	0,000			
Gasto recreación	35784,258	Total	-1377,981	-6373,123	-0,375	-2,670	3,329	0,188	0,080
		Directo	-1189,786	-5816,860	-1,350 *	-2,437	3,329	0,188	0,080
		Indirecto	-188,195	-556,263	0,975	-0,233	0,000	0,000	0,000

$N = 9464; \chi^2 = 174,641$ con 6 grados de libertad; $p - valor = 0,001$

RMSEA=0,054

*: no significativo

Tabla 3: Resultados modelo estructural

El tiempo comprometido afecta negativamente al tiempo de trabajo de manera que un minuto más provoca una disminución de 20 segundos del tiempo asignado al trabajo. Además afecta negativamente al gasto en recreación (en una magnitud muy pequeña: 0,3 \$/min) y positivamente al tiempo de recreación, pero este último efecto no es estadísticamente significativo. Se verifica el compromiso entre trabajo y recreación ya que el efecto del tiempo de trabajo sobre el tiempo de recreación es negativo, sin embargo es un impacto muy pequeño (un aumento de 100 minutos de trabajo hace disminuir 7 minutos la recreación).

Según el impacto de la variable género en las dos primeras variables endógenas se puede ver que los hombres asignan 4,45 y 0,45 horas más que las mujeres al trabajo y a la recreación respectivamente. Lo anterior es coherente si se recuerda lo descrito en la figura 1. Además el género influye negativamente en el gasto en recreación, específicamente haciendo que los hombres gasten \$1.377 menos que las mujeres.

Al igual como lo describe la figura 2 los jóvenes asignan más tiempo a recreación (casi una hora más que los viejos) y además gastan más dinero en él (\$1.377 más que los viejos).

Tanto el gasto comprometido como el ingreso semanal provocan un aumento en el gasto en recreación. Mientras un aumento de \$1.000 del gasto comprometido significa un aumento de \$188 en el gasto en recreación, recibir \$1.000 más de ingreso a la semana se asocia con un aumento en \$80 del gasto en recreación, lo cual representa casi el doble del porcentaje del ingreso que se dedica a la recreación en promedio. Por último, la disposición a pagar por ocio revelada (DPOR) es de 3,329 \$/min ya que ese valor corresponde al efecto total del tiempo de recreación sobre el gasto en recreación.

5.2 Modelo microeconómico

En el modelo microeconómico se considera Hogar y Recreación como actividades libres. Por otro lado Estudio, Viaje, Trámites y Compras y Otra Cosa son consideradas actividades restringidas. Debido a la existencia de la restricción temporal (la suma del tiempo asignado a todas las actividades debe ser igual a 168, el número de horas de la semana), no es necesario modelar todas las actividades, pues una de ellas queda completamente determinada por las otras. Es por eso que las dos ecuaciones a estimar corresponden a Hogar y Trabajo, dejando de lado Recreación.

La ecuación 7 permite estimar los parámetros α y β al conocer el tiempo asignado a trabajo, tasa salarial y tiempo y gasto comprometidos. La ecuación 8 permite la estimación de $\gamma_H/(1 - 2\beta)$ conociendo además el tiempo asignado dentro del hogar. Tanto α como β son positivos y menores a 0,5 (la deducción teórica de estas cotas puede consultarse en Jara-Díaz et al. , 2008). El sistema se estima mediante Máxima Verosimilitud con Información Completa, permitiendo heteroscedasticidad y correlación entre las ecuaciones (ver Munizaga et al. , 2008). Considerando $\phi(\cdot)$ como la función de densidad de una Normal estándar, el logaritmo de la verosimilitud se escribe como:

$$LL(\alpha, \beta, \tilde{\theta}_H) = \sum_q \ln \left[\frac{1}{\sigma_H \sigma_w \sqrt{1 - \rho_{w,H}^2}} \phi(a_q) \phi \left(\frac{v_q - \rho_{w,H} a_q}{\sqrt{1 - \rho_{w,H}^2}} \right) \right] \quad (15)$$

con:

$$v_q = \frac{T_{wq} - T_{wq}^*}{\sigma_w} \quad (16)$$

$$a_q = \frac{T_{Hq} - T_{Hq}^*}{\sigma_H} \quad (17)$$

Por último se calculan los valores del tiempo como recurso y de asignar tiempo al trabajo tal cual como indican las ecuaciones 10 y 11. La estimación se realiza en *GAUSS* y tiene una excelente convergencia. Los resultados, algunos de los cuales coinciden con los reportados por Olguín (2008), se encuentran en las tablas 4 (segmentación por edad) y 5 (segmentación por género y sector)

Para todas las segmentaciones los estimadores son significativos. Los parámetros α y β se encuentran dentro del rango esperado (mayores que 0 pero menor a 0,5) y están siempre correlacionados positivamente. La correlación entre ambas ecuaciones es negativa en todos los segmentos estimados y además el test que verifica si el modelo que permite correlaciones es mejor que uno que no lo permita (test LR) indica que si se debe considerar la correlación. Lo anterior hacer deducir que existen variables no observadas que influyen en que los individuos tengan que pasar menor tiempo en el hogar cuando asignan más tiempo a su trabajo.

	Hasta 24 años		25 a 39 años		40 a 64 años		65 años o más		Todos	
	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.
α	0,435	73,2	0,3773	79,0	0,3583	70,3	0,3809	24,0	0,3781	123,7
β	0,1325	43,1	0,1089	50,7	0,1016	47,1	0,0903	12,2	0,1086	80,3
γ_{hogar}	0,6957	115,6	0,7443	179,4	0,7677	183,3	0,7929	54,6	0,7493	285,7
$\sigma_{trabajo}$	11,0	44,0	10,5	87,0	10,9	93,8	11,2	24,8	10,8	137,6
σ_{hogar}	12,3	44,0	11,5	87,0	11,4	93,8	11,8	24,8	11,6	137,6
$\rho_{trabajo-hogar}$	-0,8368	-86,9	-0,8414	-177,3	-0,8923	-290,7	-0,9255	-113,2	-0,8672	-340,2
Log-likelihood	-7,141		-7,017		-6,863		-6,756		-6,976	
LR sin correlaciones	1167,1		4658,3		7005,1		598,0		13194,7	
$\rho_{\alpha-\beta}$	0,837		0,895		0,900		0,869		0,890	
Valores del tiempo promedio [\$/min]										
VST ocio	19,6	11,8	23,2	29,3	25,6	32,1	30,9	8,5	25,1	45,3
VST trabajo	7,6	4,6	-1,8	-2,2	-5,9	-7,1	-6,0	-1,5	-1,9	-3,3
w	12,0		25,0		31,5		36,9		27,1	
VST ocio / w [%]	163,4		92,7		81,1		83,8		92,8	
VST trabajo / w [%]	63,4		-7,3		-18,8		-16,2		-7,2	
Tamaño muestra	969		3784		4403		308		9464	

Tabla 4: Resultados modelo microeconómico por edad

	Mujeres						Hombres					
	Oriente		Resto		Todos		Oriente		Resto		Todos	
	Valor	t-est.										
α	0,4098	42,7	0,415	94,1	0,4114	102,7	0,3343	22,7	0,3345	54,1	0,333	58,9
β	0,1037	28,0	0,1144	52,3	0,1111	58,5	0,0954	17,8	0,0997	37,4	0,0984	41,3
γ_{hogar}	0,7516	103,6	0,7436	173,8	0,7477	201,6	0,765	74,4	0,7671	149,1	0,7679	167,7
$\sigma_{trabajo}$	10,5	31,6	10,8	70,9	10,7437	77,6	9,8	38,0	10,5	94,4	10,3686	101,7
σ_{hogar}	11,4	31,6	11,5	70,9	11,4715	77,6	10,8	38,0	11,2	94,4	11,1424	101,7
$\rho_{trabajo-hogar}$	-0,8103	-52,7	-0,8851	-204,9	-0,8713	-198,7	-0,783	-54,3	-0,8696	-238,1	-0,8576	-233,3
Log-likelihood	-7,094		-6,889		-6,940		-7,027		-6,894		-6,922	
LR sin correlaciones	533,4		3846,5		4291,1		684,6		6284,6		6880,4	
$\rho_{\alpha-\beta}$	0,804		0,863		0,850		0,923		0,931		0,928	
Valores del tiempo promedio [\$/min]												
VST ocio	61,8	10,1	21,9	21,2	28,3	24,3	64,5	13,0	15,8	32,0	22,6	35,2
VST trabajo	5,9	1,0	3,9	3,7	4,0	3,3	-26,4	-5,2	-5,4	-10,5	-8,4	-12,2
w	55,9		18,0		24,3		91,0		21,2		31,0	
VST ocio / w [%]	110,5		121,6		116,7		70,9		74,6		73,0	
VST trabajo / w [%]	-10,5		-21,6		16,7		29,1		25,4		-27,1	
Tamaño muestra	499		2515		3014		721		4452		5173	

Tabla 5: Resultados modelo microeconómico por género y sector

El valor del tiempo de ocio resulta ser positivo para todas las estimaciones, lo cual es consistente con la teoría. Los valores del tiempo de trabajo toman valores negativos para los segmentos de edad entre 25 y 64 años y para los mayores a 65, lo que indicaría que a esos individuos les disgusta asignar tiempo al trabajo en el

margen. Se puede ver entonces que el desagrado por el trabajo y el valor del ocio aumentan con la edad. Olguín (2008) justifica que a los menores de 25 les agrada trabajar porque el ingreso de esos individuos no aporta de mayor manera al ingreso del hogar, pertenecen a hogares con muchos trabajadores y además la gran mayoría declara ser hijo del jefe de hogar. Lo anterior hace pensar que trabajan más por gusto que por necesidad. Los individuos mayores de 65 son los que más les disgusta su trabajo, lo cual se debe probablemente trabajar a esa edad se deba a pura necesidad.

La otra diferencia interesante entre los segmentos es que, a juzgar por los resultados mostrados en la tabla 5, las mujeres gustan su trabajo y los hombres no (las mujeres tienen un valor del trabajo positivo y los hombres negativo). Las mujeres del sector Oriente son las que más agrado tienen por el trabajo y además las que trabajan menos horas. La explicación que da Olguín es justamente porque son un menor aporte al ingreso del hogar, lo cual hace pensar que no necesitan trabajar. Los hombres del sector Oriente les desagrada más su trabajo que los del Resto, incluso relativo a su tasa salarial.

5.3 Comparación entre los resultados de los dos enfoques

La única comparación directa que es posible realizar entre el enfoque microeconómico y el estructural resulta de contrastar el valor del ocio del modelo microeconómico para la muestra completa con la disposición a pagar por ocio revelada del modelo estructural (*DPOR*), que parecieran capturar la misma idea. Cualquier otro segmento considerado, parámetro estimado o valor calculado en el modelo microeconómico pareciera no tener un equivalente claro desde el punto de vista estructural. Sin embargo, hay una diferencia de casi un orden de magnitud entre el valor del tiempo calculado en el modelo microeconómico y la disposición a pagar por ocio revelada del modelo estructural (25,1 vs 3,329 \$/min); esto motiva una explicación teórica.

Se debe recordar que la *DPOR* en el modelo estructural corresponde al efecto total del gasto en una actividad de ocio sobre el tiempo asignado a ella. En lo que sigue se mostrará que este mismo concepto puede obtenerse a partir del modelo microeconómico, cuyo origen está en el problema de maximización planteado en las ecuaciones (2) a (6). La condición de primer orden relacionada con un bien que se consume más que el mínimo necesario permite obtener el gasto asociado al consumo del bien X_j :

$$\frac{\varphi_j U}{X_j} - \lambda P_j = 0 \quad \forall j \in G^f \quad \rightarrow \quad P_j X_j = \frac{\varphi_j U}{\lambda} \quad (18)$$

El gasto en recreación (G_{rec}) es la suma del consumo de todos los bienes involucrados en esa actividad (conjunto B^{rec}), es decir,

$$G_{rec} = \sum_{j \in B^{rec}} P_j X_j = \sum_{j \in B^{rec}} \varphi_j \frac{U}{\lambda} \quad (19)$$

Derivando con respecto al tiempo dedicado a la recreación (T_{rec}) se obtiene lo que sería la disposición a pagar por recreación (ocio) revelada a partir del modelo microeconómico ($DPOR^M$)

$$DPOR^M \equiv \frac{\partial G_{rec}}{\partial T_{rec}} = \sum_{j \in B^{rec}} \varphi_j \cdot \frac{\frac{\partial U}{\partial T_{rec}}}{\lambda} = VO \cdot \sum_{j \in B^{rec}} \varphi_j \quad (20)$$

$DPOR^M$ corresponde al efecto total del tiempo en recreación sobre el gasto en recreación y es, por lo tanto el equivalente a la $DPOR$ definida en el modelo estructural. La ecuación (20) demuestra entonces que el valor del tiempo de ocio en el modelo microeconómico no corresponde necesariamente a la $DPOR$; más aún, como la comparación apropiada es con $DPOR^M$, se debe multiplicar el VO por la suma de los exponentes que acompañan en la función de utilidad a los bienes consumidos debido a la actividad recreación. Aquí resulta útil rescatar las ecuaciones (9) de consumo discrecional óptimo, las que pueden ser fácilmente re-escritas como ecuaciones de gasto en cada bien. Al sumar sobre todos los bienes usados en recreación se obtiene

$$G_{rec} = \frac{\varphi_{rec}}{(1-2\alpha)} \left(wT_w^* \left(\frac{E_c}{w}, T_c \right) - E_c \right) \quad (21)$$

Ya que se dispone de información de gasto en recreación, es posible estimar el sistema microeconómico completo representado por las ecuaciones (7), (8) y (21), a partir del cual se puede calcular la disposición a pagar revelada por ocio como

$$\frac{\partial G_{rec}}{\partial T_{rec}} = \varphi_{rec} \cdot VO \quad (22)$$

Los resultados del sistema expandido se muestran en la tabla 6; cabe hacer notar que éstos son comparables (y muy similares) con la última columna de la tabla 4, salvo el nuevo parámetro. La penúltima fila corresponde a la disposición a pagar por ocio revelada calculada según (20) ($DPOR^M$). La última fila es la $DPOR$ arrojada directamente por el modelo estructural ya reportado en la tabla 3. Se observa que el ajuste de VO usando φ_{rec} conduce a un valor de $DPOR^M$ de magnitud comparable a $DPOR$.

Parámetro	est.	t-stat	Ajuste ecuaciones			Valores del tiempo [\$/min]	
α	0,3768	127,4	Ecuación	RMSE	R^2	VO	23,17
β	0,1081	82,9	T_H	5,8011	0,9965	$DPOR^M$	5,92
γ_{hogar}	0,7502	296,5	T_w	10,8181	0,9584	$DPOR$	3,32
φ_{rec}	0,2553	38,1	G_{rec}	34,8341	0,4415	Nº obs.	9464

Tabla 6: Disposición a pagar por ocio revelada

6 Síntesis y conclusiones

Usando una base de datos proveniente de la encuesta origen destino año 2001 en Santiago de Chile (Olguín, 2008) se ha comparado los resultados de aplicar dos enfoques para modelar el uso de tiempo. El primer enfoque utilizado corresponde al modelo microeconómico propuesto por Jara-Díaz et al. (2008). El segundo enfoque consiste en un sistema de ecuaciones estructurales que describe el tiempo de recreación, el tiempo de trabajo y el gasto en recreación en función de variables exógenas, incluyendo las del modelo microeconómico: gasto y tiempo comprometido.

El valor del ocio del enfoque microeconómico resulta muy distinto a la disposición a pagar revelada por ocio del enfoque estructural. El primero es del orden de la tasa salarial y el segundo es algo así como su décima parte. Se demuestra que la disposición a pagar revelada por ocio corresponde al valor del ocio microeconómico multiplicado por un factor asociado a los parámetros de consumo de la función de utilidad. Con el fin de verificar esta propiedad, se re-estima el modelo microeconómico añadiendo el gasto en recreación y se recalcula la disponibilidad a pagar revelada por ocio según la relación encontrada; se concluye que esta se acerca mucho más que el valor del ocio a la disposición a pagar por recreación estimada en el modelo estructural. Se muestra así que el enfoque microeconómico y el estructural parecen compatibles desde el punto de vista del valor del tiempo de ocio.

Se puede seguir sofisticando cada uno de los enfoques en un futuro. El modelo microeconómico podría ser estimado con otra forma funcional de la utilidad que no imponga un signo constante a las utilidades marginales como lo hace la Cobb-Douglas. También podrían sofisticarse las familias de restricciones de consumo y tiempo mínimo, para no elegir arbitrariamente cuáles son activas y cuáles no. En el modelo estructural se puede probar con otras variables explicativas e incluso modelar otro tipo de actividades o gastos, permitiendo quizás encontrar nuevas formas de comparar ambos enfoques.

7 Referencias

- Becker, G. (1965). A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*, 75, 493-517.
- Bhat, C.; Guo, J.; Srinivasan, S. y Sivakumar, A. (2004). A comprehensive Econometric Micro-simulator for Daily Activity-travel Patterns (CEMDAP). *Transportation Research Record*, 1894, 57-66.
- Bhat, C. y Koppelman, F. (1993). A conceptual framework of individual activity program generation. *Transportation Research*, 27A(6), 433-446.
- Bhat, C. y Koppelman, F. (1999). A retrospective and prospective survey of time-use research. *Transportation*, 26(2), 119-139.
- Bhat, C. y Koppelman, F. (1994). A structural and empirical model of subsistence activity behavior and income. *Transportation*, 21, 71-89.

Bhat, C. y Misra, R. (1999). Discretionary activity time allocation of individuals between in-home and out-of-home and between weekdays and weekends. *Transportation*, 26(2), 193-209.

Bollen, K. (1989) *Structural Equations Models with latent variables*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Chen, C. y Mohktarian, P. (2006). Tradeoffs between time allocations to maintenance activities/travel and discretionary activities/travel. *Transportation*, 33, 223-240.

DeSerpa, A. (1971). A Theory of the Economics of Time. *The Economic Journal*, 1, 828-846.

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

Golob, T.F; Kitamura, R. y Lula, C. (1994). Modeling the effects of commuting time on activity duration and non-work travel. *Presented at the Annual Meeting of Transportation Research Board*.

Golob, T.F. y McNally, M.G. (1997). A model of household interactions in activity participation and the derived demand for travel. *Transportation Research B*, 31, 177-194.

Greeven, P. (2006). Estimación de modelos de asignación de tiempo a actividades y viajes. Tesis de magister, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Gronau, R. (1986). *Home Production - A Survey*, volume 1. Handbook of Labor Economics, North Holland, Amsterdam.

Jara-Díaz, S. (2003). On the goods-activities technical relations in the time allocation theory. *Transportation*, 30, 245-260.

Jara-Díaz, S. y Guevara, A. (2003). 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*, 37, 29-46.

Jara-Díaz, S.; Munizaga, M.; Greeven, P.; Guerra, R. y Auxhausen, K. (2008). Calibration of the Joint Time Assignment-Mode Choice Model. *Transportation Research Part B*, 42, 946-957.

Juster, F. (1990). Rethinking Utility Theory. *Journal of Behavioral Economics*, 19(2), 155-179.

Kitamura, R. (1984). A model of daily allocation to out-of-home activities and trips. *Transportation Research B*, 18, 255-266.

Kitamura, R.; Robinson, J.P.; Golob, T.F.; Bradley, M.A.; Leonard, J. y van der Hoorn, T. (1992). A comparative analysis of time use data in the Netherlands and California. *Proceedings of the 20th PTRC Summer Annual Meeting: Transportation Planning Methods*, 127-138.

Kitamura, R.; Yamamoto, T. y Fujii, S. (1996). *A discrete-continuous analysis of time allocation to two types of discretionary activities which accounts for unobserved heterogeneity*, pages 431-453. *Transportation and Traffic Theory*. Pergamon Press Oxford.

Meloni, I.; Guala, L. y Loddo, A. (2004). Time Allocation to Discretionary in home, out of home Activities and to trips. *Transportation*, 31(1), 69-96.

Meloni, I.; Spissu, E. y Bez, M. (2007). A Model of the Dynamic Process of Time Allocation to Discretionary Activities. *Transportation Science*, 41(1), 15-25.

Munizaga, M.; Jara-Díaz, S.; Greeven, P. y Bhat, C. (2008). Calibration of the Joint Time Assignment-Mode Choice Model. *Transportation Science*, 42(2), 208-219.

Munizaga, M.; Jara-Díaz, S.; Olguín, J. y Rivera, J. (2011). Generating twins to build weekly time use data from multiple single day OD surveys. *Transportation*, 38: 511-524.

Munshi, K. (1993). Urban Passenger Travel Demand Estimation: A Household Activity Approach. *Transportation Research Part A*, 27, 423-432.

Olguín, J. (2008). Modelos de uso de tiempo a actividades para el gran santiago. Tesis de magister, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Pendyala, R. y Bhat, C. (2004). An exploration of the relationship between timing and duration of maintenance activities. *Transportation*, 31, 429-456.

Schumacker, R. y Lomax, R. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Lawrence Erlbaum Associates.

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

Winston, G. (1987). Activity Choice: A new approach to economic behavior. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 8, 567-585.