



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MODELOS DE USO DE
TIEMPO**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MENCIÓN TRANSPORTE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

SEBASTIÁN ASTROZA TAGLE

PROFESOR GUÍA:
SERGIO JARA-DÍAZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
LEONARDO BASSO
MARCELA MUNIZAGA
RAM PENDYALA

SANTIAGO DE CHILE
Mayo 2012

Resumen

El propósito de los modelos de uso de tiempo es explicar el tiempo asignado a las actividades en función de variables independientes. Existen muchos enfoques para estudiar el uso y el valor del tiempo; cada uno de ellos tiene fortalezas y debilidades, generando diferentes resultados y conclusiones que hasta el momento se han estudiado por separado. La idea de esta tesis es aplicar, mejorar y comparar diferentes enfoques usando la misma información.

Primero se identifican aquellos enfoques que están más robustamente justificados, ya sea por su base teórica o su fundamento empírico-estadístico. Luego se proponen modelos que representan la esencia de cada enfoque y se estiman utilizando los métodos más avanzados: modelos de ecuaciones estructurales, modelos microeconómicos y modelos de ecuaciones de tiempo. La información utilizada proviene de datos de uso de tiempo y gastos de Santiago (Chile) y los Estados Unidos de América. Para hacerlos comparables, cada enfoque ha sido modificado en las formas que se indican a continuación.

Se estima un modelo de ecuaciones estructurales que mantiene las características genéricas de este enfoque cuando se aplica a uso de tiempo, pero se incorpora además de actividades y variables socioeconómicas, gastos en la modelación (productor de la interacción con un grupo de investigación de Arizona State University). Las variables endógenas son tiempo de trabajo, tiempo de recreación y gasto en recreación. Las variables explicativas son edad, ingreso, tiempo comprometido (obligado e irreducible) y gasto comprometido. Estas variables son inspiradas en el modelo microeconómico explicado a continuación. La nueva ecuación de gasto en una actividad de ocio permite el cálculo de una disposición a pagar revelada por ocio (DPOR), la cual resulta ser teóricamente diferente al valor del ocio del modelo microeconómico. También se estima un modelo microeconómico siguiendo el propuesto por Jara-Díaz y Guerra (2003), generando un sistema de ecuaciones para el tiempo de trabajo, el tiempo asignado en el hogar y el gasto asociado a la recreación fuera del hogar. Este sistema permite el cálculo de los valores del ocio y el trabajo para diferentes segmentos de la población según edad, género, raza y zona de residencia. El modelo está basado en una función de utilidad del tipo Cobb-Douglas, pero enriquecida por la presencia de dos conceptos además de la tasa salarial: gasto y tiempo comprometido. La diferencia entre la DPOR y el valor del ocio microeconómico es explicada teóricamente mostrando que la DPOR es sólo una componente del valor total del ocio. Finalmente se estima un modelo de ecuaciones de tiempo, explicando el tiempo asignado a actividades discretas, siguiendo la forma típica propuesta por Kitamura (1984).

Los resultados empíricos y sus fundamentos teóricos muestran que si se trata de manera adecuada las variables y los datos, es posible que dos enfoques que parecían muy diferentes- microeconómico y estructural- convergen en cuanto al uso de tiempo y su valor. El nuevo concepto de disposición a pagar revelada por ocio aparece como una herramienta teórica muy útil.

Abstract

The purpose of time use models is to explain time allocation to activities as a function of independent variables. There are many approaches to study time use and the various values of time; each one of them has strengths and weaknesses, generating several results and conclusions that have been studied separately so far. The idea of this thesis is to apply, improve and compare different approaches using the same information.

We identify those models that seem more robustly justified, either by its theoretical or empirical-statistical underpinnings. Then we propose models that essentially represent each approach and we estimate them using the most advanced methods: structural equations models, microeconomic models and time equations models. The information used comes from time use data and expenses of Santiago (Chile) and the United States of America. To make them comparable, however, each approach had to be improved in the ways indicated below.

We estimate a structural equations model that keeps the generic features of the approach as applied to time use modeling, but improves incorporating expenses as well as activities and socioeconomic variables, following the interaction with a research group of Arizona State University. The endogenous variables are working time, recreation time and recreational expenses. The explanatory variables are age, income, committed (unavoidable and irreducible) time and committed expenses. These variables are inspired by the microeconomic model explained below. The new equation on expenses in a leisure activity permits the calculation of a revealed willingness to pay for leisure (RWPL), which we show to be theoretically different from the value of leisure under a microeconomic formulation. Following the microeconomic model of Jara-Díaz and Guerra (2003), we also generate a system of equations for working time, the time allocated at home and the expenses in out of home entertainment, which permits the calculation of the values of leisure and work for different segments of the population according to age, gender and zone of residence. The model is based on a Cobb-Douglas utility function, but enriched by the presence of two concepts besides the wage rate: committed time and committed expenses. The difference between RWPL and microeconomic value of leisure is explained theoretically by showing that the RWPL is only a component of the total value of leisure. Finally we estimate a time equations model, explaining time allocated to discretionary activities, following the typical form of this approach given by Kitamura (1984).

The empirical results and their theoretical foundations show that appropriate treatment of variables and data make two seemingly different approaches- microeconomic and structural models- converge regarding time use and time values. The new concept of a revealed willingness to pay for leisure emerges as useful theoretical construct.

Agradecimientos

Quizás el resultado más importante de esta tesis es que origina una nueva forma de entender el valor del tiempo asignado al ocio. El proceso para llegar a este resultado es fruto mayoritariamente del trabajo en conjunto con el profesor Sergio Jara-Díaz y sus inolvidables enseñanzas tanto de la teoría en específico como del mundo de la investigación en general. El tiempo que pasé con él trabajando en este documento- o conversando de libros, personas, sociedades y películas- tiene un valor gigante para mí.

Quienes también aportaron mucho en la formación del estudiante que hoy termina esta tesis son los profesores Leonardo Basso, Marcela Munizaga, Cristián Cortés y Francisco Martínez. No sólo pasé un buen tiempo con ellos aprendiendo de cada una de las áreas de la ingeniería de transporte, también me hicieron sentir (junto a la inigualable Mónica Chavez y el ya mencionado profesor Sergio) totalmente apoyado en cada una de las cosas que viví y disfruté en esta división a la cual pertenezco con mucho orgullo. Also I want to thank professor Pendyala for his invaluable help. I spent a great and illuminating time with his research group in Tempe, Arizona.

Estos años que pasé en la universidad también sirvieron para corroborar empíricamente la importancia del ocio, gracias a las diversas actividades que realicé junto a mis amigos (desde los noobs de primer año, hasta la gran familia transportista). Jornadas de estudio, torneos de PES, ciclos de cine, noches de karaoke, partidos del madrid, auxiliares de escuela de verano, asados buinenses, clases de canto, happy hours, paseos a Reñaca, almuerzos en la salita, partidas de dudo, viernes de postres, convivencia en la residencial central, viernes de postres los jueves, mundiales de futbol, el mix de la nueva ola, ese juego que nunca he sabido cómo se llama donde cada participante le pega a otro en la frente un papelito con un nombre que debe adivinar por medio de preguntas dicotómicas, conciertos, onces en Lira, hamburguesas con chocolate, salidas al mercado, conversaciones profundas hasta altas horas de la madrugada y quién sabe más cosas que ahora he sido incapaz de extraerle a mi memoria. Desde ese punto de vista, cada uno de ellas y ellos aportó significativamente en esta investigación.

Por último quiero dedicar esta tesis a los más importantes: mi familia. Abuela, abuelo, hermana, hermano, tías, tíos, primas, primos y bisabuelos, pero muy especialmente a mi madre, quien me enseñó que existe un tiempo al que por más grados o títulos que tenga y modelos que imagine, jamás le podré calcular un valor. El tiempo que pasé con ella ahora es invaluable para mí.

Índice general

Índice de Tablas	vii
Índice de figuras	ix
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Estructura de la tesis	2
2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo	3
2.1. Introducción	3
2.2. Enfoque microeconómico	4
2.3. Enfoques basados en actividades	16
2.3.1. Enfoque de Ecuaciones de Tiempo	16
2.3.2. Enfoque de generación de programas	24
2.3.3. Enfoque de ecuaciones estructurales	28
2.4. Síntesis y conclusiones	30
3. Modelos a estimar y descripción de datos	34
3.1. Introducción	34
3.2. Modelos a estimar	34
3.2.1. Modelo microeconómico	34

3.2.2.	Modelo estructural	36
3.2.3.	Modelo de ecuaciones de tiempo	37
3.3.	Datos disponibles	38
3.3.1.	Origen de las bases de datos	38
3.3.2.	Descripción de los datos chilenos	40
3.3.3.	Descripción datos norteamericanos	43
3.4.	Síntesis	49
4.	Estimación de Modelos y Análisis de Resultados	50
4.1.	Introducción	50
4.2.	Modelo de Ecuaciones de Tiempo	50
4.3.	Modelo de Ecuaciones Estructurales	53
4.4.	Modelo Microeconómico	57
4.5.	Comparaciones	61
4.6.	Síntesis y conclusiones	66
5.	Síntesis, conclusiones y líneas futuras de investigación	68
5.1.	Síntesis y conclusiones	68
5.2.	Líneas futuras de investigación	70
	Referencias	71
	Anexos	75
.1.	Código de GAUSS utilizado para el modelo microeconómico	76
.2.	Código STATA 11 para NLSUR	78

Índice de Tablas

2.1. Cálculo de efectos directos, indirectos y totales en un sistema de ecuaciones estructurales	29
2.2. Resumen modelos microeconómicos	32
2.3. Resumen modelos de ecuaciones de tiempo	33
3.1. Asignación de tiempo promedio en la muestra chilena	40
3.2. Matriz de correlaciones muestra chilena. Fuente: Olguín (2008)	40
3.3. Resumen de asignación de tiempo en la población norteamericana	43
3.4. Matriz de correlaciones muestra norteamericana	43
3.5. Resumen de gastos en la población norteamericana	44
4.1. Resultados modelo ecuaciones de tiempo (base norteamericana)	51
4.2. Resultados modelo ecuaciones de tiempo (base chilena)	52
4.3. Descripción de quintiles y gasto en recreación a partir de la encuesta del INE .	53
4.4. Resultados modelo estructural (base norteamericana)	54
4.5. Resultados modelo estructural (base chilena)	56
4.6. Resultados modelo microeconómico (base norteamericana)	58
4.7. Resultados modelo microeconómico (base norteamericana)	59
4.8. Resultados modelo microeconómico por edad (base chilena)	59
4.9. Resultados modelo microeconómico por género y sector (base chilena)	60
4.10. Resumen resultados comparables entre modelo estructural y de ecuaciones de tiempo	61

4.11. Resumen resultados comparables entre modelos y entre países	62
4.12. Nueva estimación valor del ocio para ambas bases	65

Índice de figuras

2.1. Esquema de la clasificación de modelos de uso de tiempo	4
2.2. Esquema del enfoque de generación de la programación de actividades. Bhat y Koppelman (1993)	25
3.1. Tiempo asignado promedio por género agregando el tiempo comprometido (base chilena)	41
3.2. Tiempo asignado promedio por edad agregando el tiempo comprometido (base chilena)	42
3.3. Tiempo asignado promedio por sector (base chilena)	42
3.4. Estructura del gasto total (base norteamericana)	45
3.5. Estructura del gasto comprometido (base norteamericana)	45
3.6. Tiempo asignado promedio por género agregando el tiempo comprometido (base norteamericana)	46
3.7. Estructura de gastos (en % del gasto total semanal) por género (base norteamericana)	47
3.8. Tiempo asignado promedio por edad agregando el tiempo comprometido (base norteamericana)	47
3.9. Tiempo asignado promedio por raza agregando el tiempo comprometido (base norteamericana)	48
3.10. Estructura gasto por raza (base norteamericana)	49
4.1. Esquema modelo estructural a estimar	54

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

No importando edad, género, nivel de ingreso, sector de residencia o raza, todos tenemos 24 horas al día para realizar las actividades de nuestra preferencia y cumplir con nuestras obligaciones. De ahí la importancia del tiempo de viaje en la elección de modo de transporte ya que éste puede consumir una proporción relativamente alta del tiempo disponible. La gran ganancia que un proyecto de transporte puede generar a la sociedad es justamente el tiempo que permite reasignar a las personas.

Hay muchos enfoques para entender el uso y la valoración del tiempo. Cada uno de ellos tiene fortalezas y debilidades, generando una diversidad de resultados y conclusiones que hasta el momento han sido estudiados por separado. Cabe preguntarse, entonces, qué sucedería si los distintos enfoques fueran aplicados utilizando la misma información de uso de tiempo. La comparación analítica y empírica entre modelos relevantes es el objeto de esta investigación.

1.2. Objetivos

El objetivo general de esta tesis es describir y comparar empíricamente diversos enfoques de modelos de uso de tiempo. Para ello se utiliza tres enfoques para modelar: uno basado en la teoría microeconómica, cuya principal referencia es Jara-Díaz et al. (2008), otro que corresponde a un sistema de ecuaciones estructurales (ver Golob, 2003) y un último de ecuaciones de tiempo siguiendo a Kitamura (1984). Los tres modelos se calibran usando la misma información: una base de datos de uso de tiempo chilena y otra norteamericana. Luego se comparan los resultados entre modelos y entre bases. Se identifican semejanzas y diferencias y se explican analítica e intuitivamente.

1. Introducción

Los objetivos específicos que permiten lograr el objetivo general son:

- Realizar una revisión crítica de la literatura que permita clasificar los modelos de uso de tiempo existentes.
- Seleccionar y formular modelos que capturen lo mejor de cada enfoque.
- Estimar los diferentes modelos utilizando los mismos datos.
- Contrastar resultados entre los distintos enfoques y concluir respecto a las coincidencias y diferencias encontradas.

1.3. Estructura de la tesis

Esta tesis cuenta con 5 capítulos. En el capítulo 2 se resume los principales enfoques existentes para estudiar la asignación de tiempo. A grueso modo se clasifican en dos grupos: microeconómicos y basados en actividades. Estos últimos se subdividen en modelos de ecuaciones de tiempo, generación de programas y sistemas de ecuaciones estructurales.

En el capítulo 3 se seleccionan y describen en detalle tres enfoques (microeconómico, estructural y de ecuaciones de tiempo) que parecen sintetizar las mejores formas de aproximarse al mundo empírico. Además se presenta la información temporal con la que se dispone.

En el capítulo 4 se detalla la estimación de los modelos, junto a un completo análisis de los resultados. Se pone especial énfasis en comparar los enfoques a través de los resultados que cada uno de los modelos arroja.

Por último, en el capítulo 5, se sintetiza el trabajo realizado, se entregan conclusiones y se define la manera de seguir afrontando el problema en próximas investigaciones.

Enfoques para estudiar el uso del tiempo

2.1. Introducción

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 comportamiento 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 que serán especificadas usando los datos.

En la teoría básica del comportamiento del consumidor, donde el individuo es mirado como si maximizara una función de utilidad dada una restricción presupuestaria, no está considerada la asignación de tiempo. Muchos autores han modificado la forma usual al de esta teoría al introducir el tiempo en la función de utilidad, agregar una restricción de tiempo disponible e identificar relaciones entre la asignación de tiempo y el consumo de bienes.

Existe también otro enfoque para abordar la asignación de tiempo, llamado basado en actividades, donde se busca entender el contexto 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 a través del espacio y el tiempo. Dentro de este enfoque basado en actividades pueden distinguirse dos vertientes bien definidas: aquellos que plantean una maximización de utilidad sólo dependiente del tiempo y aquellos que, alejados totalmente de cualquier fundamento teórico, identifican variables que influyen en la asignación de tiempo en una serie de decisiones. Algunos de los modelos basados en actividades terminan siendo sistemas de ecuaciones lineales muy particulares, donde los tiempos asignados a las actividades son función de ellos mismos y variables socio-económicas del individuo u hogar. Debido a la forma particular de estos modelos, los cuales son llamados sistemas de ecuaciones estructurales, deben ser identificados como un cuarto tipo de enfoque en la asignación de tiempo.

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

En el presente capítulo se reporta concisamente la exploración realizada a través de la extensa literatura acerca de los modelos de uso de tiempo y se propone una forma clara de clasificarlos (la cual se esquematiza en la figura 2.1). Se concluye con unas tablas de resumen.

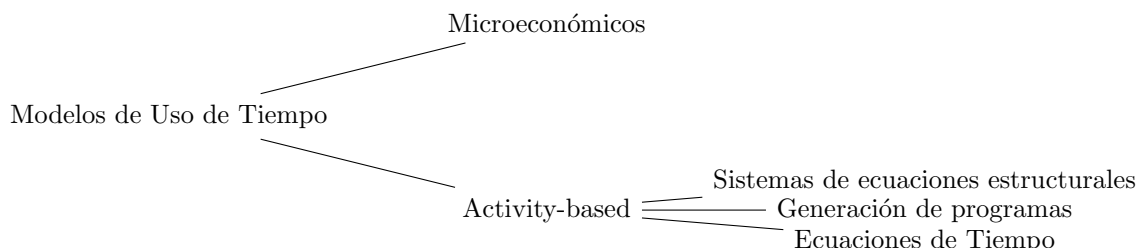


Figura 2.1: Esquema de la clasificación de modelos de uso de tiempo

2.2. Enfoque microeconómico

Los modelos microeconómicos son aquellos que agregan a la teoría clásica del comportamiento del consumidor una dimensión temporal. En términos generales modelan al individuo como si maximizara una función de utilidad dependiente del tiempo asignado a las actividades y los bienes consumidos, sujeto a una restricción de ingreso, una de tiempo total disponible y restricciones tecnológicas que ligan tiempo con consumo de bienes. Algunos de estos modelos permiten obtener expresiones analíticas para el tiempo asignado a las actividades y el consumo de bienes que el individuo puede elegir. Tanto la forma de esas expresiones como cuales actividades o bienes el individuo es libre de asignar tiempo o consumir dependen directamente de la manera en que se especifican las restricciones. Como el enfoque se basa en mirar al individuo como si maximizara cierta función de utilidad, los modelos de esta línea son individuales, para individuos tipo, con características socioeconómicas dadas. Por lo mismo este tipo de modelos se estima de manera segmentada, es decir, dentro de grupos cuyos elementos tengan preferencias parecidas.

Pareciera que el primero en incluir el tiempo y su valor en su formulación fue Becker (1965), quién postula que los individuos no tienen como fuente de utilidad a los bienes directamente, sino que a los commodities o bienes finales. Los bienes finales son producidos como una combinación de bienes de mercado (x_i) y tiempos de preparación (T_i) según una función de producción ($Z_i = f_i(x_i, T_i)$). Al considerar el tiempo de preparación en estos bienes finales, enriquece la toma de decisiones del individuo y agrega una nueva dimensión en la modelación. Es necesaria entonces una restricción del tipo temporal, donde se establece básicamente que el individuo tiene ciclos para consumir y trabajar. Agregando esta restricción a la ya típica de ingreso (el individuo no puede consumir más de lo que gana), Becker (1965) plantea el siguiente modelo:

$$\text{Max } U = U(Z_1(x_1, T_1), \dots, Z_m(x_m, T_m)) \quad (2.1)$$

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

$$\sum_{i=1}^m p_i x_i = I = V + T_w \cdot w \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m T_i = T - T_w \quad (2.3)$$

donde I es el ingreso del individuo, w es la tasa salarial y P_i es el precio del bien i -ésimo. Como el tiempo de trabajo no aparece en los argumentos de la utilidad, ambas restricciones pueden fusionarse en una sola, pues el tiempo puede ser convertido en bienes finales usando menos tiempo en el consumo para trabajar más. La limitación de los recursos totales es la renta monetaria máxima que podría ganarse si se dedicase el tiempo mínimo posible a cualquier otra actividad ajena al trabajo. Esta renta completa puede gastarse en el mercado de bienes o indirectamente privándose de renta monetaria mediante actividades de ocio o consumo. Este hecho es la principal causa para que el valor del tiempo en este modelo resulte igual a la tasa salarial.

Posteriormente Johnson (1966) plantea un modelo en el que la utilidad del individuo depende del tiempo dedicado al ocio, el tiempo de trabajo, la cantidad de viajes de placer realizados y del consumo agregado (que excluye a los viajes). El enfoque es muy parecido al de Becker (1965) ya que también señala que el costo de oportunidad de un producto en parte es su precio en dinero y en parte el tiempo que se sacrifica de ocio en su consumo. La diferencia es que no considera un individuo neutral al trabajo como Becker (1965), sino uno que le desagrada trabajar. Se destaca el hecho de incluir el tiempo de viaje en la modelación, pero aún así parece más preocupado de corregir a Becker (1965) que de formular debidamente un nuevo modelo que permita obtener resultados sobre el valor del tiempo de viaje.

El modelo de Chiswick (1967) considera una utilidad que depende de un vector de bienes y un vector de tiempos de trabajo (el individuo puede tener más de un empleo). Existe una relación directa entre bienes y tiempo, pues para consumir cada bien existe un tiempo asociado, el cual corresponde a un coeficiente conocido multiplicado por el consumo:

$$Max U = U(X, W) \quad (2.4)$$

$$\sum_i p_i X_i = \sum_j \omega_j W_j \quad (\lambda) \quad (2.5)$$

$$\sum_i t_i X_i + \sum_j W_j = \tau \quad (\mu) \quad (2.6)$$

donde W_j es el tiempo dedicado al trabajo j , p_i son los precios de los bienes, ω_j es la tasa salarial del trabajo j , τ el tiempo disponible y t_i son los coeficientes que relacionan

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

directamente el consumo de bienes (X_i) con el tiempo de consumo (T_i), pues $T_i = t_i X_i$. De las condiciones de primer orden Chiswick (1967) concluye que la tasa salarial no necesariamente corresponde al valor total del trabajo.

Luego Oort (1969) presenta un modelo en que deja de lado los viajes de placer y supone una utilidad dependiente del ingreso, del tiempo de trabajo y del tiempo de ocio. A pesar de que realiza un análisis mucho más exhaustivo que Johnson (1966) respecto al valor del tiempo, deja de lado elementos importantes (como que las actividades diferentes al trabajo también pueden afectar directamente a la utilidad) y genera resultados interesantes, pero sin una adecuada interpretación (como que la utilidad marginal de reducir exógenamente el tiempo de viaje es igual a la utilidad marginal del ocio menos la utilidad marginal del viaje).

Años después De Serpa (1971) modificaría la modelación de Becker (1965), agregando directamente los bienes y el tiempo asignado a las actividades como argumento de la utilidad (suponiendo que cada actividad corresponde al consumo de un bien), incluido el tiempo de trabajo. Además plantea restricciones tecnológicas, donde se concreta la idea de que para consumir una cierta cantidad de un bien se necesita de un cierto tiempo mínimo. El modelo se plantea de la siguiente manera:

$$\text{Max } U = U(X_1, \dots, X_n, T_1, \dots, T_n) \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=1}^m P_i X_i = Y \quad (\lambda) \quad (2.8)$$

$$\sum_{i=1}^m T_i = T^o \quad (\mu) \quad (2.9)$$

$$T_i \geq a_i x_i \quad (\kappa_i) \quad \forall i = 1, \dots, n \quad (2.10)$$

De las condiciones de primer orden se concluye que:

$$\frac{\kappa_i}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{U_{n+i}}{\lambda} \quad (2.11)$$

donde $\frac{\kappa_i}{\lambda}$, el valor de ahorrar tiempo en la actividad i , tiene dos componentes: $\frac{\mu}{\lambda}$, el valor de reasignar el tiempo a otra actividad, y $\frac{U_{n+i}}{\lambda}$, el valor del tiempo asignado a la actividad i .

Se debe notar que si el individuo le asigna más tiempo que el mínimo requerido a la actividad i se tendrá $\kappa_i = 0$ y que el valor del tiempo como recurso es un costo de oportunidad que es positivo porque el tiempo es un recurso limitado. Las actividades que se le asigna más de lo mínimo necesario han sido definidas como actividades de ocio por De Serpa (1971).

Del trabajo de De Serpa (1971) no sólo hay que rescatar la inclusión de todas las actividades como argumento en la función de utilidad y la nueva familia de restricciones tecnológicas que aportan realismo al modelo, sino también el gran aporte a la notación y a la

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

interpretación que el autor realiza de las condiciones de primer orden, dando quizás el primer gran paso en la identificación de los distintos valores del tiempo.

Otro detalle importante sugerido por De Serpa (1971) es la forma con la que se hace cargo de que el ingreso crezca con las horas trabajadas. Para ello define uno de los bienes como trabajo (X_w), con $P_w < 0$ y $P_w X_w$ el ingreso extra, siendo $T_w = a_w X_w$ lo que entra a la restricción de tiempo. La otra opción es incluir un bien de puro tiempo, W , en la función de utilidad y en las dos restricciones de recursos.

Posteriormente Evans (1972) sería el primero en proponer una función de utilidad que depende únicamente del tiempo asignado a las actividades, siendo los bienes relevantes sólo por ser insumos para la realización de actividades. Las restricciones de tiempo y presupuestaria son en esencia las mismas que los modelos anteriores y la diferencia está en que agrega restricciones que ligan el tiempo asignado a distintas actividades, es decir, el tiempo que demora cierta actividad puede estar relacionado directamente con el tiempo asignado a otra(s).

Evans (1972) reformula la teoría de Johnson (1966) y Oort (1969), más que nada agregando el tiempo de trabajo en la utilidad, haciendo notar con claridad la complementariedad del tiempo de ocio con el ingreso y que la sustitución entre estos dos se hace a través del trabajo. Plantea que la teoría clásica es incapaz de diferenciar entre el valor de relajar la restricción temporal y el valor del tiempo asignado a cierta actividad presentando el siguiente modelo:

$$\text{Max } u = u(a) \tag{2.12}$$

$$p^t Q a \leq 0 \tag{2.13}$$

$$B a \leq 0 \tag{2.14}$$

$$1^t a = T \tag{2.15}$$

$$a \geq 0 \tag{2.16}$$

donde a es el vector de actividades (único argumento de la utilidad) con a_i denotando la unidad de tiempo gastadas en la actividad i . La primera restricción es la de ingreso donde p es el vector de precios y q_i es el vector que describe la cantidad de bienes necesarios para la actividad i . Q es la matriz que tiene a los vectores q_i como columna y su construcción permite calcular el costo total de una actividad a_i por unidad de tiempo como $p^t q_i$. Cuando una actividad genera ingreso se debe tener cuidado que p_i sea la tasa de pago por esa actividad y q_i tenga todas sus componentes nulas excepto la i -ésima de valor igual a 1. La segunda restricción (o set de restricciones) liga actividades con otras y la tercera es la restricción temporal.

A través de las condiciones de primer orden se determina que un individuo asigna su tiempo de manera óptima si un incremento marginal en el tiempo asignado a una actividad, seguido por una disminución de lo asignado a las restantes actividades, no lo afecta en términos de utilidad. Evans (1972) demuestra que existe la posibilidad de una utilidad marginal

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

del ingreso nula para aquellas personas que ganan dinero más rápido de lo que lo pueden gastar, debido a que se restringen de tiempo pero no de dinero.

Evans (1972) es un aporte en el ámbito de las restricciones, pero en cuanto a la función de utilidad se queda en lo novedoso, pues la no inclusión de los bienes como argumento (y por ende el hecho de que los bienes no produzcan utilidad directa) carece de justificación. Una de las deficiencias del modelo es que considera la relación entre bienes y tiempo como proporciones fijas, al igual que Becker (1965) y que las restricciones tecnológicas de De Serpa (1971).

De Donnea (1972) utiliza de base el trabajo realizado por Becker (1965) y plantea varios modelos en los que intenta agregar el tiempo de las actividades como argumento de la función de utilidad. Es preciso indicar que en todos los modelos se consideran funciones de producción en el hogar de la forma $A_i = f(X_{ki}, t_i)$ donde A_i es el nivel de la actividad i , X_{ki} corresponde a la cantidad de bienes o servicios k utilizados en la producción de la actividad i y t_i es el tiempo empleado en la producción de la actividad i . El primer modelo considera un tiempo de trabajo exógeno y por ende un salario dado, el cual es la única fuente de ingreso. La función de utilidad depende de la función de producción de las actividades y de $L(t_i)$, la satisfacción o el disgusto que provoca la actividad (dependiente del tiempo). Lo anterior permite distinguir entre el tiempo como insumo y el tiempo como tal. Se imponen también las restricciones de tiempo e ingreso típicas, planteando el problema de la siguiente manera:

$$\text{Max } U = U(A_i, L(t_i)) \quad (2.17)$$

$$Y = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_k X_{ki} \quad (\lambda) \quad (2.18)$$

$$T_C = \sum_{i=1}^m t_i \quad (\mu) \quad (2.19)$$

Se hace el supuesto que la sustitución de bienes por tiempo en la producción de actividades no afecta las circunstancias bajo las cuales se utiliza el tiempo. Este supuesto no resulta realista en actividades de viaje porque, por ejemplo, pasar de bicicleta a motocicleta no sólo disminuirá el tiempo de viaje, sino que también cambiará las condiciones del viaje.

De las condiciones de equilibrio se obtiene una ecuación equivalente a la de De Serpa (1971):

$$\tau_i = \mu - l_i \quad (2.20)$$

con $l_i = (\partial U / \partial L) \cdot (\partial L / \partial t_i)$ que corresponde a la satisfacción (o desatisfacción) marginal del tiempo consumido para producir A_i , la cual resulta de las circunstancias en las cuales se

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

gasta el tiempo, y $\tau_i = (\partial U / \partial A_i) \cdot (\partial A_i / \partial t_i)$, la utilidad marginal del tiempo como insumo para producir la actividad i .

En un segundo modelo, De Donnea (1972) agrega el tiempo de viaje como argumento de la utilidad y de la función de producción. Considera que la satisfacción proveniente de las actividades fuera del hogar es función de la distancia viajada y que la calidad de los bienes usados en las actividades dentro del hogar es función del tiempo de shopping necesario para adquirirlos, asociando entonces un viaje para cada actividad. El modelo es el siguiente:

$$\text{Max } U = U(A_i, t_i, t_i^*, T_w) \quad (2.21)$$

$$Y = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_k X_{ki} + \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m p_k X_{ki}^* \quad (\lambda) \quad (2.22)$$

$$T_C = \sum_{i=1}^m t_i + \sum_{i=1}^m t_i^* \quad (\mu) \quad (2.23)$$

con $A_i = f(X_{ki}, X_{ki}^*, t_i, t_i^*)$ y X_{ki}^* y t_i^* los bienes y tiempos usados en el viaje respectivamente. Se obtiene entonces:

$$\mu = \tau_i + l_i = \tau_i^* + l_i^* \quad (2.24)$$

Es decir, la utilidad marginal del tiempo de viaje asociado a una actividad debe ser igual a la utilidad marginal del tiempo necesario para producir la actividad.

Collings (1974) enlaza De Donnea (1972) con De Serpa (1971) al presentar un modelo con el enfoque del primero, pero obteniendo los resultados del segundo. Parte de la premisa de que los viajes de ocio (o de placer) deben ser modelados como una demanda conjunta con otros bienes y servicios. Considera un tiempo y un ingreso disponibles fijos, restricciones tecnológicas de tiempo mínimo y de tiempo máximo, además de una función de utilidad que tiene como argumentos el tiempo empleados en bienes o servicios y el tiempo empleado en viajes. La idea de actividades de ocio fijas en términos de dinero y tiempo requeridos, pero con el insumo tiempo variando entre límites definidos parece razonable para actividades como visitar a los amigos o ir al cine, siendo esta cuota de realismo el gran aporte del modelo.

Todos los modelos mencionados anteriormente sólo se preocupan de elecciones de variables continuas y dejan de lado elecciones del tipo discreto, como por ejemplo la decisión de cual modo de transporte ocupar. Train y McFadden (1978) plantean un modelo del comportamiento del consumidor que incluye la elección modal. Para ello proponen una función de utilidad dependiente del gasto en bienes G y el tiempo de ocio L . Además imponen restricciones de ingreso y tiempo disponible relacionadas por el tiempo de trabajo y la elección de modo, la cual queda representada por c_i y t_i (costo y tiempo del modo i , escogido dentro de un conjunto discreto de alternativas). El modelo luce como:

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

$$Max U = U(G, L) \quad (2.25)$$

$$G + c_i = wT_w + I_f \quad (2.26)$$

$$L + T_w + t_i = \tau \quad (2.27)$$

$$i \in M \quad (2.28)$$

El problema puede ser visto en dos etapas: primero se resuelve con i fijo, obteniéndose la asignación de tiempo y de consumo de bienes óptima, pero condicional al modo elegido dentro de los disponibles. De la ecuaciones 2.26 y 2.27 se puede despejar G y L respectivamente y, al reemplazar en la función objetivo, se logra obtener una utilidad dependiente de T_w , la cual se optimiza unicamente en función de esa variable. Cuando se ha obtenido el tiempo de trabajo óptimo (T_w^*), se reemplaza en la función objetivo y se obtiene la llamada función de utilidad indirecta condicional (Jara-Díaz, 2007):

$$V_i = U [G(T_w^*, c_i, t_i), L(T_w^*, c_i, t_i)] \quad (2.29)$$

La segunda etapa corresponde a escoger, comparando las funciones de utilidad indirecta condicional, la alternativa que proporcione la mayor utilidad. Train y McFadden (1978) realizan un procedimiento equivalente a través de la función de gasto y lo aplican con distintas formas funcionales.

Un poco más tarde, Bruzelius (1979) plantea el siguiente modelo:

$$Max U = U(x_1, \dots, x_n, l, t_1, \dots, t_n, t_w) \quad (2.30)$$

$$\sum p_i x_i - w t_w - I \leq 0 \quad (2.31)$$

$$\sum t_t + t_w + l - T = 0 \quad (2.32)$$

$$q_i x_i - t_i \leq 0 \quad i = 1, \dots, n_1 \quad (2.33)$$

$$q_i x_i - t_i = 0 \quad i = n_1 + 1, \dots, n \quad (2.34)$$

donde t_i es el tiempo de consumo de x_i , a_i es el mínimo tiempo necesario para consumir una unidad de x_i , l es el tiempo de ocio y τ es el tiempo disponible. Notar que en este modelo no se cuenta con restricciones tecnológicas ni para el ocio ni para el trabajo. Bruzelius (1979) también realiza ciertas diferencias con la actividad viajar, pues considera que t_i es el tiempo total de viaje, x_i es el número total de viajes, a_i es el tiempo de viaje mínimo dada la alternativa escogida (enfoque de elección discreta).

El principal aporte del autor es la diferenciación de restricciones de consumo, pues aparte de las planteadas por De Serpa (1971), donde el individuo puede asignar más tiempo

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

que el mínimo necesario si lo desea, considera una familia de restricciones donde el individuo asigna justamente el mínimo tiempo necesario.

Uno de los primeros en considerar scheduling en la modelación del uso de tiempo fue Small (1982), quien agrega este elemento a los modelos de Becker (1965) y Johnson (1966) tanto en su función de utilidad como en sus restricciones. El modelo propuesto es el siguiente:

$$\text{Max } u = U(x, l, h, s) \quad (2.35)$$

$$x + c(s) = Y + wh \quad (2.36)$$

$$l + h + t(s) = T \quad (2.37)$$

$$F(s, h; w) = 0 \quad (2.38)$$

donde x es un bien de consumo, l el tiempo de ocio, h el tiempo de trabajo, s la hora específica de salida hacia el trabajo y t el tiempo de consumo. Tanto c como t dependen de s para capturar la existencia de congestión. Los parámetros exógenos Y , w y T corresponden al ingreso fijo, tasa salarial y el tiempo total disponible respectivamente. Asumiendo s dado se maximiza sobre x , l y h obteniéndose el valor del tiempo de ocio:

$$\frac{\mu}{\lambda} = w + (U_h - \nu F_h)/U_x \quad (2.39)$$

con ν el multiplicador de la última restricción, la cual establece relaciones entre s y el tiempo de trabajo (como por ejemplo una tasa salarial que crece con las horas trabajadas, un horario de llegada al trabajo estricto, etc). La existencia de esta restricción es la que genera un nuevo término en la expresión del tiempo de ocio, término asociado al schedule del trabajo.

Small (1982) aplica el modelo para viajes al trabajo, considerando un enfoque de elecciones discretas y utilizando logit. La base de datos corresponde a 527 trabajadores que viajan en automovil a su trabajo en San Francisco Bay Area.

Otros autores que relacionan dos modelos son Truong y Hensher (1985), aunque con intenciones muy distintas a las de Collings (1974) (y resultados muy distintos también). La idea de su trabajo es hacer notar claras diferencias entre Becker (1965) y De Serpa (1971) a través del análisis de lo que ellos llaman transferencia de tiempo (a diferencia del ahorro de tiempo de De Serpa, 1971). Ellos denominan enfoque tipo Becker a un modelo cuya función de utilidad tiene únicamente al consumo agregado (G) y al tiempo de ocio (L), sin considerar el tiempo de viaje en la utilidad ni tampoco restricciones tecnológicas.

$$\text{Max } U = U(G_i, L_i) \quad (2.40)$$

$$G_i \leq M - C_i \quad (\lambda) \quad (2.41)$$

$$L_i \leq T - T_i \quad (\mu) \quad (2.42)$$

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

De las condiciones de primer orden se deriva como valor del tiempo a $\frac{\partial u}{\partial L_i} = \frac{\mu}{\lambda}$. Por otra parte, el enfoque tipo De Serpa, al agregar el tiempo de viaje como argumento en la utilidad y una restricción de consumo para el tiempo de viaje, se ve de la siguiente manera:

$$Max U = U(G_i, L_i, T_i) \quad (2.43)$$

$$G_i \leq M - C_i \quad (\lambda) \quad (2.44)$$

$$L_i \leq T - T_i \quad (\mu) \quad (2.45)$$

$$a_i C_i \leq T_i \quad (\kappa_i) \quad (2.46)$$

Con este modelo Truong y Hensher (1985) definen el valor del tiempo de viaje como $VOT_i = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\kappa_i}{\lambda}$. Por último los autores derivan la utilidad indirecta condicional para ambos casos, siendo la del enfoque Tipo Becker $u_i = \alpha - \lambda C_i - \mu T_i$ y la del enfoque Tipo De Serpa $u_i = \alpha - \lambda C_i - (\mu - \kappa_i) T_i$.

Posteriormente Bates (1987) criticaría el análisis de Truong y Hensher (1985), planteando un nuevo modelo para el **Enfoque Tipo De Serpa**, donde el único cambio es considerar la restricción de tiempo mínimo para el viaje de forma exógena (y no dependiente del costo como el modelo anterior), es decir $T_i - T_i^{min} \geq 0$. Bates (1987) obtiene una nueva función de utilidad indirecta condicional (esta vez trunca) igual a $u_i = \alpha - \lambda C_i - \kappa_i T_i$ y un valor del tiempo de viaje $VOT_i = \frac{\kappa_i}{\lambda}$.

Más tarde Truong y Hensher (1987) responderían a Bates (1987) admitiendo que su modelo tipo De Serpa no es el más adecuado, pero de todas maneras defendiéndose en el hecho de que para comparar alternativas a través de la utilidad su modelo genera los mismos resultados (pues el término que sobra en la función de utilidad indirecta condicional es constante para todas las alternativas). Sea cual sea la discusión entre estos autores, es importante notar que ambos trabajos permitieron establecer una relación y una comparación entre dos enfoques muy distintos y muy citados.

Un par de años después Gronau (1986) sigue la teoría de producción en el hogar propuesta por Becker (1965), pero haciendo la distinción de que algunos bienes pueden ser producidos en el hogar (a través de una función de producción cóncava) y otros ser adquiridos en el mercado (se puede pagar a alguien para que realice el trabajo en el hogar), siendo estos dos sustitutos perfectos. Gronau (1986) plantea que la función de utilidad tiene como argumento un bien básico, el cual a su vez es función de los bienes y/o servicios y el tiempo de consumo. El modelo así descrito determina que el valor del tiempo para un individuo que trabaja en el mercado será igual a la productividad marginal óptima, es decir, la tasa salarial. Luego Gronau (1986) completa el modelo considerando como argumentos de la utilidad todos los usos de tiempo obteniendo como resultado de que el valor de la productividad doméstica es idéntico al valor total del trabajo. Por último Gronau (1986) presenta un modelo en que el trabajo, ya sea en el mercado o doméstico, no genera utilidad y que los bienes producidos en

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

el hogar y de mercado no son sustitutos perfectos. Con este modelo obtiene como resultado de que la productividad marginal doméstica es igual a la tasa salarial multiplicada por la razón entre la calidad que el individuo percibe del bien producido en el hogar versus el mismo bien adquirido en el mercado.

Siguiendo la misma línea, Winston (1987) plantea un modelo de producción de actividades, donde principalmente considera dinamismo en las decisiones, es decir, los argumentos de la utilidad dependen del tiempo. La función de utilidad depende de la intensidad de $a(t)$ y $z(t)$, donde $a(t)$ es una función que asocia a cada instante t una actividad y $z(t)$ es la intensidad con la que se realizan las actividades en el instante t , siendo definida por una función de producción del estilo $z(t) = z_a(x(t), t)$. Este modelo plantea una completa separación de las actividades, permitiendo generar un patrón de actividades que no sólo depende del individuo, sino que también de su entorno.

En un revisión de la teoría, Juster (1990) postula que los flujos de utilidad derivan siempre de las actividades y que además dependen de los bienes asociados a cada actividad mientras son realizadas. Los bienes pueden ser de distintos tipos, provocando que la utilidad directa dependa de los bienes de mercado, el tiempo de uso, los bienes generados (bienes finales) y los bienes que perduran de un período a otro (bienes de capital). El modelo considera una función de utilidad del estilo:

$$U = u(x_i, Z_i, t_i, K_0, K_1) \quad (2.47)$$

donde x_i son los bienes de mercado y servicios, Z_i son los bienes producidos en el hogar, t_i son los tiempos utilizados, K_0 es el capital inicial y K_1 es el capital al final del período. Luego considera que los bienes generados, de mercado y el tiempo generan un beneficio del proceso (PB_i) del período asociado a las actividades, de manera que se puede replantear el modelo como:

$$Max U = U(PB_i, K_0^*, K_1) \quad (2.48)$$

$$K_0^* \leq K_0 \quad (2.49)$$

$$\sum_{i=1}^n t_i = T \quad (2.50)$$

donde K_0^* es la satisfacción del período actual de los bienes de capital que generan utilidad directamente e independiente del uso de tiempo. Se destaca del modelo que tanto los bienes como las actividades generan utilidad directamente y que existen bienes que trascienden entre períodos.

Jara-Díaz (2003), basado en la formulación de De Serpa (1971), presenta un modelo en que la utilidad depende del consumo de bienes y de la dedicación de tiempo a actividades,

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

sin el supuesto uno a uno del modelo de De Serpa (1971). Se plantea la existencia de dos tipos de restricciones tecnológicas, una similar a la de De Serpa (1971) que plantea que el consumo impone niveles mínimos de duración de actividades y otra en la cual las actividades imponen niveles mínimos de consumo de bienes. Se modela esta situación a través de dos funciones: $A(X, T) \geq 0$, la Función de Posibilidad de Actividades, y $G(X, T) \geq 0$ la Función de Posibilidad de Consumo, cuyos bordes (igualdad) representan la Frontera de Posibilidades de Actividades para un nivel de consumo dado y la Frontera de Posibilidades de Consumo para un nivel de actividad dado. La inclusión de este nuevo set de restricciones genera un nuevo término en la disponibilidad a pagar por reducir el tiempo de una actividad, término que representa la variación marginal de la estructura de consumo. El modelo es el siguiente:

$$\text{Max } U = U(X_1, \dots, X_n, T_1, \dots, T_n, W) \quad (2.51)$$

$$\sum_{i=1}^n p_i x_i = wW \quad (\lambda) \quad (2.52)$$

$$\sum_{i=1}^n T_i = \tau \quad (\mu) \quad (2.53)$$

$$T_i \geq f_i(X) \quad (\kappa_i) \quad \forall i = 1, \dots, a \quad (2.54)$$

$$X_i \geq g_i(T) \quad (\psi_i) \quad \forall i = 1, \dots, g \quad (2.55)$$

El autor realiza también un revisión del valor del tiempo y demuestra que la ecuación para el valor de ahorrar tiempo en su modelo corresponde a:

$$\frac{\kappa_i}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial U / \partial T_i}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} \sum_j \psi_j \frac{\partial g_j}{\partial T_i} \quad (2.56)$$

donde ψ_j son los multiplicadores de Lagrange para las restricciones de consumo mínimo. Luego el valor de ahorrar tiempo además de depender de la reasignación de tiempo a otras actividades y la variación directa de utilidad, también dependerá de la variación en el consumo.

Tomando como base el modelo anterior, la forma de introducir la elección modal de Train y McFadden (1978) y una función de utilidad del tipo Cobb-Douglas, Jara-Díaz y Guevara (2003) deducen explícitamente una expresión para el tiempo asignado al trabajo dependiente de las variables exógenas del problema, como lo son la tasa salarial, costo y tiempo de transporte. Estas dos últimas variables se consideran en el modelo pues es del tipo discreto, donde primero se decide la asignación de variables endógenas y continuas, generándose una función de utilidad condicional a las variables discretas que luego es maximizada sobre todas las variables discretas posibles a elegir. Se calibra el modelo de manera conjunta con un modelo Logit de partición modal, previa aproximación lineal de la función de utilidad indirecta condicional, siendo capaces de estimar, por primera vez, el valor del ocio y el valor del trabajo (entre otros). Jara-Díaz y Guevara (2003) muestran que la incorporación de un

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

modelo de elección modal permite, además de lo anterior, calcular las dos componentes del valor subjetivo del tiempo de viaje: el valor de hacer otra cosa y el valor de asignar tiempo al viaje. El modelo es extendido por Jara-Díaz y Guerra (2003) al incluir todas las actividades, consumo de bienes y cualquier elección discreta. La extensión luce de la siguiente manera:

$$Max U = \Omega T_w^{\theta_w} \prod_i T_i^{\theta_i} \prod_j X_j^{\eta_j} \quad (2.57)$$

$$\sum_j P_j X_j + c_t \leq w T_w + I_f \quad (\lambda) \quad (2.58)$$

$$\sum_i T_i + T_w + t = \tau \quad (\mu) \quad (2.59)$$

$$T_i \geq T_i^{min} \quad (\kappa_i) \quad \forall i \quad (2.60)$$

$$X_j \geq X_j^{min} \quad (\psi_j) \quad \forall j \quad (2.61)$$

Llamando A^f y G^f a los conjuntos de todas las actividades y bienes libremente escogidos respectivamente y A^r y G^r a los conjuntos de todas las actividades y bienes que se les asigna el mínimo necesario, se pueden expresar las condiciones de primer orden como:

$$\frac{\theta_i U}{T_i} - \mu = 0 \quad \forall i \in A^f \quad (2.62)$$

$$\frac{\eta_j U}{X_j} - \lambda P_j = 0 \quad \forall j \in G^f \quad (2.63)$$

$$\frac{\theta_w U}{T_w} + \lambda w - \mu = 0 \quad (2.64)$$

$$\frac{\theta_i U}{T_i^{min}} + \kappa_i - \mu = 0 \quad \forall i \in A^r \quad (2.65)$$

$$\frac{\eta_j U}{X_j^{min}} + \psi_j - \lambda P_j = 0 \quad \forall j \in G^r \quad (2.66)$$

A partir de estas condiciones es posible encontrar ecuaciones que determinan el tiempo óptimo de trabajo, los tiempos óptimos de actividades irrestrictas y el consumo óptimo de bienes libres. Estas ecuaciones quedan en función del gasto comprometido (la suma de los gastos fijos u obligados), el tiempo comprometido (la suma de los tiempos asignados a las actividades que se les asigna el mínimo necesario) y la tasa salarial. Al estimar las ecuaciones puede encontrarse los valores del tiempo descritos por De Serpa (1971) (mayor información acerca de la estimación puede encontrarse en los siguientes capítulos de esta tesis) y concluyen que el valor del tiempo difiere de la tasa salarial. La estimación la realizan con datos de tres ciudades: Karlsruhe, Alemania (Axhausen et al., 2002), Santiago, Chile (Jara-Díaz et al., 2004) y Canton Thurgau, Suiza (Löchl et al., 2005).

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

Munizaga et al. (2008) proveen un enfoque econométrico para calibrar el modelo de Jara-Díaz y Guerra (2003) para actividades y viajes y lo aplican utilizando datos de una encuesta chilena de uso de tiempo. Jara-Díaz et al. (2008) realizan algo similar, pero consideran sólo el modelo continuo de actividades (sin elección modal), obteniendo el valor del ocio y del trabajo de manera analítica, en función de parámetros estimados.

Trabajando sobre el modelo de Jara-Díaz y Guerra (2003), Contreras (2010) explora el efecto de incorporar paulatinamente variables relevantes en una función de utilidad del tipo Cobb-Douglas sobre las funciones de tiempo asignado al trabajo, partiendo desde el modelo más simple de comportamiento utilizado en la modelación de viajes (cuyas fuentes de utilidad son el consumo y el ocio) hasta uno que incorpora todas las actividades. Luego explora formas alternativas a la Cobb-Douglas para la función de utilidad, en particular una forma cuadrática. Contreras (2010) obtiene expresiones para la oferta de trabajo para modelos sucesivamente complejos y estudia el problema desde ese enfoque en cuanto a valor del tiempo se refiere, usando como referencia el resultado de Jara-Díaz y Guerra (2003), quienes obtienen una ecuación de oferta de trabajo dependiente de la tasa salarial, del gasto total en bienes cuyo consumo es igual al mínimo necesario y de la asignación total de tiempo a las actividades a las que se le dedica el mínimo obligado.

2.3. Enfoques basados en actividades

Los modelos basados en actividades buscan entender el contexto en el cual se toma la decisión de viajar, reconociendo principalmente que la demanda por viajes deriva de la necesidad de realizar actividades distribuidas a través del espacio y el tiempo. Más que concebir el viaje como un costo asociado en tiempo y dinero, en los modelos activity-based se entiende todo el proceso que motiva a viajar. A grandes rasgos los modelos activity-based pueden clasificar en tres grupos bien diferenciados: sistemas de ecuaciones estructurales, generación de programas de actividades y ecuaciones de tiempo.

A continuación se detalla, en orden de aparición a lo largo de la literatura, las características y los antecedentes de cada una de estas tres vertientes de los modelos basados en actividades.

2.3.1. Enfoque de Ecuaciones de Tiempo

En los modelos de ecuaciones de tiempo se modela si una actividad se realiza o no y, si es que se realiza, su duración. Estos modelos son presentados como una extensión de la teoría de maximización de la utilidad y además como una aplicación matemática que permite cuantificar la relación entre diversas variables y la asignación de tiempo, a través de la estimación de ecuaciones lineales con una forma muy característica. En la mayoría de los modelos de asignación de tiempo que revisa Kitamura (1988) acerca de esta línea de investigación hay una propiedad fundamental: en la utilidad sólo está presente el tiempo y la

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

única restricción al problema es la temporal. La carencia de una restricción presupuestaria evidencia sorprendentemente que la base microeconómica de estos modelos es en extremo limitada, siendo el gran aporte de estos trabajos los procesos econométricos involucrados por sobre el análisis de la asignación o valoración del tiempo.

Los modelos de asignación de tiempo dentro del enfoque *activity-based* nacen esencialmente con el modelo de Kitamura (1984), quien realiza dos grandes críticas al enfoque microeconómico clásico. Primero se refiere a que la utilidad de un tipo de actividad dado tiende a variar día a día en virtud de las necesidades y urgencias del individuo, obligando a considerar que diversos factores microscópicos afectan a la asignación de tiempo (algunos de ellos inobservables) y a plantear una maximización de utilidad aleatoria (agregar un término de error a la función de utilidad). Su segunda acotación se refiere a que algunas actividades discretionales pueden ser o no realizadas en cierto día, viéndose en la necesidad de discretizar y no necesariamente asignar tiempo a todas las actividades. Kitamura (1984) modela la asignación de tiempo entre actividades discretionales y obligatorias, bajo el supuesto de que cuando una actividad discretional no aumenta la utilidad total entonces no se asignará tiempo a ella, siendo el modelo discreto en la elección de cuales actividades realizar, pero continuo en la asignación de tiempo a las actividades.

La utilidad aleatoria de una actividad se especifica como una función multiplicativa de variables independientes, un término aleatorio y el logaritmo natural de la cantidad de tiempo asignada. El análisis realizado en el trabajo de Kitamura (1984) muestra que esta asignación de tiempo discreta/continua puede ser expresada como un modelo Tobit. Esta derivación requiere un único supuesto adicional: las actividades discretionales no contribuyen a la utilidad (ni positiva ni negativamente) cuando no se asigna tiempo a ellas. El modelo en su forma original supone que hay J tipos de actividades que el individuo puede asignar tiempo, donde la utilidad de la actividad j viene dada por:

$$U_j(t_j, x_j) = \xi_j V_j(t_j, s_j) \quad t_j \geq 0, j = 1, \dots, J \quad (2.67)$$

donde t_j es el tiempo asignado a la actividad j , s es el vector de variables exógenas, V_j es la utilidad representativa de j y ξ_j es la variable aleatoria, $\xi_j > 0$ (se asume independiente de t_j y s_j). Luego la asignación de tiempo del individuo puede ser expresada como el siguiente problema:

$$\text{máx } U(t_1, t_2, \dots, t_J) = \sum_{j=1}^J \xi_j V_j(t_j, s_j) \quad (2.68)$$

$$\text{s.a. } \sum_{j=1}^J t_j = T \quad (2.69)$$

$$t_j \geq 0, j = 1, \dots, J \quad (2.70)$$

Considera la siguiente especificación de la utilidad:

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

$$V_j(t_j, s_j) = \gamma_j f_j(s_j) \ln(t_j) \quad (2.71)$$

Si supone que se asigna tiempo a las J actividades, se puede obtener la asignación óptima en base a las condiciones de primer orden:

$$t_j^* = \frac{\xi_j \gamma_j f_j(s_j)}{\sum_{i=1}^J \xi_i \gamma_i f_i(s_i)} T \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (2.72)$$

Suponiendo que

$$f_j(s_j) = \prod_{k=1}^{K_j} s_{jk} \alpha_{jk} \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (2.73)$$

y además

$$\xi_j = e^{\eta_j} \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (2.74)$$

donde los η_j tienen una distribución multinormal de media 0 y matriz de covarianza Σ_n . Como los valores relativos de utilidad determinan la asignación óptima de tiempo, se asume para la conveniencia de la estimación que

$$V_1(t_1, s_1) = \xi_1 \ln(t_1) \quad (2.75)$$

Luego se puede escribir la siguiente ecuación:

$$\ln(t_j^*/t_1^*) = \ln(\gamma_j) + \alpha_j' S_j + \epsilon_j \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (2.76)$$

donde

$$R_j = \ln(\gamma_j) \quad (2.77)$$

$$\alpha_j' = (\alpha_{j1}, \alpha_{j2}, \dots, \alpha_{jK_j}) \quad (2.78)$$

$$S_j = (\ln(s_{j1}), \dots, \ln(s_{jK_j}))' \quad (2.79)$$

$$\epsilon_j = \eta_j - \eta_1 \quad (2.80)$$

Los parámetros de la ecuación 2.76 pueden ser estimados por mínimos cuadrados ordinarios.

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

Luego Kitamura (1984) reconoce que ciertas actividades pueden no ser realizadas en determinado día, así que decide levantar el supuesto de que se asigna tiempo a todas las actividades redefiniendo la utilidad como una variable latente, lo cual deriva en un modelo Tobit.

$$U_j(t_j, x_j) = \begin{cases} \xi_j V_j(t_j, s_j) & \text{si } t_j > 0 \\ 0 & \text{si } t_j = 0 \end{cases} \quad (2.81)$$

Para definir el modelo completamente Kitamura (1984) considera la existencia de sólo dos tipos de actividades: discretas y obligatorias. El individuo decidirá no realizar actividades discretas si se cumple la condición:

$$\xi_o V_o(T, s_o) \geq \xi_d V_d(t_d^*, s_d) + \xi_o V_o(t_o^*, s_o) \quad (2.82)$$

Definiendo $g_j = \gamma_j f_j(s_j)$, $g = g_d/g_o$ y $\delta = \xi_d/\xi_o$ la condición puede reescribirse como:

$$\ln(T) \geq \delta g \ln\left(\frac{T\delta g}{1 + \delta g}\right) + \ln\left(\frac{T}{1 + \delta g}\right) \quad (2.83)$$

Si se considera δ_e como el valor que satisface la igualdad en 2.83 dado x_j se puede obtener el valor óptimo de t_d como:

$$\bar{t}_d = \begin{cases} t_d^* & \text{si } \xi_d > \delta_e \xi_o \\ 0 & \text{si } \xi_d < \delta_e \xi_o \end{cases} \quad (2.84)$$

El valor de δ_e se obtiene como:

$$\delta_e = \nu(g_o/g_d) \quad (2.85)$$

donde ν es la solución de

$$\nu \ln(T\nu) - (1 + \nu) \ln(1 + \nu) = 0 \quad (2.86)$$

Reconociendo que tanto la asignación de tiempo (ecuación 2.76) como la elección discreta (ecuación 2.84) son determinadas por las mismas variables, es posible integrar ambos modelos en un modelo Tobit como el siguiente (i representa al individuo):

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

$$I_i \equiv -\ln(\nu_i) + \beta' S_i + \epsilon_i \quad (2.87)$$

$$t_{di} = 0 \quad \text{si} \quad I_i \leq 0 \quad (2.88)$$

$$\ln \left[\frac{t_{di}}{T_i - t_{di}} \right] = \beta' S_i + \epsilon_i \quad \text{si} \quad I_i > 0 \quad (2.89)$$

$$\epsilon_i \quad N(0, \sigma^2) \quad (2.90)$$

Si se asume que los términos de error del proceso de elección discreta y la asignación de tiempo están correlacionados, pero de forma separada, se debe plantear el siguiente modelo:

$$I_i = -\ln(\nu_i) + \alpha'_d S_{di} + \epsilon_{di} \quad (2.91)$$

$$t_{di} = 0 \quad \text{si} \quad I_i \leq 0 \quad (2.92)$$

$$\ln \left[\frac{t_{di}}{T_i - t_{di}} \right] = \alpha'_o S_{oi} + \epsilon_{oi} \quad \text{si} \quad I_i > 0 \quad (2.93)$$

$$(\epsilon_{di}, \epsilon_{oi}) \quad MVN(0, \Sigma) \quad (2.94)$$

Luego aplica el modelo considerando t_{di} como el tiempo asignado a actividades y viajes que no son trabajo, y variables explicativas (idénticas en ambas etapas) como ubicación del trabajo, tiempo de arribo al trabajo (dummy), modo, día de la semana, duración del viaje al trabajo, tiempo de trabajo, cantidad de autos por conductor, logaritmo del ingreso, si tiene licencia de conducir o no, sexo, edad, número de personas que no trabajan por hogar, número de niños por hogar, trabajadores y niños de cada sexo.

En el contexto explicado anteriormente toma especial relevancia la sustitución entre actividades dentro y fuera del hogar, debido a que la decisión de realizar actividades fuera del hogar está estrictamente relacionado con la generación de viajes (Jones et al., 1990; Bhat y Koppelman, 1999). Observando el tiempo asignado a actividades dentro del hogar es posible determinar los aspectos del comportamiento del individuo que permiten entender el mecanismo de decisión y explicar porque un individuo elige llevar a cabo una actividad fuera y no dentro de su hogar, provocando en consecuencia un viaje. Kitamura et al. (1996) enfrenta justamente el detalle antes planteado con un modelo Tobit doblemente acotado que expande el de Kitamura (1984) en dos aspectos: considera dos tipos de actividades (discrecionales dentro y fuera del hogar) donde por lo menos una es realizada y además representa la heterogeneidad entre individuos al incorporar un error específico para cada individuo. El tiempo de viaje es incluido dentro del tiempo de actividades fuera del hogar sin una distinción explícita. Bhat y Misra (1999) definen en detalle las componentes del tiempo discrecional total, dividiéndolo en dentro y fuera del hogar, pero también en día de semana y fin de semana. Aún así tampoco realizan una distinción en específico del tiempo de viaje. El modelo se detalla a continuación:

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

$$\text{máx } U(f_1, f_2, f_3, f_4) = \sum_{i=1}^4 e^{\beta'_i X} \ln(f_i) \quad (2.95)$$

$$s.a. \sum_{i=1}^4 f_i = 1 \quad (2.96)$$

$$f_i \geq 0, i = 1, 2, 3, 4 \quad (2.97)$$

donde f_i es la fracción del tiempo total discrecional asignado a la actividad i . Notar que existe una única restricción temporal que abarca ambos períodos (semana y fin de semana), permitiendo incluso que se asigne al fin de semana más tiempo del disponible (sólo por dar un ejemplo). Este último modelo es muy parecido al de Yamamoto y Kitamura (1999), quienes extienden Kitamura et al. (1996) separando las actividades dentro y fuera del hogar en días de semana y fines de semana, pero el tiempo de viaje sigue considerándose una actividad fuera del hogar más. Meloni et al. (2004), también basados en Kitamura et al. (1996), definen en cascada el trade-off entre actividades dentro y fuera del hogar, y variables endógenas para el trade-off del tiempo discrecional entre viajes y actividades (dentro y fuera del hogar), utilizando un modelo Tobit anidado. El gran aporte de este modelo es justamente separar el tiempo de viaje del tiempo asignado a actividades fuera del hogar y así poder entender si es posible señalar con claridad los factores que inducen una inclinación a viajar o a realizar actividades.

Meloni et al. (2007) plantean un modelo similar al de Kitamura (1984), pero maximizando utilidad a través del lagrangeano. Deducen un modelo Tobit anidado y lo abordan de idéntica manera que Meloni et al. (2004). Srinivasan y Bhat (2006) también enfrentan el carácter discreto y continuo de la asignación de tiempo, pero esta vez enfocados en la asignación conjunta de los miembros del hogar (específicamente una pareja). Los tipos de actividad son las que el hombre elige independientemente dentro y fuera del hogar, las que la mujer elige independientemente dentro y fuera del hogar y las que la pareja elige en conjunto fuera del hogar. La decisión de asignar tiempo o no es modelada a través de una variable latente, muy similar a lo de Kitamura (1984), pero obviando la restricción temporal. Luego la duración de cada actividad también se modela a través de una regresión y aplicando máxima verosimilitud.

Con un enfoque muy parecido al de Kitamura (1984), Munshi (1993) presenta un modelo de dos actividades, considerando únicamente actividades discrecionales¹ dentro y fuera del hogar. La principal hipótesis del autor es que el individuo participa de actividades dentro del hogar sólo cuando el tiempo disponible para actividades discrecionales es pequeño (régimen 1), pero comienza a participar en ambos tipos de actividades si su tiempo sobrepasa cierto nivel (régimen 2). El individuo entonces considera el tiempo neto disponible para viajar al decidir que régimen elegir. El modelo es el siguiente:

¹Recreación, visitas sociales, etc

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

$$\text{Max } U = \sum_i e_i \log(T_i + D_i) \quad (2.98)$$

$$\sum_{i=1} T_i = T \quad (2.99)$$

donde i indica el lugar donde se realiza la actividad (dentro o fuera del hogar), T_i es el tiempo asignado a la actividad discrecional en i , e_i es la propensión marginal de asignar tiempo a la actividad en i , D_i es la componente fija no discrecional de la actividad en i (corto plazo) y T es el tiempo disponible para actividades discretionales ($T = \tau - \sum_{i=1} D_i$). El individuo elegirá la actividad dentro del hogar sólo si inicialmente se tiene para $T = 0$

$$\frac{\partial U}{\partial T_1} > \frac{\partial U}{\partial T_2} \Rightarrow \frac{e_1}{D_1} > \frac{e_2}{D_2} \quad (2.100)$$

El individuo continuará en régimen 1 hasta que la utilidad marginal del tiempo adicional asignado a la actividad en el hogar sea menor que la utilidad marginal de la primera unidad de tiempo asignada a la actividad fuera del hogar. El nivel de tiempo disponible crítico (paso de régimen 1 a 2) se obtiene de

$$\frac{e_1}{T^* + D_1} = \frac{e_2}{D_2} \quad (2.101)$$

Luego el individuo continuará en régimen 1 hasta que

$$T \leq \frac{e_1}{e_2} D_2 - D_1 \quad (2.102)$$

Cuando $T > T^*$ se asigna tiempo a ambas actividades y se tiene:

$$T_i = \frac{e_i}{\sum_i e_i} \left[T + \sum_i D_i \right] - D_i \quad (2.103)$$

El autor aplica el modelo con datos de 1981 de la ciudad de San Francisco, considerando observaciones por día, pues según él los ciclos semanales son innecesarios en actividades discretionales. Considera que D_i es función del número de automóviles por persona en el hogar, la ocupación del dueño de casa y su pareja, tamaño del hogar y una componente aleatoria. Se modela T_2 con un enfoque Tobit (ya que hasta cierto punto tiene un valor nulo) y luego se concluyen cosas obvias, como que el tiempo asignado a actividades discretionales fuera del hogar está correlacionado positivamente con el número de automóviles en el hogar. Por último el autor destaca la importancia que tendría una restricción presupuestaria en el

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

análisis del valor del tiempo (básicamente la ausencia de la restricción impide que el modelo derive un valor del tiempo).

Es interesante notar que Munshi (1993) critica el enfoque del AASHTO redbook (1978) respecto al valor del tiempo, pues en aquella publicación se presentan valores del tiempo para actividades propósito de viaje, como lo son el trabajo o la recreación, permitiendo que los ahorros de tiempo sean transferidos únicamente a este tipo de actividades. El autor prefiere seguir el enfoque de Hagerstrand (1975), el cual mira el comportamiento del individuo como una serie de bloques de actividades no discrecionales conectados por períodos durante los cuales el individuo tiene libre elección. El tiempo disponible entre estas ventanas de libre elección es fijo y es igual al tiempo asignado al viaje para varias actividades discrecionales y unas pocas actividades no discrecionales dentro del hogar. El autor espera entonces un valor del tiempo distinto para cada ventana, el cual dependerá de las actividades y del tiempo disponible.

Otro detalle importante respecto al AASHTO es que la disponibilidad a pagar aumenta respecto al tamaño de tiempo a ahorrar, siendo un resultado inconsistente con el modelo de Munshi (1993). Sin embargo, el autor se defiende considerando que a mayores ahorros en viaje se tendrá una mejor asignación de tiempo a otras actividades, lo que hace sugerir que los parámetros de la utilidad cambian dependiendo del tiempo de viaje. Lo anterior quiere decir que el modelo de Munshi (1993) es sólo aplicable para tiempos de viaje pequeños e invariantes.

Chen y Mohktarian (2006) enfocan el trade-off entre actividades de mantenimiento y actividades discrecionales con un modelo de la siguiente forma:

$$Max V(a_m, a_d, a_t) \quad (2.104)$$

$$a_m + a_d + a_t = \tau \quad (2.105)$$

$$a_t = b_m a_m + b_d a_d \quad (2.106)$$

donde a_m es el tiempo asignado a actividades de mantenimiento, a_d es el tiempo asignado a actividades discrecionales, a_t es el tiempo de viaje, τ es el tiempo total disponible menos el tiempo asignado a actividades obligatorias y sus viajes asociados, y b_m y b_d son el número de unidades de tiempo de viaje asociados con una unidad asignada a actividades de mantenimiento y discrecionales respectivamente. Los autores consideran que son el equivalente en tiempo al costo de realizar las actividades.

La primera restricción es la típica de tiempo disponible. La segunda restricción representa un supuesto de linealidad entre el tiempo asignado a actividades y el tiempo asignado al viaje.

Los autores utilizan datos de la encuesta hogares de 1996 de la ciudad de San Francisco y aplican el modelo a través de ecuaciones de demanda (Almost Ideal Demand System), determinando la elasticidad del equivalente en tiempo al ingreso de las actividades de mantenimiento y las discrecionales. La primera elasticidad es mayor que 1 y la segunda menor

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

que 1, por lo que aseguran que las actividades de mantenimiento son una necesidad y las discretionales un lujo. También se llega a la conclusión de que el aumento del precio del tiempo de viaje de realizar cierta actividad ocasiona una reducción del tiempo asignado a esa actividad. Además el tiempo asignado a actividades de mantenimiento es más inelástico que el tiempo asignado a actividades discretionales. Por último concluyen que existe un efecto sustitución entre actividades de mantenimiento y actividades discretionales.

2.3.2. Enfoque de generación de programas

Los modelos de generación de programas se enfocan en entender la participación del individuo en cierta actividad situada dentro del espacio y el tiempo como parte de una secuencia de módulos de decisión en la que puede participar en solitario o como miembro de un hogar. Estos modelos son una alternativa a los modelos trip-based, los cuales modelan el viaje del individuo (y posteriormente cadenas o tours que el individuo pueda crear al realizar secuencialmente otros viajes) considerando su dimensión temporal y espacial (que no es parte de este estudio). Para mayor información sobre el enfoque trip-based puede consultarse Ruiter y Ben-Akiva (1978), Algiers et al. (1995) y Ben-Akiva et al. (1996).

Uno de los modelos que analiza la generación de programas (o agendas) de actividades es el de Bhat y Koppelman (1993), determinando la frecuencia, duración y localización de las actividades (pero no su secuencia) y los modos de transporte asociados. Conceptualmente hablando el modelo de módulos de decisión propuesto por Bhat y Koppelman (1993) se representa en la figura 2.2 y está 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; aunque incorporan sub-módulos al interior de ellos, se limitan a analizar el efecto de diversos aspectos o variables en la decisión.

Bhat y Koppelman (1993) clasifican las actividades en dos tipos: subsistencia (trabajo y negocios relacionados) y mantenimiento (compras y consumo de bienes/servicios para satisfacer necesidad biológicas básicas). Por último plantean que la asignación de tiempo al ocio sería de forma individual y la decisión de trabajar sería en parte individual y en parte conjunta con el resto de miembros del hogar.

El primer módulo (necesidades del hogar) tiene que ver con el desarrollo de patrones de actividades de subsistencia del hogar (comprende patrones de actividades de subsistencia de cada miembro del hogar y el ingreso resultante) y generación de necesidades de mantenimiento del hogar. El segundo módulo corresponde al modelo de posesión de automóvil del hogar. El bloque de actividades de subsistencia (en el módulo de necesidades del hogar) y el módulo de posesión influyen en el tercer módulo, que pertenece a la asignación de actividades de mantenimiento del hogar. Después del proceso de asignación, el individuo planea como debería realizar las actividades de mantenimiento fuera del hogar que fueron asignadas. Simultáneamente se toman decisiones de participación (y atributos de esta participación) en actividades de ocio. Este planeamiento y mecanismo de decisión forman la base para construir

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

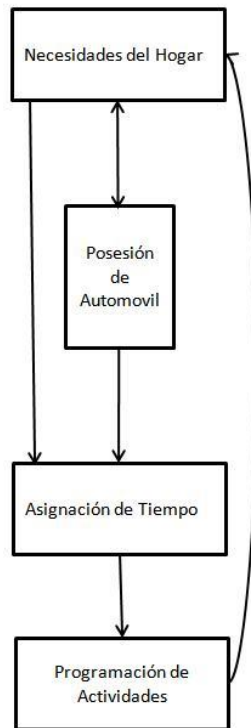


Figura 2.2: Esquema del enfoque de generación de la programación de actividades. Bhat y Koppelman (1993)

la agenda individual de actividades total (la cual posteriormente puede ser procesada usando los modelos de scheduling de actividades existentes para desarrollar un patrón de actividades y viaje) y es el centro del cuarto módulo (programación).

Cabe destacar que Bhat y Koppelman (1993) definen de manera muy clara lo que ellos llaman programa de actividades individual como una agenda de actividades con atributos de frecuencia, duración, destino donde se realiza, modo y ventanas de tiempo para participación, haciendo el hincapié que no se pueden estudiar estos atributos por separado. Definen también el activity scheduling como la secuencia apropiada de actividades dentro del activity program, determinando la dimensión temporal precisa de la participación en actividades. Se puede representar el efecto del scheduling en la generación del activity program a través de la accesibilidad, sólo por dar un ejemplo. De cualquier manera, ambos procesos (scheduling y generación del programa) deben ser concebidos simultáneamente.

Se debe hacer notar que una diferencia importante entre estos modelos de programación de actividades y los anteriormente llamados trip-based es la manera en que el tiempo es conceptualizado y representado. Mientras que en el enfoque trip-based el tiempo es reducido a un simple costo de hacer un viaje, en el enfoque de patrones de actividades el tiempo es una

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

entidad continua dentro de la cual los individuos realizan decisiones de actividades o viajes. Para destacar esto último Bhat y Koppelman (1999) usan el término episodio de actividades para referirse a una participación discreta en una actividad. Una actividad sería entonces una colección de episodios del mismo tipo o propósito en cierta unidad de tiempo. Los modelos de patrones de actividades enfatizan la relación entre los episodios y el espacio, tiempo, secuencia y compañía (con quien realizar la actividad) en el contexto de la participación en una actividad.

Posteriormente Bhat y Koppelman (1994) centran su estudio en la componente de actividades de subsistencia del módulo de necesidades del hogar, teniendo como principal objetivo el desarrollo de un modelo que permita entender de mejor manera los factores que afectan en las decisiones de actividades de subsistencia. Los autores se centran en las actividades de subsistencia de la esposa, pues la gran mayoría de hogares con los que cuentan en su muestra tienen un esposo que trabaja a tiempo completo.

Las variables endógenas en el modelo son el ingreso del marido, la decisión de empleo de la esposa, las horas de trabajo de la esposa y el ingreso de la esposa. Estas cuatro variables originan un sistema que se estima de manera simultánea donde el ingreso del marido es una variable que explica la decisión de empleo, las horas de trabajo y el ingreso de la esposa. Las cuatro variables corresponde a una regresión lineal de variables exógenas (como edad, nivel de educación, número de hijos y aceptación del trabajo femenino²) con variable latente. Tanto el ingreso del esposo como el de la esposa son descritos a través de categorías (varios umbrales). La decisión de empleo de la esposa puede valer 1 si trabaja o 0 si no (un sólo umbral) y las horas de trabajo de la esposa y su ingreso sólo se perciben si la mujer está empleada.

Bhat y Koppelman (1994) concluyen que el ingreso del marido es altamente influenciado por su edad y nivel de educación. La decisión de trabajar, horas de trabajo e ingreso de la esposa son influenciados negativamente por el ingreso del marido, aunque sólo de manera significativa en la decisión de empleo. La educación de la pareja impacta positivamente en las actividades de subsistencia de la esposa, las cuales son también afectadas positivamente por la edad de ella hasta que cumple 40 años, de ahí en adelante el efecto es negativo. El número de hijos afecta negativamente la decisión de trabajar de la esposa y la aceptabilidad del trabajo femenino tiene un impacto positivo en las actividades de subsistencia de la mujer.

A estas alturas vale la pena preguntarse de qué manera se eligen las variables explicativas de los diversos modelos planteados a través de la literatura activity-based o, en otras palabras, cuáles son las características (ya sean individuales o del hogar) que realmente influyen en la asignación de tiempo. Evidentemente la respuesta dependerá fuertemente de la información que se tenga y de la muestra con la que se quiere trabajar. Sin embargo no debe confundirse, bajo ninguna condición, un planteamiento obligado por los datos con una limitación dentro de la base microeconómica de un modelo. Aún así Chen y Mohktarian (2004) realizan un revisión sobre travel time budgets (idea de que el tiempo de promedio diario de viaje de un individuo tiende a ser constante), concluyendo que los gastos (tanto en tiempo y

²Se calcula como la razón entre la fuerza laboral femenina y la población femenina total entre 15 y 64 años.

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

dinero) del viaje no son constantes, salvo a niveles muy agregados. Sin embargo explican, en base a la clasificación de 28 trabajos acerca del tema, que el tiempo de viaje está relacionado con variables del individuo del estilo nivel de ingreso, genero, tipo de empleo y posesión de automovil; con atributos del propósito (duración de la actividad) y con características de la locación de destino (nivel de servicio y densidad espacial). Lamentablemente en su análisis no consideran variables como el tiempo o gasto comprometido.

Pendyala y Bhat (2004) centran su estudio en la relación entre el módulo de Asignación de Tiempo y el de Programación de actividades del enfoque propuesto por Bhat y Koppelman (1993). Buscan determinar como el timing de una actividad (momento del día en que se realiza) afecta la duración de ella misma (y viceversa). Los autores se enfocan en estudiar actividades de mantenimiento (compras, trámites, negocios personales, visita al médico, etc) y clasifican los individuos de la base de datos en dos tipos: commuters y non-commuters (los que viajan diariamente a su trabajo y los que no). Plantean ecuaciones simultáneas de la siguiente forma:

$$s^* = \beta' z + \delta_1 a + \epsilon \quad s = 0 \text{ si } s^* \leq 0; \quad s = 1 \text{ si } s^* > 0 \quad (2.107)$$

$$a = \theta' x + \delta_2 s + w \quad (2.108)$$

con s^* la variable latente continua que determina una variable binaria observable s que representa el tiempo del día en que se participa de la actividad y a el logaritmo de la duración de la actividad. Se considera que debe cumplirse la condición $\delta_1 \cdot \delta_2 = 0$ pues o el tiempo en que se realiza la acción afecta la duración de ésta ($\delta_1 = 0$) o la duración de la actividad afecta el tiempo del día en que se lleva a cabo ($\delta_2 = 0$). Las variables explicativas (las que constituyen el vector z) son del estilo dummies por rango de edad, tamaño del hogar, si tiene licencia de conducir o no, si es empleado full time, rango de ingreso, minutos que ha asignado a actividades de mantenimiento hasta ese momento, etc. Además en la ecuación de timing se agrega una variable pricing, que corresponde al tiempo de viaje asociado a la actividad respectiva.

Pendyala y Bhat (2004) concluyen que la estructura en la que la duración de la actividad influye en el timing funciona mejor en la muestra de non-commuters. Para la muestra de commuters ambas estructuras se ajustan económicamente igual (además todas las correlaciones de los errores son nulas). Lo anterior sugiere que el timing y la duración de una actividad están vagamente relacionados para los commuters, posiblemente debido al no discrecional e inflexible tiempo de trabajo y viaje.

La mayor aplicación del enfoque propuesto por Bhat y Koppelman (1993) son quizás los sistemas de microsimulación activity-based, que son modelos de generación de patrones que utilizan un proceso computacional basada en heurísticas o reglas que intentan simular el proceso de decisión a partir de un set previamente definido de actividades³, permitiendo

³Mayores referencias a estos modelos pueden encontrarse en Axhausen y T.Gärling (1992)

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

incluir uso de suelo y espacio dentro del análisis. Ejemplos de estos sistemas son Micro-analytic Integrated Demographic Accounting System (MIDAS), Activity-Mobility Simulator (AMOS), ALBATROSS, TASHA y Comprehensive Econometric Micro-simulator for Daily Activity-travel patterns (CEMDAP). Este último modelo es presentado por Bhat et al. (2004) como el único capaz de simular patrones de actividades de trabajadores tan bien como de no trabajadores. Sin embargo este tipo de softwares se enfocan en estudiar políticas de transporte y abarcan tópicos que van más allá del valor del tiempo (como niveles de servicio en transporte público y uso de suelo).

2.3.3. Enfoque de ecuaciones estructurales

Los modelos de ecuaciones estructurales 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. Matemáticamente son un sistema de ecuaciones lineales con tantas ecuaciones como variables endógenas. Los modelos de ecuaciones estructurales nacieron en la década del 70 como aplicaciones de diversos trabajos en psicología, sociología, ciencias políticas, medicina e investigación de mercado. El método es aplicado en transporte desde los 80 y una extensa revisión al respecto puede encontrarse en Golob (2003). En términos simples las variables endógenas son los tiempos asignados a las diferentes actividades y las variables exógenas son características socioeconómicas de los individuos.

Un modelo de ecuaciones estructurales se representa de la siguiente manera:

$$T = AT + BS + \epsilon \quad \Rightarrow T = (I - A)^{-1}(BS + \epsilon) \quad (2.109)$$

donde T es un vector de tiempo asignado a las distintas actividades (variables endógenas), A es una matriz de parámetros asociados con las variables endógenas en el lado derecho del sistema (matriz de diagonal nula), S es un vector de características socioeconómicas (variables exógenas), B es una matriz de parámetros asociados con las variables exógenas y ϵ es un vector de términos de error asociados a las variables endógenas. Se considera que el efecto total de una variable (ya sea endógena o exógena) sobre una variable endógena es la suma de dos efectos: directo e indirecto. Los efectos directos corresponden a los coeficientes de las matrices A y B . El efecto total aparece como resultado en el proceso de pivoteo al solucionar el sistema. Al escribir el sistema descrito en la ecuación 2.109 como: $T = f(T, S)$, el efecto total de la variable X_j sobre el tiempo T_i corresponde a $\frac{dT_i}{dX_j}$ y viene dado por:

$$\frac{dT_i}{dX_j} = \frac{\partial f_i(T, S)}{\partial X_j} + \sum_k \frac{\partial f_i(T, S)}{\partial X_k} \cdot \frac{\partial X_k}{\partial X_j} \quad (2.110)$$

con $\frac{\partial f_i(T, S)}{\partial X_j}$ igual al efecto directo de X_j sobre T_i y $\sum_k \frac{\partial f_i(T, S)}{\partial X_k} \cdot \frac{\partial X_k}{\partial X_j}$ el efecto indirecto.

Siguiendo el mismo razonamiento anterior, es fácil notar que todos los efectos involu-

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

crados en el sistema se resumen en la tabla 2.1. Para una discusión acerca de los diferentes tipos de efectos ver Fox (1980).

Efecto	Directo	Indirecto	Total
T sobre T	B	$(I - B)^{-1} - I - B$	$(I - B)^{-1} - I$
S sobre T	A	$(I - B)^{-1}A - A$	$(I - B)^{-1}A$

Tabla 2.1: Cálculo de efectos directos, indirectos y totales en un sistema de ecuaciones estructurales

Los sistemas de ecuaciones estructurales se estiman por el análisis estructural basado en covarianza, también llamado el método de los momentos, en los que se minimiza la diferencia entre la covarianza de la muestra y las matrices de covarianza del modelo. 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 la ecuación 2.109, Φ como la matriz de covarianza de las variables exógenas y Ψ la matriz de covarianza del término de error, Bollen (1989) demuestra que:

$$\Sigma(\vartheta) = \begin{bmatrix} (I - B)^{-1}(\Sigma\Phi\Sigma' + \Psi)(I - B)^{-1'} & (I - B)^{-1}\Sigma\Phi \\ \Phi\Sigma'(I - B)^{-1'} & \Phi \end{bmatrix} \quad (2.111)$$

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 (S). Para lograr eso se minimiza una función de ajuste de la forma $F(S, \Sigma(\vartheta))$. Esta función es no negativa y sólo igual a cero cuando $S = \vartheta$. F es minimizada usando máxima verosimilitud y luce de la siguiente forma:

$$F_{MV} = \log |\Sigma(\vartheta)| + tr(S\Sigma^{-1}(\vartheta)) - \log |S| - (G + K) \quad (2.112)$$

donde G 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.

Pero antes de estimar el modelo es necesario asegurar que está completamente identificado o, en otras palabras, que se obtenga un valor único para los estimadores de los parámetros (componentes de las matrices A y B). El problema de identificación suele resolverse imponiendo restricciones sobre los parámetros que se justifiquen por el conocimiento acerca del fenómeno en estudio. Estas restricciones típicamente corresponden a que ciertas variables endógenas o exógenas no aparezcan en la mano derecha de ciertas ecuaciones. Existen diversas reglas para verificar si un modelo estructural está bien identificado y todas ellas pueden revisarse en Bollen (1989).

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

Al parecer los primeros en aplicar los modelos estructurales al estudio de la asignación de tiempo fueron Lu y Pas (1999), Kitamura et al. (1992) y Golob et al. (1994), quienes utilizaron como variables endógenas el tiempo asignado a distintas actividades (entre ellas el viaje). Aplicaron el modelo a datos de California (USA) y concluyeron que los individuos que realizaban viajes más largos tenían menos tiempo para realizar actividades discretas. Golob y McNally (1997) modelan la interacción entre miembros del hogar al realizar las diferentes actividades y viajes. Además discuten acerca de los métodos que existen para estimar los modelos estructurales. Luego Golob y Meurs (1998) agregaría a este modelo una variable discreta de posesión de automóvil. Cualquiera de los trabajos antes mencionados son modelos con idéntica estructura, siendo la gran diferencia las variables endógenas y exógenas elegidas.

Uno de los modelos estructurales más citados y completos es el de Lu y Pas (1999). Las características socio-demográficas del individuo (edad, género, licencia de conducir, estado laboral) y su hogar (número de niños, número de trabajadores, número de vehículos e ingreso) definen la asignación de tiempo a las actividades (medida en horas en un periodo de dos días) y esta participación en actividades (mantenimiento, subsistencia, recreación y otros) condiciona el comportamiento de viaje (número de viajes, cadenas, tiempo de viaje y porcentaje de viajes hecho en auto por cada individuo). Un complejo set de interrelaciones entre las variables de interés es estimado simultáneamente usando el sistema de ecuaciones estructurales, con participación en actividades y comportamiento de viaje como variables endógenas para el modelo. Lu y Pas (1999) concluyen, entre otras cosas, que el ingreso afecta positivamente en el número de viajes y en el porcentaje realizado en auto de estos viajes. Además las mujeres asignan menos tiempo que los hombres a actividades de subsistencia fuera del hogar y en recreación dentro del hogar.

2.4. Síntesis y conclusiones

Los modelos de uso de tiempo pueden ser clasificados en dos grandes grupos: microeconómicos y basados en actividades. Estos últimos a su vez se dividen en tres categorías: ecuaciones de tiempo, generación de programas de actividades y sistemas de ecuaciones estructurales.

Los modelos microeconómicos se sustentan en la teoría básica del comportamiento del consumidor y se distinguen entre ellos esencialmente por dos cosas: como ingresan el tiempo a la función de utilidad y como definen relaciones entre consumo de bienes y asignación de tiempo a actividades. Al considerar además de la restricción de tiempo disponible una restricción de ingreso, son capaces de determinar el valor del tiempo en sus diversos tipos: valor del tiempo como recurso, valor del tiempo de trabajo y valor de asignar tiempo a una actividad (ver De Serpa, 1971). La mejor referencia para estudiar como se estiman estos valores es Jara-Díaz et al. (2008). Una síntesis de los modelos microeconómicos más importantes puede verse en la tabla 2.2.

2. Enfoques para estudiar el uso del tiempo

Los modelos basados en actividades intentan entender el contexto en que el individuo toma la decisión de viajar. Aunque los modelos de ecuaciones de tiempo (ver tabla 2.3) plantean una función de utilidad y restricciones sobre los diferentes tiempos, sin incorporar restricción de ingreso que defina el consumo factible, lo que impide capturar el concepto de valor del tiempo. Los modelos de generación de programas modelan la asignación de tiempo como un eslabón en una cadena de decisiones y tratan de fundamentar de esta manera las variables que se eligen para explicar el tiempo asignado a diversas actividades. Por último los modelos de ecuaciones estructurales son una forma de explicar los datos al seleccionar variables endógenas y exógenas para un sistema de ecuaciones que busca ser significativo en la medida que se elijan las variables que empíricamente resulten adecuadas.

Una diferencia esencial entre el enfoque microeconómico y el basado en actividades es la forma en que ambos se relacionan con los datos. La mayoría de los modelos microeconómicos reportados en esta revisión nunca son estimados. Los pocos que tienen la capacidad de calcular cosas interesantes (como el valor del tiempo) necesitan de datos bien estructurados y con requerimientos bien específicos. En los modelos basados en actividades la formulación econométrica directa pasa a ser muy importante, siendo la información de uso de tiempo y variables socioeconómicas lo único necesario. Mientras unos tienen bases teóricas sólidas y difícil aplicación, otros tienen teoría muy simple y una menor exigencia en cuanto a datos.

En el capítulo siguiente se presentan los modelos que se estimarán tomando en consideración las bases de datos disponibles. Se plantea lo mejor de cada enfoque dentro de las limitaciones de los datos y se describen las características de la información que son necesarias de entender para la posterior estimación de los modelos.

Modelo	Argumentos Utilidad	Restricc. Tecnológicas	Valor del tiempo	Observaciones
Becker (1965)	$U(Z_1(X_1, T_1), \dots, Z_m(X_m, T_m))$	$Z_i = f_i(X_i, T_i)$	$\frac{w}{\lambda} = w$	
Johnson (1966)	$U(L, T_w, G)$	No	$\frac{\mu}{\lambda} = w + \frac{\partial U}{\partial X_w} = \frac{\partial U}{\partial L}$	Una reducción en el tiempo de viaje es equivalente a una relajación de la restricción de tiempo
Oort (1969)	$U(L, T_w, G, t)$	No	$-\frac{\partial U}{\partial L} = w + \frac{\partial U}{\partial X_w} - \frac{\partial U}{\partial t}$ $\frac{\mu}{\lambda} = w + \frac{\partial U}{\partial L}$	
De Serpa (1971)	$U(X_1, \dots, X_n, T_1, \dots, T_n)$	$T_i \geq a_i X_i$	$\frac{\kappa_i}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial T_i}{\partial X_i}$ $\frac{\mu}{\lambda} = w + \frac{\partial U}{\partial L}$	Para que el ingreso crezca con las horas trabajadas permite la inclusión de bienes de puro tiempo
Evans (1972)	$U(T_1, \dots, T_n)$	$BT \leq 0$ $X = QT$	$\frac{\kappa_i}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial T_i}{\partial L} - w_i$ $\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\partial U}{\partial L} + w_L$	κ_j : multiplicador de la relación entre actividades j
De Donnea (1972)	$U(Z_1, \dots, Z_n, T_1^G, \dots, T_n^T, T_w)$	$Z_i = f_i(X_i, T_i)$	$\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial T_i}{\partial X_i} - w_i$ $\frac{\mu}{\lambda} = \frac{\partial U}{\partial L} + w_L$	$l_i = \partial U / \partial T_i$, $l_i^* = \partial U / \partial T_i^*$ $\tau_i = (\partial U / \partial Z_i)(\partial Z_i / \partial T_i)$, $\tau_i^* = (\partial U / \partial Z_i)(\partial Z_i / \partial T_i^*)$
Collings (1974)	$U(T_1^G, \dots, T_n^G, T_1^T, \dots, T_n^T)$	$T_i^T \geq m_i X_i$, $T_i^G \geq e_i X_i$ $T_i^T \leq d_i X_i$, $T_i^G \leq h_i X_i$	$VST_i = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{1}{\lambda} \left(\frac{\partial U}{\partial T_i} \right)$	
Bruzelius (1979)	$U(X_1, \dots, X_n, L, T_1, \dots, T_n, T_w)$	$a_i X_i - T_i \leq 0$ $a_j X_j - T_j = 0$		
Small (1982)	$U(x, L, T_w, s)$	$F(s, T_w, w) = 0$	$\frac{\mu}{\lambda} = w + (U_h - v F_h) / U_x$	T_1, \dots, T_n son sólo actividades restringidas
Truong y Hensher (1985)	$U(G_i, L_i, t_i)$	$j_i c_i \leq t_i$	$VOT_i = \frac{\mu - \kappa_i}{\lambda}$	
Bates (1987)	$U(G_i, L_i, t_i)$	$t_i - t_i^{min} \geq 0$	$VOT_i = \frac{\mu}{\lambda}$	
Gronau (1986)	$U(Z_1, \dots, Z_n, Z_w)$	$Z_i = f_i(X_i, T_i)$	$\frac{\mu}{\lambda} = w + \frac{\partial U}{\partial L} - P_w \frac{\partial X_w}{\partial T_w}$	
Winston (1987)	$U(A(t), M(t))$	$M(t) = M_A(t)(X(t), t)$		La intensidad es la tasa con que se realiza una actividad
Juster (1990)	$U(X_1, \dots, X_n, Z_1, \dots, Z_n, T_1, \dots, T_n, K_0, K_1)$	$Z_i \geq f_i(X_i, T_i)$		La restricción de ingreso es de capital inicial
Jara-Díaz (2003)	$U(X_1, \dots, X_n, T_1, \dots, T_n)$	$T_i \geq \tau_i(X_1, \dots, X_n)$ $X_i \geq g_i(T_1, \dots, T_n)$	$\frac{\kappa_i}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} - \frac{\partial U / \partial T_i}{\lambda} - \frac{1}{\lambda} \sum_j \psi_j \frac{\partial \theta_j}{\partial T_i}$	Las restricciones tecnológicas son una representación simple de la función de posibilidades de actividades, $A(X, T) \geq 0$ y la función de posibilidades de consumo, $C(X, T) \geq 0$

Tabla 2.2: Resumen modelos microeconómicos

Glosario:

U : Función de Utilidad
 L : Tiempo asignado al ocio
 G : consumo agregado en unidades monetarias
 μ : multiplicador de la restricción temporal
 ψ_j : multiplicador restricción de tiempo mínimo actividad i
 P_w : precio de los bienes para actividad trabajo
 t_i^* : tiempo de viaje i
 $f_i(X_i, T_i)$: función de producción bien i
 w_j : pago por la actividad i
 B : matriz de $m \times n$ cuyas columnas (b_j) conforman las m relaciones entre actividades ($b_j T \leq 0$)
 l_i^* : utilidad marginal del tiempo de viaje asociado a Z_i
 m_i : tiempo mínimo viaje i por unidad de bien i
 h_i : tiempo máximo actividad consumo i por unidad de bien i
 c_i : costo modo i
 t_i^{min} : mínimo exógeno para el tiempo de viaje
 s : schedule de actividad programa
 $A(t)$: asocia a cada instante una actividad

T_i : tiempo asignado a la actividad i
 T_w : tiempo asignado al trabajo
 Z_i : bien final i
 λ : multiplicador de la restricción de ingreso
 $\tau_i(X_1, \dots, X_n)$: mínimo para la actividad i
 b_{ij} : mínimo de tiempo para actividad j
 q_i : precio de los bienes para el trabajo
 Q : matriz de $s \times n$ compuesta por n columnas (q_i) donde el costo total de la actividad i es $\sum q_i$
 τ_i^* : util. marg. tiempo viaje como insumo asociado a Z_i
 d_i^* : tiempo mínimo actividad de consumo i por unidad de bien i
 c_i : consumo de bienes dado modo i
 t_i : tiempo de viaje modo i
 x : consumo de actividad programada
 $M_A(t)$: función de producción instantánea

X_i : Consumo del bien i
 t : tiempo de viaje
 w : tasa salarial
 κ_i : multiplicador restricción tiempo mínimo actividad i
 $g_i(T_1, \dots, T_n)$: mínimo para el bien i
 T_i^T : tiempo de viaje asociado a la actividad i
 K : Capital
 a_i : tiempo mínimo actividad i por unidad de bien i
 T : vector de tiempo asociado a actividades
 l_i : utilidad marginal del tiempo consumido para producir Z_i
 τ_i : utilidad marginal tiempo como insumo para producir Z_i
 T_i^G : tiempo de consumo asociado a la actividad i
 d_i^* : tiempo viaje máximo i por unidad de bien i
 X : vector de consumo de bienes
 L_i : tiempo asignado al ocio dado modo i
 j_i : mínimo tiempo viaje modo i por unidad de costo modo i
 v : multiplicador restricción de schedule de trabajo
 $M(t)$: intensidad de una actividad

Modelo	Tipos de Actividades	Utilidad	Rest. Tec.	Econometría	Observaciones
Kitamura (1984)	Discrecionales Obligatorias	$U(t_d, t_m) = \xi_d \gamma_d f_d(\bar{s}_d^o) \ln(t_d) + \xi_m \gamma_m f_m(\bar{s}_m^o) \ln(t_m)$	No	Modelo Tobit	
Kitamura et al. (1996)	Discrecionales (dentro y fuera del hogar)	$U(t_d^i, t_d^o, t_v^o) = \xi_d^i \gamma_d^i f_d^i(\bar{s}_d^i) \ln(t_d^i) + \xi_d^o \gamma_d^o f_d^o(\bar{s}_d^o) \ln(t_d^o)$	No	Modelo Tobit doblemente acotado	Heterogeneidad entre individuos
Meloni et al. (2004)	Discrecionales	$U(t_v^i, t_d^i, t_d^o) = \xi_v \gamma_v f_v(\bar{s}_v) \ln(t_v) + \xi_d^o \gamma_d^o f_d^o(\bar{s}_d^o) \ln(t_d^o) + t_d^i$	No	Modelo Tobit Anidado	
Meloni et al. (2007)	Discrecionales (dentro y fuera del hogar)	$U(t_v^i, t_v^o, t_d^o) = \alpha_v^i \ln(t_v^i + 1) + \alpha_d^o \ln(t_d^o + 1) + \alpha_v \ln(t_v + 1)$ $U(t_d^i, t_v) = \alpha_d^i \ln(t_d^i + 1) + \alpha_v \ln(t_v + 1)$	No	Modelo N Tobit anidado	$\alpha_j = \exp(B_j s_j^i + a_j A + \epsilon_j)$
Munshi (1993)	Discrecionales (dentro y fuera del hogar)	$U(t_d^i, t_d^o) = e_d^i \log(t_d^i + D_i) + e_d^o \log(t_d^o + D_o)$	No	Modelo Tobit	Calcula un tiempo disponible crítico a partir del cual el individuo comienza a asignar tiempo a actividades fuera del hogar
Bhat y Misra (1999)	Discrecionales (dentro y fuera del hogar)	$U(t_w^i, f_w^i, f_{we}^i, f_{we}^o) = e^{D_i} w^i s^i \ln(t_w^i) + e^{\beta w^o} \bar{w}^o \ln(f_w^o)$ $+ e^{\beta w^e} \bar{w}^e \ln(f_{we}^i) + e^{\beta w^e} \bar{w}^e \ln(f_{we}^o)$	No	Regresiones Lineales	Dos periodos: semana y fin de semana (estima 4 ecuaciones)
Chen y Mohktarian (2006)	Discrecionales Mantenimiento	$U(a_m, a_d, a_t)$	$a_t = b_m a_m + b_d a_d$	Ecuaciones de demanda Almost Ideal Demand System	

Tabla 2.3: Resumen modelos de ecuaciones de tiempo

Glosario:

U : Función de Utilidad
 ξ_d^j : Variable aleatoria actividad discrecional lugar j
 T : tiempo disponible para actividades discretionales
 a_d : tiempo asignado a actividades discretionales
 b_d : unidades de tiempo de viaje por cada unidad de actividades discretionales
 t_m : tiempo asignado a actividades obligatorias

t_d^j : tiempo asignado a la actividad discrecional en el lugar j (i :dentro del hogar, o : fuera del hogar)
 e_i : propensión marginal de asignar tiempo a la actividad i
 a_t : tiempo de viaje
 f_w^i : fracción de tiempo total discrecional asignado a la actividad lugar l en periodo j (w : semana, w_e : fin de semana)
 V_j^i : utilidad representativa

s_d^j : vector de variables exógenas actividad discrecional lugar j
 D_i : componente fija no discrecional de la actividad en i
 a_m : tiempo asignado a actividades de mantenimiento
 b_m : unidades de tiempo de viaje por cada unidad de actividades de mantenimiento
 t_v : tiempo asignado al viaje
 B_j : vector de coeficientes variables exógenas

Modelos a estimar y descripción de datos

3.1. Introducción

En el capítulo anterior se mostró que existen diversos enfoques para estudiar la asignación de tiempo. En ese capítulo se presentan primero los distintos modelos a estimar de manera de capturar lo mejor de cada enfoque dentro de sus propias limitaciones. Luego se describe la información temporal que se utilizará, específicamente una base de datos de uso de tiempo chilena y otra norteamericana.

3.2. Modelos a estimar

Los modelos microeconómicos han sido básicamente desarrollados para entender y estimar valores del tiempo cuyas expresiones han sido fundamentadas teóricamente. Los modelos estructurales explican los datos a través de un sistema de ecuaciones sin necesidad de una especificación a priori. Los modelos de ecuaciones de tiempo también explican los datos con ecuaciones, pero imponen una forma justificada teóricamente. Los modelos de generación de programas, en cambio, son más bien un marco conceptual para fundamentar un modelo. Los enfoques que parecen acercarse de mejor manera al mundo empírico son el microeconómico, el estructural y el de ecuaciones de tiempo. En esta sección se formulan modelos específicos para cada enfoque que permitan realizar comparaciones adecuadas.

3.2.1. 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

3. Modelos a estimar y descripción de datos

problema de maximización:

$$\max_{\text{suje}to\ a} U(X, T) = \Omega T_w^{\theta_w} \prod_i T_i^{\theta_i} \prod_j X_j^{\varphi_j} \quad (3.1)$$

$$I + wT_w - \sum_j P_j X_j \geq 0 \quad (\lambda) \quad (3.2)$$

$$\tau - T_w - \sum_i T_i = 0 \quad (\mu) \quad (3.3)$$

$$T_i - T_i^{min} \geq 0 \quad (\kappa_i) \quad \forall i \quad (3.4)$$

$$X_j - X_j^{min} \geq 0 \quad (\eta_j) \quad \forall j \quad (3.5)$$

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 consumida 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 , el tiempo asignado a actividades de ocio (a las que se asigna más del mínimo necesario) y el consumo de bienes que no se restringen a la mínima cantidad necesaria; todos son función del gasto comprometido (E_c , la suma sobre todos los gastos asociados a bienes que se consumen en una cantidad mayor a la necesaria), tiempo comprometido (T_c , la suma sobre todos los tiempos de actividades que se les asigna más que el mínimo tiempo necesario) y la tasa salarial (la derivación puede verse en Jara-Díaz et al., 2008, pp. 948 y 949). El sistema es

$$T_w^* = \beta (\tau - T_c) + \alpha \frac{E_c}{w} + \sqrt{\left(\beta (\tau - T_c) + \alpha \frac{E_c}{w} \right)^2 - (2\alpha + 2\beta - 1) (\tau - T_c) \frac{E_c}{w}} \quad (3.6)$$

$$T_i^* = \frac{\gamma_i}{(1 - 2\beta)} \left(\tau - T_w^* \left(\frac{E_c}{w}, T_c \right) - T_c \right) \quad \forall i \text{ libre} \quad (3.7)$$

$$X_j^* = \frac{\delta_j}{P_j (1 - 2\alpha)} \left(w T_w^* \left(\frac{E_c}{w}, T_c \right) - E_c \right) \quad \forall j \text{ libre} \quad (3.8)$$

donde α , β , θ_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* cuáles son las actividades restringidas y cuáles no (clasificación que es estudiada empíricamente). Dependiendo de la información disponible

3. Modelos a estimar y descripción de datos

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 el próximo capítulo. Ya que las ecuaciones 3.6 y 3.7 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 (σ_w y σ_i) y correlaciones a estimar. Debido a que todo nace a partir de la función de utilidad, el modelo es aplicable sólo entre individuos comparables (que pueda considerarse que tienen los mismos gustos y preferencias), obligando a estimar por segmentos. El modelo se estima a través de máxima verosimilitud con información completa usando el software estadístico *Gauss*, lo que se aplicará segmentando por diferentes variables socioeconómicas que sean relevantes según los datos disponibles.

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) los valores del ocio y del trabajo vienen dados por:

$$VO = \frac{1 - 2\beta}{1 - 2\alpha} \cdot \frac{wT_w^* - E_C}{\tau - T_w^* - T_C} \quad (3.9)$$

$$VT = \frac{2\alpha + 2\beta - 1}{1 - 2\alpha} \cdot \frac{wT_w^* - E_C}{T_w^*} \quad (3.10)$$

3.2.2. Modelo estructural

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 que respeta la idea de ‘dejar hablar a los datos’ y amplía la flexibilidad para capturar relaciones importantes. Para obtener expresiones comparables con el valor del tiempo calculado con el modelo microeconómico, es legítimo y útil expandir la forma tradicional de los modelos estructurales, agregando el gasto en bienes como variable endógena. Esta simple expansión conduce a:

$$\begin{aligned} T &= AT + BG + CS + \varepsilon \\ G &= DT + EG + FS + \varepsilon' \end{aligned} \quad (3.11)$$

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.

Para resolver el problema de identificación explicado en el capítulo anterior se sigue el procedimiento descrito por Bollen (1989) o Schumacker y Lomax (2004). Se parte sin descartar ningún efecto de alguna variable sobre otra a priori. Luego se van sacando una a una relaciones entre variables que resulten no significativas hasta llegar un modelo completamente identificado y con un ajuste aceptable.

3. Modelos a estimar y descripción de datos

Todos los parámetros del modelo son estimados a través de *Amos*, paquete de *SPSS* especial para modelos estructurales. Cabe señalar que el efecto total del tiempo asignado a una actividad de ocio en el gasto asociado a esa actividad de ocio correspondería a la disposición a pagar por aumentar el tiempo asignado a ella y, en principio, podría ser interpretado como el valor del ocio.

La gran ventaja del enfoque estructural es que no necesita de una mayor especificación. El modelo estructural anteriormente descrito no es más que un sistema que estudia las interrelaciones entre la gran mayoría de tiempos y gastos involucrados, pero enriquecido con algunas variables socioeconómicas que permiten la comparación con los segmentos del modelo microeconómico. Con esta formulación se espera que los datos capturen las relaciones relevantes entre las variables.

3.2.3. Modelo de ecuaciones de tiempo

El modelo estimado se basa en el desarrollo de Kitamura (1984), considerando sólo la ecuación que determina la asignación de tiempo, pues los datos descritos más adelante hacen innecesario modelar la elección de realizar una actividad no obligatoria (todos los individuos de las diferentes muestras siempre asignan tiempo a actividades del tipo recreativas). La ecuación a estimar es:

$$\ln \left[\frac{t_d}{\tau' - t_d} \right] = \beta' S + \beta_w \ln(T_w) + \beta_v \ln(T_v) + \epsilon \quad (3.12)$$

Donde t_d es el tiempo asignado a actividades discretionales, τ' es el tiempo disponible menos el tiempo de trabajo (T_w) y el tiempo de viaje (T_v) y S es un vector de características socioeconómicas. La ecuación 3.12 tiene la forma que rige a todos los modelos de ecuaciones de tiempo y se estima a través de mínimos cuadrados ordinarios.

3.3. Datos disponibles

Luego de conocer los modelos a estimar, se da paso a describir la bases de datos disponibles. Primero se hace referencia a la procedencia de ambas bases y a trabajos que las hayan utilizado anteriormente. Luego se describe la información contenida en cada una de las bases, poniendo especial énfasis en diferentes segmentaciones de la población que resultan interesantes. En esta tesis se trabaja con datos provenientes de dos partes del mundo: Santiago de Chile y Estados Unidos.

3.3.1. Origen de las bases de datos

La información respecto a Santiago proviene del trabajo realizado por Olgún (2008) quien generó una base de datos de actividades a partir de la Encuesta Origen Destino (EOD) 2001, mientras que las observaciones de Estados Unidos son proporcionadas por un equipo de trabajo de la Arizona State University, quienes mezclaron la 2008 American Time Use Survey (ATUS) con la 2008 Consumer Expenditure Survey (CES), obteniendo información idónea para la calibración de los modelos mencionados en el capítulo anterior. Ambos procedimientos son descritos en esta sección, para luego caracterizar en detalle las dos bases de datos, poniendo especial énfasis en las diversas diferencias que se encuentran entre ellas mismas, pero siempre con el objetivo de estimar los modelos posteriormente.

Olgún (2008) estudia la factibilidad de transformar la base de datos de la EOD 2001 (Santiago, Chile), en una base de datos útil para el enfoque presentado por Jara-Díaz y Guerra (2003), el cual necesita de información semanal sobre el tiempo asignado a todas las actividades, tasa salarial, gastos fijos, gastos en bienes y partición modal. La transformación mencionada se lleva a cabo en tres etapas. Primero se generan datos sobre asignación de tiempo a partir de diarios de viaje. Luego se construyen observaciones semanales a partir de observaciones diarias. Por último se imputa información sobre gastos comprometidos de cada individuo.

Los datos de asignación de tiempo se construyen en base a 13 propósitos de viajes declarados por los encuestados y del intervalo transcurrido entre viajes consecutivos. Se supone que al finalizar un viaje declarado por un individuo, éste empieza de manera inmediata a realizar la actividad señalada y concluye la actividad justo en el momento en que inicia otro viaje. Se utilizan 7 actividades agregadas: Trabajo, Hogar, Recreación, Estudio, Trámites y Compras, Viaje y Otra Cosa. Luego de hacer esta conversión, Olgún (2008) puede describir la muestra a través de patrones de actividades y gráficos de duración promedio de actividades, distinguiendo por día laboral, sábado o domingo, y segmentando de acuerdo a características socioeconómicas, previo análisis de varianza para determinar su importancia.

La asignación de tiempo es muy parecida en los días laborales (de Lunes a Viernes), pero marcadamente distinta en los días de fin de semana (sábado y domingo), es por eso que Olgún (2008) propone modelar la semana multiplicando por cinco el día laboral de cada

3. Modelos a estimar y descripción de datos

individuo y sumándole datos de los días sábado y domingo. Como en la EOD cada individuo es observado en un sólo día, los patrones obtenidos para días de semanas, sábados y domingos corresponden a individuos distintos, siendo necesario un novedoso método de imputación, el cual permitió generar datos de fines de semana a partir de combinaciones convexas óptimas de las observaciones originales (cada individuo observado en el día laboral puede encontrar un gemelo para el día sábado y un gemelo para el domingo, gemelos que se obtienen como combinación convexa de los individuos observados para cada día del fin de semana). Mayores explicaciones acerca de este método pueden encontrarse también en Munizaga et al. (2011).

Para considerar gasto comprometido se extrajo el gasto semanal en transporte directamente desde la EOD y se obtuvo el gasto en otros ítems obligatorios desde una encuesta realizada por el INE.

Los datos norteamericanos provienen de dos fuentes: una encuesta de tiempo (ATUS) y otra de gastos (CES). El set de datos de la ATUS 2008 (American Time Use Survey) contiene información acerca de la asignación de tiempo de individuos en un determinado día de la semana. Se encuesta a personas mayores de 15 años y se les pregunta acerca de lo que hicieron el día anterior (de 4 AM a 4 AM). La CES (Consumer Expenditure Survey) contiene información acerca de los hábitos de los consumidores norteamericanos. La encuesta es compuesta por un diario semanal y por preguntas acerca del consumo del hogar cada trimestre. Es importante entonces notar que la información de la ATUS y de la CES no concuerdan ni en periodo de tiempo (ATUS es diaria y CES semanal) ni en unidad de análisis (ATUS es individual y CES hogar).

En el intento de compatibilizar ambas encuestas se considera únicamente a las personas que vivían solas en su hogar y construyen un set de datos de tiempo semanal en base a los datos diarios. Para esto último se utilizó un método en que se fueron emparejando individuos que respondieron la encuesta un día de semana con aquellos que respondieron el fin de semana. Este emparejamiento se realiza en base a siete características socioeconómicas: género, edad, estado de empleo, raza, nivel educacional, ingreso familiar y categoría de empleo. El método opera de la siguiente manera: se elige al azar un individuo que coincida en estas siete características. Si no se encuentra ninguno, se repite el proceso pero con los seis primeros atributos. Si aún no se encuentra coincidencia, se sigue repitiendo el proceso con un atributo menos hasta obtener resultados positivos. El mínimo de atributos con el que se realizó el emparejamiento fue tres. De manera similar se fusionaron los datos de tiempo con los de gasto, pero esta vez considerando seis variables socioeconómicas: género, edad, estado de empleo, raza, nivel educacional e ingreso familiar.

A continuación se describe en detalle tanto la base chilena como norteamericana, poniendo especial énfasis en las variables relevantes para la posterior estimación de los diversos modelos ya presentados en este capítulo.

3. Modelos a estimar y descripción de datos

3.3.2. Descripción de los datos chilenos

La génesis y contenido de esta información está descrita en detalle en Olguín (2008) y Munizaga et al. (2011). La base generada corresponde a 9.464 trabajadores residentes en Santiago, 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. La información sobre el tiempo está construida a partir de la declaración de propósitos de viaje en los diarios de viaje recolectados. Al traspasar los datos de los viajes por propósito de la encuesta origen destino, se crea una categoría difícil de analizar: tiempo en el hogar. Sólo se conoce cuanto tiempo permanece el individuo dentro de su casa y se desconoce qué actividades realiza, pudiendo incluso asignar tiempo para trabajar. Más aún, una de las dos actividades que se consideran libres (se asigna más del mínimo necesario) es justamente el tiempo en el hogar (la otra es el tiempo de recreación). Es por ello que, complementando lo realizado por Olguín (2008), resulta particularmente interesante estudiar la relación de esta actividad con el resto.

Una primera descripción de como la población asigna su tiempo se muestra en las tablas 3.1 y 3.2. El tiempo comprometido (T_c) corresponde a la suma del tiempo asignado a trámites, compras, viaje, estudio y otra cosa.

Tiempo asignado [horas/semana]	Promedio	Mínimo	Máximo	Coef. Variación [%]
Hogar	96,8	33,3	158,0	15,4
Trabajo	51,3	5,0	95,2	26,5
Recreación	4,4	0,0	74,5	134,0
Tiempo Comprometido	15,6	0,5	102,98	54,4
Trámites y Compras	2,0	0,0	50,3	162,1
Viaje	11,8	0,5	33,2	44,0
Estudio	0,6	0,0	45,4	608,1
Otra cosa	1,3	0,0	82,5	286,7

Tabla 3.1: Asignación de tiempo promedio en la muestra chilena

	Hogar	Trabajo	Estudio	Recreación	Trámites	Viaje	Otra Cosa	Tc	Ec/w
Hogar	1								
Trabajo	-0,727	1							
Estudio	-0,151	-0,119	1						
Recreación	-0,288	-0,154	0,053	1					
Trámites	-0,014	-0,265	-0,032	-0,006	1				
Viaje	-0,423	-0,024	0,070	0,082	0,140	1			
Otra Cosa	-0,163	-0,129	-0,005	-0,006	0,003	0,082	1		
Tc	-0,395	-0,219	0,420	0,066	0,452	0,726	0,497	1	
Ec/w	-0,472	0,565	-0,040	-0,094	-0,137	0,138	-0,062	-0,011	1

Tabla 3.2: Matriz de correlaciones muestra chilena. **Fuente:** Olguín (2008)

3. Modelos a estimar y descripción de datos

La tabla 3.2 muestra las correlaciones entre tiempos asignados a las distintas actividades. Se puede ver que Hogar y Trabajo tienen una correlación alta y negativa, lo que lleva a pensar que un aumento en una de ellas implica la disminución de la otra, situación bastante lógica si se considera la restricción de tiempo disponible. Siguiendo ese mismo razonamiento, resulta sensato que estas dos actividades estén correlacionadas negativamente con todas las restantes. Notar que Viaje está correlacionado positivamente con todas esas actividades que para ser realizadas obligan a viajar, como lo son Estudio, Recreación, Trámites y Compras y Otra Cosa. Además, si más tiempo asignado a estas actividades implicase una mayor frecuencia (no todo el tiempo signado se hace en la misma ocasión), la cantidad de viajes aumentaría.

El análisis realizado por Olgún (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, representados en la figura 3.1. Así los hombres trabajan más que las mujeres, pero pasan menos 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. 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).

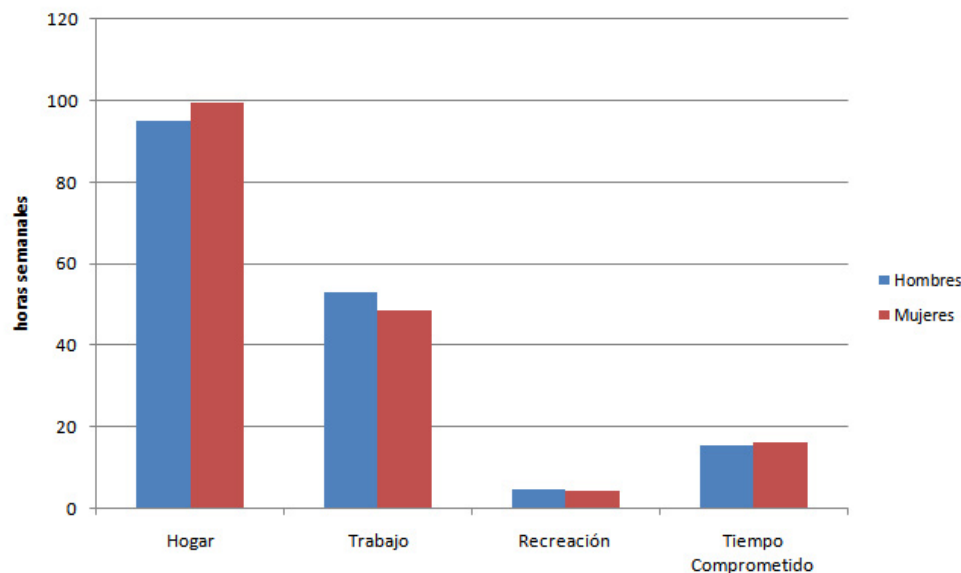


Figura 3.1: Tiempo asignado promedio por género agregando el tiempo comprometido (base chilena)

Otra característica que determina de manera importante el uso de tiempo de las personas es la edad. En la figura 3.2 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

3. Modelos a estimar y descripción de datos

65 años, corresponden al 10%, 87 % y 3% de la muestra respectivamente.

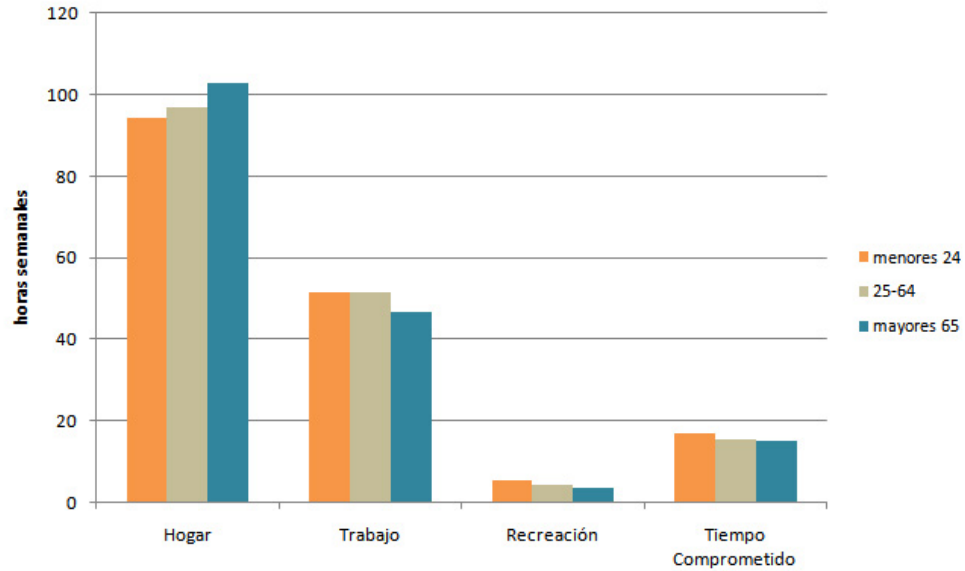


Figura 3.2: Tiempo asignado promedio por edad agregando el tiempo comprometido (base chilena)

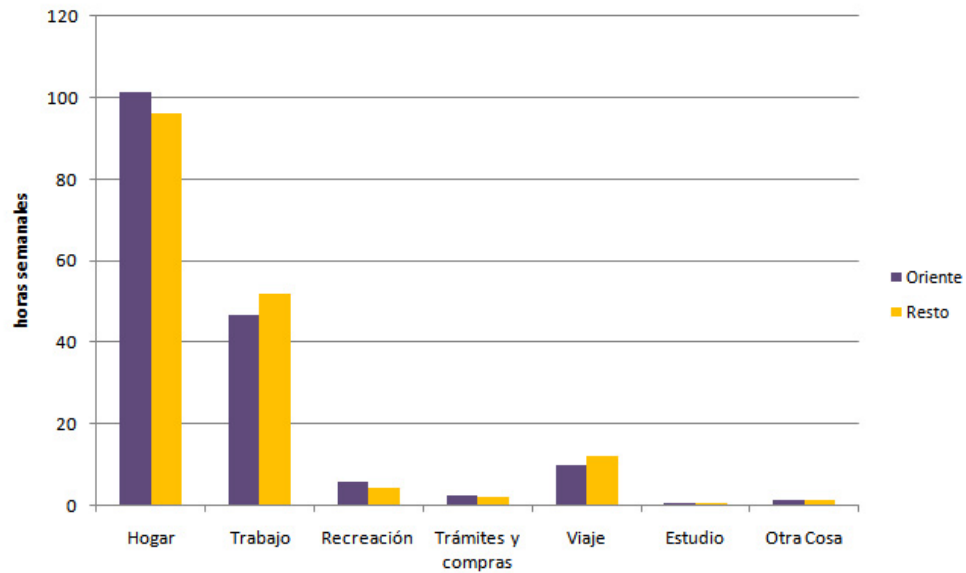


Figura 3.3: Tiempo asignado promedio por sector (base chilena)

Por último es importante resaltar que el sector Oriente de la ciudad (sector de residencia de un 14% de los individuos y el de mayor ingreso) se resalta claramente del resto. Como se puede ver en la figura 3.3 los residentes del sector Oriente son los que pasan más tiempo en

3. Modelos a estimar y descripción de datos

el hogar, trabajan menos, se recrean más y asignan un menor tiempo al viaje. Cabe destacar que el sector Oriente es el de mayores ingresos (tasa salarial promedio de 4.504 \$/hora) y tiene gastos fijos mucho mayores al resto (\$53.812).

3.3.3. Descripción datos norteamericanos

La base de datos es una encuesta nacional en Estados Unidos, del año 2008, donde se cuenta con 332 observaciones correspondientes a personas que viven solas en su hogar. La asignación de tiempo está descrita semanalmente por 7 actividades agregadas: Trabajo, Hogar, Recreación, Estudio, Trámites y Compras, Viaje y Otra Cosa (las mismas de la base chilena). Una gruesa descripción de como la población asigna su tiempo puede ser vista en la tabla 3.3.

Tiempo asignado [horas/semana]	Promedio	Mínimo	Máximo	Coef. Variación [%]
Hogar	98,8	66,4	145,0	11,8
Trabajo	41,2	0,2	69,5	27,6
Recreación	8,4	0,0	31,9	61,3
Tiempo Comprometido	19,6	7,5	44,3	31,8
Trámites y Compras	3,9	0,0	15,0	67,7
Viaje	9,0	3,4	23,1	33,7
Estudio	0,2	0,0	9,5	529,0
Otra cosa	6,4	0,2	20,8	53,5

Tabla 3.3: Resumen de asignación de tiempo en la población norteamericana

	Hogar	Trabajo	Estudio	Recreación	Trámites	Viaje	Otra Cosa	Tc	Ec/w
Hogar	1								
Trabajo	-0,697	1							
Estudio	-0,022	-0,040	1						
Recreación	-0,263	-0,284	-0,023	1					
Trámites	0,058	-0,428	-0,038	0,106	1				
Viaje	-0,415	-0,052	-0,036	0,153	0,204	1			
Otra Cosa	-0,301	-0,133	0,003	0,072	0,094	0,254	1		
Tc	-0,349	-0,284	0,130	0,156	0,563	0,710	0,716	1	
Ec/w	-0,302	0,361	0,065	-0,069	-0,087	0,103	-0,115	-0,039	1

Tabla 3.4: Matriz de correlaciones muestra norteamericana

En la tabla 3.4 se presenta la matriz de correlaciones más importantes dentro de la muestra. Se evidencia una correlación significativa y negativa entre Hogar y Trabajo, sugiriendo nuevamente sustitución entre estas dos actividades. Hay correlación positiva entre Viaje y la mayoría de las actividades que conforman el tiempo comprometido, sugiriendo

3. Modelos a estimar y descripción de datos

nuevamente que son las actividades que obligan viajes (aumentan su frecuencia), al igual que lo ocurrido con los datos chilenos.

Además se cuenta con 14 categorías de gasto: Arriendo, Mantenimiento hogar, Servicios básicos (agua, luz y gas), Comunicaciones, Transporte, Salud, Educación, Comer en el hogar, Comer afuera, Compras, Ocio y Recreación, Cuidado personal, Seguro personal y Otros. Un resumen de gastos a lo largo de toda la población se presenta en la tabla 3.5.

Gastos [US\$/semana]	Promedio	Mínimo	Máximo	Coef. Variación [%]
Gasto Total	438,49	55,70	3580,19	95,29
Gasto comprometido	247,28	25,64	2358,86	109,55
Arriendo	80,45	0,00	1151,11	135,26
Mantenimiento hogar	38,78	0,00	2031,00	319,03
Servicios básicos	23,10	0,00	157,69	92,60
Comunicaciones	9,28	0,00	49,62	78,12
Transporte	60,69	0,00	1610,38	245,83
Salud	31,58	0,00	546,90	150,63
Educación	3,40	0,00	615,38	1078,78
Comer en el hogar	35,62	0,00	385,00	84,48
Comer afuera	26,39	0,00	390,23	168,84
Compras	14,71	0,00	173,85	196,86
Ocio y Recreación	21,68	0,00	453,38	185,69
Cuidado personal	3,00	0,00	69,15	238,52
Seguro personal	56,87	0,00	984,65	139,92
Otros	32,96	0,00	912,82	293,39

Tabla 3.5: Resumen de gastos en la población norteamericana

En la figura 3.4 se presenta la estructura del gasto total promedio en la base norteamericana. La mayor parte del consumo de los individuos corresponde al gasto obligado (ver figura 3.4), el cual se ve mayoritariamente definido por el gasto en arriendo y transporte (ver figura 3.5). Los gastos que representan un menor porcentaje del gasto comprometido son educación y comunicaciones.

3. Modelos a estimar y descripción de datos

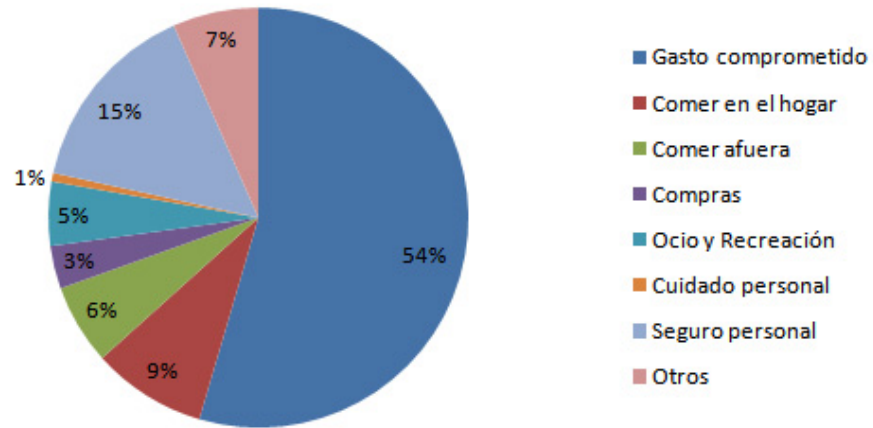


Figura 3.4: Estructura del gasto total (base norteamericana)

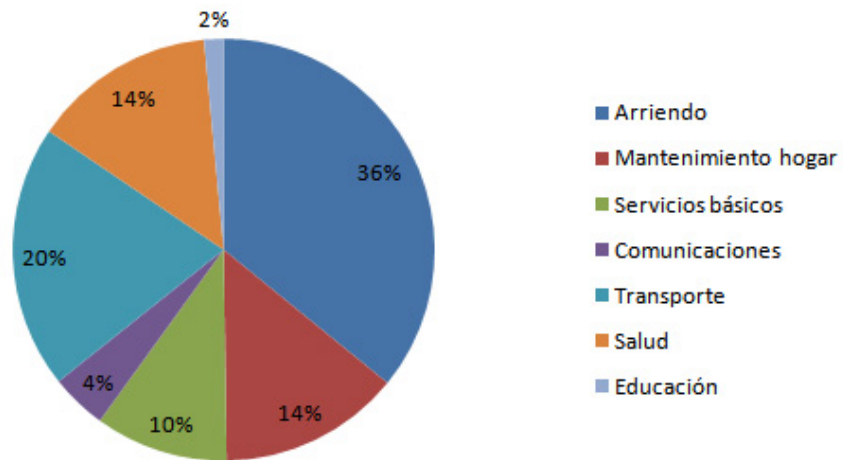


Figura 3.5: Estructura del gasto comprometido (base norteamericana)

Con el objetivo de determinar cuáles son las variables socioeconómicas relevantes para analizar el uso de tiempo de los individuos, se realiza un análisis de varianza (ANOVA), tomando como variable dependiente las horas de trabajo a la semana y como variables explicativas el ingreso familiar (4 rangos), la región a la que pertenece el individuo (4 categorías), su raza (2 categorías), edad (4 rangos), género y si está estudiando o no. También se examina el efecto combinado de estas variables y posibles agregaciones dentro de los rangos o categorías con las que se cuenta originalmente. Se concluye que las variables significativas son el ingreso familiar, la edad y el género. Estas consideraciones son claves al momento de

3. Modelos a estimar y descripción de datos

describir la asignación de tiempo y el consumo de bienes de los individuos, pues se pueden obtener diversas conclusiones únicamente segmentando la población en base a estos atributos socioeconómicos. Además todas estas variables potencialmente servirán para segmentar al estimar el modelo microeconómico. Una de las diferencias más notables se puede ver entre hombres y mujeres:

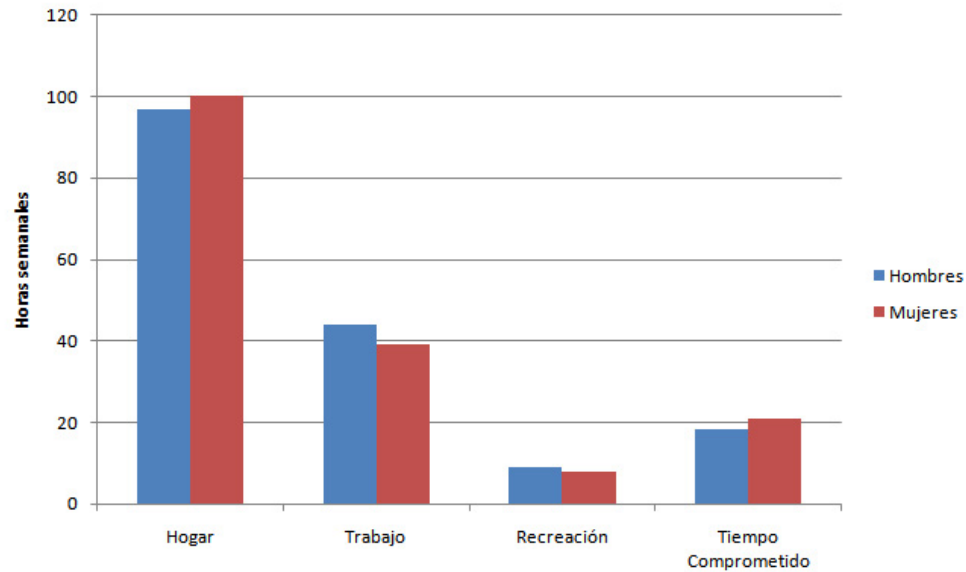


Figura 3.6: Tiempo asignado promedio por género agregando el tiempo comprometido (base norteamericana)

En la figura 3.6 se puede ver el tiempo promedio asignado a las actividades para cada género en la base norteamericana. La disimilitud esencial es que las mujeres trabajan menos que los hombres, pero a su vez pasan más tiempo en el hogar y le dedican más tiempo a los trámites y a otras cosas. También es notorio que los hombres pasan más tiempo en actividades recreativas o de ocio fuera del hogar. El tiempo que las mujeres trabajan menos, en parte lo dedican al hogar y en parte se ven obligadas a asignarlo a ciertas actividades. Luego la idea de que al trabajar menos tengan más tiempo para el ocio no es aplicable en este caso. Resulta más curioso aún estudiar la estructura de gastos de ambos géneros, la cual se puede evidenciar en la figura 3.7.

Las mujeres no sólo dedican al ocio una mayor proporción de sus gastos que los hombres: también gastan más en ese ítem ($20,08 \text{ US\$/semana}$ versus $17,44 \text{ US\$/semana}$ en promedio). A pesar de que trabajan menos horas, tienen poder adquisitivo similar al de los hombres, pues la tasa salarial promedio de las mujeres ($32,26 \text{ US\$/semana}$) es mayor a la de los hombres ($26,49 \text{ US\$/semana}$). Pareciera que las mujeres disfrutan de un ocio más corto, pero también más costoso monetariamente.

3. Modelos a estimar y descripción de datos

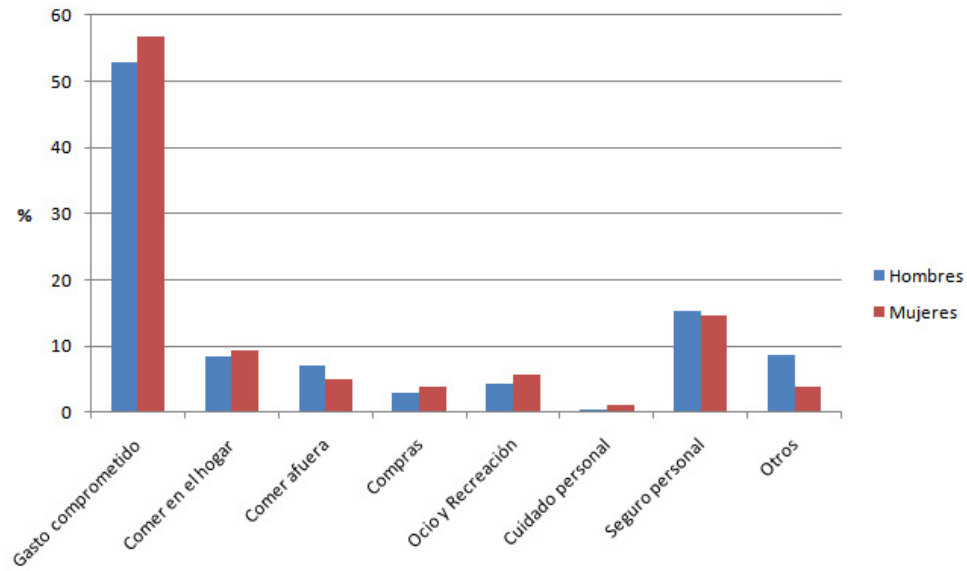


Figura 3.7: Estructura de gastos (en % del gasto total semanal) por género (base norteamericana)

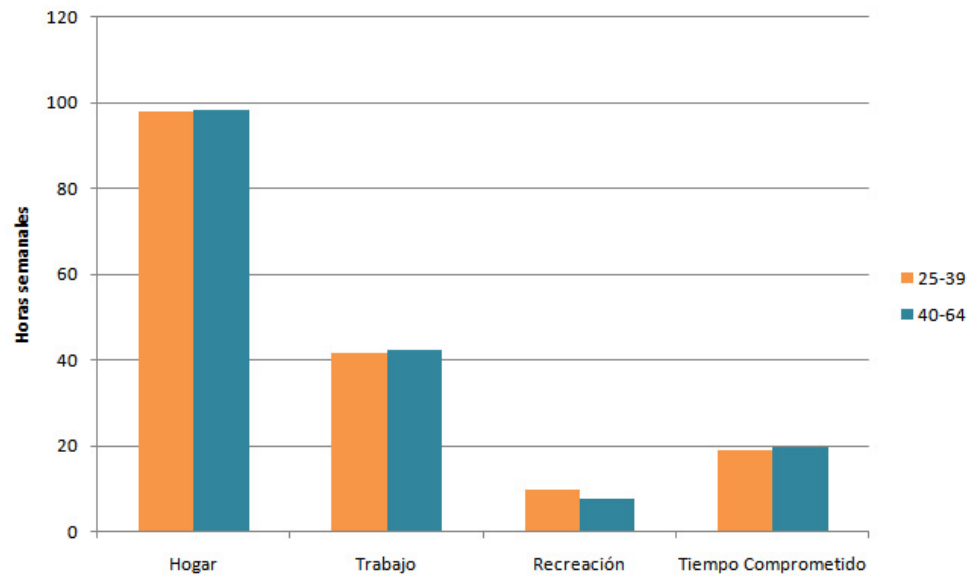


Figura 3.8: Tiempo asignado promedio por edad agregando el tiempo comprometido (base norteamericana)

Otra de las segmentaciones donde el ocio hace la diferencia es al separar por rangos de edad, tal como se muestra en la figura 3.8. El segundo (25 a 39 años) y el tercer tramo (40 a 64 años) son los relevantes dentro de la población, pues representan al 36 % y 62 % del total respectivamente. Los individuos de mayor edad trabajan más, dedican más tiempo al hogar

3. Modelos a estimar y descripción de datos

y tienen un mayor tiempo comprometido, pero además le asignan menos tiempo al ocio que los más jóvenes.

Es importante notar que menos del 3% de los individuos de la base de datos pertenece a una raza que no sea negra o blanca (puede ser indio americano, asiático o hawaiano), por lo que considerarlos en el análisis carece de sentido para la posterior estimación de modelos (calibrar un modelo con 9 observaciones no tiene significancia alguna). Sin embargo, a juzgar por la figura 3.9, no existe gran diferencia entre negros y blancos respecto a su asignación de tiempos, pero sí en cuanto a su estructura de gasto (figura 3.10). Mientras los blancos asignan más tiempo a la recreación, los negros tienen menor tiempo comprometido. El tiempo en el hogar y el tiempo asignado al trabajo es muy parecido entre las dos razas. Sin embargo la diferencia más notable es que para los blancos, el gasto comprometido representa un menor porcentaje de su presupuesto que para los negros (49,16% versus 63,37%). Lo mismo sucede con los gastos asociados a comer (afuera o dentro) y a las compras en general (ver figura 3.10).

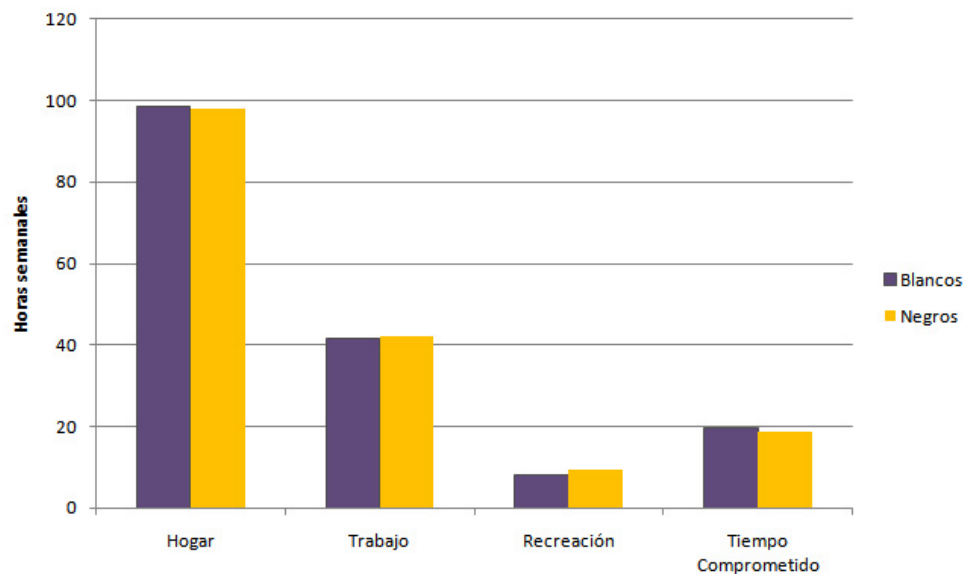


Figura 3.9: Tiempo asignado promedio por raza agregando el tiempo comprometido (base norteamericana)

3. Modelos a estimar y descripción de datos

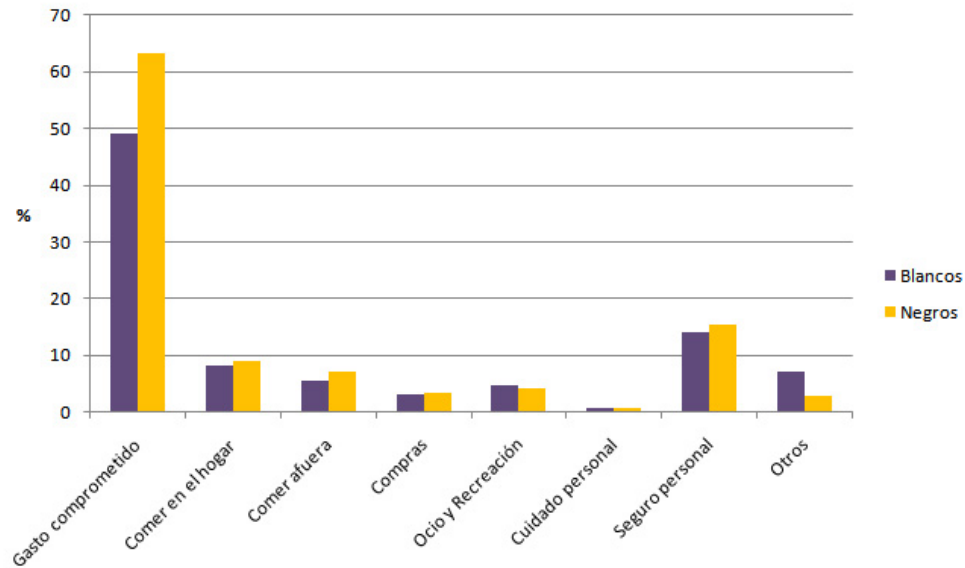


Figura 3.10: Estructura gasto por raza (base norteamericana)

3.4. Síntesis

Se ha definido los tres modelos a estimar y se ha descrito las dos bases de datos que servirán para su calibración. Tanto la base chilena como la base norteamericana han sido detalladas, enfatizando en las variables relevantes para cada uno de los modelos como lo son el tiempo asignado a 7 tipos de actividades (Hogar, Trabajo, Estudio, Recreación, Viaje, Trámites y Otra Cosa), la tasa salarial, el gasto en ocio y el tiempo y gasto comprometido. Además se ha estudiado la asignación de tiempo y la estructura de consumo de los individuos de la muestra considerando diversas características socioeconómicas (edad, género, sector y raza), justamente las que definen la segmentación para el modelo microeconómico y que sirven como variables explicativas para los modelos estructural y de ecuaciones de tiempo.

En el capítulo siguiente se detalla la estimación de los modelos, se presentan resultados y se analizan las diferencias entre los distintos modelos.

Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

4.1. Introducción

La descripción de datos y el análisis de los modelos realizado anteriormente, proporcionan los elementos necesarios para estimar los diferentes tipos de modelos de uso de tiempo, tanto en la base de datos chilena como la norteamericana. Esa estimación y el posterior análisis de resultados son la esencia del presente capítulo.

Para describir de manera clara el procedimiento y cualquier otro alcance necesario para explicar los resultados, se presentan a continuación las formulaciones y modelos específicos estimados bajo cada cada enfoque de uso de tiempo con cada una de las bases de datos. Se finaliza con una comparación de los resultados de los diversos enfoques.

4.2. Modelo de Ecuaciones de Tiempo

El modelo de ecuaciones de tiempo intenta explicar la razón entre el tiempo discrecional (T_d) y el tiempo disponible para actividad no discrecionales ($\tau' - T_d$). El tiempo discrecional (actividades no obligatorias) se considera igual a la suma de Hogar y Recreación. τ' corresponde a las 168 horas de la semana menos el tiempo de trabajo y el tiempo de viaje. La gran mayoría de las variables explicativas son elegidas siguiendo la esencia de los diversos trabajos bajo este enfoque y corresponden a género, edad, logaritmo natural del ingreso, logaritmo natural del tiempo de trabajo y logaritmo natural del tiempo de viaje. En la base chilena se encuentra una mejor descripción de las características socioeconómicas de los individuos, así que además de las variables mencionadas se utiliza para explicar el modelo la posesión de licencia de conducir, el número de personas en el hogar y una dummy que indica si vive o no en el sector oriente. También se incluye dentro de los variables independientes al logaritmo del gasto comprometido, justificado principalmente por el modelo microeconómico.

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

El modelo concretamente luce así para la base chilena:

$$\ln\left(\frac{\text{Hogar} + \text{Recreacion}}{168 - T_w - T_v - \text{Hogar} - \text{Recreacion}}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Genero} + \beta_2 \cdot \text{Licencia} + \beta_3 \cdot \text{Edad} + \beta_4 \cdot \text{Npersonas} \quad (4.1) \\ + \beta_4 \cdot \text{Sector} + \beta_5 \cdot \ln(\text{Ingreso}) + \beta_6 \cdot \ln(T_c) + \beta_7 \cdot \ln(T_w) + \beta_8 \cdot \ln(T_v)$$

Para la base norteamericana no se incluyen posesión de licencia, sector ni número de personas en el hogar como variables explicativas pues no se cuenta con esa información.

Los resultados para la base de datos norteamericana se aprecian en la tabla 4.1.

Variable	Coefficiente	t-est.
Constante	3,177	7,837
Género	0,162	3,019
Edad	-0,005	-2,091
Ln(ingreso)	-0,001*	-0,028
Ln(T_c)	0,006*	0,145
Ln(T_w)	0,119*	1,836
Ln(T_v)	-0,516	-6,532

Valor medio de la var. dep.= 2,4180

$N = 332$; $\tilde{R}^2 = 0,157$

*: no significativo

Tabla 4.1: Resultados modelo ecuaciones de tiempo (base norteamericana)

El modelo tiene un R^2 corregido muy bajo, lo cual indica que las variables independientes explican muy poco la variable dependiente. Además, gran parte de las coeficientes resultó ser poco significativo, salvo la constante, el logaritmo del tiempo de viaje y el género, pero este último con un efecto mucho menor. El hecho de que el tiempo de viaje afecte negativamente a la variable dependiente significa que mientras más tiempo se le asigne al viaje, más tiempo se prefiere asignar a actividades obligatorias que a discrecionales. El valor de la constante es del orden del promedio de la variable dependiente, reforzando el bajo poder explicativo del modelo.

Para la base de datos chilena se obtienen resultados que son menos significativos aún:

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

Variable	Coefficiente	t-est.
Constante	4,205	14,106
Género	0,191	5,659
Licencia	-0,216	-5,879
Edad	0,039	3,176
N° personas	0,012*	1,445
Sector	0,084*	1,714
Ln(ingreso)	-0,178	-5,108
Ln(T_c)	0,021*	0,771
Ln(T_w)	0,706	15,707
Ln(T_v)	-0,646	-19,751

Valor medio de la var. dep.= 3,9805

$N = 9464$; $\tilde{R}^2 = 0,088$

*: no significativo

Tabla 4.2: Resultados modelo ecuaciones de tiempo (base chilena)

El R^2 corregido es muy bajo (menor a 0,1), pero aún así, dentro de lo poco que explica el modelo si se tienen varias variables significativas. Al igual que con la muestra norteamericana, el logaritmo del tiempo de viaje tiene un coeficiente negativo. El logaritmo del tiempo de trabajo tiene un coeficiente positivo, lo que indica que a mayor tiempo de trabajo, el individuo prefiere asignar más tiempo a las actividades libres que a las obligatorias. Lo anterior es bastante interesante pues el tiempo disponible para asignar entre actividades obligatorias y discrecionales corresponde al tiempo total de la semana (168 horas) menos el tiempo de trabajo y el tiempo de viaje. Un aumento del tiempo de viaje o del tiempo asignado al trabajo significa una disminución del tiempo disponible (desde el punto de vista de asignación de actividades obligatorias vs discrecionales), pero mientras el tiempo de viaje hace asignar una mayor proporción del tiempo a las actividades obligatorias, un aumento en el tiempo de trabajo induce todo lo contrario.

El ingreso tiene un efecto negativo, por lo que también se espera que personas de mayor ingreso asignen menos proporción de su tiempo a actividades discrecionales. Lo mismo sucede con la posesión de licencia de conducir. Como el coeficiente de la edad es positivo, se puede afirmar que mientras mayor es la persona más tiempo asigna a actividades libres.

A pesar de que el modelo tiene un ajuste muy bajo en ambas bases y que la comparación entre países no es lo esencial en esta tesis, de todas maneras es interesante destacar que todos los parámetros tienen el mismo signo en ambas bases, salvo una excepción: edad (positivo en la base chilena y negativo en la norteamericana). Como se hizo notar anteriormente al revisar la literatura, no existe manera de determinar el valor del tiempo usando este tipo de modelos, pues carecen de restricción de ingreso.

4.3. Modelo de Ecuaciones Estructurales

Como se vio en el capítulo 2, los modelos estructurales consisten en un sistema de ecuaciones que permite capturar la influencia que ciertas variables exógenas tienen sobre las variables endógenas y, a su vez, la influencia de las variables endógenas sobre sí mismas (las variables dependientes aparecen en ambos lados de distintas ecuaciones). Considerando las ecuaciones estimadas y la segmentación utilizada en el modelo microeconómico, se postula un sistema estructural con tres variables endógenas - tiempo de trabajo, tiempo de recreación y gasto en recreación - y cinco variables exógenas: gasto y tiempo comprometido, rango de edad, género e ingreso semanal.

Como en la base de datos chilena no se cuenta con información de ningún gasto que no sea el comprometido, se imputa desde la base de datos del INE el gasto en recreación fuera del hogar, con un procedimiento similar al realizado por Greeven (2006). Debido a que los hogares ya se tienen clasificados según quintil, simplemente se imputa el gasto en recreación correspondiente. Los diferentes valores de gasto en recreación para cada quintil pueden ser extraídos directamente de la Quinta Encuesta de Presupuestos Familiares del Instituto Nacional de Estadísticas (INE)¹ entre agosto de 1996 y julio de 1997. Se utiliza el Índice de Precios del Consumidor (IPC) para actualizar el valor a la fecha de realización de la EOD (Noviembre del 2001). Se calcula el porcentaje del ingreso promedio mensual del hogar de cada quintil que corresponde al gasto en recreación imputado y luego se aplica este porcentaje al ingreso mensual de cada hogar, repartiendo el valor entre los integrantes de cada hogar (mayor discusión respecto a la forma de repartir este gasto puede encontrarse en Olgún, 2008).

Quintil	Rango de Ingreso Mensual del Hogar (\$)	Promedio Ingreso Mensual del Hogar (\$)	Gasto Mensual Recreación INE (\$)	Porcentaje del Ingreso (%)
1	hasta 172.254	111.758	5.087	4,55
2	172.254-276.407	224.265	12.216	5,45
3	276.407-427.815	349.771	17.741	5,07
4	427.815-782.420	571.638	30.727	5,38
5	mayor a 782.420	1.660.366	82.062	4,94

Tabla 4.3: Descripción de quintiles y gasto en recreación a partir de la encuesta del INE

Habiendo hecho esto, es posible estimar el sistema de ecuaciones estructurales en ambas bases. Para resolver el problema de identificación se ocupa el procedimiento descrito en el capítulo anterior. Un esquema del modelo resultante puede verse en la figura 4.1, donde cada flecha representa la influencia de una variable sobre otra. Cabe destacar que el modelo resultante fue el mismo para ambas bases de datos.

¹Disponible en la página web del INE: www.ine.cl

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

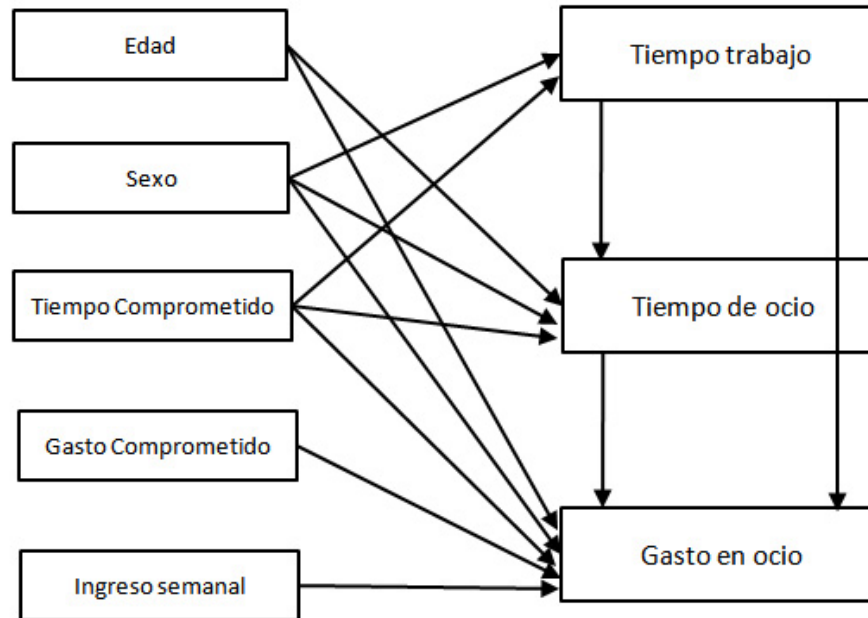


Figura 4.1: Esquema modelo estructural a estimar

Los resultados para la base norteamericana se detallan en la tabla 4.4. El χ^2 de 6,222 con 6 grados de libertad y un valor p de 0,399 indica que el modelo no puede ser rechazado al nivel de 5% de confianza.

Variable Endógena	Intercepto	Efecto	Edad	Género	T_C	Tiempo trabajo	Tiempo recreación	E_C	Ingreso semanal
Tiempo trabajo	2653,987	Total		247,633	-0,408				
		Directo		247,633	-0,408				
		Indirecto		0,000	0,000				
Tiempo recreación	1019,034	Total	-125,775	68,957	0,148	-0,102			
		Directo	-125,775	94,300	0,106	-0,102			
		Indirecto	0,000	-25,343	0,042	0,000			
Gasto recreación	-15,045*	Total	-11,158	-3,124	0,009	-0,006	0,060	0,045	0,011
		Directo	-3,667*	-7,231	0,000	0,000	0,060	0,045	0,011
		Indirecto	-7,491	4,107	0,009	-0,006	0,000	0,000	0,000

$N = 332$; $\chi^2 = 6,222$ con 6 grados de libertad; p - valor = 0,399; $RMSEA = 0,011$

*: no significativo

Tabla 4.4: Resultados modelo estructural (base norteamericana)

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

Como el sistema tiene tres ecuaciones, una por cada variable endógena, se han estimado tres interceptos. El que corresponde al gasto en recreación no es significativo, mientras que los asociados al tiempo de trabajo y recreación si son significativos y con valores de 2654 y 1019 respectivamente. Estos interceptos deben ser interpretados como valores base en minutos por semana, lo cual se traduce en algo así como 44 y 17 horas a la semana de trabajo y recreación respectivamente. Esto concuerda con el hecho que los datos correspondan a adultos que trabajan fuera del hogar.

El efecto total de la variable género (dummy que toma el valor 1 si el individuo es hombre y 0 si es mujer) sobre el tiempo de trabajo es igual a 247, lo que indica que los hombres asignan esos minutos más a la semana que las mujeres. De manera similar se deduce que los hombres asignan 70 minutos a la semana más que las mujeres en actividades recreativas, capturando lo que muestran los datos (refleja lo que se había mencionado al describir la segmentación por género en el capítulo 3). También se deduce que a medida que el individuo se hace mayor, tiende a asociar menos tiempo al ocio (observar el valor negativo del efecto total de la edad sobre el tiempo de recreación). Aún así, el efecto de la edad sobre el gasto en ocio no es significativo. Otro efecto interesante, pero quizás más leve, es el del ingreso semanal sobre el gasto en ocio. Se deduce que un aumento de 100 dólares en el ingreso sólo provocaría que los individuos gastaran un dolar más en actividades de ocio fuera del hogar.

El tiempo comprometido afecta negativamente al tiempo de trabajo de tal manera que un minuto más de tiempo comprometido significa una disminución de medio minuto en el tiempo de trabajo. También es interesante notar que el tiempo comprometido impacta positivamente al tiempo y gasto en recreación. Al parecer los individuos realizan sus actividades obligadas de la mano de sus actividades de ocio (como por ejemplo aprovechar de comer afuera cuando se va de compras). Además se verifica el compromiso entre trabajo y ocio ya que el modelo predice que un aumento de 10 minutos en el tiempo de trabajo hace disminuir un minuto el tiempo asignado a la recreación.

Por último se deduce que el tiempo de ocio impacta positivamente el gasto en ocio con un efecto total de 0,06. Lo anterior quiere decir que 100 minutos de ocio se asocian con un gasto de 6 dólares. De esta manera se obtiene una disposición a pagar por ocio revelada (DPOR) correspondiente a $3,6 \text{ US\$/hora}$.

Los resultados de aplicar modelo en la base chilena se reportan en la tabla 4.5. 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. Esta vez los tres interceptos son significativos y representan valores base para el tiempo de trabajo, ocio y gasto en ocio de 54 horas, 9 horas y \$ 35.784 respectivamente. Salvo el intercepto asociado al tiempo de recreación, son muy parecidos al promedio de cada variables a lo largo de toda la muestra.

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

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 4.5: Resultados modelo estructural (base chilena)

El tiempo comprometido afecta negativamente al tiempo de trabajo de manera que un minuto más provoca una disminución de aproximadamente 20 segundos (0,343 minutos) del tiempo asignado al trabajo. Además afecta negativamente al gasto en recreación (en una magnitud muy pequeña: 0,375 \$/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 recreación).

En cuanto al efecto del género, los hombres asignan 4,45 y 0,45 horas (267,175 y 28,476 minutos) más que las mujeres al trabajo y a la recreación respectivamente. Lo anterior es coherente si se recuerda lo descrito en la figura 3.1 (capítulo anterior). Se observa que el género influye negativamente en el gasto en recreación: los hombres gastan \$ 6.373 menos que las mujeres.

Al igual como lo describía la figura 3.2 (capítulo anterior) 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 recreación en promedio (ver tabla 4.3). Por último, la disposición a pagar por ocio revelada (DPOR) en la base chilena es de 3,329 \$/min ya que ese valor corresponde al efecto total del tiempo de recreación sobre el gasto en recreación.

Cabe destacar que de los 39 efectos estimados, 35 coinciden en cuanto a signo al comparar entre los dos países. Los 4 restantes son relacionados al gasto en recreación: efecto indirecto de género, efecto total y directo de tiempo comprometido y efecto directo de tiempo de trabajo.

4.4. Modelo Microeconómico

A partir de un problema de maximización de utilidad sujeto a restricciones de tiempo disponible, ingreso y tecnológicas, el modelo microeconómico fundamenta ecuaciones que explican el tiempo asignado a actividades libres (se asigna más del mínimo necesario) y al trabajo. En base a la clasificación de actividades presentada al describir los datos, 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. El modelo a estimar no es más que una reescritura de las ecuaciones 3.7 y 3.6 y luce de la siguiente manera:

$$T_{wq}^* = (\tau - T_C) \left(\beta + D_q \alpha + \sqrt{[\beta + D_q \alpha]^2 - D_q(2\alpha + 2\beta - 1)} \right) \quad (4.2)$$

$$T_{Hq}^* = \frac{\tilde{\theta}_H}{1 - 2\beta} (\tau - T_{wq}^* - T_C) \quad (4.3)$$

donde T_{iq} es el tiempo asignado a la actividad i por el individuo q y:

$$D_q = \frac{E_{cq}}{w_q(\tau - T_C)} \quad (4.4)$$

La ecuación 4.2 se alimenta del tiempo asignado al trabajo, tasa salarial y tiempo y gasto comprometidos y permite estimar los parámetros α y β . La ecuación 4.3 requiere además el tiempo asignado dentro del hogar y permite la estimación de $\tilde{\theta}_H/(1 - 2\beta)$. 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). Cabe destacar que al estimar el mismo sistema, pero considerando como actividad libre Recreación en vez de Hogar, se obtienen exactamente los mismos valores para α y β .

Como las ecuaciones 4.2 y 4.3 tienen variables exógenas en común, podrían estar correlacionadas. 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, permitiendo heteroscedasticidad y correlación entre las ecuaciones (Greeven, 2006; Olguín, 2008).

Recordando que σ_i es la desviación estándar de los errores de la ecuación i , se definen las siguientes variables:

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

$$\nu_q = \frac{T_{wq} - T_{wq}^*}{\sigma_w} \quad (4.5)$$

$$a_q = \frac{T_{Hq} - T_{Hq}^*}{\sigma_H} \quad (4.6)$$

y considerando $\phi(\cdot)$ como la función de densidad de una Normal estándar, el logaritmo de la verosimilitud se escribe como en la ecuación 4.7. El máximo se encuentra utilizando una leve variación del código de GAUSS presentado en Olgún (2008), descrito en los anexos de esta tesis.

$$LL(\alpha, \beta, \tilde{\theta}_H) = \sum_q \ln \left[\frac{1}{\sigma_H \sigma_w \sqrt{1 - \rho_{w,H}^2}} \phi(a_q) \phi \left(\frac{\nu_q - \rho_{w,H} a_q}{\sqrt{1 - \rho_{w,H}^2}} \right) \right] \quad (4.7)$$

Primero se estiman por separado las ecuaciones 4.2 y 4.3. Luego se utilizan esas soluciones como punto inicial de la estimación en conjunto. Por último se calculan los valores del tiempo como recurso y de asignar tiempo al trabajo tal cual como indican las ecuaciones 3.9 y 3.10. Tanto la estimación de las ecuaciones por separado como en simultáneo tienen una excelente convergencia en ambas bases de datos.

Los resultados para la base norteamericana se detallan en las tablas 4.6 y 4.7. Los resultados para la base de datos chilena son exactamente los mismos reportados por Olgún (2008) (reestimados) y se encuentran en las tablas 4.8 (segmentación por edad) y 4.9 (segmentación por género y sector).

	Hombres		Mujeres		25 a 39 años		40 a 64 años	
	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.
α	0,4444	26,755	0,4102	13,142	0,4513	24,631	0,4107	17,32
β	0,134	31,938	0,1147	17,774	0,1267	25,529	0,1246	25,253
γ_{hogar}	0,6705	84,13	0,7148	59,31	0,6798	69,706	0,6977	75,451
$\sigma_{trabajo}$	9,4584	18,917	10,4179	17,464	9,036	15,492	10,408	20,196
σ_{hogar}	9,4943	18,871	10,1902	17,379	10,0369	15,481	10,0217	20,189
$\rho_{trabajo-hogar}$	-0,8615	-44,671	-0,862	-41,454	-0,8581	-35,64	-0,8935	-63,269
Log-likelihood	-6,65769		-6,82339		-6,67873		-6,68475	
LR sin correlaciones	242,5075		207,7760		79,9566		181,7214	
$\rho_{\alpha-\beta}$	0,766		0,845		0,772		0,805	
Valores del tiempo promedio [US\$/hr]								
VST ocio	57,26	3,45	39,79	3,00	57,03	2,73	41,63	3,92
VST trabajo	30,77	1,81	7,52	0,55	31,91	1,15	10,51	0,95
w	26,49		32,26		25,12		31,12	
VST ocio / w [%]	216,13		123,32		227,00		133,77	
VST trabajo / w [%]	116,13		23,32		127,00		33,77	
Tamaño muestra	179		153		120		204	

Tabla 4.6: Resultados modelo microeconómico (base norteamericana)

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

	Blancos		Negros		Todos	
	Valor	t-est	Valor	t-est	Valor	t-est
α	0,4201	19,32	0,4397	19,549	0,4269	27,1
β	0,1249	27,969	0,1236	16,366	0,1247	34,6
γ_{hogar}	0,6931	81,789	0,6908	49,785	0,6917	101,8
$\sigma_{trabajo}$	9,8304	22,627	10,7414	11,401	10,1	25,8
σ_{hogar}	10,092	22,627	9,8469	11,401	10,0	25,8
$\rho_{trabajo-hogar}$	-0,8713	-57,869	-0,8573	-26,081	-0,8649	-62,6
Log-likelihood	-6,72345		-6,8352		-6,764	
LR sin correlaciones	189,6174		86,3112		457,8	
$\rho_{\alpha-\beta}$	0,839		0,697		0,795	

Valores del tiempo promedio [US\$/hr]						
VST ocio	43,64	3,81	45,96	2,78	46,3	4,8
VST trabajo	14,04	1,19	20,84	1,23	17,2	1,7
w	29,60		25,12		29,2	
VST ocio / w [%]	147,43		182,96		158,9	
VST trabajo / w [%]	47,43		82,96		58,9	

Tamaño muestra	256		65		332	
----------------	-----	--	----	--	-----	--

Tabla 4.7: Resultados modelo microeconómico (base norteamericana)

	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 4.8: Resultados modelo microeconómico por edad (base chilena)

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

	Mujeres						Hombres					
	Oriente		Resto		Todos		Oriente		Resto		Todos	
	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.	Valor	t-est.	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 4.9: Resultados modelo microeconómico por género y sector (base chilena)

Para ambas bases de datos y para todas las segmentaciones los estimadores son significativos. El test LR verifica que el modelo que permite correlaciones entre ambas ecuaciones es mejor que aquel que no lo permite. Esta correlación es negativa en todos los segmentos estimados, lo que sugiere 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.

Los parámetros α y β se encuentran dentro del rango esperado (mayores que 0 pero menor a 0,5) y están siempre correlacionados positivamente. El valor del tiempo de ocio resulta ser positivo para todas las estimaciones, lo cual es consistente con la teoría; el valor del trabajo no tiene un signo predeterminado. En el caso de los datos norteamericanos todos los valores del tiempo de ocio son mayores que la tasa salarial y, como se debe cumplir que $VO = w + VT$, todos los valores del trabajo son positivos (indicando cierto placer por realizar la actividad) aunque no son estadísticamente distintos de cero. Si se consideran los estimadores obtenidos, los hombres disfrutaban más del trabajo que las mujeres (a pesar de que éstas ganan más en la muestra), los jóvenes más que los viejos y la gente de raza negra un poco más que la de raza blanca (pero esta última diferencia no es tan notoria). Si se considerase que todos estos valores son cero, los individuos trabajan hasta que su utilidad marginal del trabajo es cercana a cero, lo cual indica que el valor del ocio es prácticamente igual a la tasa salarial (al estilo Becker, 1965), lo que logran asignando diferentes cantidades de tiempo para el ocio fuera o dentro del hogar. Más aún, al comparar segmentos (hombres vs mujeres, jóvenes vs viejos y blancos vs negros) siempre tienen menor valor del trabajo (más parecido a cero) los que menos tiempo le asignan al ocio.

En la base chilena en cambio, los valores del tiempo de trabajo si 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.

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

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 parece lógico pues probablemente trabajar a esa edad se deba a pura necesidad.

La otra diferencia interesante entre los segmentos de los datos chilenos es que, a juzgar por los resultados mostrados en la tabla 4.9, las mujeres gustan de su trabajo en el margen 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 (2008) es justamente que son un menor aporte al ingreso del hogar, lo cual hace pensar que, al igual que los jóvenes, la presión de trabajo es menor. A los hombres del sector Oriente les desagrada más su trabajo que a los del Resto, incluso relativo a su tasa salarial.

4.5. Comparaciones

A pesar de que los diversos enfoques tienen fundamentos tan distintos, es posible encontrar relaciones entre sus resultados. El modelo de ecuaciones de tiempo explica la proporción del tiempo asignado al ocio (recreación más hogar) dentro del tiempo disponible que no es trabajo ni viaje en función de diversas variables explicativas. Algunas de estas variables (específicamente género y edad) se repiten en el modelo de ecuaciones estructurales y explican en parte el tiempo asignado a la actividad recreación (ocio). Luego los coeficientes que acompañan a género y edad en el modelo de ecuaciones de tiempo y el efecto total que tienen estas dos variables sobre el tiempo asignado a recreación en el modelo estructural, son un punto de encuentro entre estos dos enfoques. En la tabla 4.10 se han recopilado estos coeficientes para ambos modelos en las dos bases de datos.

Modelo	Variable endógena	País	Coeficiente	
			Edad	Género
Ecuaciones de Tiempo	$\ln\left(\frac{T_{Rec}+T_H}{\tau'-T_{Rec}-T_H}\right)$	USA	-0,005	0,162
		Chile	0,039	0,191
Ecuaciones Estructurales	T_{Rec}	USA	-125,775	68,957
		Chile	-56,539	28,476

Tabla 4.10: Resumen resultados comparables entre modelo estructural y de ecuaciones de tiempo

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

Como la proporción del tiempo disponible que es asignada al ocio (variable endógena del modelo de ecuaciones de tiempo) aumenta con el tiempo dedicado a recreación (variable endógena en una de las ecuaciones del modelo estructural), es evidente que los coeficientes deberían apuntar en el mismo sentido en ambos modelos. Basta con identificar que el coeficiente que acompaña a cierta variable socioeconómica (S) en el modelo de ecuaciones de tiempo corresponde a $\partial Y/\partial S$ con $Y = \ln\left(\frac{T_{Rec}+T_H}{\tau'-T_{Rec}-T_H}\right)$ y que $\frac{\partial Y}{\partial S} = \frac{\partial Y}{\partial T_{Rec}} \cdot \frac{\partial T_{Rec}}{\partial S}$, donde $\partial T_{Rec}/\partial S$ es el efecto total de la variable socioeconómica sobre el tiempo asignado a recreación en el modelo estructural. Como $\frac{\partial Y}{\partial T_{Rec}} = \frac{\tau'}{(\tau'-T_{Rec}-T_H)(T_{Rec}+T_H)} > 0$ se concluye que $\partial Y/\partial S$ y $\partial T_{Rec}/\partial S$ deberían tener el mismo signo. Esta propiedad se verifica entre modelos para una misma muestra en la tabla 4.10, salvo para la variable edad en la base chilena, donde el coeficiente es positivo en el modelo de ecuaciones de tiempo y negativo en el estructural, lo que podría deberse a la gran debilidad estadística del primero.

Otra forma de comparar enfoques es a través del concepto de valor del tiempo. En la tabla 4.11 se resumen los valores del tiempo obtenidos para diferentes segmentos en el modelo microeconómico (VO y VT) y la disposición a pagar por ocio revelada (DPOR) estimada por el modelo estructural, para ambas bases de datos.

Modelo	Segmento	País	[US\$/hr]			[%]		
			VO	VT	w	VO/w	VT/w	
Microeconómico	Hombres	USA	57,26	30,77	26,49	216,13	116,13	
		Chile	2,14	-0,79	2,93	73,00	-27,10	
	Mujeres	USA	39,79	7,52	32,26	123,32	23,32	
		Chile	2,67	0,38	2,30	116,70	16,70	
	25 a 39 años	USA	57,03	31,91	25,12	227,00	127,00	
		Chile	2,19	-0,17	2,36	92,70	-7,30	
	40 a 64	USA	41,63	10,51	31,12	133,77	33,77	
		Chile	2,42	-0,56	2,98	81,10	-18,80	
	Todos	USA	46,30	17,20	29,20	158,90	58,90	
		Chile	2,37	-0,18	2,56	92,80	-7,20	
	Estructural	Todos		DPOR		w	DPOR/w	
			USA	3,60		29,20	12,33	
Chile			0,31		2,56	12,30		

Tabla 4.11: Resumen resultados comparables entre modelos y entre países

Llegado a este punto cabe destacar que el modelo estructural no arroja resultados significativos cuando se intenta estimar de manera segmentada, probablemente debido a que necesita que las variables socioeconómicas cumplan un rol explicativo en la regresión misma. Al complementar la información de la tabla 4.11 con los datos de gasto y tiempo en recreación se puede evidenciar que para una cierta partición dada (hombres vs mujeres o jóvenes vs viejos) quienes asignan más tiempo a recreación y gasta más en ese ítem, su valor del ocio representa un mayor porcentaje de su tasa salarial. Por ejemplo en la base

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

norteamericana los hombres gastan más en recreación pues el efecto total del género sobre el gasto en recreación es positivo (corresponde a 4,107 US\$/semana, pues el efecto directo no es significativo²), asignan más tiempo a recreación que las mujeres (8,9 vs 7,8 hr/semana) y su valor del ocio representa una mayor proporción de su tasa salarial (216,1 vs 123,3%). Lo mismo ocurre para la comparación de jóvenes (15 a 39 años) vs viejos (40 a 64 años) en ambas bases de datos, pues los jóvenes gastan más en ocio (el efecto total de la edad en el gasto en recreación es negativo en ambas bases, específicamente -7,4 US\$/semana para la norteamericana y -2,1 US\$/semana para la chilena), asignan más tiempo a esa actividad (9,65 vs 7,55 hr/semana en la base norteamericana y 4,25 vs 3,65 hr/semana en la chilena) y su valor del ocio corresponde a una mayor proporción de su tasa salarial (227 vs 133 % en la base norteamericana y 92 vs 81 % en la base chilena).

Se podrían seguir buscando muchos elementos de comparación entre países como el expuesto anteriormente. Aunque no es objetivo primordial de esta tesis realizar lo anterior, es interesante notar que en todo segmento y en cada una de las bases siempre el valor del ocio es mayor para Estados Unidos que para Chile. Otro punto importante es que en la base norteamericana siempre el valor del trabajo es positivo, mientras que en la muestra chilena es para todos los segmentos negativo salvo para las mujeres. Sin embargo la única comparación directa que es posible de 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, 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 (2,37 vs 0,31 US\$/hr en la base chilena y 46,3 vs 3,6 US\$/hr en la base norteamericana); esto motiva una explicación teórica.

Para entender la relación entre estas dos valoraciones es necesario volver a la generalización de DeSerpa presentada originalmente por Jara-Díaz (2003) (ecuaciones 2.51 a 2.55). Considerando recreación una actividad de ocio como definió DeSerpa (i.e. $\kappa_R = 0$) y restricciones de consumo mínimo de la forma $X_j - g_j(T_j) \geq 0$ (con multiplicador ψ_j), la condición de primer orden para el tiempo asignado a recreación (ver ecuación 2.56) puede ser escrita como:

$$\frac{\frac{\partial U}{\partial T_R}}{\lambda} = \frac{\mu}{\lambda} + \frac{1}{\lambda} \psi_R \frac{\partial g_R}{\partial T_R} \quad (4.8)$$

Por otro lado, la condición de primer orden respecto a X_R (consumo de bienes asociados a recreación) es:

²ver tabla 4.4

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

$$\frac{\psi_R}{\lambda} = P_R - \frac{\partial U}{\partial X_R} + \sum_j \frac{\kappa_j}{\lambda} \frac{\partial f_j}{\partial X_R} \quad (4.9)$$

Reemplazando 4.9 en 4.8 y considerando que las restricciones de mínimo tiempo necesario (ecuación 2.54) tienen la forma $T_i - f_i(X_i) \geq 0$, obtenemos:

$$\frac{\partial U}{\partial T_R} = \frac{\mu}{\lambda} + \left(P_R - \frac{\partial U}{\partial X_R} + \frac{\kappa_R}{\lambda} \frac{\partial f_R}{\partial X_R} \right) \frac{\partial g_R}{\partial T_R} \quad (4.10)$$

Recordando que $\kappa_R = 0$ y reordenando:

$$\frac{\partial U}{\partial T_R} + \frac{\partial U}{\partial X_R} \frac{\partial g_R}{\partial T_R} = \frac{\mu}{\lambda} + P_R \frac{\partial g_R}{\partial T_R} \quad (4.11)$$

Asumiendo que los gastos en recreación son sólo esos realmente necesarios (restricción activa) se tiene que el gasto en recreación corresponde a: $P_R g_R = P_R X_R = G_R$ y además su variación puede ser obtenida según la siguiente ecuación:

$$P_R \frac{\partial g_R}{\partial T_R} = \frac{\partial P_R g_R}{\partial T_R} = \frac{\partial G_R}{\partial T_R} \equiv DPOR \quad (4.12)$$

donde $DPOR$ es la disposición a pagar por ocio revelada, la cual corresponde en el modelo estructural al efecto total del tiempo asignado a una actividad de ocio en el gasto asociado a esa actividad. Luego, reemplazando en 4.11:

$$\frac{\partial U}{\partial T_R} + \frac{\partial U}{\partial X_R} \frac{\partial g_R}{\partial T_R} = \frac{\mu}{\lambda} + DPOR \quad (4.13)$$

La ecuación 4.13 muestra que la $DPOR$ puede ser considerada como una componente de algo que rigurosamente podemos llamar *valor total del ocio*, el cual es la suma del precio sombra del tiempo y la disposición a pagar por ocio revelada. Desde este punto de vista, lo que fue visto en el modelo estructural como algún valor del tiempo es una componente del valor total del ocio, la cual puede ser estimada gracias a la inclusión de datos de gasto en recreación (siempre y cuando estos gastos se puedan considerar los mínimos necesarios para realizar aquella actividad). Aquí resulta útil rescatar las ecuaciones de consumo discrecional óptimo (ver 3.8), 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:

$$G_{rec} = \frac{\delta_{rec}}{(1 - 2\alpha)} \left(w T_w^* \left(\frac{E_c}{w}, T_c \right) - E_c \right) \quad \forall j \text{ libre} \quad (4.14)$$

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

Ya que se dispone de información de gasto en recreación para ambas bases, es posible estimar el sistema microeconómico completo representado por las ecuaciones 4.2, 4.3 y 4.14. El resultado de volver a estimar el nuevo sistema de ecuaciones formando por el tiempo de trabajo, tiempo en el hogar y gasto en recreación se reporta en la tabla 4.12 a lo largo de toda la muestra para ambas bases de datos. 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:

$$LL(\alpha, \beta, \gamma_H, \delta_R) = \sum_q \ln \left[\frac{1}{\sigma_H \sigma_R \sigma_w \rho^* \sqrt{1 - \rho_{w,H}^2}} \phi(\nu_q) \phi \left(\frac{a_q - \rho_{w,H} \nu_q}{\sqrt{1 - \rho_{w,H}^2}} \right) \phi \left(\frac{\omega_q}{\rho^*} \right) \right] \quad (4.15)$$

con:

$$\nu_q = \frac{T_{wq} - T_{wq}^*}{\sigma_w} \quad (4.16)$$

$$a_q = \frac{T_{Hq} - T_{Hq}^*}{\sigma_H} \quad (4.17)$$

$$\omega_q = \frac{G_{Rq} - G_{Rq}^*}{\sigma_R} \quad (4.18)$$

$$\rho^* = \sqrt{1 - \frac{1}{1 - \rho_{w,H}^2} (\rho_{w,R}^2 - 2\rho_{w,H}\rho_{w,R}\rho_{H,R} + \rho_{H,R}^2)} \quad (4.19)$$

Por último se calculan los valores del tiempo como recurso y de asignar tiempo al trabajo tal cual como indican las ecuaciones 3.9 y 3.10. La estimación se realiza en GAUSS y tiene una excelente convergencia.

Parámetro	Base Chile		Base USA	
	est.	t-stat	est.	t-est
α	0,3768	127,4	0,4021	24,0
β	0,1081	82,9	0,1202	32,8
γ_{hogar}	0,7502	296,5	0,6998	101,2
φ_{rec}	0,2553	38,1	0,0041	5,4
Valor del tiempo [US\$/hr]				
VO	2,19		30,9	
N° observ.	9464		332	

Tabla 4.12: Nueva estimación valor del ocio para ambas bases

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

La interpretación de esta nueva forma de mirar el valor del ocio es bastante sencilla. La DPOR corresponde a la variación de gastos asociados al ocio debido a un aumento del tiempo asignado al ocio. El modelo microeconómico no considera en su formulación que existen algunos gastos asociados al tiempo dedicado al ocio (ni siquiera en su forma extendida, reportada en la tabla 4.12) y el valor del ocio microeconómico es, por decirlo de alguna manera, sólo la parte gratis del ocio. Si se quisiera capturar la parte del ocio que genera gastos obligados (como lo hace la DPOR del modelo estructural), se debe especificar de mejor manera las restricciones tecnológicas.

4.6. Síntesis y conclusiones

Se utilizan tres enfoques de modelos de uso de tiempo para efectos de comparación. El primer enfoque corresponde a los modelos de ecuaciones de tiempo y está basado en Kitamura (1984). El segundo enfoque corresponde a un modelo de ecuaciones estructurales donde un sistema de ecuaciones que describe el gasto en ocio, tiempo de recreación y tiempo de trabajo en función de variables exógenas (entre las cuales se encuentran las del modelo microeconómico: gasto y tiempo comprometido). El tercer enfoque está basado en la teoría microeconómica y corresponde al modelo reportado en Jara-Díaz et al. (2008). Los tres enfoques se aplican a la base de datos chilena y a la norteamericana que fueron descritas en el capítulo anterior.

Aunque el objetivo primordial de la tesis es comparar los distintos enfoques utilizando los mismos datos, también resulta interesante comparar los resultados de los dos países (Chile y USA) cuando se utiliza el mismo modelo. Es destacable que tanto el modelo estructural como el de ecuaciones de tiempo (los dos que parecen depender completamente de lo que digan los datos, debido a que utilizan las características socioeconómicas como variables) tienen cierta coherencia en cuanto al signo de los coeficientes (o efectos) estimados, ya que la gran mayoría tiene el mismo signo en ambas bases de datos. También es importante destacar que el modelo estructural que soluciona el problema de identificación coincide para ambas bases. En cuanto al modelo microeconómico es interesante notar que para una cierta partición (hombres vs mujeres o al comparar segmentos de edad), ya sea en la base norteamericana como en la chilena, quienes asignan más tiempo a recreación y gasta más en ese ítem, su valor del ocio representa un mayor porcentaje de su tasa salarial.

En cuanto a la comparación entre enfoques, resulta esencial notar que el modelo de ecuaciones de tiempo no permite obtener ningún valor del tiempo, lo cual facilitaría una comparación de resultados con el modelo microeconómico. Pero sí es comparable con el modelo estructural pues tienen varias endógenas de igual naturaleza y algunas variables exógenas comunes. Por esa razón los coeficientes que acompañan a edad y género en el modelo de ecuaciones de tiempo están relacionados con los efectos directos que tienen edad y género sobre el tiempo asignado a recreación en el modelo estructural, específicamente apuntan en la misma dirección (tienen el mismo signo). Lo anterior se verifica empíricamente salvo para la variable edad en la base chilena, aún así no se puede asegurar nada pues el modelo de ecuaciones de tiempo no tiene significancia al aplicarlo a esa base de datos.

4. Estimación de Modelos y Análisis de Resultados

En ambas bases 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 suma de la disposición a pagar revelada por ocio y el valor del ocio microeconómico corresponde a un nuevo concepto de valor total del ocio. Se concluye entonces que gracias a la DPOR es posible entender el valor del ocio en una forma más completa, pero de ninguna manera es un equivalente al valor del ocio (es tan sólo una componente).

Síntesis, conclusiones y líneas futuras de investigación

5.1. Síntesis y conclusiones

En esta tesis se ha examinado los diversos enfoques de uso de tiempo para compararlos usando los mismos datos. A partir de una clasificación de los diferentes tipos de modelos existentes en la literatura, se han seleccionado aquellos enfoques que parecen ser la mejor forma de trabajar con los datos disponibles. Luego se han propuesto modelos que representan la esencia de cada enfoque y se han estimado con los métodos más avanzados y recientes: un modelo estructural, uno microeconómico y uno de ecuaciones de tiempo.

La información utilizada corresponde a datos de uso de tiempo y gastos de Santiago (Chile) y Estados Unidos de América. Esencialmente el tiempo asignado de las personas se divide en 7 actividades agregadas: Hogar, Trabajo, Recreación, Trámites y Compras, Viaje, Estudio y Otra Cosa. La información de gastos corresponde a recreación y gasto comprometido¹. Además se cuenta con características socioeconómicas de los individuos como ingreso, género, edad, sector de residencia y otras, las que pueden ser usadas como variables explicativas (modelo estructural y ecuaciones de tiempo) o como fuente de segmentación (modelo microeconómico). La cantidad y calidad de la información es suficiente para estimar cada uno de los modelos en su mejor versión.

Siguiendo el trabajo de Jara-Díaz et al. (2008) se ha planteado un modelo microeconómico que, a través de la estimación de un sistema de ecuaciones para el tiempo de trabajo y el tiempo asignado en el hogar, permite calcular el valor del ocio y del trabajo. El modelo se basa en una función de utilidad del tipo cobb-douglas, pero enriquecida por la presencia de dos conceptos: tiempo y gasto comprometido. Debe estimarse el modelo de manera segmentada, pues se necesita contar con observaciones de individuos comparables que puedan considerarse de iguales preferencias. En la estimación con los datos chilenos se segmentó por género, edad y sector de residencia. Con los datos norteamericanos, en cambio,

¹Suma de renta, dividendo, agua, luz, gas, electricidad, comunicaciones, mantenimiento del hogar, salud, educación, combustibles y transporte

5. Síntesis, conclusiones y líneas futuras de investigación

la segmentación fue por género, edad y raza.

También se ha estimado un modelo de ecuaciones de tiempo que explica el tiempo asignado a actividades discretas (la suma de Hogar y Recreación) a través de una ecuación con la típica forma de este enfoque, siguiendo a Kitamura (1984). Las variables explicativas en esa ecuación son género, edad, logaritmo natural del ingreso, tiempo de trabajo, tiempo de viaje y tiempo comprometido. Los datos chilenos describen en mayor detalle las características socioeconómicas de los individuos, así que además de las variables mencionadas se utilizan para explicar el modelo la posesión de licencia de conducir, el número de personas en el hogar y una dummy de sector de residencia.

Por último se ha estimado un modelo de ecuaciones estructurales (resultado de la interacción con un grupo de trabajo de la Arizona State University) que mantiene las características genéricas del enfoque estructural, pero avanza sobre la formulación usual en uso de tiempo, incorporando gastos además de actividades y variables socioeconómicas. Así, las variables endógenas son el tiempo de trabajo, tiempo de recreación y gasto en recreación. Las variables explicativas son género, edad, ingreso, tiempo comprometido y gasto comprometido. Estas variables se inspiran en el modelo microeconómico y permiten capturar conceptos de valor del tiempo.

El modelo microeconómico tiene la ventaja de ser el único que ofrece un marco que permite hacer comparaciones teóricas sólidas, siendo los datos un insumo para obtener resultados con interpretación teórica. El modelo estructural ofrece la ventaja de dejar que los datos expliquen, sin una especificación o explicación a priori. Ambas maneras de abordar la asignación de tiempo de las personas pueden ser relacionadas a través del concepto de valor del tiempo. El modelo de ecuaciones de tiempo tiene una génesis teórica (maximización de utilidad aleatoria), pero termina convirtiéndose en una ecuación a estimar donde también se puede jugar con cuales variables explicar la asignación de tiempo; no permite capturar el concepto de valor del tiempo porque no se considera restricción de ingreso.

A pesar de que los modelos tienen formulaciones muy distintas es posible comparar sus resultados. El modelo de ecuaciones de tiempo y el modelo estructural comparten variables exógenas (edad y género) y además ambos explican -a su manera- el tiempo asignado a ocio. Luego es posible establecer relaciones entre sus coeficientes estimados y, en términos prácticos, los coeficientes que acompañan a edad y género en el modelo de ecuaciones de tiempo deberían tener el mismo signo que el efecto total de estas variables sobre el tiempo asignado a ocio en el modelo estructural. Lo anterior se verifica empíricamente excepto para la variable edad en la base de datos chilena. El modelo microeconómico y el estructural pueden ser comparados a través del concepto de valor del tiempo (el cual no es capturado por el modelo de ecuaciones de tiempo). El modelo microeconómico arroja un valor del tiempo promedio de 2,37 US\$/hr para toda la muestra chilena y 46,30 US\$/hr para la norteamericana, que corresponde a un 93 % y 159 % de la tasa salarial promedio respectivamente. El modelo estructural estima el efecto total del tiempo en recreación sobre el gasto en recreación (disponibilidad a pagar revelada por ocio), el cual podría ser interpretado como el valor del ocio, y corresponde a 0,31 US\$/hr para la base chilena y 3,60 US\$/hr para la norteamericana. La diferencia de

5. Síntesis, conclusiones y líneas futuras de investigación

casi un orden de magnitud es explicada teóricamente mostrando que la DPOR es sólo una componente del valor total del ocio.

Gracias a la inclusión de gastos en la modelación, ha sido posible capturar la DPOR, la cual permite entender el valor del ocio en una forma más completa. Es importante notar que el modelo microeconómico sirve como inspiración para el modelo estructural. Por el otro lado, el análisis teórico sugiere que sería recomendable mejorar el modelo microeconómico para que represente las restricciones tecnológicas de una mejor manera y capture la DPOR empíricamente también.

5.2. Líneas futuras de investigación

Se puede seguir mejorando cada uno de los enfoques en el futuro. El modelo microeconómico podría ser estimado con otra forma funcional de la utilidad que no imponga un signo constante a la utilidad marginal, como lo hace la Cobb-Douglas. También se podría representar de mejor forma las restricciones de consumo y tiempo mínimo, para no elegir arbitrariamente cuáles son activas y cuáles no (ver Jara-Díaz, 2003). Es importante notar que una especificación de estas restricciones afectaría directamente a la relación analítica entre el valor del ocio estructural y microeconómico.

En el modelo estructural se puede probar con otras variables explicativas e incluso modelar otro tipo de actividades o gastos, permitiendo encontrar nuevas formas de comparar ambos enfoques. Además se debe estudiar la posibilidad de calcular un valor del tiempo que dependa de las variables socioeconómicas, permitiendo tener distintos valores del tiempo para las diferentes segmentaciones. Una opción para realizar esto sería dejando fuera de las variables explicativas a edad y/o género para posteriormente estimar el modelo en los diferentes segmentos.

El modelo de ecuaciones de tiempo sólo es estimado en su carácter continuo, pues en las dos bases de datos utilizadas los individuos siempre asignan tiempo a actividades libres. Para estudiar el aspecto discreto del modelo es necesario estimar sobre otras bases de datos.

Por último es conveniente aclarar que el objetivo de esta tesis es comparar los enfoques de alguna manera justa, pero de ninguna manera establecer la única o la mejor manera de comparar. La búsqueda de otro tipo de comparaciones, ya sea empíricas o analíticas, es un interesante tema para futuras investigaciones.

Referencias

- Algers, S., Daly, A., Kjellman, P., Widlert, S., 1995. Stockholm model system (sims): Application. 7th World Conference of Transportation Research, Sydney, Australia.
- Axhausen, K., T.Gärling, 1992. Activity-based approaches to travel analysis: conceptual frameworks, models, and research problems. *Transport Reviews* 12, 323–341.
- Axhausen, K., Zimmermann, A., Schönfelder, S., Rindsfuser, G., Haupt, T., 2002. Observing the rhythms of daily life: a six-week travel diary. *Transportation* 29, 95–124.
- Bates, J., June 1987. Measuring travel time values with a discrete choice model: a note. *The Economic Journal* 97, 493–498.
- Becker, G., 1965. A theory of the allocation of time. *The Economic Journal* 75, 493–517.
- Ben-Akiva, M., Bowman, J., Gopinath, D., 1996. Travel demand model system for the information era. *Transportation* 23, 241–266.
- Bhat, C., J-Guo, Srinivasan, S., Sivakumar, A., 2004. A comprehensive econometric micro-simulator for daily activity-travel patterns (cemdap). *Transportation Research Record* 1894, 57–66.
- Bhat, C., Koppelman, F., 1993. A conceptual framework of individual activity program generation. *Transportation Research* 27A, 433–446.
- Bhat, C., Koppelman, F., 1994. A structural and empirical model of subsistence activity behavior and income. *Transportation* 21, 71–89.
- Bhat, C., Koppelman, F., 1999. A retrospective and prospective survey of time-use research. *Transportation* 26, 119–139.
- Bhat, C., Misra, R., 1999. Discretionary activity time allocation of individuals between in-home and out-of-home and between weekdays and weekends. *Transportation* 26, 193–209.
- Bollen, K., 1989. *Structural Equations Models with latent variables*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

REFERENCIAS

- Bruzelius, N., 1979. *The Value of Travel Time: Theory and Measurement*. Croom Helm London, pp. 26–48.
- Chen, C., Mohktarian, P., 2004. Ttb or not ttb, that is the question: a review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets. *Transportation Research A* 38, 643–675.
- Chen, C., Mohktarian, P., 2006. Tradeoffs between time allocations to maintenance activities/travel and discretionary activities/travel. *Transportation* 33, 223–240.
- Chiswick, B., 1967. The economic value of time and the wage rate: Comment. *Western Economic Journal*, 294–295.
- Collings, J., 1974. The valuation of leisure travel time: A note. *Regional and Urban Economics* 4, 65–67.
- Contreras, R., 2010. *El tiempo de trabajo en la modelación de viajes urbanos*. Tesis de Magíster, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- De Donnea, F., 1972. Consumer behaviour, transport mode choice and value of time: some micro-economic models. *Regional and Urban Economics* 1, 355–382.
- De Serpa, 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.
- Fox, J., 1980. Effect analysis in structural equation models. *Sociological Methods and Research* 9, 3–28.
- Golob, T., 2003. Structural equation modeling for travel behavior research. *Transportation Research Part B* 37, 1–25.
- Golob, T., Kitamura, R., 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., McNally, M., 1997. A model of household interactions in activity participation and the derived demand for travel. *Transportation Research B* 31, 177–194.
- Golob, T., Meurs, H., 1998. Modeling the dynamics of passenger travel demand by using structural equations. *Environment and Planning A* 20, 1197–1218.
- Greeven, P., 2006. *Estimación de modelos de asignación de tiempo a actividades y viajes*. Tesis de Magíster, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- Gronau, R., 1986. Chapter 4 Home production - A survey. Vol. 1 of *Handbook of Labor Economics*. Elsevier, pp. 273 – 304.

REFERENCIAS

- Hagerstrand, T., 1975. Space, time and the human condition. *Dynamic Allocation of Urban Space*, Saxon House, Lexington Books, D.C. Heath 33, 3–14.
- Jara-Díaz, S., 2003. On the goods-activities technical relations in the time allocation theory. *Transportation* 30, 245–260.
- Jara-Díaz, S., 2007. *Transport Economic Theory*. Elsevier. Holland.
- Jara-Díaz, S., Guerra, R., 2003. Modeling activity duration and travel choice from a common microeconomic framework. 10th International Conference on Travel Behaviour.
- Jara-Díaz, S., 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., Auxhausen, K., 2008. Calibration of the joint time assignment-mode choice model. *Transportation Research Part B* 42, 946–957.
- Jara-Díaz, S., Munizaga, M., Palma, C., 2004. The santiago tasti (time assignment travel and income) survey. In: Presented at the Triennial International Conference on Transport Survey Methods, San José. Costa Rica.
- Johnson, M., 1966. Travel time and the price of leisure. *Western Economic Journal*, 135–145.
- Jones, P., Koppelman, M., Orfeuil, J., 1990. Activity analysis: state-of-the-art and future directions. *Development in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis*. pp. 34–55.
- Juster, F., 1990. Rethinking utility theory. *Journal of Behavioral Economics* 19, 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., 1988. An evaluation of activity-based travel analysis. *Transportation* 15, 9–34.
- Kitamura, R., Robinson, J., Golob, T., Bradley, M., Leonard, J., 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., Fujii, S., 1996. A discrete-continuous analysis of time allocation to two types of discretionary activities which accounts for unobserved heterogeneity. *Transportation and Traffic Theory*. Pergamin Press Oxford, pp. 431–453.
- Löchl, M., Axhausen, K., Schönfelder, S., 2005. Analysing swiss longitudinal travel data. In: Paper Presented at the First Swiss Transport Research Conference, Ascona. March.
- Lu, X., Pas, E., 1999. Socio-demographics, activity participation and travel behavior. *Transportation Research* 33A, 1–18.

REFERENCIAS

- Meloni, I., Guala, L., Loddo, A., 2004. Time allocation to discretionary in home, out of home activities and to trips. *Transportation* 31, 69–96.
- Meloni, I., Spissu, E., Bez, M., 2007. A model of the dynamic process of time allocation to discretionary activities. *Transportation Science* 41, 15–25.
- Munizaga, M., Jara-Díaz, S., Greeven, P., Bhat, C., 2008. Calibration of the joint time assignment-mode choice model. *Transportation Science* 42, 208–219.
- Munizaga, M., Jara-Díaz, S., Olgún, J., 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.
- Olgún, J., 2008. Modelos de uso de tiempo a actividades para el gran santiago. Tesis de Magíster, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
- Oort, C., 1969. The evaluation of travelling time. *Journal of Transport Economics and Policy* 3, 279–286.
- Pendyala, R., Bhat, C., 2004. An exploration of the relationship between timing and duration of maintenance activities. *Transportation* 31, 429–456.
- Ruiter, E., Ben-Akiva, M., 1978. Disaggregate travel demand models for the san francisco bay area. *Transportation Research Record* 673, 121–128.
- Schumacker, R., Lomax, R., 2004. A beginner’s guide to structural equation modeling. Lawrence Erlbaum Associates.
- Small, K., 1982. The scheduling of consumer activities: Work trips. *American Economic Review*, 467–479.
- Srinivasan, S., Bhat, C., 2006. A multiple discrete-continuous model for independent- and joint-discretionary-activity participation decision. *Transportation* 33, 497–515.
- Train, K., McFadden, D., 1978. The goods/leisure tradeoff and disaggregate work trip mode choice models. *Transportation Research* 12, 349–353.
- Truong, T., Hensher, D., June 1985. Measurement of travel time values and opportunity cost from a discrete-choice model. *The Economic Journal* 95, 438–451.
- Truong, T., Hensher, D., June 1987. Measuring travel time values with a discrete choice model: a reply. *The Economic Journal* 97, 499–501.
- Winston, G., 1987. Activity choice: A new approach to economic behavior. *Journal of Economic Behavior and Organization* 8, 567–585.
- Yamamoto, T., Kitamura, R., 1999. An analysis of time allocation to in-home and out-of-home discretionary activities across working days and non-working days. *Transportation* 26, 231–250.

ANEXOS

1. Código de GAUSS utilizado para el modelo micro-económico

```
clear all;
library maxlik;
#include maxlik.ext;
maxset;
proc lpr(x,z);
local alfa, beta, teta2, s1, s2, rho12, m, p, v, a;
/*Parámetros*/
alfa=x[1];
beta=x[2];
teta2=x[3];
/*Ecuación de trabajo*/
m=(z[.,68]-z[.,52]).*(beta+z[.,69].*alfa+sqrt((beta+z[.,69].*alfa)^2
-z[.,69].*(2*alfa+2*beta-1)));
/*Ecuación de Hogar*/
p=(teta2/(1-2*beta))*(z[.,68]-z[.,52]-m);
/*Desviaciones Estándar*/
s1=x[4];
s2=x[5];
/*Variables estandarizadas*/
v=(z[.,47]-m)./s1;
a=(z[.,46]-p)./s2;
/*Correlación entre Trabajo y Hogar*/
rho12=x[6];
if (rho12<=-1);
rho12=-0.99;
endif;
if (rho12>=1);
rho12=0.99;
endif;
/*Log-likelihood*/
retp(ln((1/(s1*s2*sqrt(1-rho12^2))).*pdfn(a).*pdfn((v-rho12*a)/sqrt(1-rho12^2))));
endp;
/*Valores iniciales:alfa, beta, teta hogar; desv estandar trabajo; desv estandar
hogar;correlacion*/
x0={0.2294, 0.0628, 0.8426, 13.0, 14.4, 0};
__title="Modelo actividades";
_max_Algorithm=2;
_max_Diagnostic=3;
_max_MaxIters=5000;
```

```

_max_LineSearch=5;
_max_Step=3;
_max_MaxTry=5;
output file=tresact.out reset;
z=xlsreadm("C:\\GAUSS7.0\\HOMBRE RESTO DE 25_65original.xls","a2",1,"");
_max_active = ones(5,1)|zeros(1,1);
{x,f,g,cov,ret}=maxlik(z,0,&lpr,x0);
call maxprt(x,f,g,cov,ret);
save path=c:\GAUSS7.0;
save todosind=x;
save llind=f;
load path=c:\GAUSS7.0;
load todosind;
x1=todosind[1:5]|0;
_max_active = ones(5,1)|ones(1,1);
{x,f,g,cov,ret}=maxlik(z,0,&lpr,x1);
call maxprt(x,f,g,cov,ret);
save path=c:\GAUSS7.0;
save llfullcorr=f;
load path=c:\GAUSS7.0;
load llind;
load llfullcorr;
/* Cálculo de test LR*/
filas=rows(z);
lrind=-2*(llind*filas-llfullcorr*filas);
print /mat /str "Test LR entre modelo independiente y modelo con tres
correlaciones" lrind[1];
/* Coeficientes relevantes*/
apab=(1-2*x[2])/(1-2*x[1]);
wpab=(2*x[1]+2*x[2]-1)/(1-2*x[1]);
t2pab=x[3]/(1-2*x[1]);
/* Tiempos promedios, calculados utilizando los parámetros obtenidos para
toda la muestra*/
twprom=(z[.,68]-z[.,52]).*( x[2]+z[.,69].* x[1]+sqrt(abs((x[2]
+z[.,69].* x[1])^2-z[.,69].*(2*
x[1]+2* x[2]-1)))));
t2prom=(x[3]/(1-2*x[2]))*(z[.,68]-twprom-z[.,52]);
/* Constantes de los valores subjetivos del tiempo para toda la muestra*/
convstre=(z[.,53].*twprom-z[.,67])./(z[.,68]-twprom-z[.,52]);
convsttw=(z[.,53].*twprom-z[.,67])./twprom;
convstt2=(z[.,53].*twprom-z[.,67])./t2prom;
/* Cálculo de valores subjetivos del tiempo para toda la muestra*/
vstrec=apab*meanc(convstre);
vsttw=wpab*meanc(convsttw);

```

```

vstt2=t2pab*meanc(convstt2);
/* Cálculo de la desviación estándar del valor del tiempo como recurso y del
estadístico tstudent*/
let v1= 1 2;
let v2= 1 2;
covalbe=submat(cov, v1, v2);
vstredval=2*(1-2*x[2])/(1-2*x[1])^2;
vstredvbe=-2/(1-2*x[1]);
vstredv= vstredval|vstredvbe;
varvstre=vstredv'*covalbe*vstredv;
desvesvstre=sqrt(varvstre);
tstuvstre=apab/desvesvstre;
/* Cálculo de la desviación estándar del valor del tiempo asignado al trabajo y
estadístico tstudent*/
vsttwdval=4*x[2]/(1-2*x[1])^2;
vsttwdvbe=2/(1-2*x[1]);
vsttwdv=vsttwdval|vsttwdvbe;
varvsttw=vsttwdv'*covalbe*vsttwdv;
desvesvsttw=sqrt(varvsttw);
tstuvsttw=wpab/desvesvsttw;
print /mat /str "VST recurso" "\t" "\t" vstrec[1]~tstuvstre[1];
print /mat /str "VST trabajo" "\t" "\t" vsttw[1]~tstuvsttw[1];
output off;

```

.2. Código STATA 11 para NLSUR

```

nlsur ( HOGAR_T=({g1}/(1-2*{b1}))*(168- TRABAJO_- T_R)) ( TRABAJO_={b1}*(168- T_R)
+{a1} *GFW+sqrt(( {b1}*(168- T_R)+{a1}* GFW)^2-(2*{a1}+2*{b1}-1)*(168- T_R)* GFW))
( trabrec=({d1}/(1-2*{a1}))*( TRABAJO_- GFW))

```