



El Modelo Econométrico

Índice

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introducción | 3 |
| 2 | Definición de Econometría..... | 3 |
| 2.1 | Datos Experimentales y Datos Observacionales | 4 |
| 2.2 | Aplicaciones de la Econometría..... | 4 |
| 3 | Modelo Económico y Modelo Econométrico | 5 |
| 4 | Etapas en la Elaboración de un Modelo Econométrico | 6 |
| 4.1 | Especificación | 7 |
| 4.2 | Estimación | 7 |
| 4.3 | Validación | 7 |
| 5 | Elementos de los Modelos Econométricos..... | 9 |
| 5.1 | Variables | 10 |
| 5.2 | Ecuaciones | 11 |
| 5.3 | Parámetros..... | 11 |
| 5.4 | Datos | 12 |
| 5.4.1 | Datos de Sección Cruzada..... | 12 |
| 5.4.2 | Datos de Series Temporales | 13 |
| 5.4.3 | Datos de Panel..... | 13 |
| 6 | Resumen | 14 |
| 7 | Bibliografía..... | 14 |

Objetivos:

- Reconocer la Econometría como disciplina científica y describir su campo de aplicación.
- Distinguir y relacionar la teoría económica y el modelo econométrico.
- Aplicar la técnica básica de construcción de un modelo econométrico, identificando los elementos fundamentales del modelo.

1 Introducción

En este tema presentamos la definición de la Econometría junto con algunas notas históricas. A continuación, mostramos cuáles son las etapas de elaboración de un modelo econométrico, y sus diferentes elementos.

2 Definición de Econometría

La **econometría** es una parte de la ciencia económica que aplica las **técnicas matemáticas y estadísticas** a las **teorías económicas** para su verificación y para la solución de los problemas económicos mediante modelos.

El **objetivo principal** de la econometría es el **estudio de las relaciones entre variables económicas** a partir de **modelos probabilísticos** y de **métodos de inferencia estadística**. **Por ejemplo:**

- Identificar si una subida de impuestos sobre el alcohol influye en su consumo.
- Conocer si el reducir el número de alumnos en una clase tiene efecto sobre las notas de los alumnos.
- Prever cuánto variará la tasa de crecimiento del PIB si aumenta el tipo de interés un 2%.

Por lo tanto la econometría crea **modelos** que poseen **validez estadística, teórica y probabilística**, es decir, la econometría permite:

- Comprobar los supuestos teóricos-matemáticos de un modelo basado en una realidad.
- Realizar proyecciones sobre eventos futuros y por lo tanto facilita información adecuada para la toma de decisiones.

La **Econometría** se ocupa de **formular relaciones entre variables económicas, cuantificarlas y valorar los resultados obtenidos**, bien contrastando teorías económicas, bien evaluando e implementando políticas económicas públicas o de

“El objetivo principal es el estudio de las relaciones económicas entre variables económicas a partir de modelos probabilísticos y de métodos de inferencia estadística”

empresa. La Econometría se dedica además al **estudio y desarrollo de los métodos precisos para llevar a cabo estas tareas.**

2.1 Datos Experimentales y Datos Observacionales

Junto a la teoría económica, el segundo ingrediente de la econometría está constituido por los **datos**. Un aspecto central de la econometría es el de enfrentar los problemas inherentes a la **recopilación y al análisis de datos económicos no experimentales.**

- **Datos experimentales:** Se recogen normalmente en laboratorios bajo situaciones controladas. El experimento puede ser reproducido y repetido por otros investigadores, y puede repetirse tantas veces como se quiera bajo diferentes condiciones o valores de las variables de control.

Por ejemplo: Galileo realizó diversos experimentos sobre el deslizamiento de esferas de diferentes pesos sobre planos inclinados para medir exactamente la distancia recorrida y minimizar la resistencia del aire. Midió el tiempo y registró y procesó las distancias recorridas por cada esfera en función del tiempo.

- **Datos no experimentales:** Son el resultado de experimentos no controlados. Las variables económicas (PIB, tipo de interés, etc.) toman valores que, generalmente, no son el resultado de experimentos controlados, sino que simplemente se observan. Los factores que afectan a estas variables no suelen estar bajo el control de un grupo o una persona, y, en la mayoría de las ocasiones no se pueden repetir.

Los datos no experimentales (o datos **observacionales**) son muy habituales en Ciencias Sociales, por lo que si se quiere hacer un experimento, es imposible, muy caro o moralmente incorrecto, llevar a cabo experimentos controlados.

Por ejemplo: Si quisiéramos analizar el efecto del consumo de alcohol en los accidentes de tráfico, no realizaremos ningún experimento pero sí podremos obtener datos de los accidentes que se han producido.

2.2 Aplicaciones de la Econometría

Las aplicaciones más comunes de la econometría son:

- El **análisis estructural**. Se usa el modelo estimado para medir la relación entre variables económicas.
Por ejemplo: Se puede analizar el efecto que tiene un incremento de los impuestos de matriculación de vehículos en las ventas de vehículos.
- La **predicción de variables** macroeconómicas, tan importantes como los tipos de interés, las tasas de inflación, el producto interior bruto o el consumo.

“Entre las aplicaciones más comunes encontramos el análisis estructural, la predicción de variables y la evaluación de políticas”

Por ejemplo: Se puede analizar el patrón de evolución de consumo en distintos escenarios de evolución de la renta.

- La **evaluación de políticas** económicas. Se simula la evolución del valor de una variable bajo distintos supuestos de evolución de otras.

Por ejemplo: Analizar el efecto que sobre el empleo puede tener un aumento en el salario mínimo interprofesional.

3 Modelo Económico y Modelo Econométrico

Un **modelo** es una **representación simplificada de la realidad**. Los modelos pueden ser expresados verbalmente, gráficamente, matemáticamente, etc.

Cuando en un grupo de fenómenos observables se tiene la evidencia de una regularidad, se intenta establecer la correspondiente teoría matemática. Dicha teoría puede ser considerada como el modelo matemático del conjunto de los hechos empíricos que constituyen los datos.

Un **modelo económico** es la expresión matemática de una determinada **teoría económica**, es decir, un **modelo económico** trata de plasmar las relaciones entre las variables económicas que intervienen en una determinada situación.

Por lo tanto, las **características mínimas** que debe reunir un modelo económico son:

- Que represente un fenómeno económico real.
- Que la representación sea simplificada.
- Que se haga en términos matemáticos.

La **formulación de un modelo teórico o económico** no exige necesariamente la especificación concreta del tipo de función que relaciona a las variables implicadas, ni incluso la enumeración exhaustiva de éstas. En general, las relaciones entre variables económicas derivadas de la Teoría Económica no suelen estar especificadas, sino que se trata más bien de simples relaciones de causalidad o, en todo caso, de aproximaciones al tipo de relación existente entre las variables.

Un **modelo econométrico** es un conjunto de ecuaciones concebidas para proporcionar una **explicación cuantitativa** del comportamiento de las variables económicas.

Por lo tanto, **frente al modelo económico, el modelo econométrico requiere:**

- Identificar las variables que fundamentalmente influyen en el modelo.
- Una formulación de la relación funcional entre las variables que lo componen.

“Un modelo económico es la expresión matemática de una determinada teoría económica”

“Un modelo econométrico es un conjunto de ecuaciones que proporcionan una explicación cuantitativa del comportamiento de las variables económicas”

- Una definición temporal y/o espacial concreta, ya que los modelos econométricos suelen estar definidos en un entorno estocástico frente al determinismo habitual de los modelos económicos,
- Un término que permita razonar en términos probabilísticos y no exactos. Para ello, se suele incorporar el denominado error o perturbación aleatoria que recoge el efecto de los factores que inicialmente no fueron incluidos y que son difícilmente observables.

Para realizar un **trabajo empírico econométrico** es fundamental contar con información relativa a las variables cuyas relaciones se trata de estudiar. La econometría trata de la estimación de estos parámetros desconocidos de los modelos en base a los datos económicos. Para ello, es necesario contar con métodos de tratamiento de datos que nos permitan cuantificar las relaciones de manera adecuada, así como valorar los resultados de acuerdo con criterios reconocidos. Para realizar esta tarea, la Econometría utiliza elementos que toma prestados de la **Estadística**.

4 Etapas en la Elaboración de un Modelo Econométrico

En la **elaboración de un modelo econométrico** se pueden distinguir varias **etapas** con **propósitos** y **tareas** bien diferenciadas.

Con carácter general, se trata de un proceso cíclico, en el que de la validación puede surgir la necesidad de volver a las etapas anteriores para corregir o redefinir el modelo.

De manera esquemática, las presentamos como una secuencia simple:



4.1 Especificación

“En esta etapa se formularemos la cuestión que va a analizarse para construir un modelo económico que se convertirá en modelo econométrico”

La **primera etapa** de la elaboración de un modelo econométrico la constituye la **Especificación**. En esta etapa se formula la cuestión que va a analizarse para posteriormente construir un modelo económico que más adelante se convertirá en un modelo econométrico.

Por lo tanto en esta etapa se pueden considerar **cuatro elementos**:

- Formulación de la pregunta que queremos analizar.
- Construcción del modelo económico que la responde.
- Especificación del modelo econométrico.
- Recogida o búsqueda de datos.

Los **modelos econométricos** deben contrastarse con los **datos disponibles** para saber si tienen **capacidad explicativa y predictiva**. Por lo tanto, una vez que se ha especificado el modelo econométrico, se trata de buscar los datos apropiados de cada una de las variables que se contemplan en el modelo.

4.2 Estimación

“En esta etapa obtendremos los valores numéricos de los coeficientes del modelo econométrico”

Una vez que se ha especificado el modelo y que se dispone de los datos adecuados de todas las variables, se pasa a la **etapa de estimación del modelo**.

Esta etapa consiste en medir empíricamente los parámetros que caracterizan el modelo, y es en esta etapa donde cobra **gran importancia la estadística**, sobre todo la **inferencia estadística** (que usa la información muestral disponible para inferir características de toda una población).

Para completar esta etapa se debe disponer de un conjunto de observaciones de todas las variables observables que aparecen en el modelo econométrico especificado y aplicar el método de estimación que se considere apropiado.

En la **estimación** se obtienen los valores numéricos de los **coeficientes del modelo econométrico**.

4.3 Validación

“En esta etapa estableceremos los criterios para rechazar o aceptar el modelo”

En la **etapa de validación** se analiza la **bondad del modelo**, es decir, se establecen los criterios para **rechazar o aceptar el modelo**.

En esta etapa para evaluar los resultados, se comprueba si las estimaciones obtenidas son **aceptables en dos sentidos**:

- Se analiza si las estimaciones de los parámetros del modelo tienen los signos y magnitudes esperados.
- Además, desde el punto de vista estadístico, se llevan a cabo contrastes estadísticos para determinar si los parámetros del modelo son

significativos y si los supuestos estadísticos del modelo econométrico se cumplen.

Si finalmente durante la etapa de validación **se concluye que no se puede aceptar un modelo**, habrá que **reformularlo** o **tratar de una forma más adecuada los datos**.

A continuación, vamos a ver con un ejemplo la primera fase de cómo se convierte un modelo económico en un modelo econométrico y veremos con más detalle las siguientes fases en los próximos temas:

Ejemplo 1: La función de consumo de Keynes

Keynes formuló su conocida función de consumo, con la que postulaba la existencia de una **relación lineal entre el consumo y la renta**, a través de la siguiente proposición:

P1: El consumo es una función de la renta.

Analíticamente, la proposición 1 se puede expresar de la siguiente manera:

$$cons = f(renta) \quad (1)$$

Para **estimar y contrastar este modelo** tenemos que convertirlo en un **modelo econométrico**, para ello es necesario:

- Formular una relación o forma funcional concreta entre el conjunto de variables.
- Introducir un término denominado “perturbación aleatoria” que permite razonar en términos probabilísticos y no exactos.

En cuanto a **especificar la forma matemática de la función** se puede utilizar la función lineal, debido a que, además de ser simple, es compatible con la descripción hecha por Keynes.

Con el fin de cumplir con la segunda exigencia tendremos en cuenta que en la vida real hay muchos otros factores, distintos de la renta, que tienen una influencia en el consumo, como **por ejemplo**, el ahorro o la venta de un patrimonio. (β_1).

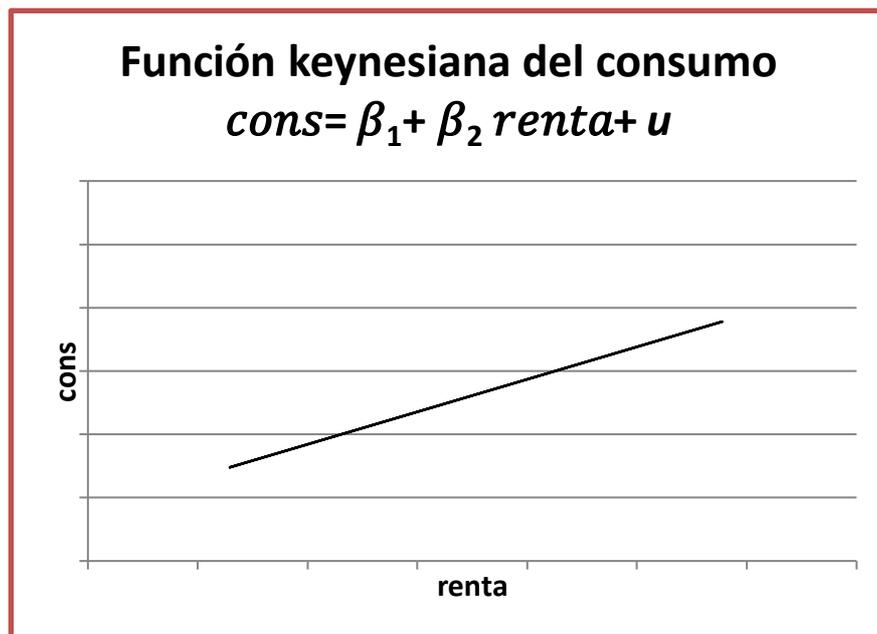
En un modelo econométrico todos los factores diferentes de las variables independientes incluidas se reúnen en una variable denominada perturbación aleatoria o error (u). En general, todos los factores relevantes deben ser introducidos de forma explícita en el modelo econométrico, y el resto de los factores se agrupan en esta única variable: el error o **perturbación aleatoria**.

Así pues, para completar el modelo es necesario introducir un término que recoge el efecto de estos factores que inicialmente no fueron incluidos.

Teniendo en cuenta estos dos requisitos, la **función de consumo keynesiana se puede expresar de la siguiente manera:**

$$cons = \beta_1 + \beta_2 renta + u \quad (2)$$

Ilustración 1: Función keynesiana del consumo



En resumen, **para convertir un modelo económico en un modelo econométrico**, hemos:

- Especificado la forma de la función.
- Seleccionado las variables explicativas.
- Incluido un término para expresar la distribución de la perturbación aleatoria que recoge el efecto conjunto de otras variables que no figuraban en el modelo.

5 Elementos de los Modelos Econométricos

Los **elementos fundamentales** de todo modelo econométrico son:

- Las **variables** que intervienen.
- Las **ecuaciones** o **relaciones matemáticas**.

- Los **parámetros** o **magnitudes a estimar**.
- Un conjunto de observaciones o datos necesarios para el proceso de estimación.

5.1 Variables

Una **variable** es un símbolo que se utiliza para designar a cualquier elemento de un conjunto específico, denominado el **dominio** de la variable. Utilizamos una variable, **por ejemplo**, para referirnos a una característica observable en los individuos.

“Una variable es un símbolo que se utiliza para designar a cualquier elemento de un conjunto específico”

Las variables, desde el punto de vista de los valores de su dominio, **pueden clasificarse** en:

- Cualitativas **dicotómicas** o **ficticias** (“dummy”): Toman uno de dos valores arbitrarios, generalmente valoradas como 0 si no se produce un determinado acontecimiento y 1 cuando si se da el hecho.

La idea es que hay características que no se pueden medir pero que pueden ser factores relevantes a la hora de explicar a otra variable. **Por ejemplo:** En la función de consumo familiar, además de la renta, el hecho de que la familia viva en el campo o en la ciudad puede ser relevante para explicar diferencias en el consumo. Para ello, se construye una variable ficticia que toma el valor 1 para las familias que viven en la ciudad y 0 para las que viven en el campo y se introduce como una exógena más en el modelo.

- **Ordinales:** **Por ejemplo:** $X = 1, 2, 3, 4, 5, 6..$ Solo toman valores en algunos puntos de la recta real.
- **Cardinales** o magnitudes: **Por ejemplo:** $\pi, [0, 2)$

De mayor importancia es la **clasificación de las variables** que distingue entre **endógenas, predeterminadas y exógenas:**

- **Predeterminadas:** Son las que no son determinadas por el modelo. Son variables explicativas, pero no son explicadas por el modelo. Decimos que influyen pero no son influidas.
- **Endógenas:** Son las explicadas o determinadas por el modelo. Sin embargo, hay variables endógenas que pueden actuar como explicativas o predeterminadas cuando actúan con ciertos retardos – endógenas retardadas – dado que son explicadas por el modelo en el instante “t” pero no para momentos anteriores.

Las variables endógenas son influidas y pueden influir en otras.

- **Exógenas:** No son explicadas por el modelo en ningún periodo de tiempo considerado. Pueden clasificarse en controlables y no controlables en

función de que su valor pueda o no ser conocido por el usuario del modelo cuando éste se utiliza para realizar predicciones o simulaciones.

Hay que tener en cuenta que esta distinción varía dependiendo del modelo econométrico en particular y su objetivo. Así, una exógena en un modelo puede pasar a ser la endógena de otro.

Como hemos visto anteriormente en la función de Keynes, el consumo es explicado por el nivel de renta, por lo tanto, en este caso, la variable consumo es endógena (el modelo la explica). La renta en este modelo es una variable exógena ya que su valor está determinado fuera del modelo y no es influido por él.

Las variables, representativas de un fenómeno económico concreto, deben estar referidas a un “espacio” y “tiempo” determinados. Cuando todas las variables que aparecen en un modelo se refieren al mismo instante temporal, el modelo se denomina **estático**, mientras que cuando éstas corresponden a diferentes periodos se dice que el modelo es **dinámico**.

Por último, señalar que **los modelos econométricos tienen tantas ecuaciones como variables explicadas**.

5.2 Ecuaciones

Las **ecuaciones** de un modelo son **relaciones matemáticas causales**, es decir, tratan de explicar el comportamiento de unas variables (**efecto**) observables, mediante otras variables (**causa**) también observables, incorporando asimismo variables no observables.

En función de los objetivos del análisis empírico y de las propias restricciones que el modelo económico recoja para explicar el fenómeno, el **modelo econométrico puede contar con una o varias ecuaciones**, lo que lleva a distinguir entre **modelos econométricos uniecuacionales y multiecuacionales**.

5.3 Parámetros

Los **parámetros** son los **coeficientes** que acompañan a las variables, y su estimación es el paso previo para la utilización del modelo econométrico. Pueden utilizarse para representar:

- **Relaciones de comportamiento**, que recogen las acciones de los sujetos económicos (funciones de consumo, **por ejemplo**).
- **Relaciones institucionales**, describen el impacto del ordenamiento jurídico sobre el fenómeno o fenómenos analizados (impacto de una reforma fiscal, **por ejemplo**).
- **Relaciones técnicas**, hacen referencia las condiciones tecnológicas de un determinado proceso productivo o de fabricación (funciones de producción, **por ejemplo**).

“Una ecuación de un modelo es una relación matemática causal”

“El parámetro es el coeficiente que acompaña a las variables y su estimación es el paso previo para la utilización del modelo econométrico”

- **Relaciones contables o definiciones**, que expresan la identidad cuantitativa entre magnitudes económicas.

Los parámetros se estiman mediante **técnicas de inferencia estadística** para lograr el mejor ajuste con el modelo a partir de los datos observados. En nuestro ejemplo, β_1 y β_2 son los parámetros que tenemos que medir o estimar, dada una muestra de Consumo y Renta.

5.4 Datos

Los **datos económicos** se pueden presentar de diversas formas, que describimos a continuación. β

5.4.1 Datos de Sección Cruzada

También llamados datos de corte transversal, consisten en una **muestra de individuos o elementos** (familias, empresas, ciudades, etc.) tomadas en un momento determinado de tiempo.

En los datos de corte transversal, las observaciones deben ser obtenidas mediante un **muestreo aleatorio**, lo que implica que las **observaciones sean independientes entre sí**. El orden de las observaciones en los datos de corte transversal no importa para el análisis econométrico.

| Nº Observación | Salario | Educación | Experiencia | Est Civil |
|----------------|---------|-----------|-------------|-----------|
| 1 | 3.10 | 11 | 2 | 0 |
| 2 | 3.24 | 12 | 20 | 1 |
| 3 | 3.00 | 11 | 2 | 0 |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . |
| 299 | 9.46 | 16 | 5 | 0 |
| 300 | 3.60 | 13 | 6 | 1 |

Tabla 1: Ejemplo de datos de corte transversal

5.4.2 Datos de Series Temporales

Una **serie temporal** consiste en un **conjunto de observaciones** sobre una **variable determinada para distintos momentos de tiempo**. El orden cronológico de las observaciones proporciona información potencialmente importante por lo que en una serie temporal **la ordenación de las observaciones es relevante**.

Se han desarrollado nuevos métodos econométricos para **explotar** esta **dependencia en las series temporales económicas** y para recoger las especiales características de las mismas.

| Año | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Precio (<i>P</i>) | 12,6 | 13,8 | 16,2 | 18,2 | 19,9 | 20,8 |
| Interés (<i>I</i>) | 4,3 | 4,3 | 3,8 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |

Tabla 2: Ejemplo de datos de serie temporal

5.4.3 Datos de Panel

Los **datos de panel** (datos longitudinales) consisten en **observaciones sobre distintas unidades en diversos momentos de tiempo**. Así pues, combinan elementos de datos de corte transversal y de series temporales.

Estos conjuntos de datos consisten en un **conjunto de encuestados repetidamente a lo largo del tiempo**. En la modelización se adopta generalmente el supuesto de que los individuos son independientes entre sí, pero para cada individuo, las observaciones a lo largo del tiempo son mutuamente dependientes. Por lo tanto, **el orden dentro de un corte transversal de un conjunto de datos panel no importa, pero el orden en la dimensión temporal es relevante**.

Si no tenemos en cuenta el tiempo en datos de panel, se dice que estamos utilizando datos de corte transversal agrupados (*pooled*).

| Nº Obs | Ciudad | Año | Crímenes | Población | Policía |
|--------|--------|------|----------|-----------|---------|
| 1 | 1 | 1999 | 5 | 350,000 | 440 |
| 2 | 1 | 2000 | 7 | 351,200 | 471 |
| 3 | 2 | 1999 | 2 | 64,300 | 70 |
| 4 | 2 | 2000 | 4 | 65,100 | 70 |
| . | . | . | . | . | . |

| | | | | | |
|-----|------|------|----|---------|-----|
| . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . |
| 299 | 9.46 | 1999 | 12 | 543,300 | 520 |
| 300 | 3.60 | 2000 | 32 | 547,100 | 497 |

Tabla 3: Ejemplo de datos de panel. Datos de 150 ciudades en 2 años

6 Resumen

- La econometría es una parte de la ciencia económica que aplica las técnicas matemáticas y estadísticas a las teorías económicas para su verificación y para la solución de los problemas económicos mediante modelos.
- El objetivo principal de la econometría es el estudio de las relaciones entre variables económicas a partir de modelos probabilísticos y de métodos de inferencia estadística.
- Un modelo econométrico es un conjunto de ecuaciones concebidas para proporcionar una explicación cuantitativa del comportamiento de las variables económicas.
- Los primeros pasos para convertir el modelo económico en un modelo econométrico constituyen etapa la de la especificación y son:
 - Especificar la forma de la función.
 - Seleccionar las variables explicativas.
 - Incluir en el modelo una perturbación aleatoria.

7 Bibliografía

- Fernández Gallastegui, A. (2004) Econometría. Pearson. Prentice Hall.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010) Econometría. McGraw- Hill.
- Trivez Bielsa, F.J. (2004) Introducción a la Econometría. Pirámide.