



Marzo 2017 - ISSN: 1696-8360



## LOS PRIMEROS INTENTOS EN ECONOMETRÍA: UNA VISTA PANORÁMICA

J. Luis Chávez

Facultad de Economía, UNCP

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

J. Luis Chávez (2017): "Los primeros intentos en econometría: una vista panorámica", Revista Contribuciones a la Economía (enero-marzo 2017). En línea:

<http://eumed.net/ce/2017/1/econometria.html>

### RESUMEN

Aunque la econometría, aquella disciplina de la economía, es relativamente joven, ha avanzado a pasos agigantados. Tal como se le entiende hoy, nace durante la gran depresión de los años 30 con Ragnar Frisch como principal impulsor; sin embargo, los primeros acercamientos hacia ella parecen remontarse a la época de William Petty.

Existe una amplia gama de definiciones acerca de la econometría, unas más sistematizadas que otras, asociadas principalmente a los objetivos de ésta. Aunado a esto, se han desplegado numerosos enfoques metodológicos, con virtudes y proezas identificadas.

El análisis econométrico parte de las relaciones empíricas entre variables subyacentes de la teoría económica, que se conglomeran en los llamados modelos econométricos. La estimación de éstos requiere de datos empíricos, los cuales poseen múltiples características que deben ser tenidas en cuenta a la hora de usarlos.

**Key words:** Econometría, modelo econométrico, metodología, regresión, datos empíricos.

**JEL Classification:** C10

El contenido que se muestra en este documento es elaborado exclusivamente por el autor. Cualquier duda, queja o sugerencia lo puede hacer enviando su comentario a la dirección electrónica [jlchg\\_94@hotmail.com](mailto:jlchg_94@hotmail.com).

## **ABSTRACT**

Although econometrics, that discipline of economics, is relatively young, it has advanced by leaps and bounds. As it is understood to him today, it was born during the great depression of years 30 with Ragnar Frisch like main impeller; nevertheless, the first approaches towards her seem to go back to the time of William Petty.

There is a wide range of definitions about econometrics, some more systematized than others, associated mainly with the objectives of the latter. In addition to this, numerous methodological approaches have been deployed, with identified virtues and prowess.

The econometric analysis starts from the empirical relations between underlying variables of the economic theory, which are conglomerated in the called econometric models. The estimation of these requires empirical data, which have multiple characteristics that must be taken into account when using them.

**JEL Classification:** C10

*ENLACE:* <https://www.aeaweb.org/econlit/jelCodes.php?view=jel>

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Una gran cantidad de *textbooks* disponibles para el lector se enmarcan en el tratamiento de lo que viene a ser la *econometría teórica* y, solo algunos de ellos, en cambio, en la *econometría aplicada*. Ahora, también hay otro grupo de trabajos aprovechables que hay intentado exponer tanto la metodología como la evolución histórica de la econometría, pero, redactadas principalmente en inglés. Este trabajo preliminar viene a ser, pues, para felicidad de algunos, otro intento pero en español.

Partiendo del supuesto inconcebible de que el término "detalle" viene a ser aquel campo de acción en torno al cual una persona dedica la mayor parte de su vida a través de sus vastas cualificaciones adquiridas, se puede plantear la hipótesis, también inconcebible, de que todas las personas tienen su detalle: de Hawking son las leyes de la física, de Mario Moreno es la facilidad de palabra, de Gates es el computador, de Frisch es la economía matemática y los métodos cuantitativos, de Guilford es la psicología de la inteligencia, de Pasteur son los métodos inmunológicos, de Newcomen es el vapor; *inter alia*.

Dado ese supuesto, el *detalle* que encuadra el presente documento es una breve delineación del tratamiento de la Econometría, la misma que se concibió primigeniamente como aquel intento sistemático y cuantitativo de otorgar mayor carácter científico a la ciencia económica y acercarse más a las ciencias "puras", como la física.

El contenido está dividido en dos apartados y son como sigue. En el primer sub-apartado se efectúa un breve recuento de los primeros intentos en econometría; en el segundo sub-apartado, se describe el génesis de la econometría; en el tercero, se desarrolla la definición sistemática de econometría, a quien mucha veces se le distingue como *ciencia* o como *alquimia* (en términos de David Hendry); en el cuarto, se describe la relaciones económicas y; finalmente, en el quinto sub-apartado, se hace una descripción acerca de los datos empíricos.

## 2. HISTORIAL

---

### 2.1 PRIMEROS INTENTOS

No es novedad que varias décadas atrás a la época Adam Smith ya se intentaba explicar empíricamente los fenómenos económicos, aunque probablemente, con *know-how* y enfoques distintos; sin embargo, con los años esa explicación necesitaba

ser más convincente y sistemática, razón por la cual se tuvo que adoptar un conjunto de instrumentos (cuantitativos, en particular). Para un interesante recuento del análisis económico véase Schumpeter (1954).

El análisis empírico cuantitativo en economía parece haber tenido sus inicios en el siglo XVII. El primer intento “sistemático” para estudiar el fenómeno económico usando datos podría atribuirse a William Petty en su trabajo *Political Arithmetick* en 1690. Sin embargo, en 1676 Petty ya había usado los resultados pioneros en *estadística descriptiva* (desarrollados por su amigo John Graunt) y ciertas formas rudimentarias de teorización económica para producir dicho intento sistemático, lo que permitió que ambos inicien con el desarrollo de la *teoría matemática de la probabilidad* (Spanos, 1986). Los trabajos de Petty fueron continuados por Gregory King y los aportes de éste último fueron publicados por Charles Davenant en 1698.

A partir de *Political Arithmetick*, que significó en cierta forma la articulación entre el enfoque teórico y el cuantitativo, se empezó a recolectar un conjunto de datos sobre precios, ingresos, rentas y otras variables, los cuales permitieron plantear relaciones económicas importantes y, a su vez, plantear ciertas “leyes” como la **ley de King** o la **ley de Engel**. Posteriormente, con uno de esos objetivos, se crea la *sociedad estadística* en 1834.

El siglo XIX estuvo ampliamente dominada por las teorías estadísticas y de probabilidad en manos de Francis Galton, Edgeworth, Pearson y Yule. Según Geweke, Horowitz y Pesaran (2006), las aplicaciones más simples de análisis de correlación en economía podrían atribuirse a Yule (1895, 1869) y Hooker (1901).

A principios del siglo XX, un fenómeno que tomo gran importancia, dentro de los estudios empíricos, fue el *ciclo económico (business cycle)*. Como señala Morgan (1990),

William Stanley Jevons fue uno de los primeros economistas en librarse de la tradición informal de trabajo aplicado que prevaleció en el siglo diecinueve y combinar la teoría con datos estadísticos en varios acontecimientos para producir una explicación general del ciclo económico. Luego, en los inicios del siglo veinte cuando el trabajo estadístico fue todavía inusual, Henry Ludwell Moore adoptó técnicas más sofisticadas para desarrollar una teoría alternativa del ciclo. (p.18)

Por su lado, Clément Juglar, Wesley Mitchell y Warren Persons adoptaron las estadísticas de Jevons y Moore. Pero sus trabajos (importantes dentro de la historia de la econometría, por cierto) solo llegaron a formar parte de la economía estadística o

cuantitativa y no alcanzaron ser etiquetados dentro de la econometría como si lo hizo el trabajo de Moore (Morgan, 1990). Asimismo, los trabajos de Schultz (1938), Allen y Bowley (1935), Lenoir (1913), Wright (1915, 1928), Working (1927), Tinbergen (1929, 1930) y Frisch (1933) representaron avances importantes de los fundamentos que instituyó Moore (Geweke, Horowitz, & Pesaran, 2006).

Por tales consideraciones se suele atribuir a Moore, aunque esto es discutible, como el *precursor* de la econometría. Para un análisis de algunos de sus importantes aportes véase Moore (1914) y Moore (1917), mientras que para un interesante recuento acerca de los primeros 50 años de la econometría véase Gilbert y Qin (2005).

## 2.2 NACIMIENTO

La econometría propiamente dicha empieza a desarrollarse, con certeza, con el establecimiento de la Sociedad Econométrica (con Ragnar Frisch como principal impulsor), la Fundación Cowles y la revista *Econometrica*.

### LA SOCIEDAD ECONOMÉTRICA Y *ECONOMETRICA*

El noruego Ragnar Anton Kittil Frisch (1895-1973) ingresó a la Universidad de Oslo donde cursó economía en la Facultad de Derecho. La decisión de estudiar economía, según Frisch (citado por Louçã, 2007), fue porque se había enterado de que era un estudio muy corto y fácil; sin embargo, con los años se interesó más y fue destacando como estudiante, logrando incluso viajar a otros países para mejorar sus cualificaciones.

El primer *paper* que escribió Frisch fue en 1923, acerca de la computación numérica, luego escribió otros tópicos relacionados a matemática y estadística, razón por la cual se consideraba un economista matemático (Louçã, 2007). Su primer *paper* sobre economía, *Sur un problème d'économie pure*, fue publicado en 1926, donde acuña por primera vez el concepto de "econometría"; sin embargo, se descubrió que dicho término ya se había introducido en alemán –*Oekonometrie*– por Pavel Ciompa en 1910, pero no en el sentido que hoy se le conoce (Bjerkholt, 1995).

En aquel ensayo, Frisch menciona:

Intermedio entre las matemáticas, las estadísticas y la economía, encontramos una disciplina nueva, la cual a falta de un mejor nombre, puede ser llamada *econometría*. La econometría tiene como meta someter leyes abstractas de economía política teórica o economía 'pura' a verificación experimental y numérica, y de este modo revolver la economía pura, tan lejos como sea

posible, en una ciencia en el sentido estricto de la palabra. (Citado por Bjerkholt, 1995, p. 4)

En ese sentido, de acuerdo a Louçã (2007), Frisch pensó que sin verificación empírica la economía no podría ser una ciencia, por lo que colocó todos sus esfuerzos para la construcción de esa ciencia. En 1926, le escribió a los Departamentos de Economía para pedir los nombres de quienes se consideraban como economistas matemáticos y con base al material recibido preparó una lista (Bjerkholt, 1995). Luego, tuvo que viajar por varios países del mundo buscando reunirse con personas que estuvieran interesadas en su propuesta.

En 1926, Frisch se acercó por correspondencia a François Divisia con la intención de formar una *Association Internationale d'Economie Pure* y una nueva revista; la idea fue bien recibida, tras lo cual Divisia sugirió establecer un *círculo restringido* de economistas matemáticos interesados en establecer una asociación internacional. Luego, escribió a sus colegas Ladislau Von Bortkiewicz, Charles Jordan, Arthur Bowley y Eugene Slutsky también con el deseo de iniciar una organización que promueva la economía matemática o “economía pura” (Bjerkholt, 1995). Sin embargo, en 1912 Irving Fisher -vicepresidente de la *American Association for the Advancement of Science* para ese entonces- ya había intentado organizar una sociedad para promover la investigación en economía cuantitativa y matemática, aunque sin lograr su objetivo (Christ, 1952).

En 1927 Frisch se instaló en Estados Unidos, donde conoció a notables economistas europeos pero sólo pocos de ellos con el deseo de crear una nueva raza de economía (la econometría, desde su perspectiva) como la ciencia que “mide lo inmedible”; sin embargo, Wesley Mitchell y la Fundación Rockefeller (la que subvencionaba sus viajes) ofrecieron distribuir un manuscrito suyo en el que explicaba cómo medir los ciclos económicos. Paralelamente, presentó otro ensayo en la reunión conjunta de *la American Economic Association* y *la American Statistical Association* en Washington, que luego sería cedido para su publicación a la NBER (*National Bureau of Economic Research*) con el propósito de diseminar sus ideas (Louçã, 2007). En este año, Frisch también escribió un memorándum sobre la importancia de establecer una revista, a la que se refirió como “Oekonometrica” (Bjerkholt, 1995).

En 1928, Frisch y Charles Roos se reunieron con Irving Fisher en New Haven para discutir la idea de fundar una sociedad. Fisher, escéptico, propuso unirse a la idea siempre y cuando ambos le entreguen una lista de 100 personas interesadas; sólo alcanzaron cerca de 70 nombres. Con la sugerencia de una docena de nombre más, Fisher aceptó la propuesta. Luego, los tres redactaron una carta para invitar a

nuevos miembros; las respuestas fueron excelentes (Christ, 1952). La lista necesitaba ser más grande por lo que Frisch tuvo que ir a Europa para reunirse con otros influyentes estudiosos.

Con una lista más extensa, a comienzos de 1930, Frisch retorna a Estados Unidos para invitar por medio de una carta circular a 31 personas (incluyendo los firmantes Frisch, Fisher y Roos) para lo que sería la reunión fundacional de la *Econometric Society, an International Society for the Advancement of Economic Theory in its Relation to Statistics and Mathematic*. La reunión tuvo lugar en el hotel Statler en Cleveland, Ohio, el 29 de diciembre de 1930 (Econometric Society, 1933); fueron 16 los asistentes: Ragnar Frisch, Harold Hotelling, Karl Menger, Frederick Mills, William Ogburn, Oystein Ore, James Harvey Rogers, Charles Roos, Malcolm Rorty, Henry Schultz, Joseph Schumpeter, Walter Shewhart, Carl Snyder, Norbert Wiener, Edwin Wilson e Ingvar Wedergang (Louçã, 2007).

En aquella reunión, Schumpeter fue elegido moderador, Irving Fisher (uno de los ausentes) presidente, Divisia vicepresidente y Roos secretario; también se nombraron 10 miembros del consulado, siendo Frisch uno de ellos. Así pues, Frisch jugó un rol importante en el desarrollo de esa nueva organización: fue él quien dio la idea de una asociación econométrica, contribuyó en la organización de las primeras reuniones y fue elegido como primer editor de la revista *Econometrica* de la Sociedad (Bjerkholt, 1995).

La Constitución de la Sociedad Econométrica fue una adaptación de lo que Ragnar Frisch había redactado previamente en sus correspondencias (Econometric Society, 1933). En la sección I de esta constitución -publicada en el primer volumen de *Econometrica*-, acerca del alcance de la Sociedad, se lee:

El Sociedad Econométrica es una sociedad internacional para el avance de la teoría económica en su relación a las estadísticas y las matemáticas. La Sociedad operará como una organización completamente desinteresada, científica sin prejuicio político, social, financiero, o nacionalista. Su propósito principal será promover estudios que apunten a una unificación de lo teórico-cuantitativo y el enfoque empírico-cuantitativo para los problemas económicos y sea entendido por la manera de pensar constructiva y rigurosa parecido a eso que ha alcanzado dominio en las ciencias naturales. Cualquier actividad que promete finalmente fomentar tal unificación de estudios teóricos y objetivos en la economía estará dentro de la esfera de interés de la Sociedad. (Roos, 1933, pág. 106)

Con los años, la Sociedad alcanzó una mayor cantidad de miembros (153 nuevos para 1931); sin embargo, los desacuerdos iniciales entre ellos sobre la afiliación de miembros fueron muy marcados. Esto se resolvió estableciendo dos tipos de miembros: los regulares y los *fellows* (Bjerkholt, 1995). Una importante lista de presidentes, vicepresidentes, *fellows* y conferencias de la Sociedad Econométrica los puede encontrar en (Louçã, 2007).

Mientras la nueva sociedad se formaba, el americano Alfred Cowles se interesaba en los pronósticos, comparándolos con el de sus homólogos y verificando si el inversor seguía los consejos de éstos. Luego de la crisis de la gran depresión de 1929, interrumpió sus pronósticos para preocuparse de las fuerzas que dominaban los negocios y la bolsa de valores. En 1931, discutió sus problemas con su amigo bioquímico Charles Boissevain y luego con Harold Davis, quien le recomendó asociarse a la Sociedad Econométrica como financiador de la publicación de una revista (Christ, 1952).

Cowles, conocedor de la necesidad económica que tenían en la Sociedad para el financiamiento de una revista, le escribió a Fisher en agosto de 1931 y éste, junto con Roos, invitaron a Cowles para reunirse (en octubre), donde Cowles ofrece financiar la revista pensada. Esto tuvo que ser examinado a los cónsules, quienes autorizaron a Frisch para decidir luego de la reunión que tendría con Cowles (Bjerkholt, 1995). Luego de la reunión, Frisch quedó satisfecho y, antes de regresar a Noruega, se reúne brevemente con Fisher y Roos. Los tres escribieron una carta al consulado recomendando aceptar la propuesta, hecho que se suscitó en enero de 1932 (Christ, 1952).

El nombre elegido para la revista fue, después de algunos debates, *Econometrica*, la que se publicaría trimestralmente. El primer volumen se publicó en 1933 en Colorado Spring, Estados Unidos, con Rangar Frisch como editor y William Nelson como editor asistente; los editores asociados fueron Alvin Hansen, Frederick Mills y Harold Davis. Para una revisión de los propósitos que pretende la Sociedad Econométrica con *Econometrica*, véase Frisch (1993).

## LA FUNDACIÓN COWLES

La *Cowles Commission for Reseach in Economics* fue fundada en 1932. Las figuras más importantes para el establecimiento de esta Fundación fueron Alfred Cowles, Harold Davis y la Sociedad Econométrica.

Cowles, consejero en inversiones empresariales en Colorado, despertó su interés por la investigación económica luego de estar abocado en medir la exactitud de sus



pronósticos y de los que hacían pronósticos durante 1928-1932, lo que le llevó a ofrecer un financiamiento para el establecimiento de la *Cowles Commission* (Christ, 1952). Y también, como se dijo, para la revista *Econometrica*. Cuando el consulado de la Sociedad Econométrica aceptó la propuesta de Cowles en 1932, el acuerdo fue el siguiente:

Cowles establecería una organización de investigación en Colorado Springs para ser conocido como la Fundación Cowles para la Investigación en Economía; la Sociedad Econométrica patrocinaría la Fundación Cowles; la Fundación Cowles sería guiado por un Asesor Council designado de por ahí cerca de la Sociedad Econométrica; y Cowles asumiría financieramente el costo de publicar una revista para la Sociedad. (Christ, 1952, pág. 10)

En setiembre del mismo año, Cowles es elegido presidente de la Fundación, la cual cambia de sede en 1939 por encontrarse alejada geográficamente de los otros centros de investigación económica y estadística. Su próxima parada fue Chicago, donde estuvo muy influenciado por la Universidad de dicha ciudad (Christ, 1952).

### **3. NOCIONES BÁSICAS**

---

#### **3.1 ¿QUÉ ES ECONOMETRÍA?**

##### **DEFINICIÓN**

Si se habla de una cuestión etimológica, econometría significa “medición de la economía”; sin embargo, como se sabe, su ámbito de estudio va mucho más allá.

Frisch (1933) señalaba que la definición de econometría se encuentra implícito en la declaración del alcance de la Sociedad Econométrica (sección I de su Constitución), la misma que ya se hizo referencia anteriormente. En ella, se habla de promover estudios que apunten a una unificación rigurosa de los enfoques teórico-cuantitativo y cuantitativo-empírico a los problemas económicos. Pero, ¿que deja entrever realmente esta afirmación? El mismo Frisch menciona:

Pero hay varios aspectos del acercamiento cuantitativo a la economía, y ninguno de estos aspectos, tomados por sí mismo, debería ser confundido con *econometría*. Así, la econometría de ninguna manera es igual que estadísticas económicas. Ni ella es idéntica con lo que nosotros llamamos teoría económica general, aunque una parte considerable de esta teoría tiene un carácter definitivamente cuantitativo. Ni la econometría debería ser tomada como sinónimo de la aplicación de matemáticas a la economía. La experiencia ha mostrado que cada uno de estos tres puntos de vista, eso de estadísticas,

teoría económica y las matemáticas, son necesarias pero no por sí mismo suficiente condición para una comprensión verdadera de las relaciones cuantitativas en la vida económica moderna. Es la unificación de los tres que es poderoso. Y es esta unificación que constituye econometría. (Frisch, 1933, pág. 2)

Aunque esta definición sigue teniendo validez hasta la actualidad, se han ofrecido otros puntos de vista no muy alejados de aquel. Por ejemplo, Maddala (1992) lo entiende como “la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos al análisis de datos económicos, con el propósito de dar contenido empírico a las teorías económicas y verificarlas o refutarlas” (p.1). De manera análoga, Wooldridge (2010) admite que “la econometría se basa en el desarrollo de métodos estadísticos que se utilizan para estimar relaciones económicas, probar teorías económicas y evaluar e implementar políticas públicas y de negocios” (p.1).

Hendry (1980) sostiene que “La teoría econométrica es el estudio de las propiedades del proceso generador de datos, de técnicas para analizar datos económicos, métodos de estimar magnitudes numéricas de parámetros con valores desconocidos y los procedimientos para probar hipótesis económicas” (p.389). Por su lado, Spanos (1986) admite que la “econometría está preocupada con el estudio sistemático de fenómenos económicos usando datos observados” (p.3).

Estos cuatro autores intentan exponer esa unificación de la que hablaba Frisch, pero de una forma no tan organizada (interdisciplinariamente hablando) como sí lo hacen Gujarati y Porter (2010): “la econometría es una amalgama de teoría económica, economía matemática, estadística económica y estadística matemática” (p.2).

Novales (1993), desde una perspectiva funcional, establece que “la Econometría se ocupa del estudio de estructuras que permitan analizar características o propiedades de una variable económica utilizando como causas explicativas otras variables económicas” (p.ix).

Todas estas ideas, y algunas otras interesantes que no se citaron, muy bien lo resumen Stock y Watson (2011):

Pregunte a media docena de econometristas lo que es econometría y usted podría obtener una media docena de respuestas diferentes. Uno le podría decir que la econometría es el juego de probar teorías económicas. Un segundo le podría decir que la econometría es el conjunto de herramientas usadas para pronosticar valores futuros de variables económicas, algo semejante como las

ventas de empresa, el crecimiento global de la economía, o los precios de acciones. Otro podría decir que la econometría es el proceso de ajustar modelos económicos matemáticos a los datos del mundo real. Un cuarto podría decirte que es la ciencia y el arte de usar datos históricos para hacer recomendaciones numéricas de política, o cuantitativas, en el gobierno y el negocio.

De hecho, todos estos contestan lo correcto. En un nivel amplio, la econometría es la ciencia y el arte de utilizar teoría económica y técnicas estadísticas para analizar los datos económicos. (pág. 1)

Puesto que las definiciones acerca de la econometría son cuantiosas, no hay una que sea aceptada universalmente, pero, dejan entrever que están muy asociadas a los *objetivos* de dicha *ciencia*. La “cientificidad” de la econometría ha sido muy discutida hasta la actualidad (véase por ejemplo Hendry, 1980) y, por lo mismo, no se ha llegado a un consenso definitivo. Sin embargo, lo que sí está claro es que la econometría se promovió con el fin de darle mayor carácter científico a la economía; es decir, de proveerle de instrumentos matemáticos rigurosos para asemejarse más a las ciencias “puras”, a quienes los economistas envidiamos.

Pero, ¿cuáles vienen a ser esos objetivos? Los principales **objetivos** de la econometría son: i) la formulación de modelos econométricos en base a modelos económicos propios de la teoría económica, ii) la estimación y pruebas de hipótesis del modelo con datos empíricos (a veces se le asocia a la idea de verificar una teoría económica), iii) el uso del modelo para fines de predicción y iv) el uso del modelo para aplicar políticas de control y salvamento.

Para terminar esta parte, es importante distinguir la **econometría teórica** de la **econometría aplicada**. La primera se encarga del desarrollo de métodos de estimación, pruebas de hipótesis, sus propiedades y supuestos; la segunda, por su parte, se encarga de la aplicación de la primera en ciertos campos específicos de estudio, utilizando datos económicos. Así pues, el primer objetivo (y hasta cierto punto el segundo) corresponderá a la teoría econométrica, mientras que los restantes a la econometría aplicada.

## METODOLOGÍA

¿Cómo alcanza la econometría los objetivos que se plantea? El “cómo” sugiere que siga una determinada metodología. La **metodología de la econometría** (y sus **métodos**) ha evolucionado notoriamente desde sus *primeros intentos* hasta su estado

actual. Para un análisis exhaustivo de este tema véase Hoover (2005), Spanos (2005), Gilbert y Qin (2005) y Morgan (1990).

Desde el nacimiento de la econometría hasta mediados del siglo XX, varias prominentes figuras contribuyeron al desarrollo de ésta, entre ellos Frisch, Tinbergen, Koopmans y particularmente Haavelmo. Este último, con su trabajo *The Probability Approach in Econometrics* en 1944, revoluciona la econometría entendida hasta ese entonces. Como menciona Morgan (1990), el trabajo de Haavelmo marca el final de los años formativos de la econometría y el inicio de su periodo de maduración.

La idea de emprender el estudio de Haavelmo fue durante su trabajo como asistente de Frisch en el Instituto de Economía de Oslo. Haavelmo (1944) habla de la construcción probabilística de un modelo económico, de ahí el nombre de su trabajo. Fue partir de esta metodología que la Fundación Cowles (con sede en Chicago) cambió su agenda y se enfocó en extenderlo y formalizarlo (Spanos, 2005).

A partir de 1963 hasta la actualidad, la metodología econométrica que se ha seguido es la **metodología de los libros de texto**, la cual se constituyó con Johnston (1963) y Goldberger (1964) y se formalizó con la perspectiva Gauss-Markov (Spanos, 2005). Sin embargo, existen otros importantes enfoques metodológicos (de Box-Jenkins, Sims, Sargan, Hendry, Sargent-Lucas o Leamer) que también merecen la debida atención. Para una revisión crítica de las metodologías de Sims, Hendry y Leamer, véase Pagan (1987); para un análisis de la metodología de Hendry, véase Gilbert (1986).

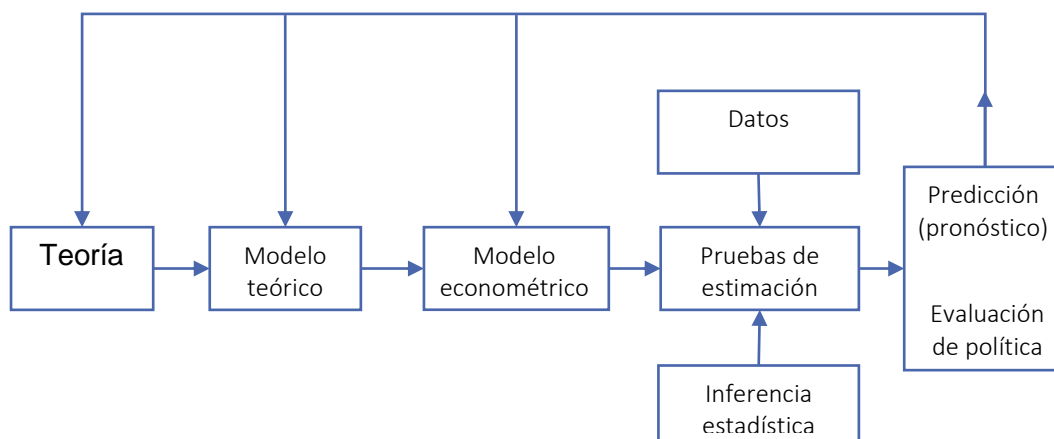
De acuerdo a Gujarati y Porter (2010), la **metodología clásica** (de los libros de texto) consta de los siguientes pasos:

- Planteamiento de la teoría o de la hipótesis.
- Especificación del modelo matemático de la teoría.
- Especificación del modelo econométrico o estadístico de la teoría.
- Obtención de datos.
- Estimación de los parámetros del modelo econométrico.
- Pruebas de hipótesis.
- Pronóstico o predicción.
- Utilización del modelo para fines de control o de políticas.

Estos pasos representan aproximadamente la *metodología de los libros de texto para la modelación econométrica* que plantea Spanos (1986), la misma que se ilustra en la Figura 3.1. La modelación econométrica, como se sabe, es el proceso de construir *modelos econométricos* (véase la sección 3.2).

Sin embargo, alternativamente a la metodología tradicional, se puede seguir la **metodología bayesiana** (advierta que ambas metodologías están presentes tanto en la econometría teórica como en la aplicada).

Figura 3.1



## PROBLEMAS

La econometría, desde sus primeros intentos, ha tenido que lidiar con múltiples situaciones hostiles. En primer lugar, el econometrista tiene que hacer frente a los problemas de los datos *empíricos* (del mundo real): errores de muestreo, información sesgada, cantidad limitada (incluso disponibilidad), datos atípicos, entre otros.

Otro problema está asociado al cumplimiento de su segundo objetivo: verificar empíricamente las teorías económicas; sin embargo, para algunos sólo se trata de averiguar si los datos verifican o no una teoría. Estas concepciones pueden ser criticables para los que consideran que el fin de la econometría no es “probar” teorías.

Ahora, dado que los mercados, las preferencias de los consumidores y las políticas económicas (las decisiones del *policy-maker*) son cambiantes tanto en el ámbito inter-temporal como inter-espacial, la econometría no siempre es eficaz al momento de realizar predicciones. Esto ha sido otra “piedra en el zapato” del econometrista.

## 3.2 RELACIONES EMPÍRICAS

Cuando un investigador pretende analizar una variable económica, quizás lo primero que haga sea construir un árbol de problemas; es decir, identificar sus causas y consecuencias. Como éstas pueden ser representadas por determinadas variables, el investigador podría plantear cierta *relación* entre la primera y las últimas. La teoría económica es precisamente quien se encarga de analizar estas relaciones entre variables a través de *modelos económicos*.

## LOS MODELOS

Un *modelo* es una representación simplificada de un fenómeno real, como un sistema real o un proceso. El fenómeno real es representado por el modelo para explicarlo, predecirlo, y controlarlo, objetivos correspondientes a los tres propósitos de la econometría, a saber análisis estructural, pronóstico y evaluación de política. (Intriligator, 1983, págs. 182-183)

Pero, ¿por qué el fenómeno tiene que ser representado por un modelo y no es explicado tal cual? La respuesta es inmediata: cualquier fenómeno real es muy complejo y casi siempre debe ser simplificado para facilitar su comprensión y análisis; por desgracia, la simplificación implica necesariamente realizar ciertos *supuestos*.

En economía, esas simplificaciones y supuestos constituyen **modelos económicos**. Al respecto, muchos estudiosos han señalado que la calidad de un modelo no está en la veracidad de sus supuestos, sino en los resultados que se desprenden de él; mientras que otros han apreciado que a menor número de supuestos, mejor y más realista es el modelo.

Entre los más importantes tipos de modelos, ya sean económicos o de otras ciencias, según Intriligator (1983), están: i) los *modelos verbales* son aquellos que usan analogías verbales –paradigmas- para representar el fenómeno; ii) *modelos físicos*, quienes representan el sistema del mundo real por medio de un ente físico –prototipo-; iii) los *modelos geométricos*, son los que usan diagramas para mostrar relaciones entre variables (generalmente pocas); iv) los *modelos algebraicos*, los más usuales en econometría, representan el sistema del mundo real a través de relaciones algebraicas (ecuaciones, con variables de por medio).

Los modelos económicos se suelen representar matemáticamente por *funciones*, donde las variables involucradas expresan *dependencia determinista* (exacta). Considere como ejemplo la función de consumo de Keynes, en el que se supone que los agentes son racionales e impacientes:

$$C_i = a + bY_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.2.1)$$

donde  $C$  es el consumo,  $Y$  es el ingreso,  $b$  es la propensión marginal a consumir (PMC),  $a$  es el término independiente y el subíndice  $i$  representa la observación  $i$ -ésima de un conjunto de datos de tamaño  $n$ . La ecuación (3.2.1) indica que existe una relación directa entre el ingreso (causa) y el consumo (efecto), pero ¿por qué se dice que estas variables expresan dependencia determinista? Quiere decir que todos los individuos que tengan 100 soles como ingreso, necesariamente deben gastar la

misma cantidad (30 soles, por ejemplo). Como esto no es cierto en la realidad, se tiene que recurrir a un *modelo econométrico*.

Continuando con Intriligator (1983), un **modelo econométrico**, que generalmente es un modelo algebraico, es un modelo estocástico en el sentido de incluir variables aleatorias. En otras palabras, es un modelo donde las variables incluidas expresan *dependencia estadística* o estocástica.

Siguiendo el ejemplo anterior, la especificación econométrica de la función de consumo de Keynes sería:

$$C_i = a + bY_i + u_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.2.2)$$

donde  $u_i$  es el *elemento estocástico* o *perturbación* que permite que la ecuación (3.2.2) exprese dependencia estocástica entre  $C_i$  y  $Y_i$ . De acuerdo a Kennedy (1992), la existencia de esta perturbación se justifica principalmente por tres medios (no exclusivos mutuamente):

- Omisión de la influencia de innumerables eventos fortuitos: otras variables pueden influir en el consumo ( $C_i$ ). Si las variables omitidas tienen una influencia importante, hay un problema en la especificación del modelo; sin embargo, si tienen una influencia limitada, los errores pueden representar la influencia neta.
- Errores de medición: cuando la variable explicada del modelo ( $C_i$ ) no puede ser medida exactamente, las perturbaciones podrían representar estos errores de medición; sin embargo, cuando la variable explicativa ( $Y_i$ ) tiene errores de medición, se crea un gran problema en el modelo.
- Indeterminación humana: las perturbaciones pueden representar la aleatoriedad inherente en la conducta humana, dado que ésta varía aun cuando los individuos se encuentran en circunstancias idénticas.

Los modelos econométricos, así como los modelos de cualquier otra ciencia, están comprendidos por tres elementos substanciales: variables, ecuación(es) y parámetros.

### Las variables

Las variables son aquellas características de las unidades de análisis. Pueden ser **endógenas** o **exógenas**: se dice que una variable es endógena si es resuelta dentro del modelo ( $Y$ ) y es exógena si no es resuelta dentro del mismo ( $X$ ). La Tabla 3.1

muestra algunas denominaciones frecuentes de las variables, las cuales se suelen nombrar indistintamente, por lo que no debe confundirlas.

Las variables también se pueden clasificar en **cuantitativas** y **cuantitativas**. Las primeras expresan características no cuantificables (atributos o categorías) y se clasifican en **ordinales** y **nominales**. Las segundas son aquellas que toman valores numéricos y se clasifican en variables **discretas** y **continuas**.

**Tabla 3.1**

<b>Y</b>	<b>X</b>
Predicha	Predictor
Regresada	Regresora
Explicada	Explicativa
Dependiente	Independiente
Endógena	Exógena
Efecto	Causa
Objetivo	Control

### Las ecuaciones

Una ecuación es una *relación* matemática comprendida por variables y parámetros. Las ecuaciones se pueden clasificar de la siguiente forma:

#### *Ecuaciones de conducta*

Son aquellas que reflejan causalidades entre las variables endógenas y exógenas. Estas ecuaciones dan gran aporte teórico a los modelos ya que provienen de la teoría económica. Ejemplos de ecuaciones de conducta son: la demanda, la oferta, la inversión, el consumo, entre otros.

Dentro de este grupo se puede encontrar las ecuaciones tecnológicas, como una función de producción, y las *ecuaciones de política*, como la oferta monetaria.

#### *Identidades*

Son ecuaciones válidas por definición o porque la teoría determina que es así. Generalmente están ligada a la contabilidad. Una identidad macroeconómica muy conocida para una economía abierta es la del Producto Bruto Interno, donde  $PBI = C + I + G + X - M$ .

#### *Ecuaciones de equilibrio*



Este tipo de ecuaciones permite que el modelo alcance una solución. Un ejemplo claro de esta tipo de ecuaciones se encuentra en la teoría microeconómica: oferta de bienes igual a demanda de bienes.

### Los parámetros

Son los coeficientes de las variables independientes (exógenas) del modelo sobre los que el investigador formula pruebas de hipótesis e interpreta la teoría económica que sustenta el modelo.

### EL PRINCIPIO DE REGRESIÓN

Tal como sugiere la metodología tradicional de la econometría, los modelos econométricos deben ser estimados usando datos empíricos y técnicas econométricas. Esta estimación comprende gran parte de lo que viene a ser la herramienta más importante de la econometría: la *regresión*.

Tal como señala Spanos (2003), el término “regresión” fue propuesto por primera vez por Galton (1877), formalizado en Galton (1885, 1886), extendido por Pearson (1894, 1895, 1896) y asociado a los mínimos cuadrados en Yule (1876).

Galton (1877), haciendo una comparación entre un grupo de 100 hombres gigantes y otros 100 de medianos, suponía que tanto la cantidad como la estatura de los descendientes de los primeros serían menores que de los segundos, por dos razones: primero, porque sus razas serían diluidas por el matrimonio y, segundo, porque la prole de todos los individuos tiende a “revertir hacia la mediocridad”. Sin embargo, en Galton (1885, 1886) ya se habla explícitamente del término regresión como un principio o ley, en lugar del término “reversión”.

Actualmente,

El análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas. (Gujarati & Porter, 2010, pág. 15)

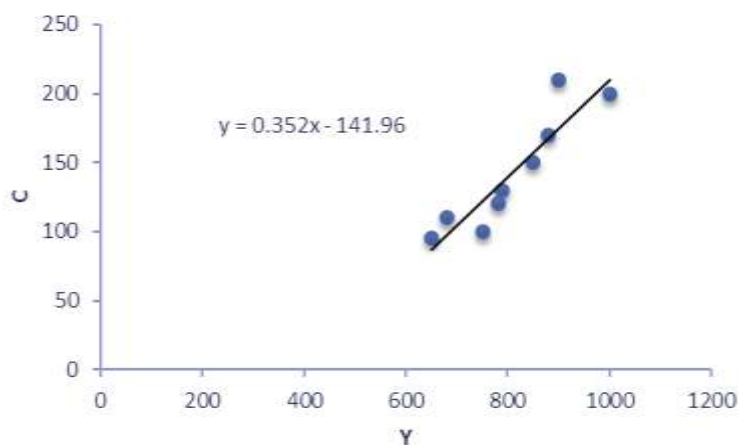
Cuando la dependencia comprende una variable explicativa y otra explicada, se le denomina *análisis de regresión simple*, mientras que si comprende una variable explicada y dos o más variables explicativas, se le denomina *análisis de regresión múltiple*.

Para dar la idea general de una regresión, considere como ejemplo la ecuación (3.2.2), donde  $Y_i$  es el regresor y  $C_i$  la regresora. Como se trata de análisis de

regresión simple, vasta un plano bidimensional. En la Figura 3.2, la **línea de regresión** (la línea de color negro) representa la unión de puntos de los valores estimados de  $C$ ,  $\hat{C}_i$ , correspondientes a cada uno de los valores de  $Y$ ,  $Y_i$ . Al conjunto de puntos dentro del plano  $(Y, C)$  se le denomina **nube de puntos** o **diagrama de dispersión**.

Los puntos de color azul representan cada uno de los valores de  $X$  asociados a un valor de  $Y$ ; es decir, pares ordenados. Puesto que dichos puntos no están exactamente sobre la línea de regresión (como sugiere la teoría económica, ecuación 3.2.1), se podría hablar de una **discrepancia**. Esta discrepancia es representada por  $u_i$  (el elemento estocástico) del modelo (3.2.2).

Figura 3.2



Como se puede apreciar en la figura anterior, la regresión se hizo con 10 observaciones. Como se verá más adelante, esto no se *debe* hacer, aunque para fines ilustrativos si se *puede* (como en este caso).

La ecuación que se muestra en la Figura 3.2 representa el modelo econométrico (3.2.2) estimado. La técnica econométrica que permitió dicha estimación se denomina **Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)**. Existen otras técnicas como el Método Generalizado de Momentos o Máxima Verosimilitud, pero que no son tan populares como la primera, aunque sí más robustas.

Un tema un tanto cercano al análisis de regresión es el **análisis de correlación**. Esto no es otra cosa que el conjunto de técnicas para medir el grado de dependencia entre dos o más variables. Una técnica muy conocida es el que se acaba de mostrar: el diagrama de dispersión. El **coeficiente de correlación** es otra técnica común, quien mide el grado de asociación "lineal" entre variables.

### 3.3 DATOS EMPÍRICOS

Los **datos** vienen a ser los valores que admiten las *unidades de observación* sobre una determinada variable. Las **unidades de observación**, conocidas también como *unidades de análisis* o *unidades estadísticas*, vienen a ser los elementos de una *población*.

La **población** es el conjunto de todos los elementos a estudiar en un espacio definido, elementos que tienen ciertas propiedades y/o características en común; mientras que **muestra** es el subconjunto de elementos de la población. Al proceso de obtener una muestra se le denomina **muestreo**.

Teniendo en cuenta lo anterior, ¿qué aspectos de los datos empíricos se deben tener en cuenta dentro de la modelación econométrica? Para responder esta interrogante, se plantea un caso irónico.

Considérese el caso de Evaristo, un carpintero, a quien se le encomienda instalar una puerta. Primero, tiene que diseñar la puerta; segundo, debe ir a la maderera (o al bosque) para comprar tantos pies de madera como sean necesarios; tercero, debe cortar las maderas de acuerdo al diseño de la puerta para, luego, juntarlos con cola; después, debe lijar las asperezas de la puerta para hacerle el acabado y, finalmente, instalarla para su uso. ¿Cómo procedería Evaristo si fuese un econometrista y le encomiendan instalar un modelo econométrico? Primero, tiene que diseñar el modelo; segundo, debe ir a la maderera (o al bosque) para comprar tantos pies de datos como sean necesarios; tercero, debe cortar los datos de acuerdo al diseño del modelo para, luego, juntarlos con cola; después, debe lijar las asperezas del modelo para hacerle el acabado y, finalmente, instalarlo para su uso.

Perciba que el carpintero Evaristo instala un bien (la puerta), pero el econometrista Evaristo instala un aporte académico (el resultado del modelo econométrico estimado). Ahora, vislumbre que representa cada idea asociada a este aporte.

Cuando se habla de “diseñar el modelo”, se pretende indicar que Evaristo debe *especificar* un modelo econométrico de acuerdo a una teoría. Ahora, cuando se habla de “ir a la maderera (o al bosque) para comprar tantos pies de datos” se quiere dejar entrever tres aspectos. Primero, los datos pueden estar disponibles en “la maderera” (fuentes secundarias) o se tiene que ir al bosque para comprarlos (fuentes primarias); segundo, la cantidad de datos debe ser analizada, si son pocos (muestras pequeñas) o abundantes (muestras grandes); tercero, la unidad de medida de los datos (la *escala*) es muy importante.

Continuando, “cortar los datos de acuerdo al diseño del modelo” quiere decir que los datos se tienen que *ajustar* a la especificación del modelo y *organizar* (en *tabla de datos*) de acuerdo a una *estructura de datos*, mientras que “juntarlos con cola” indica que los datos deben ser juntados para *estimar* el modelo con técnicas econométricas (la cola). Una vez estimado el modelo, se necesita de la destreza del econométrista para corregir los errores que se puedan presentar en él (*violación de supuestos*), esto es lo que significa “lijar las asperezas del modelo para hacerle el acabado”. Por último, “instalarlo para su uso” quiere decir que el modelo debe ser *interpretado* para su posterior uso.

Ahora si se puede responder la anterior interrogante: dentro del proceso de modelación econométrica es importante tener en cuenta la fuente, la cantidad, la escala, la organización y la estructura de los datos empíricos. A continuación, se detallan cada uno de estos aspectos.

### FUENTE DE DATOS

En economía (en econometría, en particular) se utilizan fundamentalmente **datos no experimentales** –denominados también *datos retrospectivos* u *observacionales*–, los cuales son obtenidos por experimentos no controlados; es decir, reflejan el comportamiento “real” de las unidades de análisis. Los **datos experimentales**, por su parte, provienen de experimentos controlados (las unidades de análisis son controladas aleatoria y artificialmente para un fin determinado), propios de las ciencias naturales.

Stock y Watson (2011) señalan que los experimentos sobre temas humanos son escasos en economía ya que suelen ser costosos, difíciles de administrar e incluso antiéticos. Efectivamente, la escasez de datos experimentales en economía se debe a tales problemas y no meramente a problemas asociados con la naturaleza de dicha ciencia, como se podría pensar.

Para su mejor entendimiento y análisis, los datos empíricos deben ser **organizados** en una **tabla de datos** (¡recuerde el caso irónico!). La Tabla 3.2 ofrece un ejemplo de ella, donde hay  $m$  variables asociadas a las  $n$  unidades de análisis. Cada celda representa el valor de la  $j$ -ésima variable para la  $i$ -ésima unidad de análisis.

Tabla 3.2

		Variables (j)					
		1	2	3	4	5	... M
Unidad	1						

	<b>2</b>	
	<b>3</b>	
	<b>4</b>	
	<b>⋮</b>	
	<b>N</b>	

Respecto a la forma de conseguir los datos empíricos, se debe advertir que hay cierta ventaja a la hora de usar fuentes primarias y no secundarias: la exclusividad. Los datos que el investigador recabará serán exactamente aquellos que su estudio requiere.

Cuando se requiere ir al bosque para recabar los datos empíricos, es pertinente usar determinadas **técnicas e instrumentos de investigación**. Una técnica muy popular es la **encuesta** cuyo instrumento, generalmente, es un **cuestionario**; otras técnicas son: la entrevista, la observación, el test y el experimento. Ahora, si los datos empíricos se encuentran a las madereras, el investigador no tiene que caminar mucho para conseguir las ya que están disponibles las “madereras virtuales”.

Independientemente del tipo de fuente de datos que se use, éstos casi siempre provienen a una muestra (¡el tiempo y el alto costo no permiten alcanzar fácilmente la población!). La estimación de los modelos econométricos requiere que dicha muestra sea de tamaño *significativo* o grande. ¿Cuánto quiere decir “significativo”? Por lo general, se dice que una muestra es significativa si posee 30 o más observaciones. Esto es relativo, por supuesto, ya que pueden ser más (de preferencia) o tal vez menos (uno nunca sabe).

### Escala de datos

Las **escalas o niveles de medición** de los datos empíricos, de acuerdo a Spanos (2003), son clasificadas tradicionalmente en cuatro categorías:

#### *Escala de razón*

Se dice que un conjunto de datos posee escala de razón si entre ellos, por decir  $a$  y  $b$ , satisfacen las siguientes consideraciones: i) la operación  $a/b$  permite saber cuántas veces  $a$  es más grande que  $b$ , ii) la distancia  $a - b$  es una cantidad significativa iii) existe un ordenamiento natural (ascendente o descendente) entre ellas (las comparaciones  $a \leq b$  y  $a \geq b$  tienen sentido).

Como ejemplos de esta categoría están los datos del PBI, PEA, número de estudiantes matriculados, tasa de desempleo, entre otros.

#### *Escala de intervalos*

Los datos empíricos poseen escala de intervalo si entre ellos, por decir  $a$  y  $b$ , satisfacen las consideraciones ii) y iii) pero no la i), de la anterior categoría. Sin embargo, se debe advertir que es posible comparar intervalos:

$$a - b = m(c - d) \approx \frac{a - b}{c - d} = m$$

siendo  $c$  y  $d$  otros dos datos cualesquiera. Como ejemplo de esta categoría están los datos de la variable temperatura.

#### *Escala ordinal*

Los datos empíricos poseerán escala ordinal siempre y cuando satisfagan con la consideración iii) de la primera categoría. Es decir, los datos sólo se pueden ordenar.

Como ejemplo de esta categoría se tiene a los datos que se observan de la variable *clase social*: burguesía, pequeña burguesía y proletariado (note que hay un orden entre las tres).

#### *Escala nominal*

Se dice que los datos empíricos poseen escala nominal si no satisfacen las consideraciones de la primera categoría. Sin embargo, son válidas las relaciones de igualdad ( $a = b$ ) y no igualdad ( $a \neq b$ ). Como ejemplo considere los datos que se observan de la variable *sexo*: masculino y femenino. Con tales datos sólo se puede decir que *masculino* no es igual (es diferente) a *femenino*.

El lector percibirá que la escala más estructurada, matemáticamente hablando, es la de razón, mientras que la menos estructurada es la nominal. Es decir, la escala de razón es la que exhibe mayor información y la nominal es la que exhibe menor información.

### **Las madereras virtuales**

Para fortuna del investigador, hay una cantidad importante de sitios web de donde se pueden extraer datos fehacientes.

Fuentes nacionales:

- Banco Central de Reserva del Perú ([www.bcrp.gob.pe/](http://www.bcrp.gob.pe/)).
- Instituto Nacional de Estadística e Informática ([www.inei.gob.pe/](http://www.inei.gob.pe/)).
- Ministerio de Agricultura y Riego (<http://www.minagri.gob.pe/>).

- Ministerio de Energía y Minas ([www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)).
- SUNAT (<http://www.sunat.gob.pe/>).
- SUNASS (<http://www.sunass.gob.pe/>).
- MINEDU (<http://www.minedu.gob.pe/>).
- MINSA (<http://www.minsa.gob.pe/>).
- Instituto Peruano de Economía (<http://www.ipe.org.pe/estad%C3%ADsticas>).
- OSIPTEL (<https://www.osiptel.gob.pe>).
- MEF (<https://www.mef.gob.pe/es/>).

Fuentes externas:

- Banco Mundial (<http://www.worldbank.org/>).
- FMI (<http://www.imf.org/external/index.htm>).
- OMC (<https://www.wto.org/indexsp.htm>).
- BID (<http://www.iadb.org/es/banco-interamericano-de-desarrollo,2837.html>).
- Recursos para economistas en la internet. (<http://rfe.wustl.edu/EconFAQ.html>)
- *National Buseau of Economic Reseach* (<http://www.nber.org/>).
- Datastream by Thomson Financial (<http://www.datastream.com/>).

## ESTRUCTURA DE DATOS

En general, existen tres estructuras de datos económicos bien diferenciados: corte transversal, series de tiempo y datos de panel.

### Corte transversal

Esta estructura, conocida también como *datos de sección cruzada* o *de espacio*, se obtiene cuando se recaba información de múltiples unidades de análisis en un espacio definido y, no necesariamente, en un momento del tiempo (por ejemplo, cuando se hace una encuesta, puede ser pertinente regresar la siguiente semana a la casa de algún personaje que no se encontró).

Otra característica de los datos de sección cruzada es la irrelevancia en su ordenamiento. El hecho de que la observación  $i$ -ésima esté ubicada al inicio o al final del conjunto de datos no tiene demasiada importancia a la hora de utilizarlos.

Algunos ejemplos de esta estructura pueden ser: el curso favorito de los estudiantes del cuarto grado de primaria de la Institución Educativa Ingeniería, el pago por el servicio de energía eléctrica de las viviendas del sector 4 del asentamiento

humano Justicia Paz y Vida, la cantidad de dinero que llevan en el bolsillo los docentes de la Facultad de Economía de la UNCP en el primer día de clase, etcétera.

### **Series de tiempo**

Es aquel conjunto de datos que se obtiene al recabar información de una unidad de análisis en varios momentos (frecuencias) del tiempo. Algunos ejemplos pueden ser: el tipo de cambio interbancario del sol y el dólar registrado diariamente, el PIB peruano desde el primer trimestre de 2000 hasta el cuarto trimestre de 2009, los ingresos anuales generados por la empresa Unión de Cervecerías Backus & Johnston, entre otros.

A menudo, los datos de series temporales no son independientes a través del tiempo (se relacionan con sus historias recientes), por lo que su análisis se hace más complicado que los datos de corte transversal (Wooldridge, 2010). Esa dependencia genera varios problemas en el análisis econométrico, los cuales que se verán en el momento indicado.

Otros de los problemas que presentan los datos de series de tiempo son la *estacionalidad* (tienen comportamientos cíclicos) y la *estacionariedad*. Se dice que una serie es estacionaria cuando su media y varianza no son constantes con el paso del tiempo.

Por último, a diferencia de los datos de corte transversal, el orden en el que se presentan los datos de series de tiempo si es importante. Se tendría problemas si se coloca la observación  $t$ -ésima al inicio de la muestra enés de colocarla al final.

### **Datos panel o longitudinales**

Consiste en la obtención de datos de múltiples unidades de análisis en varios momentos del tiempo. Los datos en panel se construyen a partir del seguimiento, en el tiempo, de las mismas unidades de análisis, lo que puede implicar altos costos para su elaboración.

Un sencillo ejemplo de esta estructura sería el PBI de los países de la UE entre los años 2008 y 2015. Este ejemplo puede ofrecer una ventaja de los datos longitudinales respecto a las demás estructuras: permite disponer de un tamaño de muestra importante con pocas unidades de análisis y pocos años. Más adelante se verá que el tamaño de la muestra es muy importante dentro de la modelación econométrica.



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

---

- Bjerkholt, O. (1995). *Ragnar Frisch and the Foundation of the Econometric Society and Econometrica*. Research Department. Oslo: Statistics Norway.
- Christ, C. (1952). History of the Cowles Commission. In *Economic Theory and Measurement: A twenty year research report 1932-1952* (pp. 3-65). Chicago: Cowles Commission for Research in Economics.
- Econometric Society. (1933, January). The Organization of the Econometric Society in Cleveland, Ohio, December, 1930. *Econometrica*, 1(1), 71-72. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1912232>
- Frisch, R. (1933). Editor's Note. *Econometrica*, 1(1), 1-4. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1912224>
- Galton, F. (1877). Typical Laws in Heredity. *Proceedings of the Royal Institution of Great Britain*, 8(66), 282-301. Retrieved from <http://galton.org>
- Galton, F. (1885). Regression towards Mediocrity in Hereditary Stature. *Journal of the Anthropological Institute*, 14, 246-263.
- Galton, F. (1886). Family Likeness in Stature. *Proceedings of the Royal Society*, 40, 42-63.
- Geweke, J., Horowitz, J., & Pesaran, M. (2006). *Econometrics: A Bird's Eye View*. Paper N° 2458, Institute for the Study of Labor, Germany.
- Gilbert, C. (1986). Professor Hendry's Econometric Methodology. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48(3), 283-307.
- Gilbert, C., & Qin, D. (2005). *The First Fifty Years of Modern Econometrics*. Working Paper N° 544, Queen Mary University of London, Department of Economics, London.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (Quinta ed.). (P. Carril, Trans.) México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Haavelmo, T. (1944). The Probability Approach in Econometrics. *Econometrica*, 12(Supplement), iii-vi+1-115. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1906935>
- Hendry, D. (1980, November). Econometrics-Alchemy or Science? *Economica*, 47(188), 387-406. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2553385>

- Hoover, K. (2005). *The Methodology of Econometrics*. Prepared for the Palgrave Handbooks of Econometrics, volume 1: Theoretical Econometrics, University of California, Department of Economics, California.
- Intriligator, M. (1983). Economic and Econometric Models. In *Handbook of Econometrics* (Vol. I, pp. 181-221). Los Angeles: North-Holland Publishing Company.
- Kennedy, P. (1992). *A Guide to Econometrics* (Third ed.). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Louçã, F. (2007). *The Years of High Econometrics: A Shorth History of the Generation that Reinvented Economics*. London: Routledge.
- Maddala, G. (1992). *Introduccion to Econometrics* (Second ed.). New York: McMillan Publishing Company.
- Moore, H. (1914). *Economic Cycle - Their Laws and Cause*. New York: Macmillan.
- Moore, H. (1917). *Forecasting the Yield and the Price of Cotton*. New York: Macmillan Press.
- Morgan, M. (1990). *The history of econometric ideas*. New York: Cambridge University Press.
- Novalés, A. (1993). *Econometría* (Segunda ed.). Madrid: MacGraw-Hill.
- Pagan, A. (1987). Three Econometric Methodologies: A Critical Appraisal. *Journal of Economic Surveys*, 1(1), 3-24.
- Roos, C. (1933, January). Constitution of the Econometric Society. *Econometrica*, 1(1), 106-108. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1912239>
- Schumpeter, J. (1954). *History of Economic Analysis*. London: George Allen & Unwin.
- Spanos, A. (1986). *Statistical Foundations of Econometric Modelling*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Spanos, A. (2003). *Probability Theory and Statistical Inference: Econometric Modelling with Observational Data*. New York: Cambridge University Press.
- Spanos, A. (2005). *Econometrics in Retrospect and Prospect*. Virginia Tech, Department of Economics, Blacksburg.
- Stock, J., & Watson, M. (2011). *Introduction to Econometrics* (Tercera ed.). Boston: Pearson/Addison-Wesley.
- Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno* (Cuarta ed.). (M. Hano, & E. Hernan, Eds.) México: Cengage Learning.

