

TEXTOS UNIVERSITARIOS **PUCP**

ECONOMÍA

WALDO MENDOZA BELLIDO

CÓMO INVESTIGAN LOS ECONOMISTAS

**GUÍA PARA ELABORAR Y DESARROLLAR
UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**FONDO
EDITORIAL**

PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Fondo Editorial PUCP

CÓMO INVESTIGAN LOS ECONOMISTAS
GUÍA PARA ELABORAR Y DESARROLLAR UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Fondo Editorial PUCP

Fondo Editorial PUCP

Waldo Mendoza Bellido

CÓMO INVESTIGAN LOS ECONOMISTAS
GUÍA PARA ELABORAR Y DESARROLLAR UN PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN



FONDO
EDITORIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

Cómo investigan los economistas
Guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación
Waldo Mendoza Bellido

© Waldo Mendoza Bellido, 2014

© Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016
Av. Universitaria 1801, Lima 32, Perú
feditor@pucp.edu.pe
www.fondoeditorial.pucp.edu.pe

Diseño, diagramación, corrección de estilo
y cuidado de la edición: Fondo Editorial PUCP

Primera edición: setiembre de 2014
Primera reimpresión: febrero de 2016
Tiraje: 1000 ejemplares

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio,
total o parcialmente, sin permiso expreso de los editores.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-01809
ISBN: 978-612-317-029-5
Registro del Proyecto Editorial: 31501361600147

Impreso en Tarea Asociación Gráfica Educativa
Pasaje María Auxiliadora 156, Lima 5, Perú

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este libro, sobre cómo hacer una investigación en el campo de las ciencias económicas, ha sido posible gracias a la conjunción de varias condiciones.

En primer lugar, porque trabajo en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), un centro académico donde la investigación tiene un rol protagónico y que ofrece a sus miembros todas las facilidades para la producción intelectual. Este libro, por ejemplo, es fruto del apoyo brindado por el Vicerrectorado de Investigación (VRI-PUCP).

En segundo lugar, en el Departamento de Economía, del cual soy miembro, la preocupación de cómo hacer una investigación científica es antigua. Los importantes trabajos del profesor emérito Adolfo Figueroa sobre la metodología de la ciencia económica me indujeron a escribir un libro un tanto más accesible, más ingenieril, para el interesado en hacer investigación.

En tercer lugar, he contado con la asistencia de Augusto Delgado, egresado de la carrera de Economía de la PUCP, y de Cecilia Vargas, estudiante de la misma especialidad. Su apoyo ha sido impecable y ha ido mucho más allá del trabajo estándar de un asistente de investigación.

En cuarto lugar, me he nutrido de las observaciones de mis estudiantes del Seminario de Investigación en la Maestría en Economía de la PUCP, así como de los talleres que dicté en Lima y en varias universidades del país. Mis estudiantes recibieron clases con un borrador de este libro y me ayudaron a detectar un conjunto de errores que felizmente pude subsanar a tiempo.

Por último, y no por eso menos importante, agradezco a mi familia (Charo, Liu y Lizy), que me da todas las libertades para poder escribir sin interrupción.

Fondo Editorial PUCP

ÍNDICE

Agradecimientos	7
Introducción	11
Capítulo 1. Consideraciones generales	15
Capítulo 2. La metodología de la investigación económica	21
2.1 El concepto de verdad y el problema de la demarcación	21
2.2 El silogismo	24
2.3 La inducción, la deducción y la metodología hipotético-deductiva	32
2.4 El concepto de causalidad	46
2.5 Predicción y explicación	50
2.6 Verificación y falsación	64
2.7 La falsación en la práctica	70
Capítulo 3. Tipos de investigación y problemas económicos investigables	87
3.1 Requisito 1: el tema de investigación debe plantearse como una relación de causa a efecto	90
3.2 Requisito 2: las variables exógenas y endógenas deben estar empíricamente identificadas	92
3.3 Requisito 3: el tamaño de la muestra debe ser suficiente para someter las hipótesis a las pruebas econométricas	94
3.4 Requisito 4: las hipótesis de causalidad deben provenir de un modelo teórico	96
3.5 Requisito 5: la investigación debe elevar el <i>stock</i> de conocimientos en el campo de estudio propuesto	97

Capítulo 4. El papel de la econometría en la investigación económica	99
4.1 Los usos de la econometría	102
4.2 La metodología de la econometría tradicional	113
4.3 Las fases de la investigación y la econometría tradicional	138
Capítulo 5. El papel de la econometría contemporánea en la investigación económica	143
5.1 Los límites de la econometría tradicional	143
5.2 Los cuestionamientos a la econometría inductiva	182
Capítulo 6. El proyecto de investigación	187
6.1 Introducción	189
6.2 Estado actual de conocimientos	192
6.3 Marco institucional y principales hechos estilizados	193
6.4 El modelo	195
6.5 Las hipótesis (predicciones)	199
6.6 El modelo econométrico y los métodos y procedimientos de la investigación	204
6.7 Hipótesis y evidencia empírica	207
6.8 Conclusiones e implicancias para la política económica	211
Capítulo 7. La investigación en economía: un ejemplo	221
Referencias bibliográficas	227
Anexo: Ejemplo de proyecto de investigación	
Los determinantes del Índice de Condiciones Monetarias (ICM) en una economía parcialmente dolarizada: el caso del Perú	237
Sumilla	237
Introducción	238
1. Estado actual de conocimientos	240
2. El modelo	245
3. Hipótesis	248
4. Métodos y procedimientos de investigación	248
Bibliografía	252

INTRODUCCIÓN

«No hay nada más peligroso que un economista
que no ha aprendido algo de filosofía»
(Hutchinson, 1997, p. 1).

La investigación económica es el proceso por el cual descubrimos, evaluamos, confirmamos, rechazamos y ampliamos el *stock* de conocimientos existentes en el campo de la economía.

Para llevar adelante con éxito este propósito, el investigador necesita estar dotado de una metodología, de las directrices generales de cómo realizar la investigación, y también de los métodos y procedimientos de investigación; es decir, las guías específicas de cómo efectuarla.

Este libro tiene el doble objetivo de dotar a los economistas interesados en la investigación económica del marco teórico (la metodología de la investigación económica), así como de algunas herramientas específicas sobre cómo llevarla cabo (los métodos y procedimientos de investigación).

En el terreno metodológico, en este libro abordamos conceptos tales como la causalidad, la inducción, la deducción, el método hipotético-deductivo, la predicción y la explicación, la verdad y la falsedad, la verificación y la falsación, entre otros, que nos servirán para aproximarnos a la metodología de la ciencia económica.

En el campo de los métodos y los procedimientos de la investigación, concentraremos nuestra atención en el rol que tiene la econometría, la tradicional y la contemporánea, como instrumento esencial para poner a prueba las hipótesis de la investigación.

Por otro lado, no hay una sola metodología de investigación en el campo de la economía. En algunos casos, no contamos con teorías, ni con bases de datos, por lo que tiene que acudir a los estudios de caso y apelar a la metodología exploratoria de investigación. No hay teoría ni hay medición. Este tipo de investigación no permite predecir ni explicar.

En otros casos, tenemos una base de datos completa pero no contamos con ninguna teoría. Podemos apelar a la metodología inductiva de investigación, para encontrar regularidades o hechos estilizados. Es la medición sin teoría. Esta metodología permite predecir pero no explicar.

Puede darse también el caso de que tengamos una buena teoría pero no contemos con una base de datos para ponerla a prueba. Es la teoría sin medición. En esa situación, utilizamos la metodología deductiva de investigación, la cual nos permite explicar pero no predecir.

La situación inmejorable para el investigador es cuando se cuenta con una buena teoría y una base de datos completa. Es la teoría con medición. En este caso, puede utilizarse la metodología hipotética deductiva de investigación que permite corroborar o rechazar teorías, y permite lanzar predicciones y dar explicaciones sobre la naturaleza de dichas predicciones. A este tipo de investigación, siguiendo a Figueroa (2012), la denominaremos *investigación básica* o *investigación científica*.

En este libro, establecemos un criterio de demarcación preciso entre aquellos temas que son investigables y aquellos que no lo son, en el marco de las reglas de investigación científica o básica postuladas aquí. Vale aclarar que no todos los temas que nos interesan investigar son investigables. Por ello, en este libro se proponen cinco requerimientos para considerar que un problema económico es investigable.

El producto final esperado del libro es que el lector pueda preparar un proyecto de investigación en el campo de la economía, y que dicho proyecto pueda ser desarrollado. Por eso, una parte importante está dedicada a la descripción, paso a paso, de las distintas etapas del proceso de investigación, desde el planteamiento del problema económico a estudiar, hasta su culminación, en la sección de conclusiones e implicancias para la política económica.

La orientación adoptada es consistente, en términos generales, con la metodología de investigación científica propuesta por Popper (1980, 1983), Friedman (1967), Darnell y Evans (1990), Blaug (1992), Hoover (2005) y, especialmente, con la expuesta por Figueroa (2003, 2009, 2012). Los métodos y procedimientos de la investigación económica los hemos confinado al campo de la econometría aplicada, y nos apoyamos especialmente en los libros de Darnell y Evans (1990), Stock y Watson (2007) y Baddeley y Barrowclough (2009).

Como primer paso, en el primer capítulo presentamos algunos conceptos generales importantes relacionados con la epistemología, la metodología y el método. En el capítulo 2 se presentan los conceptos más importantes de la metodología de la ciencia económica, tales como inducción, deducción y metodología hipotético-deductiva, causalidad, explicación y predicción, y verificación y falsación. Nos basamos, fundamentalmente, en las exposiciones de Popper (1980, 1983), llevadas al campo de la econometría por Darnell y Evans (1990) y, al campo de la economía, en el Perú, por Figueroa (2003, 2009 y 2013). En el capítulo 3 se delimitan aquellos temas que son investigables de los que no lo son, desde el punto de vista de la metodología adoptada en este libro. En el capítulo 4 se argumenta acerca de la importancia de la econometría tradicional en la investigación económica. En el capítulo 5 se discuten los límites de la econometría tradicional en la investigación económica, el rol que tiene la econometría contemporánea y los problemas metodológicos que suelen surgir en los trabajos que contienen «mediciones sin teoría» o «teorías sin medición». En el capítulo 6 se presentan,

paso a paso, las distintas etapas de la investigación, siguiendo una secuencia estrechamente conectada por un cordón umbilical: el tema de la investigación. Por último, en el capítulo 7 mostramos un ejemplo, de propósito estrictamente pedagógico, sobre cómo hacer una investigación siguiendo las pautas de la propuesta presentada en este libro. Se presenta también un anexo con un ejemplo de una propuesta de investigación preparada por el autor.

Fondo Editorial PUCP

CAPÍTULO 1

CONSIDERACIONES GENERALES

Hay tres conceptos asociados a la investigación científica que requieren ser esclarecidos al inicio de este libro: epistemología, metodología y método.

Entre aquellos, la epistemología es el concepto más general. El término proviene del griego *episteme* (conocimiento) y *logos* (estudio). Desde el punto de vista etimológico, la epistemología se refiere entonces al estudio del conocimiento. La Real Academia Española (RAE) nos proporciona una definición general de este término: «Doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico» (RAE, 2001).

Según una definición especializada, procedente de la filosofía, la epistemología es: «El estudio de la cognición y el conocimiento» (Bunge, 2007b, p. 62).

La epistemología puede definirse entonces como la rama de la filosofía cuyo objeto de estudio es el conocimiento. En suma, es la teoría del conocimiento. Se ocupa de la naturaleza del conocimiento humano, el estudio de las condiciones que conducen a su obtención, los criterios para justificarlo o invalidarlo. La epistemología nos ofrece también la definición de conceptos fundamentales tales como el de la verdad y la objetividad.

Por otro lado, el vocablo metodología se deriva de las palabras griegas *methodos* (método) y *logia* (ciencia o estudio de). La metodología sería entonces, desde el punto de vista etimológico, la ciencia que estudia los métodos.

La Real Academia Española tiene una definición consistente con el origen etimológico del término: «Ciencia del método. Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal» (RAE, 2001).

La definición especializada, siempre desde la filosofía, por otro lado, es similar: «El estudio de los métodos. La rama normativa de la epistemología, una tecnología del conocimiento» (Bunge, 2007b, p. 142).

De acuerdo con Mark Blaug, un economista inglés-holandés estudioso de la historia del pensamiento económico y de la metodología de la investigación económica:

[...] la metodología es una disciplina descriptiva —«esto es lo que los economistas hacen»— y también prescriptiva —«esto es lo que los economistas deben hacer para el progreso de la economía»— [...] la metodología no proporciona un algoritmo mecánico, ya sea para la construcción o para la validación de las teorías, como tal, es más un arte antes que una ciencia (traducción propia, Blaug, 1992, p. xii).

Para Don Ethridge, actual profesor y jefe del Departamento de Economía Agraria y Aplicada en la Universidad Tecnológica de Texas, autor de un conocido libro sobre investigación económica aplicada:

El término metodología [...] se refiere al *estudio del enfoque general de la investigación en un campo dado*. Por tanto, la metodología de la investigación en economía es el estudio de la orientación general de la investigación en economía. La metodología de la investigación es la metodología de la ciencia en el sentido de que es la metodología para expandir la ciencia (traducción propia, Ethridge, 2004, pp. 25 y 26).

Por último, de acuerdo con el profesor Adolfo Figueroa, uno de los economistas popperianos más destacados en América Latina, no debe hacerse distinción entre los conceptos de epistemología y metodología. «La metodología se ocupa del problema de “cómo” construir el conocimiento científico. La metodología es llamada también epistemología» (traducción propia, Figueroa, 2012, p. xiv).

En resumen, la metodología es la guía general para realizar una investigación científica, estudia el método y orienta sobre los métodos apropiados para alcanzar los objetivos de la investigación científica. La metodología estipula las condiciones generales que deben caracterizar a los métodos de investigación y ofrece estrategias generales para ampliar el conocimiento científico.

El tercer término que nos interesa definir en esta sección es el método. La palabra proviene del término griego *methodos* (camino o vía) y se refiere al medio utilizado para llegar a un fin.

Este término, según la RAE, es el «Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla» (RAE, 2001). Y según un diccionario de filosofía la definición del método es: «Un procedimiento regular y bien especificado para hacer algo, una secuencia ordenada de operaciones dirigidas a un objetivo» (Bunge, 2007b, p. 142).

Podríamos concluir, entonces, que método es el conjunto de pasos que se siguen para elevar el *stock* de conocimientos científicos; se trata de un plan seleccionado para alcanzar un objetivo. Este término es sinónimo de técnicas o procedimientos de investigación. También son los procedimientos que se llevan a cabo para cumplir con lo estipulado por la metodología. Así pues, los métodos y procedimientos tienen que ser consistentes con la metodología de investigación.

Los libros de texto en este campo son abundantes. Pueden leerse, por ejemplo, Newman (2003) o Hernández, Fernández y Baptista (2010).

Ethridge (2004) tiene una definición comprensiva de esta expresión: «El término método se utiliza para referirse a las técnicas específicas, herramientas o procedimientos que se aplican para alcanzar un determinado objetivo» (traducción propia, Ethridge, 2004, p. 25).

En resumen, para nuestros propósitos, podemos definir a la epistemología como la teoría general del conocimiento científico. La metodología es un campo de la epistemología y constituye una guía general para elevar el *stock* de conocimientos científicos. La metodología proporciona una justificación para los métodos de un proyecto de investigación. Y el método es una guía específica de aplicación de la metodología.

Stacy y Little tienen un buen resumen de la conexión entre estos tres términos, consistente con lo que acabamos de presentar:

En los términos más simples, la metodología justifica el método, el cual produce datos y análisis. El conocimiento se crea a partir de los datos y el análisis. La epistemología modifica la metodología, y justifica el conocimiento producido (traducción propia, Stacy & Little, 2007, p. 1317).

Dada una metodología, y un método consistente con dicha metodología, podemos embarcarnos en la tarea de llevar adelante una investigación científica.

¿Y qué es una investigación científica? Don Ethridge tiene una definición apropiada de este término:

La investigación es un proceso a través del cual (1) se expande el cuerpo de la ciencia, y (2) el cuerpo existente de la ciencia es sometido a las pruebas de exactitud o validez. Los dos son simbióticos: la investigación se basa en el acervo de conocimientos acumulados como parte integral de su proceso, y el conocimiento acumulado se expande a través del proceso de investigación.

[...] La investigación es el medio para acumular, evaluar y cuestionar el cuerpo de conocimientos que llamamos ciencia, así como un proceso de utilización de la ciencia para abordar temas, problemas y preguntas. La investigación y la ciencia son intrínsecamente inseparables (traducción propia, Ethridge, 2004, p. 26).

Para llevar a cabo una investigación científica se necesita contar con dos instrumentos. Por un lado, se requiere conocer la metodología de la investigación económica. Por otro lado, se requiere tener un dominio sobre los aspectos más ingenieriles del proceso de investigación científica, el de los métodos y los procedimientos de la investigación. En este libro se cubren estos dos aspectos, complementarios, que el economista que planea embarcarse en el desarrollo de una investigación científica en el campo de la economía necesita conocer.

En ambos casos, el objetivo final es buscar los caminos que permitan elevar el *stock* de conocimientos en el campo de la economía, en concordancia con la metodología de la ciencia, expresada por el destacado filósofo austríaco Karl Popper: «[...] el problema central de la epistemología ha sido siempre, y sigue siéndolo, el del aumento del conocimiento» (1980, p. 12).

Por su parte, Don Ethridge, reafirma lo postulado por Popper:

La investigación económica, en su forma más fundamental, es el proceso por el cual descubrimos, evaluamos y confirmamos el *stock* de conocimientos en el campo de la economía (traducción propia, Ethridge, 2004, p. 3).

Las siguientes secciones de este libro estarán dedicadas, entonces, al estudio de la metodología de la investigación económica, así como a su aplicación concreta, a través de los métodos y procedimiento de investigación.

Fondo Editorial PUCP

CAPÍTULO 2

LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA

En este capítulo abordaremos algunos conceptos que nos ayudarán a entender la metodología de investigación que se propondrá a los economistas. Estos conceptos nos ayudarán a comprender la lógica que debe guiar nuestras investigaciones, las múltiples dificultades que se presentan en el camino del investigador y los criterios para aceptar o rechazar algunas metodologías de investigación.

2.1 EL CONCEPTO DE VERDAD Y EL PROBLEMA DE LA DEMARCACIÓN

Toda investigación científica tiene como objetivo la búsqueda de la verdad. Pero, ¿qué es la verdad? Según la Real Academia Española (RAE), la verdad es la:

Conformidad de las cosas con el concepto que de ellas forma la mente. Conformidad de lo que se dice con lo que se siente o se piensa. Juicio o proposición que no se puede negar racionalmente (RAE, 2001).

Sin embargo, esta no es la definición de verdad que se utiliza en la ciencia. En nuestro ámbito necesitamos de una definición más precisa,

y que sea empíricamente observable. ¿Qué entendemos por *verdad* en la investigación científica? En la ciencia, la *verdad objetiva* estricta no puede ser encontrada; no existe, como lo señala Caldwell (1994).

El concepto apropiado de la verdad en la práctica de la investigación económica es menos exigente, pero a la vez, es un concepto observable, y es el utilizado por Popper. Este, a su vez, lo tomó prestado del filósofo polaco Alfred Tarski, quien en 1933 escribió un artículo en el que definía matemáticamente el concepto de la verdad. Antes de Tarski, el concepto de *verdad* era difuso y poco útil para las necesidades de la ciencia:

Esta situación cambió con el advenimiento de la teoría de la verdad y de la correspondencia de un enunciado con los hechos debida a Tarski. La gran realización de Tarski y la verdadera importancia de su teoría para la filosofía de las ciencias empíricas residen, creo, en el hecho de que restableció una teoría de la correspondencia de la verdad absoluta u objetiva, que se había vuelto sospechosa. Reivindicó el libre uso de la idea intuitiva de la verdad como correspondencia con los hechos (Popper, 1983, p. 273).

Decimos que un enunciado es «verdadero» si coincide con los hechos o si las cosas son tal y como él las representa. Este es el concepto absoluto u objetivo de la verdad, concepto que cada uno de nosotros utiliza constantemente (Popper, 1972, pp. 113-114).

En consecuencia, como lo señala claramente Alan Chalmers, un físico inglés-australiano que obtuvo su PhD en historia y filosofía de la ciencia, área en la cual se desempeña como docente en la Universidad de Sydney:

De acuerdo con la teoría de la verdad como correspondencia, una proposición es verdadera si, y solo si, se corresponde con los hechos. La proposición «el gato está encima del felpudo» es verdadera si el gato está encima del felpudo, y falsa si no lo está. Una proposición es verdadera si las cosas son como dice la proposición que son, y falsa si no lo son (2012, p. 214).

Es de esta definición de la verdad de donde provienen los conceptos de verificación y corroboración, ampliamente utilizados en la metodología de la ciencia, especialmente por Popper: «Las teorías no son verificables, pero pueden ser “corroboradas”» (1980, p. 234).

¿Por qué usar el término corroboración y no los términos verificación o confirmación? Popper lo explica:

He introducido en este libro los términos «corroboración» (*bewährung*) y especialmente «grado de corroboración» (*grad der Bewährung*) porque quería tener un término neutral con el cual designar el grado en que una hipótesis ha salido indemne de contrastaciones rigurosas, y, por tanto, ha «demostrado su temple» (1980, p. 234).

En efecto, el término corroborar es más «neutral» que el término verificar. Según la RAE (2001), la definición del vocablo verificar es «Comprobar o examinar la verdad de algo».

Y la definición del término corroborar: «Dar mayor fuerza a la razón, al argumento o a la opinión aducidos, con nuevos raciocinios o datos» (2001).

En los términos de la ciencia, la verificación es el establecimiento de la veracidad de una hipótesis, mientras que la corroboración es el establecimiento de la correspondencia de dicha hipótesis con los hechos. Como veremos más adelante, la ciencia no verifica, sino solo corrobora.

Por otro lado, entre los filósofos de la ciencia es habitual hablar del *problema de la demarcación* planteado por Karl Popper. Popper buscó definir los criterios para fijar los límites entre lo que es el conocimiento científico y el no científico o metafísico. De acuerdo con Popper, el criterio de demarcación entre ciencia y no ciencia es la *falsabilidad*. Las hipótesis, para ser científicas, deben ser falsables. ¿Y qué significa que una hipótesis sea falsable? Quiere decir que esté planteada de tal manera que estén absolutamente claras las condiciones para declararla falsa o refutada; es decir, que sea posible describir las situaciones

o hechos tales que, si se produjeran, refuten la hipótesis. Una hipótesis es falsable cuando es posible encontrar al menos un hecho incompatible con ella.

En palabras del propio Popper:

Pero, ciertamente solo admitiré un sistema entre los científicos o empíricos si es susceptible de ser contrastado por la experiencia. Estas consideraciones nos sugieren que el criterio de demarcación que hemos de adoptar no es el de la verificabilidad, sino el de la falsabilidad de los sistemas. Dicho de otro modo: no exigiré que un sistema científico pueda ser seleccionado, de una vez para siempre, en un sentido positivo; pero sí que sea susceptible de selección en un sentido negativo por medio de contrastes o pruebas empíricas: ha de ser posible refutar por la experiencia un sistema científico empírico (1980, pp. 39 y 40).

Por su lado, Bernt Stigum, profesor de la Universidad de Oslo, autor de publicaciones que vinculan la metodología con la econometría, economista noruego partidario de la filosofía popperiana, precisa:

Los científicos deberían formular teorías que sean «lógicamente refutables», es decir, incompatibles con algún conjunto posible de observaciones. «Todos los cuervos son de color negro» es lógicamente falsable, ya que es inconsistente con (y sería falsificado por) la observación de un cuervo rojo (traducción propia, Stigum, 2003, p. 1).

2.2 EL SILOGISMO

Antes de ingresar a la siguiente sección, en la que definiremos las principales metodologías que existen en la investigación económica, es importante discutir sobre algunas reglas de inferencia que resultan muy útiles en las discusiones sobre verificación o falsación de una hipótesis, así como en la definición de los términos inducción, deducción

y método hipotético-deductivo. Para este objetivo, nos ayudaremos de algunas reglas de una ciencia formal, la lógica, cuyo objetivo de estudio es, precisamente, la inferencia, el proceso a través del cual, a partir de ciertas premisas, se derivan conclusiones. Utilizaremos, en especial, una forma de razonamiento lógico: el silogismo. Para llevar a cabo esta tarea, nos basamos en Blaug (1980 y 1985) y, especialmente, en Darnell y Evans (1990).

El silogismo es una herencia que recibimos del padre fundador de la lógica, el gran filósofo griego Aristóteles. Según Aristóteles, un silogismo es: «[...] un discurso en el cual, establecidas ciertas cosas, resulta necesariamente de ellas, por ser lo que son, otra cosa diferente» (Aristóteles I.2, 24b18-20).

El ejemplo clásico, tomado de Aristóteles, sobre la mortalidad de los griegos, es el siguiente:

1. Todos los hombres son mortales.
2. Todos los griegos son hombres.
3. Por tanto, todos los griegos son mortales.

En este ejemplo, si las premisas 1 y 2 son verdaderas, la conclusión 3 es necesariamente verdadera. El silogismo es la base de la metodología deductiva contemporánea.

El término silogismo, del griego *sylogismos* (razonamiento), consta de dos enunciados, a partir de los cuales se extrae una conclusión. Un silogismo por tanto subraya la estructura lógica de un argumento en el que se pone de relieve la relación entre las premisas y la conclusión. En el silogismo hay una premisa que sirve como punto de partida, *la premisa mayor*, que es una premisa general, una hipótesis o una teoría; una premisa que sirve como «intermediaria», menos general que la anterior, que es la *premise menor*; y una tercera proposición, la *conclusión*, que se desprende lógicamente, se deduce, de la premisa mayor, a través de la premisa menor.

Según la definición especializada:

Un *silogismo* es un razonamiento en el que inferimos un enunciado genérico, llamado conclusión, a partir de dos enunciados genéricos, llamados *premisas*. Las dos premisas han de contener tres conceptos, de los cuales uno, llamado el *término medio*, se repite en ambas premisas, y los otros dos, llamados *extremos*, aparecen en la conclusión. Este razonamiento puede ser correcto o incorrecto, según que la conclusión sea o no una consecuencia de las premisas. Si un silogismo es correcto, todos los silogismos cuyas premisas y conclusión compartan su forma lógica serán también correctos. Esta forma o pauta constituye un modo silogístico válido. Los modos silogísticos pueden representarse como leyes lógicas, tal y como lo hacía Aristóteles, su descubridor, o como reglas de inferencia, práctica más habitual entre los lógicos posteriores (Mosterín & Terretti, 2002, p. 454).

Considere, como ejemplo, el siguiente silogismo.

1. Todos los macroeconomistas de la PUCP son neoliberales (P1).
2. Oscar Dancourt es un macroeconomista de la PUCP (P2).
3. Por tanto, Oscar Dancourt es un macroeconomista neoliberal (P3).

En este silogismo, la proposición 1 (P1) es la premisa mayor, la proposición 2 (P2) es la premisa menor y la proposición 3 (P3) es la conclusión. El silogismo anterior, en términos generales, puede presentarse como,

1. Todos los objetos A tienen la propiedad B (P1).
2. El objeto C pertenece a la clase A (P2).
3. Por tanto, el objeto C tiene la propiedad B (P3).

Este silogismo, en el que las premisas son afirmaciones, es un *silogismo categórico* (Darnell & Evans, 1990). En este, las proposiciones 1 y 2 son conocidas como los supuestos (o hipótesis tentativas), mientras que la proposición 3 es conocida como una predicción.

Se dice que un enunciado es *lógicamente verdadero* si se acepta como verdad únicamente con fines de argumentación: esto contrasta con la *verdad material* (o *verdad objetiva*), que es la cualidad de ser la verdad del mundo real. Es de señalar, entonces, que dada la verdad lógica de las premisas mayor y menor, la conclusión es lógicamente verdadera, de hecho, la verdad lógica de la conclusión es meramente una consecuencia de la naturaleza del razonamiento que conduce a ella —la verdad lógica de la conclusión es independiente de la verdad material de las premisas—. Las premisas pueden ser materialmente verdaderas o materialmente falsas y la conclusión lógicamente verdadera; sin embargo, una conclusión lógicamente verdadera es necesariamente materialmente verdadera si sus premisas son materialmente verdaderas (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 28).

Un tipo de silogismo bastante utilizado en economía, donde la premisa mayor es un enunciado condicional, y el componente «si» se denomina *antecedente*, y el componente «entonces» se conoce como el *consecuente*, es el *silogismo hipotético*. Un ejemplo de este tipo de silogismo puede ser el siguiente.

1. Si todos los macroeconomistas de la PUCP fuesen neoliberales; entonces, Oscar Dancourt, quien es un macroeconomista de la PUCP, debe ser un macroeconomista neoliberal (P1).
2. Todos los macroeconomistas de la PUCP son neoliberales (P2).
3. Por tanto, Oscar Dancourt debe ser un macroeconomista neoliberal (P3).

La presentación general de este silogismo hipotético sería la siguiente:

1. Si A es verdadero, entonces B es verdadero (P1).
2. A es verdadero (P2).
3. Por tanto, B es verdadero (P3).

En este silogismo, la afirmación hipotética de la premisa mayor (P1) se divide en un *antecedente*, «Si A es verdadero», y un consecuente, «Por tanto, B es verdadero». Para llegar a la conclusión, «Por tanto, B es verdadero» (P3), debemos ser capaces de afirmar que realmente A es verdadero; es decir, en el lenguaje de los lógicos, *afirmar* (o establecer) *el antecedente* de la premisa mayor de la afirmación hipotética, para que la conclusión de que «B es verdadero» se siga como necesidad lógica, como lo señala Blaug (1985).

A este tipo de silogismos, en el campo de la lógica, se le denomina *modus ponendo ponens*, del latín *modo que afirmando afirma*, o simplemente *modus ponens*. Esta regla de inferencia es un instrumento lógico para verificar: *afirma el antecedente*. Es una regla de inferencia que permite pasar de un condicional y su antecedente a un consecuente (Mosterín & Terretti, 2002). En esta operación lógica se establece una relación de causa a efecto entre los enunciados. En esta regla, si el antecedente es verdadero (si se afirma el antecedente), entonces el consecuente es necesariamente verdadero (se afirma necesariamente el consecuente).

Hay otro tipo de silogismo, el *modus tollens*, o *modus tollendo tollens*, del latín, *modo que negando niega*, que es una regla de inferencia que es central en el método falsacionista de Karl Popper. Es una regla de inferencia que permite pasar de un condicional y la negación de su consecuente a la negación de su antecedente (Mosterín & Terretti, 2002).

Esta regla tiene la siguiente presentación:

1. Si A es verdadero, entonces B es verdadero (P1).
2. B es falso (P2).
3. Por tanto, A es falso (P3).

Siguiendo con el ejemplo sobre Oscar Dancourt:

1. Si todos los macroeconomistas de la PUCP fuesen neoliberales; entonces, Oscar Dancourt, quien es un macroeconomista de la PUCP, debe ser un neoliberal (P1).

2. Oscar Dancourt, quien es un macroeconomista de la PUCP, no es un neoliberal (P2).
3. Por tanto, no todos los macroeconomistas de la PUCP son neoliberales (P3).

En este silogismo, si en una relación de causalidad aparece como premisa el consecuente negado (el efecto), eso nos conduce a negar el antecedente (la causa), puesto que si un efecto no se da, su causa no ha podido darse.

En resumen, a partir de estas reglas del silogismo, podemos establecer que la regla *modus ponens* solo nos permite afirmar si está afirmado el antecedente (el primer término del silogismo), y la regla *modus tollens* solo nos permite negar a partir del consecuente (segundo término del silogismo). Solo se pueda afirmar a partir del antecedente y solo se puede negar a partir del consecuente.

Más adelante veremos que esta es la regla de inferencia más importante que tiene a la mano Karl Popper para sustentar su argumento del falsacionismo:

El modo de inferencia falsadora que nos referimos —o sea, la manera en que la falsación de una conclusión entraña la falsación del sistema del que se ha deducido— es el *modus tollens* de la lógica clásica. Podemos describirlo como sigue.

Sea p una conclusión de un sistema t de enunciados, que puede estar compuesto por teorías y condiciones iniciales (no haré distinción entre ellas, en beneficio de la sencillez). Podemos simbolizar ahora la relación de deductibilidad (implicación analítica) de p a partir de t por medio de « $t \rightarrow p$ », que puede leerse: « p se sigue de t ». Supongamos que p sea falsa, lo cual puede escribirse « \bar{p} » y leerse «no p ». Dada la relación de deductibilidad, $t \rightarrow p$, y el supuesto \bar{p} , podemos inferir \bar{t} (léase *no t*): esto es, *consideramos que t ha quedado falsado*. Si denotamos la conjunción (aserción simultánea) de dos enunciados colocando un punto entre los símbolos que los representan, podemos escribir también la inferencia falsadora del

modo siguiente: $(t \rightarrow p); \bar{p} \rightarrow \bar{t}$); o, expresándolo con palabras: «Si p es deducible de t , y p es falsa, entonces t es también falsa».

Gracias a este modo de inferencia falsamos el *sistema completo* (la teoría con las condiciones iniciales) que había sido necesario para la deducción del enunciado p , es decir, del enunciado falsado (Popper, 1980, p. 73).

En una ciencia fáctica como la economía, si una proposición B es deducible de otra proposición A, y la proposición B es *falsable*, entonces, si la proposición B no se da (*modus tollens*), es lógicamente correcto que la proposición A es falsa. En la inferencia del *modus tollens*, a partir de los enunciados singulares, se argumenta la falsedad de enunciados universales.

En consecuencia, de lo visto, la inferencia del tipo *modus ponens* solo nos permite afirmar si está afirmado el antecedente, mientras que la inferencia del tipo *modus tollens* solo nos permite negar a partir del consecuente. Más adelante vamos a ver que este último tipo de silogismo es ampliamente utilizado en la discusión metodológica. A partir de una teoría (el antecedente), se puede derivar una hipótesis (consecuente). Si el consecuente es falso, si es inconsistente con los hechos, puede negarse el antecedente, la teoría de la que parte.

Por otro lado, en el uso de los silogismos, pueden cometerse falacias, es decir, el uso de argumentos lógicamente incorrectos, que violan las reglas formales de la lógica.

Para nuestra discusión acerca de la verificación y la falsación, hay un tipo de falacia que es de particular importancia, y en la literatura se la conoce como el problema de *afirmar* (o establecer) *el consecuente* (Darnell & Evans, 1990). Considere el silogismo siguiente:

1. Si todos los macroeconomistas de la PUCP fuesen neoliberales; entonces, Oscar Dancourt, quien es un macroeconomista de la PUCP, debe ser un neoliberal (P1).
2. Oscar Dancourt, macroeconomista de la PUCP, es un neoliberal (P2).

3. Por tanto, todos los macroeconomistas de la PUCP son neoliberales (P3).

En términos más generales:

1. Si A es verdadero, entonces B es verdadero (P1).
2. B es verdadero (P2).
3. Por tanto, A es verdadero (P3).

En este caso, la premisa menor (P2) es una *afirmación del consecuente* (no es una *afirmación del antecedente*), y si bien la conclusión puede ser verdadera, no es necesariamente verdadera. A este tipo de falacias se le llama también *error inverso*. Este tipo de argumentación es inválida pues la verdad de las premisas no garantiza la verdad de la conclusión. Podría pasar que las premisas fuesen verdaderas y la conclusión aun así sea falsa.

En este caso, las reglas de la lógica formal solo permiten una conclusión débil, que puede escribirse de la siguiente manera:

3. Por tanto, todos los macroeconomistas de la PUCP pueden ser neoliberales.

O, en términos generales,

3. Por tanto, *A puede ser* verdadero.

En este caso, en lugar de establecer la certeza del antecedente, se ha establecido la certeza del consecuente, y tratamos de obtener, a partir de la certeza del consecuente, «B es verdadero», la certeza del antecedente «A es verdadero» (Blaug, 1985). Esta es una falacia: la conclusión ya no es un resultado *lógico* de las premisas.

Así pues, es lógicamente correcto *establecer el antecedente* (algunas veces denominado *modus ponens*), pero *establecer el consecuente* es una falacia lógica. Lo que podemos hacer, sin embargo, es *negar el consecuente* (*modus tollens*), y esto sí que es siempre lógicamente correcto (Blaug, 1985, p. 31).

De esta manera, podemos adelantar: la ciencia nunca puede verificar definitivamente una hipótesis pero sí puede refutarla definitivamente.

2.3 LA INDUCCIÓN, LA DEDUCCIÓN Y LA METODOLOGÍA HIPOTÉTICO-DEDUCTIVA

Hay tres conceptos vinculados estrechamente a la ciencia: la inducción, la deducción y la metodología hipotético-deductiva.

Pero, ¿qué es la ciencia? Según la RAE, la ciencia es el «Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados, y de los que se deducen principios y leyes generales» (RAE, 2001).

Las ciencias pueden ser formales o fácticas. De acuerdo con el prestigioso filósofo y físico argentino Mario Bunge, las ciencias formales son las que estudian las ideas y las ciencias fácticas son las que estudian los hechos.

Definimos una ciencia formal como una ciencia exacta que contiene únicamente proposiciones formales o *propositions de raison*. Por otra parte, al menos algunas de las proposiciones de una ciencia fáctica deben ser fácticas: deben describir, explicar, o predecir cosas o procesos que pertenezcan al mundo real (natural o social). La lógica, la semántica filosófica y la matemática son ciencias formales. En contraposición, las ciencias naturales, sociales y bio-sociales son fácticas (1968, p. 270).

[...] la ciencia formal es autosuficiente por lo que hace al contenido y al método de prueba, mientras que la ciencia factual depende del hecho por lo que hace al contenido o significación, y del hecho experiencial para la convalidación. Esto explica por qué puede conseguirse verdad formal completa, mientras que la verdad factual resulta ser tan huidiza (1970, p. 39).

La economía es, evidentemente, una ciencia fáctica. Una definición de conocimiento científico consistente con lo que se desarrollará

en las secciones siguientes de este libro es la propuesta por el profesor Figueroa:

El conocimiento científico en las ciencias fácticas puede definirse como un conjunto de proposiciones acerca de la existencia de relaciones entre objetos materiales, junto con las explicaciones sobre la razones de la existencia de tales relaciones, y junto con la confrontación de las proposiciones con los hechos. El conocimiento científico busca responder a la pregunta del porqué de las regularidades empíricas observadas (traducción propia, Figueroa, 2012, p. 1).

¿Cómo se adquiere el conocimiento científico? En la práctica, en la búsqueda de incrementar el *stock* de conocimientos científicos en el campo de la economía, los economistas utilizan distintas metodologías: la metodología inductiva, la deductiva y la metodología hipotético-deductiva o falsacionista. En Blaug (1992) hay una amplia discusión sobre estas metodologías. Puede verse también Chalmers (2012), Figueroa (2003) y Ethridge (2004).

Uno de las metodologías más populares, de uso generalizado tanto en las ciencias naturales como en las ciencias sociales, es la metodología inductiva. La inducción es el procedimiento a través del cual lo particular conduce a lo universal y supone una metodología de *medición sin teoría*.

La metodología inductiva se basa en las inferencias que permiten transitar desde los enunciados singulares (aquellos particulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experimentos) a enunciados universales, como las hipótesis o las teorías. En la «lógica»¹ inductiva, se transita de lo particular a lo general, de hechos a leyes, de lo concreto a lo abstracto, de lo observable a lo teórico (Blaug, 1992).

La visión estándar de la ciencia en la mitad del siglo XIX fue que las investigaciones científicas comienzan en la observación libre y sin prejuicios de los hechos, proceden por inferencia inductiva para

¹ En rigor, como lo veremos a continuación, la inducción atenta contra los principios básicos de la lógica.

la formulación de leyes universales sobre estos hechos, y finalmente arriban por un proceso de inducción adicional a proposiciones de aún más amplia generalidad conocidas como teorías; ambas, leyes y teorías, son finalmente sometidas a la prueba sobre su contenido de verdad al comparar sus consecuencias empíricas con los hechos observados, incluyendo aquellos con los que se comenzó. Este es el punto de vista inductivo de la ciencia, perfectamente resumido en el *System of Logic, Ratiocinative and Inductive*, de John Stuart Mill (1843) (traducción propia, Blaug, 1992, p. 4).

Sin embargo, desde el punto de vista de la lógica, esta metodología ha sido muy criticada por los filósofos de la ciencia.

La mala interpretación capital de las ciencias naturales reside en la creencia de que la ciencia —o el científico— comienza con la observación y la colección de datos, hechos o mediciones, y de allí pasa a conectar o correlacionar estos últimos, y así llega —de alguna manera— a generalizaciones y teorías (Popper, 1997, p. 154).

En la literatura sobre la metodología existe el viejo problema planteado por Hume, denominado *el problema de la inducción*. Según este principio, no existe ninguna cantidad suficiente de enunciados de observaciones particulares que nos permita inferir lógicamente, y sin restricciones, un enunciado general o una teoría.

Popper (1980 y 1983) y Blaug (1985), apoyándose en Hume, revalidan la posición de que la metodología inductiva no es consistente con las reglas de la lógica formal.

Hume sostenía que no puede haber ningún argumento lógico válido que nos permita establecer «que los casos de los cuales no hemos tenido ninguna experiencia se asemejan a aquellos de los que hemos tenido experiencia». Por consiguiente, «aun después de observar la conjunción frecuente o constante de objetos, no tenemos ninguna razón para extraer ninguna inferencia concerniente a algún otro objeto aparte de aquellos de los que hemos tenido experiencia» (Popper, 1983, p. 67).

Ahora bien, desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados singulares, por elevado que sea su número; pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falsa: así, cualquiera que sea el número de ejemplares de cisnes blancos que hayamos observado, no está justificada la conclusión de que todos los cisnes sean blancos (Popper, 1980, p. 27).

No es posible derivar, o establecer de forma concluyente, afirmaciones universales a partir de afirmaciones particulares, por muchas que sean estas, mientras que cualquier afirmación universal puede ser refutada, o lógicamente contradicha, por medio de la lógica deductiva, por una sola afirmación particular.

Ningún número de observaciones de cisnes blancos nos permitirá inferir que todos los cisnes son blancos, pero la observación de que un único cisne es negro, nos permite refutar aquella conclusión. En resumen, no es posible demostrar que algo es materialmente cierto, pero siempre es posible demostrar que algo es materialmente falso, y esta es la afirmación que constituye el primer mandamiento de la metodología científica (Blaug, 1985, pp. 30-31).

Por otro lado, como lo hace notar Blaug (1985), el argumento de Hume también establece que hay una asimetría fundamental entre la inducción y la deducción, entre probar y refutar, entre verificación y falsación, entre la afirmación de la verdad y su negación. Ningún enunciado universal puede ser lógicamente derivado de manera concluyente por enunciados singulares, aunque estos sean numerosos, pero cualquier afirmación universal puede ser lógicamente refutada con la ayuda de la lógica deductiva a partir de una sola sentencia singular.

En consecuencia:

No podemos hacer generalizaciones inductivas a partir de una serie de observaciones porque en el momento que hemos seleccionado algunas observaciones entre las infinitas posibles, ya hemos decidido por un punto de vista y el punto de vista sí es una teoría,

sin embargo, cruda y poco sofisticada. En otras palabras, no hay «hechos brutos» y todos los hechos están cargados de teoría (traducción propia, Blaug, 1992, p. 15).

En Darnell y Evans (1990) puede encontrarse una sustentación clara de que la inferencia inductiva constituye un ejemplo típico de falacia. Según estos autores, los econométricos usan los datos para varios propósitos pero particularmente en la derivación de resultados *generales* y de predicciones *generales*, utilizando el método inductivo. El ejemplo que presentan es muy ilustrativo.

¿Por qué creemos que el sol saldrá mañana en la mañana? Esta creencia está basada en un razonamiento inductivo: si todos los días anteriores el sol ha salido, entonces, debe continuar saliendo mañana. La característica del razonamiento inductivo es que es una generalización que se deriva a partir de un número de observaciones particulares.

Para ilustrar la estrecha relación entre la inducción y la deducción, Darnell y Evans establecen el anterior argumento inductivo en la forma de un razonamiento de silogismo deductivo:

1. El sol siempre ha salido en la mañana en el pasado.
2. Lo que sucede en el pasado continuará sucediendo en el futuro.
3. Entonces el sol saldrá mañana.

Este silogismo pone de relieve la falacia del razonamiento inductivo. Las observaciones que son la base de la inducción (la premisa mayor, el primer enunciado anterior) son particulares (un periodo histórico y una ubicación geográfica específica); sin embargo, la conclusión del razonamiento inductivo es una generalización, una predicción, que va más allá las observaciones en las que se basa: la inducción busca predecir qué sucederá en circunstancias similares a sus premisas pero en diferentes puntos en el tiempo o en diferentes puntos del espacio.

El problema de este razonamiento inductivo es la premisa menor, que requiere apelar a un principio que establece, como una cuestión de fe, que lo que ha sucedido en el pasado continuará sucediendo en el futuro.

¿En qué medida el razonamiento inductivo proporciona *pruebas*? Desafortunadamente, por la naturaleza de la premisa menor, el razonamiento inductivo no puede ofrecer una prueba material concluyente, tal como el ejemplo simple presentado lo ha dejado claro.

Sin embargo, como expresan Darnell y Evans (1990), la negación de Popper de la inducción es en realidad una negación de la inducción como proveedora de un *argumento lógico demostrativo*, pues solo la deducción puede proporcionar argumentos lógicos demostrativos. Lo que ofrece la inducción es un argumento no demostrativo que intenta sugerir que una hipótesis particular es apoyada por las observaciones. Una conclusión no demostrativa obtenida inductivamente no puede excluir lógicamente la posibilidad de que la conclusión sea falsa. El silogismo para ilustrar esto es el siguiente:

1. Si $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ son verdaderos, entonces, B es verdadero.
2. B no está falsado, ni B ha sido alguna vez falsado.
3. Por tanto, $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ son verdaderos.

De lo anterior, es evidente que las premisas pueden ser materialmente verdaderas, sin embargo, la conclusión puede ser materialmente falsa (Darnell & Evans, 1990).

En consecuencia, una conclusión basada en la inducción no puede decirse que es materialmente cierta, dado que no hay forma de establecer la verdad material de la premisa menor (la de la regularidad). ¿Cómo se puede inferir, lógicamente, algo sobre la experiencia futura cuando la evidencia no es más que la experiencia histórica?

Kevin Hoover, profesor de Economía y Filosofía en la Universidad de Duke, aborda también el problema de Hume, asociándolo con el rol de la evidencia.

La evidencia, sin importar el número de casos positivos recogidos, no puede establecer la verdad de una teoría, solo puede establecer su falsedad. No debemos adoptar teorías porque disfrutan de un alto nivel de apoyo afirmativo, sino rechazar a aquellas que han sido falsadas (traducción propia, Hoover, 2005, p. 12).

No todos están de acuerdo con el «problema de la inducción». El premio nobel de economía 1972, John Hicks, es uno de los partidarios de la vigencia de la metodología inductiva: «Toda ley científica está basada en observaciones; son generalizaciones de observaciones, es decir, son inducciones» (1986, p. 95).

En cambio, otro premio nobel de economía, el de 1987, Robert Solow, está en completo desacuerdo con la metodología inductiva de investigación.

Si me siento oprimido por algo, es por el NBER y la inundación de los documentos de trabajo con cubiertas de color amarillo. Ninguno de ellos contiene un teorema existente. La mayoría de ellos son empíricos. Ellos de hecho ponen a prueba hipótesis. El problema es que muchos de ellos son absolutamente no convincentes, absolutamente olvidables, absolutamente mecánicos, y no hay manera de saber de antemano cuáles son y cuáles no. Esto es más que una amenaza (traducción propia, Solow, 1991, p. 30).

La otra metodología de investigación es la deductiva. La deducción es el procedimiento a través del cual una conclusión resulta de una o más premisas. En esta metodología, la existencia de una teoría es una condición suficiente para generar conocimientos. De una teoría, se deducen hipótesis, las cuales son conocimientos teóricos. Las hipótesis constituyen el producto final al que se llega a través de la metodología deductiva. Es la *teoría sin medición*.

Para Popper:

La lógica deductiva es la teoría de la validez del razonamiento lógico o de la inferencia lógica. Una condición necesaria y decisiva para la validez de una inferencia lógica es la siguiente: si las premisas de un razonamiento válido son verdaderas, entonces la conclusión ha de ser asimismo verdadera.

Esto puede ser expresado también así: la lógica deductiva es la teoría de la transferencia de la verdad de las premisas a la conclusión (Popper, 1972, p. 112).

Por otro lado:

Podemos decir: si todas las premisas son verdaderas y la inferencia es verdadera, entonces la conclusión ha de ser asimismo verdadera; y, en consecuencia, si en una inferencia válida la conclusión es falsa, no es posible en tal caso que todas las premisas sean verdaderas.

Este resultado trivial, pero de una importancia decisiva, puede ser igualmente expresado así: la lógica deductiva no es tan solo la teoría de la transferencia de la verdad de las premisas a la conclusión, sino asimismo e inversamente la teoría de la retransferencia, de la falsedad de la conclusión a por lo menos una de las premisas.

[...] De este modo queda convertida la lógica deductiva en la teoría de la crítica racional. Porque toda crítica racional tiene la forma de un intento por nuestra parte de mostrar que de la tesis criticada se desprenden consecuencias inaceptables. Si de una determinada tesis alcanzamos a inferir consecuencias inaceptables, la tesis en cuestión es refutada

[...] En las ciencias trabajamos con teorías, es decir, con sistemas deductivos. Una teoría o sistema deductivo constituye, en primer lugar, un ensayo de explicación y, en consecuencia, un intento de solucionar un problema científico; en segundo, una teoría —es decir, un sistema deductivo— es racionalmente criticable por sus consecuencias. Es pues un ensayo de solución sujeto a la crítica racional (Popper, 1972, p. 113).

Pero las hipótesis pueden ser empíricamente falsas. Por eso, en una ciencia fáctica como es la economía, la metodología deductiva es un paso necesario pero insuficiente en la investigación científica.

Según las reglas de la lógica deductiva, nos referimos a algunos tipos de razonamiento silogístico infalibles como «si A es verdadero, entonces B es verdadero; A es verdadero, por tanto B es verdadero» [...] Huelga añadir que la lógica deductiva es un cálculo abstracto y que la validez lógica del razonamiento deductivo de ninguna

manera depende de la verdad de los hechos ni de la premisa mayor «si A es verdadero, entonces B es verdadero», o la premisa menor, «A es verdadero» (traducción propia, Blaug, 1992, p. 4).

Según Figueroa, en la metodología deductiva:

A partir de unos supuestos se determinan las relaciones que deben existir entre las variables que analizan. El uso intensivo de las matemáticas ha significado que esas derivaciones lógicas sean realizadas con mucho rigor. De estas relaciones así deducidas se pasa, usualmente, al campo de las aplicaciones. Se supone, implícitamente, que si la derivación es lógicamente correcta, la relación propuesta debe ser también empíricamente cierta (2003, pp. 61 y 62).

Chalmers presenta un balance comprensible del significado de las metodologías inductiva y deductiva:

Una característica de los razonamientos inductivos que los diferencia de los deductivos es que, al pasar de enunciados acerca de algunos acontecimientos de un tipo particular a enunciados acerca de todos los acontecimientos, van más allá de lo que está contenido en las premisas. Las leyes científicas generales van invariablemente más allá de la cantidad finita de la evidencia observable que puede soportarlas, y esta es la razón por la cual no pueden nunca ser probadas en el sentido de ser deducidas lógicamente de dicha evidencia [...].

Para decirlo de una manera no técnica, cualquier evidencia observacional constará de un número finito de enunciados observacionales, mientras que una ley general hace afirmaciones acerca de un número infinito de casos posibles (2012, pp. 42 y 49).

Ethridge (2004) nos recuerda que una de las aplicaciones más importantes del razonamiento inductivo en el campo de la economía es la inferencia estadística. Al organizar una muestra aleatoria a partir de la población total, la recopilación y el análisis de los datos sobre

la muestra, utilizando criterios y procedimientos establecidos, se pueden inferir las características y el comportamiento de la población total de la muestra analizada.

De esta manera, el razonamiento inductivo es rico en información sobre la realidad pero carece de rigor lógico; mientras que el razonamiento deductivo es riguroso en términos lógicos pero no proporciona ninguna información sobre la realidad.

Por último, hay que destacar la clara asimetría que existe entre la inducción y la deducción, y su relación con la asimetría que se verá posteriormente, entre la verificación y la falsación.

El problema de la inducción es que ninguna declaración universal puede deducirse lógicamente, o establecerse con certeza, a partir de un número finito de enunciados singulares: por el contrario, una declaración universal puede ser refutada lógicamente con la ayuda del razonamiento deductivo de ¡un único evento contrario! (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 30).

La tercera metodología es la hipotético-deductiva, a la cual se le llama también la metodología falsacionista. Es la *teoría con medición*. En Popper (1983), líder intelectual de esta posición, se encuentra lo sustantivo de la propuesta falsacionista.

He presentado recientemente el proceso de selección en la forma de un esquema un tanto demasiado simplificado:

$$P_1 \rightarrow T \rightarrow E \rightarrow P_2$$

P_1 es el problema del que partimos; TT son las teorías tentativas mediante las que intentamos resolver el problema; EE es el proceso de eliminación del error al que están expuestas nuestras teorías (la selección natural en el nivel precientífico; el examen crítico, que incluye la experimentación, en el nivel científico) y P_2 designa el nuevo problema que emerge de la constatación de los errores de nuestras teorías tentativas.

El esquema en su conjunto muestra que la ciencia se origina en problemas y finaliza en problemas, así como que esta progresa mediante la invención audaz de teorías y la crítica de las diferentes teorías rivales (Popper, 1983, p. 484).

En la metodología falsacionista,

Las teorías son redes que lanzamos para apresar aquello que llamamos «el mundo»: para racionalizarlo, explicarlo y dominarlo. Y tratamos de que la malla sea cada vez más fina [...].

Dar una explicación causal de un acontecimiento quiere decir deducir un enunciado que lo describe a partir de las siguientes premisas deductivas: una o varias leyes universales y ciertos enunciados singulares las condiciones iniciales (Popper, 1980, p. 57).

Nuestras teorías son invenciones nuestras y pueden ser meramente suposiciones defectuosamente razonadas, conjeturas audaces, hipótesis. Con ellas creamos un mundo: no el mundo real, sino nuestras propias redes, en las cuales intentamos atrapar al mundo real (Popper, 1977, p. 80).

En esta metodología, la teoría *precede* claramente a los hechos.

[...] todas las leyes y todas las teorías son esencialmente tentativas, conjeturales e hipotéticas, aun cuando tengamos la sensación de que no podemos seguir dudando de ellas (Popper, 1983, p. 78).

Bunge explicita este rasgo de la metodología hipotético-deductiva:

El procedimiento que consiste en desarrollar una teoría empezando por formular sus puntos de partida o hipótesis básicas y deduciendo luego sus consecuencias con la ayuda de las subyacentes teorías formales se llama método hipotético deductivo (1971, p. 253).

En esta metodología, la teoría interactúa con la realidad; pone a prueba las hipótesis derivadas a partir de las teorías, a través de la metodología deductiva, y utiliza el método estadístico para poner a prueba

la pertinencia de las teorías. Y no se trata de buscar la comprobación o la verificación de una teoría, sino de buscar evidencia empírica que la refute, que la pruebe falsa.

La metodología falsacionista o hipotético-deductiva no es útil, sin embargo, para descubrir una teoría «verdadera». ¿Por qué? Porque si la predicción de la teoría (la hipótesis) es empíricamente falsa, la teoría es claramente falsa. ¿Pero qué pasa si la hipótesis es empíricamente verdadera? ¿La teoría de la que proviene es entonces verdadera? Popper (1980) rechaza esta conclusión porque se estaría utilizando la metodología inductiva: de la veracidad de un ejemplo particular no se puede inferir la verdad de una teoría. No puede probarse que una teoría es verdadera; solo podemos decir que la teoría ha sido corroborada por los hechos, que no es falsa.

Chalmers hace una presentación muy clara de la metodología falsacionista de Popper:

Los falsacionistas admiten francamente que la observación es guiada por la teoría y la presupone. También se congratulan de abandonar cualquier afirmación que implique que las teorías se pueden establecer como verdaderas o probablemente verdaderas a la luz de la evidencia observacional. Las teorías se construyen como conjeturas o suposiciones especulativas y provisionales que el intelecto humano crea libremente en un intento de solucionar los problemas con que tropezaron las teorías anteriores y de proporcionar una explicación adecuada del comportamiento de algunos aspectos del mundo o universo. Una vez propuestas, las teorías especulativas han de ser comprobadas rigurosa e implacablemente por la observación y la experimentación. Las teorías que no superan las pruebas observacionales y experimentales deben ser eliminadas y reemplazadas por otras conjeturas especulativas. La ciencia progresa gracias al ensayo y el error, a las conjeturas y refutaciones. Solo sobreviven las teorías más aptas. Aunque nunca se puede decir lícitamente de una teoría que es verdadera, se puede decir con optimismo que es la mejor disponible, que es mejor que cualquiera de las que han existido antes (2012, p. 57).

Asimismo:

La falsedad de enunciados universales se puede deducir de enunciados singulares adecuados [...] Una hipótesis es falsable si existe un enunciado observacional o un conjunto de enunciados observacionales lógicamente posibles que sean incompatibles con ella, esto es, que en caso de ser establecidos como verdaderos, falsarían la hipótesis (Chalmers, 2012, pp. 58 y 59).

El progreso de la ciencia, tal y como lo ve el falsacionista, se podría resumir de la siguiente manera. La ciencia comienza con problemas, problemas que van asociados con la explicación del comportamiento de algunos aspectos del mundo o universo. Los científicos proponen hipótesis falsables como soluciones al problema. Las hipótesis conjeturadas son entonces criticadas y comprobadas. Algunas serán eliminadas rápidamente. Otras pueden tener más éxitos. Estas deben someterse a críticas y pruebas más rigurosas. Cuando finalmente se falsa una hipótesis que ha superado con éxito una gran variedad de pruebas rigurosas, surge un nuevo problema, afortunadamente muy alejado del problema original resuelto. Este nuevo problema exige la invención de nuevas hipótesis, seguidas de nuevas críticas y pruebas. Y así el proceso continúa indefinidamente. Nunca se puede decir de una teoría que es verdadera, por muy bien que haya superado pruebas rigurosas, pero, afortunadamente, se puede decir que una teoría actual es superior a sus predecesoras en el sentido de que es capaz de superar pruebas que falsaron estas (Chalmers, 2012, p. 65).

Por último:

Las generalizaciones que constituyen las leyes científicas no pueden nunca deducirse lógicamente de un conjunto finito de hechos observables, mientras que la falsación de una ley puede deducirse lógicamente a partir de un solo hecho observable con el cual choca (Chalmers, 2012, p. 75).

En esta postura metodológica, enmarcada dentro del *falibilismo*, nada es infalible, todo es revisable y desechable. Según la definición especializada de Mosterín y Terreti, el falibilismo es una postura filosófica:

[...] según con la cual «lo que mejor conocemos, humanamente hablando, lo conocemos solo de un modo incierto e inexacto». El término fue popularizado por Popper, quien gustaba subrayar que en todas las ciencias no hay un solo aserto infalible (Mosterín & Terreti, 2002, p. 231).

Estos autores tienen también una definición concisa y precisa de la falsación popperiana.

Siguiendo a Popper, decimos que un aserto ha sido falsado (en inglés, *falsified*) cuando se ha comprobado que es falso. Para falsar una proposición universal de la forma $\forall x (Px \Rightarrow Qx)$ basta constatar una proposición particular de la forma $\exists x (Px \wedge \neg Qx)$ que la contradiga (un caso particular que nos brinde un «contraejemplo») (Mosterín & Terreti, 2002, p. 232).

El primer premio nobel de economía 1969 —compartido con Ragnar Frisch—, Jan Tinbergen, un físico holandés que se dedicó a la investigación de ciclos económicos y modelos dinámicos aplicados a procesos macroeconómicos, considerado uno de los primeros fundadores de la econometría, advertía tempranamente, muy probablemente sin haber leído a Popper, que: «Ningún test estadístico puede probar que una teoría sea correcta [...] puede probar, de hecho, que la teoría es incorrecta» (traducción propia, Tinbergen, 1939, p. 132).

Según Figueroa (2012), quien ha contribuido de manera importante al desarrollo de la metodología popperiana en el campo de la economía:

De acuerdo con la epistemología popperiana, el conocimiento científico solo puede alcanzarse mediante el uso de la lógica hipotético-deductiva, es decir mediante la construcción de teorías que

pretenden explicar el mundo real, de las cuales las implicaciones sobre las observaciones del mundo real se derivan por deducción lógica. Estas implicaciones son observables, constituyen hipótesis sobre el comportamiento del mundo real, y son el objeto de la prueba empírica. Si la teoría y la realidad coinciden, no tenemos ninguna razón para descartar la teoría, si no lo hacen, la teoría ha resultado ser falsa, y ha sido falsada [...].

Para ser más precisos: una proposición empírica es falsable si en principio puede ser falsa. Este es el principio de la falsación (traducción propia, Figueroa, 2012, pp. 6 y 7).

Sin embargo, a pesar de la crítica severa a la metodología inductiva de investigación, en realidad, no hay manera de prescindir totalmente de ella. Redman (1995) advierte que aunque Popper desarrolla una metodología no inductiva, la inducción reaparece en forma inevitable. ¿Cómo saber que una teoría es mejor que otra? Corroborándolas, a través de pruebas severas. Pero si una teoría ha pasado por cien pruebas, ¿podemos inferir que pasará por pruebas adicionales?

2.4 EL CONCEPTO DE CAUSALIDAD

El objetivo central de la ciencia es determinar qué causa qué. En la filosofía de la ciencia la causalidad ocupa un lugar privilegiado. De acuerdo con un diccionario especializado en lógica y filosofía de la ciencia, la causalidad es un:

Concepto central en la interpretación ordinaria del acontecer, cuyos sucesos, procesos y situaciones son vistos como *efectos* (consecuencias, resultados) imputables a *causas* que los producen y sin las cuales, se piensa, no habrían podido ocurrir como ocurrieron (Mosterín & Terretti, 2002, p. 82).

Una definición más precisa para nuestros propósitos la proporciona Mario Bunge:

Se dice de un evento [...] c es la causa de otro evento e si y solo si c es suficiente para que ocurra e . Ejemplo: la rotación terrestre es causa de la sucesión alterna de los días y las noches. Si, en cambio, e puede ocurrir sin la presencia de c —esto es, si c es necesario pero no suficiente para que ocurra e — entonces se dice que c es una causa de e (2007, p. 19).

La causalidad está estrechamente vinculada a la metodología popperiana y es un concepto que guía la investigación científica.

El «principio de causalidad» consiste en la afirmación de que todo acontecimiento, cualquiera que sea, puede explicarse causalmente, o sea, que puede deducirse causalmente (Popper, 1980, p. 58).

No abandonaremos la búsqueda de leyes universales y de un sistema teórico coherente, ni cesaremos en nuestros intentos de explicar causalmente todo tipo de acontecimientos que podamos describir: esta regla guía al investigador científico en su tarea (Popper, 1980, pp. 58 y 59).

En la misma línea, el profesor Figueroa ubica a la causalidad como objetivo central del proceso de investigación científica.

El objetivo de las ciencias sociales es establecer relaciones de causalidad, esto es, determinar qué causa qué. La causalidad es lo que hace a la ciencia útil. Las relaciones de causalidad indican el efecto de los cambios en las variables exógenas sobre las variables endógenas. Por tanto la causalidad se deriva lógicamente de una teoría. Pero, entonces, las relaciones de causalidad deben ser observables. Viniendo de procesos complejos, las relaciones de causalidad en las ciencias sociales se refieren a regularidades y no a relaciones anecdóticas (2003, p. 34).

Para que exista una relación de causa a efecto, esa relación debe derivarse a partir de una teoría o un modelo. El premio nobel de economía 1972, John Hicks, dice, al respecto:

En causalidad debemos sostener que si A no hubiera existido, B no habría existido; si no-A, entonces no-B. [...] Por tanto, debemos considerar las construcciones teóricas; no podemos decir nada de ellas a menos que tengamos alguna teoría acerca de la forma en que las cosas se relacionan [...]. En una aseveración causal, se está aplicando una teoría (1979, p. 31).

Las implicancias para la política económica están también vinculadas a las relaciones de causalidad. Hoover, basándose en Hume, resalta esta conexión entre la causalidad y la política económica:

La única utilidad inmediata de todas las ciencias es enseñarnos cómo controlar y regular los eventos futuros a partir de sus causas (traducción propia, Hume, 1921, p. 79).

La justificación última para el estudio de la macroeconomía es práctica: proporcionar conocimientos firmes en los que se base la política económica. La política trata de la influencia en los resultados, del control o el intento de control. El estudio de la causalidad en cualquier contexto particular es el estudio de las conexiones particulares que permitan el control de una variable para influir sobre otra. El entendimiento de la causalidad está implícito en la discusión política (traducción propia, Hoover, 2001, p. 1).

Hay una precisión importante que es necesaria hacer en esta sección. En la econometría existe el llamado *test de causalidad de Granger*, en honor a su creador, el premio nobel 2003, un economista británico que por largo tiempo fue profesor principal de la Universidad de California: Clive Granger.

La causalidad a lo Granger consiste en poner a prueba si el comportamiento temporal pasado de una variable A predice el comportamiento temporal de otra variable B. Si ese es el caso, A causa B, en el sentido de Granger. No es una definición de causalidad en el sentido teórico, sino más bien referido al concepto más limitado de predictibilidad. Si A causa B, conociendo los valores pasados de A, puede predecirse B.

Según el conocido econométrista indobritánico, Gangadharrao S. Maddala (1996), Granger se basa en la premisa de que el futuro no puede provocar el presente o el pasado. ¿Preceden los movimientos en los precios a los de las tasas de interés, ocurre lo opuesto, o ambos movimientos suceden al mismo tiempo? Este es el propósito de la causalidad de Granger, que no es causalidad en el sentido que se entiende normalmente, acerca del efecto de las variables exógenas sobre las endógenas. Maddala sostiene que no es bueno llamar a este test de «causalidad», cuando en realidad es un test de «precedencia».

La misma opinión tiene Figueroa.

El conocido «test de causalidad de Granger» es un nombre inapropiado. Debería llamarse la «prueba de secuencia de Granger» porque se limita a las pruebas de si los cambios en una variable siempre preceden a los de la otra variable, donde el número de retardos para estas pruebas es arbitrario (traducción propia, Figueroa, 2009, p. 28).

En consecuencia, de acuerdo con Figueroa:

En el marco de un modelo teórico, en el que la predicción de causalidad se ha sometido a la prueba estadística, la correlación implica causalidad, y la falta de correlación implica falta de causalidad. Por el contrario, en el marco de una hipótesis empírica sin teoría, la existencia de correlación no implica causalidad, sino tan solo una asociación estadística fuerte (2013, p. 60).

2.5 PREDICCIÓN Y EXPLICACIÓN

¿Cuál es el propósito de la ciencia económica? ¿Explicar y predecir o solo predecir? ¿O solo explicar? Antes de contestar estas preguntas precisemos el concepto de predicción, en contraposición al del pronóstico. Para el profesor Figueroa, la diferencia entre el pronóstico y la predicción es la siguiente:

El pronóstico es la profecía o adivinanza sobre los valores futuros de las variables. La predicción en la ciencia no es un pronóstico. A partir de una teoría válida, pueden derivarse predicciones empíricas, lo que significa que para cada valor de las variables exógenas (X), los valores de las variables endógenas (Y) son conocidos o son previstos, como en la siguiente función:

$$Y = F(X)$$

Pero, ¿qué valor tomará la variable exógena en el futuro? Nadie puede ver el futuro. Por tanto, el valor futuro de la variable exógena solo se puede adivinar. Con el valor de la variable exógena determinado así, se puede pronosticar el valor futuro de las endógenas. Por tanto, el pronóstico es una predicción condicional, condicional a la adivinanza correcta del valor futuro de las variables exógenas (traducción propia, Figueroa. 2012, p. 120).

La predicción, entonces, en el contexto de la ciencia, es una afirmación precisa de lo que ocurrirá, en determinadas condiciones claramente especificadas.

En efecto, la ciencia económica no puede pronosticar, no puede determinar los valores que tomarán las variables endógenas en el futuro. Pero esto ocurre en todas las ciencias. La ciencia solo puede predecir: dados los valores de las variables exógenas, puede determinarse el valor de las variables endógenas. Pero la ciencia no tiene capacidad para saber cuáles serán los valores de las variables exógenas en el tiempo; si quisiera conocerlo, necesitaría endogenizar

las variables exógenas y construir una nueva teoría, que tampoco podría predecir, a menos que se conocieran las nuevas variables exógenas de la nueva teoría, y así entraríamos en una regresión continua (Figuroa, 2003, p. 61).

Volvamos ahora a la pregunta de si el objetivo de la ciencia es predecir o explicar. Para Popper, la explicación es inherente a la ciencia.

Un problema puramente teórico —un problema de ciencia pura— radica siempre en encontrar una explicación, la explicación de un hecho, de un fenómeno de una regularidad notable o de una excepción igualmente notable. Aquello que pretendemos o esperamos explicar recibe el calificativo de *explicandum*. El intento de solución —es decir: la explicación— radica siempre en una teoría, en un sistema deductivo, que nos permite explicar el *explicandum* relacionándolo lógicamente con otros hechos (las llamadas condiciones iniciales). Una explicación totalmente explícita radica siempre en la derivación lógica (o en la derivabilidad) del *explicandum* a partir de la teoría, justamente con las condiciones iniciales (Popper, 1972, p. 114).

El premio nobel de economía 1976, Milton Friedman, consideraba que el objetivo principal de la ciencia económica es la predicción: «Considerada como un cuerpo de hipótesis sustantivas, la teoría ha de juzgarse por su poder de predicción respecto a la clase de fenómenos que intenta explicar» (1967, p. 42).

El filósofo estadounidense Daniel Hausman ratifica esta posición del premio nobel y lo polémico de su postura:

Milton Friedman afirma que el objetivo de la economía, como la de toda la ciencia, «es el desarrollo de una «teoría» o «hipótesis» que produzca predicciones válidas y significativas (es decir, no evidentes) sobre fenómenos aún no observados» [...]. Él no afirma explícitamente que los economistas no deben tratar de dar explicaciones. De hecho ni siquiera se menciona este punto de vista.

Friedman rechaza la explicación como un objetivo al afirmar que el fin de la ciencia es exclusivamente predictivo. La economía está, obviamente, en gran parte orientada hacia sus posibles contribuciones hacia la política, y la visión de Friedman de que sus objetivos son exclusivamente predictivos ha tocado una fibra sensible (traducción propia, Hausman, 2001, p. 1).

Otros estudiosos de la metodología de la ciencia económica, como Mark Blaug y Mario Bunge, sostienen que la predicción va de la mano, necesariamente, de la explicación:

Las predicciones se utilizan generalmente para comprobar si la ley universal se mantiene en la práctica. En definitiva, la explicación es simplemente *una predicción proyectada hacia el pasado* (traducción propia, Blaug, 1992, p. 22).

El principal objetivo de la invención y contrastación de hipótesis, leyes y teorías es la solución de problemas de por qué, o sea, la explicación de hechos y de sus esquemas o estructuras. No nos contentamos con hallar hechos, sino que deseamos saber por qué ocurren en vez de lo contrario; y tampoco nos contentamos con establecer conjunciones constantes explicativas de hechos, sino que intentamos descubrir el mecanismo que explica las correlaciones [...].

Una respuesta racional, adecuada o fundada a «¿Por qué q ?», será de la forma « q porque p », en la que p , una fórmula compleja, es la razón de q . Como « q porque p » es lo mismo que « p , por tanto q », la razón, el fundamento o el explicador de q es una fórmula que la implica (o sea, tal que « $p \rightarrow q$ » es formalmente verdadera). La razón o el motivo, generalmente un conjunto de fórmulas, se llama *explicans*, lo que explica. Una respuesta no racional a «¿Por qué q ?», en cambio, no dará ninguna razón de q , salvo q misma. Llamaremos explicación racional a una argumentación que suministre una respuesta racional a una cuestión de por qué correctamente formulada (Bunge, 1970, pp. 561 y 562).

Daniel Hausman también ha escrito un artículo entero para desarrollar el argumento de la simetría entre la predicción y la explicación:

Los economistas no están de acuerdo sobre si deberían tratar de ofrecer explicaciones, acerca de qué deberían tratar de explicar, y sobre cómo debería explicarse [...]. Voy a argumentar (1) que la explicación es una tarea central en economía, (2) que se debe adoptar un modelo explícitamente causal de explicación, (3) que los economistas no pueden evitar explicar las decisiones individuales y deben tratar de explicar los caminos que toma la economía de un equilibrio a otro, y (4) que las explicaciones en economía comprenden efectos, así como las causas (traducción propia, Hausman, 2001, p. 1).

Los economistas a veces debaten largo y tendido sobre las causas de un fenómeno. Ese debate es, obviamente, un debate sobre la explicación del fenómeno, porque al citar las causas de algún aspecto de un evento o estado de cosas estamos tratando de explicarlo [...]. Si el objetivo último de la economía es la predicción útil, y la predicción útil requiere el conocimiento de sus causas —esto es, un diagnóstico—, entonces la explicación es una tarea central. Es una tarea central, porque los objetivos prácticos que los economistas requieren es que ellos puedan explicar los fenómenos (traducción propia, Hausman, 2001, p. 3).

Incluso los economistas cuyas preocupaciones son exclusivamente prácticas deben estar interesados en el diagnóstico de las causas de los diversos fenómenos, ya que la comprensión de las causas ayuda a controlar sus efectos [...]. Independientemente de la visión que uno tenga sobre los objetivos fundamentales de la economía, la explicación tiene un lugar central en la agenda (traducción propia, Hausman, 2001, p. 10).

De acuerdo con Hausman (2001), en la filosofía de la ciencia existen tres enfoques principales de la explicación científica. Primero, el de la explicación como predicción de lo que ya se conoce. Segundo, la explicación como respuesta a las preguntas del porqué de las cosas.

Tercero, la explicación como derivada de una relación de causalidad. Las preguntas sobre el porqué de las cosas son aquellas con las que se busca conocer las causas de lo que tiene que ser explicado.

Hausman (2001) responde afirmativamente sobre las preguntas de si los economistas deberían procurar explicar las decisiones de los individuos, o solo deben explicar las consecuencias globales de esas decisiones; y si deben explicar solo las situaciones de equilibrio, o si deben explicar igualmente el comportamiento de las economías entre la vecindad de un equilibrio y la vecindad del otro equilibrio.

En el primer caso, debido a que las decisiones individuales constituyen canales de transmisión en los efectos de los movimientos de las variables exógenas sobre las endógenas, no es posible explicar, de acuerdo con Hausman, los resultados agregados, sin dar ninguna explicación aceptable de las decisiones individuales.

En el segundo caso, los economistas, en general, solo explican cómo el nuevo equilibrio difiere del otro, como en los típicos ejercicios de estática comparativa. No toman en consideración las consecuencias de las interacciones de desequilibrio que ocurrirían en el tránsito hacia el nuevo equilibrio, en parte debido a que no abundan las buenas teorías de la dinámica de ajuste: «He argumentado que los economistas necesitan dar explicaciones, incluyendo explicaciones de las decisiones individuales y de los procesos dinámicos, y que estas explicaciones son causales» (traducción propia, Hausman, 2001, p. 9).

Para Mark Blaug se cumple la *tesis de la simetría*, es decir, hay una simetría perfecta, lógica, entre la naturaleza de la explicación y la naturaleza de la predicción.

[...] la operación llamada explicación involucra las mismas reglas de inferencia lógica que la operación llamada predicción; la única diferencia es que las explicaciones vienen después de los acontecimientos y las predicciones, antes de los acontecimientos. En el caso de la explicación, empezamos con un evento que se explica

y se encuentra por lo menos una ley universal y un conjunto de condiciones iniciales que implican lógicamente un enunciado del evento en cuestión [...]. En el caso de predicción, por otro lado, se comienza con una ley universal, más un conjunto de condiciones iniciales, y de ellos se deduce un enunciado acerca de un evento desconocido; la predicción se utiliza típicamente para ver si la ley universal es de hecho confirmada. En resumen, la explicación es simplemente una «predicción escrita al revés».

Esta noción de que hay una simetría perfecta, lógica, entre la naturaleza de la explicación y la naturaleza de la predicción ha sido denominada la tesis de simetría. Constituye el núcleo del modelo hipotético-deductivo o la vestimenta del modelo de ley de explicación científica (traducción propia, Blaug, 1992, pp. 5 y 7).

La misma posición tienen el filósofo argentino William Daros, profesor de la Universidad Adventista de la Plata e investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y Kevin Hoover:

La ciencia tiene por finalidad mínima explicar, esto es, dar razón del problema. En la historia de la ciencia se han elaborado distintos métodos y tipos de explicación que, sin embargo, poseen un rasgo en común: toda explicación supone una deducción lógica, cuya conclusión es lo que se debe explicar (*explicandum*) deduciéndola de las premisas (*explicans*), esto es, de lo que explica, de las razones o causas, de las leyes y de las condiciones (Daros, 1998, p. 127).

Algunas veces conocida como el modelo nomológico de explicación, o como el método hipotético-deductivo, la concepción heredada entiende las teorías científicas como una red de las leyes científicas, las cuales se entienden como generalizaciones verdaderas y universales [...]. Las explicaciones toman una forma deductiva-nomológica. El conjunto relevante (o «envoltura») de leyes, junto con las condiciones iniciales, nos permite deducir una conclusión empíricamente relevante (traducción propia, Hoover, 2005, p. 10).

Para expresar con precisión el rol de la explicación y la predicción, apelaremos a un modelo económico, que al expresarse en su forma reducida, permitirá derivar una *predicción*, y que permitirá, al mismo tiempo, haciendo uso de dicho modelo en su forma estructural, *explicar* la lógica de dicha predicción.

Utilizaremos, con un propósito estrictamente metodológico, un modelo muy popular y tradicional en el campo de la macroeconomía de las economías abiertas, el modelo Mundell-Fleming (M-F) con movilidad perfecta de capitales y un régimen de tipo de cambio flexible. La única modificación que vamos a introducir en este modelo es que las autoridades monetarias, en lugar de controlar los agregados monetarios, como ocurre en las presentaciones de los libros de texto, administran la tasa de interés de corto plazo². Esta caracterización recoge el hecho de que, actualmente, casi todos los bancos centrales en el mundo hacen la política monetaria administrando la tasa de interés de corto plazo; no controlando los agregados monetarios. El mundo de Milton Friedman, donde la cantidad de dinero era el instrumento por excelencia de la política monetaria, se ha vuelto una reliquia histórica.

Este modelo tiene cuatro mercados: el mercado de bienes, el mercado monetario, el mercado de bonos en moneda local y el mercado de bonos en moneda extranjera. Apelando a la Ley de Walras (si hay n mercados, y $n-1$ de esos mercados están en equilibrio, entonces, el mercado residual debe estar también en equilibrio), podemos concentrar nuestra atención en el mercado de bienes, el mercado monetario y el mercado de bonos en moneda nacional (o ecuación de arbitraje).

El mercado de bienes del modelo M-F es keynesiano y supone que la producción (Y) se ajusta a la demanda (D) y esta depende del consumo (C) y la inversión privada (I), del gasto público (G) y de las exportaciones netas o balanza comercial (XN).

$$Y = D = C + I + G + XN \quad (2.1)$$

² Puede verse, al respecto, Mendoza (2014).

Respecto al consumo, asumiremos que solo es una función directa del ingreso disponible y de un componente autónomo que recoge todo el resto de influencias. El ingreso disponible es el ingreso neto de impuestos ($Y - T$), y como los ingresos son una fracción del ingreso, $T = tY$, el ingreso disponible es igual a $Y - tY = (1 - t)Y$. Entonces, la función consumo viene dada por:

$$C = C_0 + c(1 - t)Y; 0 < c < 1; 0 < t < 1 \quad (2.2)$$

Donde c y t son la propensión a consumir y la tasa impositiva, respectivamente, cuyos valores fluctúan entre cero y uno.

En relación con la inversión privada asumiremos que depende negativamente de la tasa de interés³ y positivamente de un componente autónomo que recoge todos los elementos distintos a la tasa de interés que influyen en la inversión.

$$I = I_0 - br \quad (2.3)$$

Con referencia al gasto público, supondremos que es exógeno, lo cual supone, implícitamente, que el gobierno no tiene restricciones para endeudarse,

$$G = G_0 \quad (2.4)$$

Las exportaciones netas o balanza comercial, dependen directamente del PBI internacional (Y^*) y del tipo de cambio real ($E + P^* - P$)⁴;

³ En rigor, en el modelo IS-LM, la tasa de interés que debe estar presente en el mercado de bienes es la tasa de interés real (la tasa de interés nominal ajustada por la inflación esperada), pues es la que afecta a la inversión; y en el mercado monetario la tasa relevante es la tasa de interés nominal, pues es la que afecta a la demanda real de dinero. En nuestra presentación, como se está suponiendo que la inflación esperada es nula, la tasa de interés real no difiere de la nominal.

⁴ El tipo de cambio real se define como $e = \frac{EP^*}{P}$. Para mantener el carácter estrictamente lineal del modelo, el tipo de cambio real se presenta como $e = E + P^* - P$.

e inversamente del ingreso disponible, dada una propensión marginal a importar. Estamos asumiendo que se cumple la condición Marshall-Lerner, según la cual una elevación del tipo de cambio real mejora la balanza comercial.

$$XN = a_0 Y^* + a_1 (E + P^* - P) - m(1 - t)Y \quad (2.5)$$

Reemplazando los valores del consumo, la inversión privada, el gasto público y las exportaciones netas en la ecuación (2.1), obtenemos el equilibrio en el mercado de bienes, el cual viene dado por,

$$Y = D = C_0 + c(1 - t)Y + I_0 - br + G_0 + a_0 Y^* + a_1 (E + P^* - P) - m(1 - t)Y$$

Expresión que también puede presentarse como,

$$Y = D = k[A_0 - br + a_0 Y^* + a_1 (E + P^* - P)] \quad (2.6)$$

Donde $k = \frac{1}{1 - (c - m)(1 - t)}$ es el multiplicador keynesiano de una economía abierta, y $A_0 = C_0 + I_0 + G_0$ es el componente autónomo de la demanda en el mercado de bienes.

En el mercado monetario, en la economía abierta, el banco central puede alterar la oferta monetaria comprando o vendiendo bonos en moneda nacional, o comprando o vendiendo bonos denominados en dólares. En consecuencia, la oferta monetaria nominal viene dada por el *stock* de bonos en moneda nacional, denominado también crédito interno, B^b , más el *stock* de dólares, o bonos en dólares, B^{*bcr} , que son las reservas de divisas del banco central.

$$M^s = B^{*bcr} + B^b \quad (2.7)$$

Asu vez, la oferta monetaria real, en términos lineales⁵, viene dada por,

$$m^s = B^b + B^{*bcr} - P \quad (2.8)$$

⁵ Para mantener el carácter lineal del modelo estamos utilizando la siguiente aproxima-

ción: $\frac{M^s}{P} \cong M^s - P$.

La demanda por dinero en términos reales es una función directa de la producción y una función inversa de la tasa de interés.

$$m^d = b_0 Y - b_1 r \quad (2.9)$$

La novedad se produce en la política monetaria. En el nuevo marco institucional de la política monetaria, la autoridad monetaria, el banco central, controla la tasa de interés, no los agregados monetarios, y ajusta la cantidad de dinero para mantener fija dicha tasa. Esa es la versión sobresimplificada de la regla de política monetaria (*RPM*)⁶.

$$r = r_0 \quad (2.10)$$

En equilibrio, la oferta monetaria real debe ser igual a la demanda monetaria real.

$$B^{*bcr} + B^b - P = b_0 Y - b_1 r \quad (2.11)$$

Como el banco central fija la tasa de interés (r_0), tiene que adecuar la oferta de dinero a las necesidades del público. En equilibrio, la oferta y la demanda nominal de dinero deben ser iguales, y la variable de ajuste (para mantener el equilibrio en el mercado de dinero y controlar la tasa de interés) es el crédito interno expresado en el *stock* de bonos en moneda nacional. La oferta monetaria es entonces endógena, por su componente interno (B^b), a pesar de que el tipo de cambio es flotante.

A partir de la ecuación (2.11), y tomando en cuenta (2.10), se concluye que el crédito interno, el *stock* de bonos en moneda nacional, es una función directa del nivel de actividad económica y de los precios, y una función inversa de las reservas internacionales y la tasa de interés.

$$B^b = -B^{*bcr} + P + b_0 Y - b_1 r_0 \quad (2.12)$$

⁶ Esta es la versión más sencilla y extrema de la Regla de Taylor. Esta considera que la autoridad monetaria administra la tasa de interés para mantener la estabilidad de precios y responde ante cambios en la brecha del producto o la brecha de la inflación. También estamos asumiendo que hay una sola tasa de interés, la de corto plazo.

Por último, con libre movilidad de capitales, tipo de cambio flotante y cuando hay arbitraje no cubierto de tasas de interés⁷, la tasa de interés local es igual a la internacional (r^*), ajustada por la tasa de depreciación esperada ($E^e - E$)⁸. E^e es el tipo de cambio esperado, considerado exógeno, y E es el tipo de cambio nominal. La variable de ajuste para mantener la ecuación de arbitraje, en este régimen de tipo de cambio flexible, es el tipo de cambio nominal.

$$r = r^* + (E^e - E) \quad (2.13)$$

De la ecuación (2.13), se desprende que el tipo de cambio viene determinado por el diferencial de tasas de interés y por el tipo de cambio esperado.

$$E = r^* - r + E^e \quad (2.14)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones lineales (2.6), (2.12) y (2.14), podemos hallar los valores de equilibrio de las tres variables endógenas del modelo: la producción, el crédito interno y el tipo de cambio nominal. Esta es la versión reducida del modelo MF, con movilidad perfecta de capitales, tipo de cambio flexible y tasa de interés administrada.

$$Y^e = k[A_0 + a_0 Y^* + a_1(E^e + r^* + P^* - P) - (a_1 + b)r_0] \quad (2.15)$$

$$B^{beq} = (1 - b_0 k a_1)P - B^{*bc} + b_0 k[A_0 + a_0 Y^* + a_1(r^* + E^e + P^*)] - [b_1 + b_0 k(a_1 + b)]r_0 \quad (2.16)$$

$$E^{eq} = E^e + (r^* - r_0) \quad (2.17)$$

⁷ Cuando el inversionista opera únicamente en el mercado *spot* o al contado, y no recurre a los mercados a futuro para protegerse contra el riesgo cambiario.

⁸ En rigor, la tasa de depreciación esperada viene dada por $\frac{E^e - E}{E}$. Una vez más, en aras de que el modelo mantenga su carácter lineal, la depreciación esperada es aproximada por $E^e - E$.

En este modelo macroeconómico de una economía abierta, la producción se determina en el mercado de bienes, el crédito interno en el mercado monetario y el tipo de cambio en la ecuación de arbitraje.

Asimismo, es importante precisar que, en el contexto de este modelo, donde la tasa de interés doméstica está bajo el control del banco central, no hay lugar para la intervención cambiaria no esterilizada. Si el banco central comprase dólares sin esterilizar, la oferta monetaria aumentaría y la tasa de interés bajaría. Como se procura evitar este efecto, el banco central tiene que esterilizar la compra de dólares, mediante la reducción del crédito interno (a través de la venta de bonos en moneda doméstica). Es por eso que en la ecuación (2.16) un cambio en las reservas internacionales implica un cambio, en la misma magnitud, pero en la dirección contraria, del crédito interno.

En este marco analítico que supone que el nivel de precios es exógeno, se pueden simular los efectos de la política monetaria (cambio en r_0), la política fiscal (cambios en G_0 o t), los cambios en el contexto internacional (Y^* , r^* , P^*), cambios en el nivel de precios, así como de modificaciones en la propensión a consumir, a importar o invertir, el tipo de cambio esperado, y evaluar sus efectos sobre las variables endógenas del modelo: producción, crédito interno y tipo de cambio.

El sistema de ecuaciones (2.15), (2.16) y (2.17) es el modelo M-F expresado en su forma reducida. En la forma reducida de un modelo, las variables endógenas dependen únicamente de variables exógenas. En la forma reducida de un modelo hay tantas ecuaciones como variables endógenas.

El resto de ecuaciones, las que dieron origen al sistema en su forma reducida, constituyen la forma estructural del modelo M-F. En la forma estructural de un modelo las variables endógenas pueden depender de variables exógenas y de otras variables endógenas.

Volvamos ahora a lo que nos interesa: ¿a qué llamaríamos *predicción* y *explicación* en el contexto del modelo M-F?

La predicción se obtiene a partir del modelo en su forma reducida. Por ejemplo, a partir de la ecuación (2.15), se puede establecer la siguiente predicción condicional:

Si se elevase la tasa de interés internacional, manteniendo constantes todas las demás variables exógenas y los parámetros, entonces, el PBI local debe también subir.

En la ecuación (2.15) aparecen todas las variables exógenas y parámetros que se deben mantener constantes. La expresión matemática de esta predicción se obtiene de esta misma ecuación.

$$dY = ka_1 dr^* > 0 \quad (2.18)$$

Esta expresión nos indica que si sube la tasa de interés internacional ($dr^* > 0$), manteniendo constantes todas las otras variables exógenas, entonces, la producción local se eleva ($dY > 0$).

¿Y cuál es la fuente de la explicación en un modelo económico? El modelo en su forma reducida no permite explicar; es decir, no permite establecer la multiplicidad de conexiones de causa a efecto que existen entre las distintas variables exógenas y endógenas en el modelo. Las ecuaciones (2.15)-(2.17) simplemente establecen qué tipo de efectos tienen las variables exógenas sobre las endógenas.

Para buscar una explicación, para identificar los distintos canales de transmisión entre la tasa de interés internacional y la producción local, estamos obligados a acudir al modelo en su forma estructural. Una explicación, sobre los efectos de la elevación de la tasa de interés internacional, a partir del sistema de ecuaciones del modelo en su forma estructural, puede ser la siguiente:

Al elevarse la tasa de interés internacional, en la ecuación de arbitraje, el rendimiento del activo externo se pone por encima del rendimiento del activo nacional, con lo cual salen capitales y se eleva el tipo de cambio nominal. Al subir el tipo de cambio nominal, como el nivel de precios está fijo, sube el tipo de cambio real,

con lo cual mejora la balanza comercial. La mejora en la balanza comercial eleva la demanda por bienes y se produce un exceso de demanda en este mercado. Como la variable de ajuste en el mercado de bienes es la producción, al generarse un exceso de demanda, se eleva la producción.

En esta explicación, hemos apelado a varias de las ecuaciones del modelo en su forma estructural.

Al elevarse la tasa de interés internacional, en la ecuación de arbitraje, el rendimiento del activo externo se pone por encima del rendimiento del activo nacional, con lo cual salen capitales y se eleva el tipo de cambio nominal, ecuación (2.14).

Al subir el tipo de cambio nominal, como el nivel de precios está fijo, sube el tipo de cambio real, con lo cual mejora la balanza comercial: ecuación (2.5).

La mejora en la balanza comercial eleva la demanda por bienes y se produce un exceso de demanda en este mercado. Como la variable de ajuste en el mercado de bienes es la producción, al generarse un exceso de demanda, se eleva la producción: ecuación (2.1).

En resumen, para hacer la predicción es suficiente tener el modelo en su forma reducida. Para la explicación, es indispensable contar con el modelo en su forma estructural. En la investigación económica, dado que necesitamos predecir y explicar, requerimos que los modelos sean presentados tanto en su forma reducida como en su forma estructural.

Darnell y Evans (1990) explican que el principio central del método hipotético deductivo es que todas las explicaciones científicas se caracterizan por el uso de una estructura lógica común que implica variables explicativas (*explanans*) de las que, utilizando únicamente las reglas formales de la lógica, se deducen la dirección en la que se mueven las variables endógenas (*explanadums*). En este punto de vista hay una simetría entre la explicación y la predicción: ambas utilizan precisamente las mismas reglas de la lógica, pero mientras la explicación

comienza con un fenómeno por ser explicado, y procede a encontrar la teoría y el conjunto de condiciones iniciales que implican lógicamente el evento; la predicción comienza con la teoría y un conjunto de condiciones iniciales de las que, a través de la lógica, se deriva una predicción sobre el evento. La esencia del método hipotético-deductivo es que solo utiliza las reglas de la lógica deductiva: las teorías con las que se inicia no se derivan de la inducción, pero son hipótesis, sujetas a las pruebas de su validez a través de las predicciones que se deriven de ellas.

Cabe precisar, sin embargo que, en rigor, lo que se somete a la prueba empírica es una hipótesis que se deriva de la forma reducida del modelo. Los datos pueden «corroborar» esta hipótesis, pero no «corroboran» la forma estructural particular que está detrás del modelo en su forma reducida de donde se obtuvo la hipótesis. Por tanto, no hay tal simetría estricta entre la predicción y la explicación. Una misma forma reducida puede obtenerse a partir de varias formas estructurales. Entonces, una misma hipótesis puede obtenerse a partir de distintas formas estructurales. En consecuencia: una predicción es consistente con varias explicaciones.

2.6 VERIFICACIÓN Y FALSACIÓN

La definición de la RAE sobre los términos *verificar* y *falsar* es apropiada para lo que presentamos más adelante. Verificar es «Comprobar o examinar la verdad de algo»; mientras que falsar es «Rebatir una proposición o una teoría mediante un contraejemplo o una observación empírica» (RAE, 2001).

Cuando el objetivo es verificar una hipótesis, el investigador procura corroborar o buscar la «verdad» de la hipótesis. El problema con la verificación es que es un método inductivo de investigación, que tiene un problema lógico insuperable, que ya se explicó antes. El *problema de la inducción* nace del hecho de que no se puede afirmar algo universal a partir de los hallazgos empíricos, que siempre son particulares. Es decir,

con los hallazgos, que son siempre particulares, en el ámbito espacial y temporal, no se pueden «verificar» las hipótesis o las teorías, que son siempre generales.

En resumen, desde el punto de vista de la lógica de la ciencia, no es posible verificar una hipótesis.

Lo opuesto al *verificacionismo* es el *falsacionismo* o *refutacionismo* de Karl Popper. Cuando el objetivo de la ciencia es falsar una hipótesis, lo que se intenta es encontrar evidencia empírica que refute la hipótesis. De no encontrar contraejemplos o evidencia en contra de la hipótesis, la teoría de la que proviene la hipótesis queda corroborada, pero nunca verificada.

Según la definición filosófica,

Una proposición es falsable si existe o puede existir o puede existir algo que la haga falsa, de lo contrario es infalsable. Ejemplo: «Existen microorganismos vivos bajo la corteza terrestre» es falsable, mientras que «Existen otros mundos además del nuestro y aislados del nuestro» no lo es. Para examinar si una proposición es o no falsa, para empezar tiene que ser refutable, esto es, no debe ser una tautología (verdad lógica), ni ser inaprensible (por contener conceptos vagos), ni estar protegida por una hipótesis ad hoc (v.) que en sí misma no es falsable. Por ejemplo, « p o no- p » no es empíricamente falsable porque se mantiene verdadera tanto si el hecho descrito por p ocurre como si no ocurre (Bunge, 2007, p. 80).

Hay una asimetría evidente entre verificación y falsación. Aun cuando tengamos una montaña de evidencia a favor de una hipótesis, la teoría de la que proviene nunca quedará verificada, pues la teoría es siempre general y la evidencia es siempre particular. En cambio, basta encontrar evidencia en contra para rechazar una hipótesis y en consecuencia, la teoría que la sostiene. Cuando una hipótesis no ha logrado ser declarada falsa, y ha sobrevivido varios intentos de refutación, diremos que ha quedado corroborada, *provisionalmente*, hasta que nueva evidencia pueda declararla falsa.

La tesis de la asimetría es apropiadamente resumida por Mark Blaug:

Esta es una de las razones por las que Popper subraya la idea de que existe una asimetría entre verificación y falsación. Desde un punto de vista estrictamente lógico, nunca podemos afirmar que una hipótesis es necesariamente cierta porque esté de acuerdo con los hechos; al pasar en nuestro razonamiento de la verdad de los hechos a la verdad de la hipótesis, cometemos implícitamente la falacia lógica de «afirmar el consecuente». Por otra parte, podemos negar la verdad de una hipótesis en relación con los hechos, porque, al pasar en nuestro razonamiento de la falsedad de los hechos a la falsedad de la hipótesis, invocamos el proceso de razonamiento, lógicamente correcto, denominado «negar el consecuente». Para resumir la anterior argumentación en una fórmula mnemotécnica, podríamos decir: no existe lógica de la verificación, pero sí existe lógica de la refutación (1985, p. 32).

Para terminar con esta sección, presentaremos una sistematización del *modus tollens*, la metodología popperiana de falsación, en los términos del profesor Adolfo Figueroa. Según este autor, las reglas científicas de la epistemología popperiana son tres.

- a. Se requiere de una teoría científica para explicar el mundo real. Sin teoría científica, no hay explicación.
- b. La falsación es el criterio de demarcación. La teoría científica debe ser falsable. Para que sea falsable, una teoría científica debe contener un conjunto de supuestos que constituyen un sistema lógicamente correcto, entonces las proposiciones empíricamente falsables pueden ser lógicamente derivadas del conjunto de supuestos de la teoría.
- c. Si las predicciones empíricas son refutadas por la realidad, la teoría científica es rechazada, y si no es así, la teoría es aceptada. El rechazo de una teoría científica es definitivo, pero la aceptación es provisional. Una proposición científica no puede ser probada como verdadera, solo puede ser probada como falsa, lo que implica

que una teoría científica no puede ser verificada, solo corroborada (traducción propia, Figueroa, 2012, p. 8).

En el proceso de la investigación económica, a partir de la teoría, con el uso de proposiciones auxiliares, se construye el modelo teórico. A partir del modelo teórico, con el uso de la matemática, se derivan las hipótesis de la investigación. Las hipótesis son sometidas a la contrastación empírica. Las cifras pueden ser consistentes o inconsistentes con los hechos. En el caso que las hipótesis resulten consistentes con los hechos, ¿podríamos decir que hemos «verificado» las hipótesis y que en consecuencia el modelo teórico y la teoría que respaldan las hipótesis son «verdaderas»? ¿Y en el caso de que las cifras sean inconsistentes con las hipótesis, podemos decir que las hipótesis son falsas y también lo son el modelo y la teoría de las que provienen?

Hay una asimetría lógica entre verificación, declarar como verdadera una hipótesis, y falsación, declarar como falsa una hipótesis: el rechazo es seguro, es definitivo; pero la aceptación es precaria, provisional. Esta asimetría ya había dado lugar a la preferencia de Popper en buscar la falsación, antes que la verificación:

Aludo a que siempre que proponemos una solución a un problema deberíamos esforzarnos todo lo que pudiésemos por echar abajo nuestra solución, en lugar de defenderla (1980, p. 17).

Las teorías no son verificables, pero pueden ser corroboradas (1980, p. 234)

Respecto a las hipótesis y la evidencia, Popper sostiene:

Si la decisión es positiva, esto es, si las conclusiones singulares resultan ser aceptables, o verificadas, la teoría a que nos referimos ha pasado con éxito las contrastaciones (por esta vez): no hemos encontrado razones para desecharla. Pero si la decisión es negativa, o sea, si las conclusiones han sido falsadas, esta falsación revela que la teoría de la que se han deducido lógicamente es también falsa (1980, p. 33).

El siguiente extracto de Figueroa (2012) nos permite abordar la discusión sobre estos temas. (Las proposiciones beta se refieren a las hipótesis, a las relaciones de causa a efecto que se derivan matemáticamente a partir de los modelos teóricos).

Dejemos que α_1 y α_2 representen dos modelos de una teoría α . El algoritmo de la falsación se aplica ahora a los modelos. Si las proposiciones beta del primer modelo no son refutadas por la información empírica, el modelo puede ser aceptado, y entonces la teoría también puede ser aceptada; si las proposiciones son refutadas por la información empírica, el modelo es rechazado, pero no la teoría; entonces, se somete el segundo modelo a la contrastación empírica, y así sucesivamente. Para que la teoría sea rechazada, todos los modelos de la familia de esta teoría deben fallar. Este algoritmo requiere que el número de modelos sea finito, es decir, se requiere que la teoría solo pueda generar un número limitado de posibles hipótesis auxiliares. Si fallan todos los modelos, la teoría fracasa, y es necesaria una nueva teoría (traducción propia, Figueroa, 2012, p. 46).

En consecuencia,

Si todas las proposiciones beta de la teoría coinciden con la realidad, la teoría no es refutada por los hechos, y si al menos una proposición beta falla, la teoría falla en explicar la realidad. La proposición beta representa la condición necesaria para aceptar la teoría como válida, por lo que el fracaso de una proposición beta es suficiente para tener una teoría refutada.

Lógicamente, por tanto, las teorías no pueden ser probadas como verdaderas, sino que solo pueden ser corroboradas. Para estar seguro, «corroboración» significa consistencia, no la verdad» (traducción propia, Figueroa, 2012, p. 16).

Aquellas teorías que sobreviven el proceso de falsación se convertirán en las teorías corroboradas, pero no las teorías comprobadas o verdaderas. La teoría corroborada reinará hasta que nueva información,

nuevos métodos de análisis estadístico, o hasta que una nueva teoría superior aparezca (traducción propia, Figueroa, 2012, p. 20).

Debemos señalar también que el rechazo o la aceptación estadística de la hipótesis nula no son simétricos. El rechazo es definitivo, pero la aceptación es provisional. Aceptamos la hipótesis porque no hay ninguna razón para rechazarla ahora; de allí que esta lógica de aceptación estadística puede ser llamada el principio de razón insuficiente. Esta lógica es coherente con el principio de falsación, según el cual el rechazo de una teoría científica es definitivo, pero su aceptación es provisional, y también se basa en el principio de razón insuficiente. La verdad no es lo opuesto a falso [...]. La verdad es elusiva en la ciencia social (traducción propia, Figueroa, 2012, pp. 90 y 91).

Darnell y Evans (1990), utilizando el instrumento del silogismo resumen la asimetría entre la verificación y la falsación.

Los intentos de hacer valer la verdad necesaria de una hipótesis porque sus predicciones se ajustan a los datos extraídos del «mundo real» son falaces. En el razonamiento de la correspondencia entre las predicciones de una teoría y las observaciones materiales (la premisa menor: «B es verdadera») a la conclusión («por lo tanto, la teoría es verdadera») se comete la falacia lógica de afirmar el consecuente. Por el contrario, hay una fuerza lógica en el proceso de falsación o refutación: si las predicciones de la teoría son refutadas por las observaciones materiales (la premisa menor: «B es falsa»), entonces es lógicamente válido concluir que el antecedente de la premisa mayor es, por eso, falso. Este proceso se conoce como «negación del consecuente». El silogismo dice así:

1. Si A1, A2, A3,...An son verdaderas, entonces B es verdadera;
2. B es falsa;
3. Por lo tanto, al menos una de las proposiciones A1, A2, A3,... An es falsa (y por lo tanto la teoría encapsulada por estas proposiciones es falsa) (Darnell & Evans, 1990, p. 31).

2.7 LA FALSACIÓN EN LA PRÁCTICA

La metodología popperiana de investigación, la *teoría con medición*, tiene como eje la falsación. Pero, ¿cómo es la falsación en la práctica? ¿Y cómo debería ser la falsación? ¿Cuántas teorías ha derrumbado?

En Popper encontramos expresiones que resumen la postura sobre cómo debería ser el falsacionismo, sobre cómo las conjeturas se convierten en teorías, o permanecen como conjeturas; sobre como las teorías valiosas son las más fuertes, las que han sobrevivido a procesos exigentes y genuinos de falsación.

[Respecto a] La falsificación o refutación de teorías mediante la falsificación o refutación de sus consecuencias deductivas [...] este punto de vista implicaba que las teorías científicas, si no son falsificadas, permanecen por siempre como hipótesis o conjeturas. [...].

El progreso consistía en un movimiento hacia teorías que nos dicen más y más — teorías de contenido cada vez mayor—. Pero cuanto más dice una teoría, tanto más excluye o prohíbe, y mayores son las oportunidades de falsarla. Así, una teoría con un contenido mayor es una teoría que puede ser más severamente contrastada. Esta consideración dio lugar a una teoría en la cual el progreso científico resultó consistir no en la acumulación de observaciones, sino en el derrocamiento de teorías menos buenas y su reemplazo por otras mejores, en particular por teorías de mayor contenido. Así pues, existía la competición entre teorías —una especie de lucha darwiniana por la supervivencia— (Popper, 1994, p. 106).

Mi *Logik der Forschung* contenía una teoría del aumento del conocimiento por ensayo y eliminación de error, es decir, por selección darwiniana (Popper, 1994, pp. 225 y 226).

De acuerdo con mi propuesta, lo que caracteriza el método empírico es su manera de exponer a falsación el sistema que ha de contrastarse: justamente de todos los modos imaginables. Su meta no es salvar la vida a los sistemas insostenibles, sino, por el contrario,

elegir el que comparativamente sea más apto, sometiendo a todos a la más áspera lucha por la supervivencia (Popper, 1980, p. 41).

La postura normativa sobre la falsación es también sostenida por Friedman, quien defiende la metodología hipotético-deductiva⁹ de investigación. Como partidario de la imposibilidad de «probar» una hipótesis y de la inadmisibilidad de contrastar los supuestos de la teoría directamente con la realidad, señala:

Considerada como un cuerpo de hipótesis sustantivas, la teoría ha de juzgarse por su poder de predicción respecto a la clase de fenómenos que intenta *explicar*. Únicamente la evidencia empírica puede mostrar si es *aceptada* como válida o *rechazada* [...] la única prueba importante de la *validez* de una hipótesis es la comparación de sus predicciones con la experiencia. La hipótesis se rechaza si sus predicciones se ven contradichas [...] se acepta si no lo son; se le concede una gran confianza si sus predicciones han sobrevivido numerosas oportunidades de contrastación. La evidencia empírica no puede *probar* nunca una hipótesis; únicamente puede dejar de desaprobar, que es lo que generalmente queremos decir, de forma un tanto inexacta, cuando afirmamos que la hipótesis ha sido *confirmada* por la experiencia (1967, p. 14).

El resumen de cómo debería ser la falsación se presenta apropiadamente en el siguiente extracto de William Daros:

La actitud más científica empíricamente es aquella que más bien que confirmar la verdad de una teoría, investiga para comprobar que es falsa. En la ciencia, nunca existe una verificación o una falsación definitiva. Las afirmaciones científicas son siempre conjeturas, aunque hayan hasta ahora resistido a la falsación. Cuando un científico intenta repetidamente falsar un enunciado universal y no lo logra, este queda corroborado. La corroboración no es sinónimo

⁹ Aunque algunos lo ubican entre los instrumentalistas, hay quienes privilegian el éxito predictivo de las teorías.

de verificación ni de confirmación: tiene un significado más débil e indica solamente que el científico hasta ahora ha fracasado en el intento de falsar un enunciado científico. El científico, según Popper, no tiene por tarea ideal y principal buscar verificaciones a sus hipótesis, sino falsaciones (1998, p. 136).

Una teoría, en consecuencia, es empíricamente científica cuando es refutable, pero aún no ha sido refutada (1998, p. 284).

Por último recordemos que para Popper hay una asimetría lógica entre verificación y falsación. Mientras que nada puede ser exhaustivamente verificado, basta una falsación para derrumbar una teoría: no se puede probar nada, pero sin duda se pueden refutar teorías (Blaug, 1994).

Pero si la falsación fuese una práctica habitual en la investigación económica, habría un proceso de «selección natural», darwiniano, entre las teorías. Las teorías malas, las que fueron falsadas, por «selección natural», deberían desaparecer, y dar paso a las teorías buenas, aquellas que fueron corroboradas, que no han sido rechazadas. Según la aproximación popperiana descrita, la tasa de mortalidad de las teorías debería ser muy alta. ¿Por qué? Porque si la predicción de la teoría (la hipótesis) es empíricamente falsa, la teoría es claramente falsa y por tanto debiera ser eliminada del *stock* de conocimientos científicos.

En ese mundo popperiano ideal,

La evolución del conocimiento científico es, en general, la evolución de teorías cada vez mejores. Este es un proceso darwiniano. Las teorías se adaptan mejor a través de la selección natural: ellas nos dan una información mejor y mejor sobre la realidad (se acercan más y más a la verdad) (traducción propia, Popper, 1993, p. 338, citado en Figueroa, 2012, p. 8).

Sin embargo, en realidad, la falsación enfrenta a innumerables dificultades. Lo que se observa es que la esperanza de vida de las teorías es muy alta y su tasa de mortalidad es muy baja. ¿Conoce usted alguna

teoría que haya sido dada de baja, definitivamente, porque sus hipótesis fueron falsadas?

El inventor del falsacionismo ya había adelantado esta dificultad.

Ahora bien; yo mantengo que las teorías científicas no son nunca enteramente justificables o verificables, pero que son, no obstante, contrastables. Diré, por tanto, que la objetividad de los enunciados científicos descansa en el hecho de que pueden contrastarse intersubjetivamente [...].

En realidad, no es posible jamás presentar una refutación concluyente de una teoría, ya que siempre puede decirse que los resultados experimentales no son dignos de confianza, o que las pretendidas discrepancias entre aquellos y la teoría son meramente aparentes y desaparecerán con el progreso de nuestra comprensión de los hechos (Popper, 1980, pp. 43 y 49).

Las dificultades para poder falsar una teoría se han condensado en la denominada *tesis de Duhem-Quine*. Esta fue popularizada por el discípulo de Popper, el matemático y físico húngaro, Imre Lakatos, a partir de una observación formulada a principios del siglo XX por el físico y filósofo francés Pierre Duhem y actualizada por el filósofo estadounidense Willard Quine hacia mediados de dicho siglo¹⁰.

La tesis establece que es imposible poner a prueba de forma aislada una hipótesis (la hipótesis primaria), porque existe la necesidad de considerar un conjunto de supuestos o hipótesis auxiliares. Por tanto, cuando se contrastan los hechos con las hipótesis, no es posible saber si la aceptación o el rechazo de la hipótesis tienen que ver con la hipótesis primaria misma o con los supuestos o hipótesis auxiliares.

El economista, investigador y profesor de economía en la Facultad de Ciencias en la Universidad Tecnológica de Virginia, cuyos intereses de investigación van desde filosofía y metodología de la inferencia estadística hasta la adecuación estadística de los modelos dinámicos

¹⁰ Véase el apéndice «Popper, el falsacionismo y la Tesis Duhem-Quine» en Lakatos (1998).

estocásticos de equilibrio general (DSGE), Aris Spanos presenta un buen resumen de esta tesis.

[...] las premisas h que impliquen e son, usualmente, una combinación de la hipótesis primaria de interés H y ciertas hipótesis auxiliares, digamos, A_1, A_2, \dots, A_m . Por lo tanto, $\text{no-}h$ no proporciona una forma de distinguir entre $\text{no-}H$ y $\text{no-}A_k$, $k = 1, \dots, m$. Como resultado, no se puede atribuir la culpa del fracaso de la observación e a algún subconjunto particular de las premisas (H, A_1, A_2, \dots, A_m). En segundo lugar, la falsación de Popper no permite aprender algo positivo acerca de h utilizando los datos. Cuando varios intentos «genuinos» de refutar h no lo hacen, no se puede afirmar que h es verdadero, o justificado, o incluso probable o seguro. Un popperiano solo puede afirmar que la hipótesis h es la «mejor testeada hasta ahora», y que es racional aceptarla (en principio), ya que ha sobrevivido «genuinos» intentos de falsación. En tercer lugar, cualquier intento de medir el grado de «corroboración» —credibilidad otorgada a h por sobrevivir más y más intentos «genuinos» de refutarla— trae de nuevo el problema de la inducción que el falsacionismo siempre procuró eludir (traducción propia, Spanos, 2007, p.11).

Sobre la misma tesis, el profesor Chalmers subraya:

Ahora bien, si la predicción que se sigue de este montón de premisas resulta falsa [...], entonces todo lo que la lógica de la situación nos permite concluir es que al menos una de las premisas debe ser falsa. No nos permite identificar la premisa que falla. Puede ser que lo que falle sea la teoría sometida a prueba, pero también puede ser que el responsable de la predicción incorrecta sea algún supuesto auxiliar o alguna parte de la descripción de las condiciones iniciales. No se puede falsar de manera concluyente una teoría porque no se puede excluir la posibilidad de que lo responsable de una predicción errónea sea alguna parte de la compleja situación de comprobación, y no la teoría sometida a prueba. Esta dificultad suele citarse con el nombre de tesis de Duhem-Quine (2012, p. 82).

Por último, Hoover sostiene:

Las teorías son generalmente incompletas, y las pruebas no pueden aplicarse sin hipótesis auxiliares. El fracaso de una prueba no puede ser adjudicado al núcleo de la teoría (o a alguna proposición particular dentro de ella), porque actúa sobre el conjunto de las proposiciones teóricas y auxiliares. Como Duhem (1906) y Quine (1951) han señalado, existe una considerable libertad en la forma de ajustar todo el complejo ante la presencia de evidencia contraria. Si todos los ajustes se realizan sobre las hipótesis auxiliares, entonces el núcleo de la teoría no estará amenazado ni siquiera por una falsación sin ambigüedades. Popper nos da poca orientación sobre cómo proceder de manera constructiva (traducción propia, Hoover, 2005, p. 13).

La implicancia de esta tesis, según Lakatos, es que las teorías son prácticamente inmortales.

[...] ningún resultado experimental es capaz de matar a una teoría; cualquier teoría puede ser salvada de los contraejemplos bien mediante algunas hipótesis auxiliares o mediante las adecuadas reinterpretaciones de sus términos (1998, p. 47).

Según la tesis de Duhem-Quine, con imaginación suficiente cualquier teoría (consista en una proposición o de una conjunción finita de muchas proposiciones) puede ser permanentemente salvada de la refutación mediante ajustes adecuados en el conocimiento básico en el que se halla inserta (1998, p. 127).

A las dificultades señaladas por Duhem y Quine, puede añadirse el problema que implica la selección de los grados de libertad que permite la inferencia estadística, señalados por Blaug (1992), y el rol de la teoría de inferencia estadística utilizada para la contrastación de hipótesis planteada por Figueroa (2009).

Sobre la inferencia estadística, se puede ser muy exigente o muy laxo en la decisión de aceptar o rechazar una hipótesis.

[...] la inferencia estadística consiste en el uso de observaciones de la muestra para inferir algo acerca de las características desconocidas de una población entera, y al hacer esa inferencia podemos ser muy estrictos o muy laxos: siempre se corre el riesgo de lo que se denomina error de tipo I, la decisión para rechazar una hipótesis que es verdadera, pero también siempre se corre el riesgo de cometer el error de tipo II, la decisión de aceptar una hipótesis que en realidad es falsa, y, en general, no hay manera de establecer una prueba estadística que no implique la asunción de ambos riesgos a la vez.

[...] ¿Es Smith culpable de asesinato? Bueno, depende de si el jurado lo presume inocente hasta que se pruebe su culpabilidad, o culpable hasta que pueda demostrar su inocencia. La evidencia en sí misma, siendo típicamente «circunstancial», como se suele decir, no puede ser evaluada a menos que el jurado decida primero si el riesgo de cometer el error tipo I ha de ser menor o mayor que el riesgo de cometer el error tipo II. ¿Queremos un sistema jurídico en el que nunca condenemos a personas inocentes, lo cual lleva aparejado el coste de permitir ocasionalmente que queden en libertad individuos culpables, o nos aseguramos de que los culpables siempre serán castigados, a consecuencia de lo cual habremos de condenar ocasionalmente a algún inocente?

Pues bien, generalmente los científicos temen más la aceptación de la falsedad que la falta de reconocimiento de la verdad; es decir, se comportan como si el coste de los errores tipo II fuese mayor que el de los errores tipo I (traducción propia, Blaug, 1992, p. 21).

Por otro lado, sobre la teoría de inferencia estadística utilizada, Figueroa (2009) pone en cuestión la teoría más popular de prueba de hipótesis.

Como se sabe, hay dos teorías estadísticas, las paramétricas y no paramétricas. Las paramétricas hacen supuestos sobre la población de donde provienen las muestras, como el de la distribución normal y la homocedasticidad. Las estadísticas no paramétricas, en cambio, no hacen tales supuestos.

En consecuencia, un nuevo problema lógico aparece ahora en el proceso de falsación de una teoría pues el origen del fracaso de una prueba de hipótesis con la estadística paramétrica puede ahora deberse también a los supuestos de la teoría de inferencia estadística.

La imposibilidad de la falsación puede ahora provenir de la dificultad de distinguir entre las dos posibles fuentes de error: los supuestos de la teoría o los supuestos de la teoría de la inferencia estadística que se aplica para poner a prueba la teoría económica. Si la teoría económica falla, la culpa siempre se puede adjudicar al supuesto de la teoría de la inferencia estadística, que podría funcionar como la cinta protectora de la teoría. Por otro lado, la refutación de una teoría económica mediante el uso de la estadística paramétrica puede ser el resultado de un fallo de los supuestos de la teoría estadística en sí y no de la insuficiencia de los supuestos de la teoría puesta a prueba. La refutación de una teoría puede depender entonces también de la teoría estadística usada. Por tanto, los supuestos de la inferencia estadística introducen una distorsión en el proceso de falsación de una teoría, que crea un problema de identificación de las fuentes de consistencia o el fracaso de una teoría económica.

A fin de evitar este problema de identificación, debería utilizarse la inferencia estadística no paramétrica. Esta teoría estadística solo supone que la muestra se extrae de una población por un mecanismo aleatorio, pero, respecto a la distribución de la población, no se asume que es normal o de cualquier otro tipo (traducción propia, Figueroa, 2009, p. 36).

Por último, Redman (1994) enumera otros problemas que enfrenta la falsación en la práctica.

Con el fracaso de Popper para desarrollar un esquema completamente no inductivo, la inducción surge en forma inevitable. No cree que podamos conocer la verdad; el objetivo de la ciencia no es alcanzar la verdad sino aumentar la verosimilitud o incrementar

el contenido de la «verdad». Así, ¿cómo saber que una teoría es mejor que otra? La comparación de teorías depende del «grado de corroboración», es decir, del grado en que una teoría A ha pasado cien pruebas, a partir de allí inferimos que pasará muchas más y que, por tanto, es confiable: una inducción. Popper entiende que la inducción reaparece cuando admite que «aquí puede haber una «brizna» de inducción (Popper, 1974, p. 1193), pero no está dispuesto a modificar su posición extrema.

[...] La tercera razón para que la falsación sea inadecuada es su carencia de fundamento histórico: la historia de la ciencia indica que las mejores (teorías) habrían sido rechazadas si los científicos hubiesen acogido los principios de la falsación. La historia también muestra que la práctica de la ciencia no ha sido la de rechazar las teorías cuando la observación entra en conflicto con la teoría (Redman, 1995, pp. 122 y 123).

La otra fuente de la reaparición de la inducción es la siguiente. A partir de una teoría, pueden derivarse varios modelos; y a partir de un modelo pueden derivarse varias hipótesis. Cuando encontramos que una hipótesis es consistente con los hechos, y en consecuencia el modelo del que se deriva dicha hipótesis, y la teoría de la que se deriva el modelo puesto a prueba, *inducimos* que las hipótesis que se han dejado de lado, y los modelos que se no se han puesto a prueba son también consistentes con los hechos. Solo así podemos afirmar que la teoría es consistente con los hechos. En este procedimiento hay otra *brizna* de inducción.

En estas condiciones, las preguntas planteadas por el profesor Chalmers son bastante atendibles.

En vez de preguntarse de una teoría: «¿Es falsable?», «¿En qué medida es falsable?» y «¿Ha sido falsada?», resulta más apropiado preguntar: «La teoría recién propuesta, ¿es un sustituto viable de aquella a la que desafía? (2012, p. 66).

Por último, el historiador económico americano Bruce Caldwell, un opositor conocido del falsacionismo, argumenta que esta metodología no se practica en la economía, y lo que es peor aún, que es impracticable.

Trato de mostrar que el falsacionismo no se ha practicado en la economía y, más importante, que parece ser impracticable. Esto no es un argumento en contra del uso de pruebas empíricas de la economía. Más bien es un argumento en contra de la idea (que creo que es dogmática) de que el falsacionismo es la única metodología responsable y legítima a disposición de los economistas.

Una condición necesaria para la correcta aplicación de la metodología falsacionista en cualquier ciencia es que las pruebas directas de hipótesis o teorías, sean posibles. Una prueba de una hipótesis es siempre condicional. Cada hipótesis condicional se compone de dos partes: un *explanandum* y un *explanans*. El *explanandum* es una frase que describe el fenómeno a explicar. El *explanans* contiene oraciones que contienen una lista de las condiciones iniciales que deben prevalecer (esta pueden incluir tanto las variables del grupo de *ceteris paribus* y aquellas en las que se asume que un cambio ocurra), y frases que presentan las leyes generales. Para obtener una prueba directa de que una hipótesis se produce, las condiciones iniciales y las leyes generales deben ser claramente especificables y especificadas. Adicionalmente, las variables *proxies* elegidas para representar los conceptos teóricos deberán permitir una verdadera prueba de una teoría. Por último, los datos deben estar limpios.

Si todas estas condiciones se cumplen, los resultados de las pruebas de hipótesis son relativamente fáciles de interpretar. La conformidad de los casos, como siempre, no prueba que una hipótesis es verdadera. Pero la disconformidad de los casos nos dirigirá a revisar las condiciones iniciales, las leyes generales, los datos, y a evaluar la situación para ver qué salió mal. Si cada una de estas instancias está claramente definida, vamos a encontrar nuestro error y corregirlo, y por este lento proceso, crítico, de ensayo y error, la ciencia puede

avanzar con esperanza. Mi argumento en contra de la viabilidad del falsacionismo en economía se basa en la afirmación de que rara vez las pruebas de confirmación y rechazo tienen una interpretación inequívoca en economía. Esto no debería ser una sorpresa: el crecimiento de los conocimientos teóricos ofrece objeciones similares con respecto al falsacionismo en las ciencias naturales. Los argumentos son aún más persuasivos en una ciencia social como la economía (traducción propia, Caldwell, 1994, pp. 237 y 238).

Por todas estas dificultades, en la práctica, no hay teorías que hayan sido eliminadas por el método de la falsación. La receta popperiana es normativa, sobre cómo debería ser la investigación científica, mientras que la propuesta del historiador y filósofo de la ciencia Thomas Samuel Kuhn sobre cómo es efectivamente la investigación, nos muestra una imagen menos entusiasta del rol de la falsación en el desarrollo de la ciencia. Según Kuhn: «Si todos y cada uno de los desacuerdos entre hechos y teoría fuesen motivo suficiente para rechazar la teoría, todas ellas debieran rechazarse en todo momento» (2006, pp. 261-262).

En su trabajo, Kuhn (2006) narra la evolución del conocimiento en las ciencias naturales y encuentra que las ciencias no progresan de la manera darwiniana, como supone el método hipotético deductivo o falsacionista de Karl Popper.

Según este autor, en el progreso de la ciencia se distinguen dos fases diferentes de desarrollo. En una primera fase hay un consenso amplio alrededor de un paradigma, llamada también *ciencia normal*, referida a un conjunto de prácticas estándar que caracterizan a una disciplina científica durante un periodo específico, y es sustituido, en todo o en parte, por otro nuevo, incompatible con el vigente.

¿Qué es un paradigma? Un logro, una forma nueva y aceptada de resolver un problema en la ciencia, que más tarde es utilizada como modelo para la investigación y la formación de una teoría. También es una serie de valores compartidos, conjunto de métodos, reglas, y generalizaciones utilizadas conjuntamente por aquellos entrenados para

realizar el trabajo científico de investigación, que se modela a través del paradigma como logro.

En el análisis que Kuhn hace del crecimiento científico, el énfasis se dirige más hacia la descripción histórica que a la metodología normativa, como en el caso de Popper. De acuerdo con Kuhn, la historia de la ciencia se encuentra marcada por largos periodos de refinamiento estable, que él denomina «ciencia normal», y que se ven sistemáticamente interrumpidos por cambios bruscos de una teoría a otra sin ninguna posibilidad de comunicación entre ellas: las revoluciones científicas.

En el periodo de «ciencia normal» las teorías no son rechazadas sino más bien retenidas modificando sus hipótesis auxiliares u observacionales. La investigación tiene una marcada tendencia conservadora y los investigadores son premiados no tanto por su originalidad sino por confirmar la teoría o «paradigma» dominante. Hay resistencia a cualquier manifestación externa y contraria al paradigma dominante. Los hallazgos de la ciencia normal casi siempre terminan en los libros de texto, espacio por excelencia para difundir el paradigma dominante.

Kuhn, a diferencia de Popper, afirma que la respuesta típica de los científicos al enfrentar una refutación experimental no es la de rechazar la teoría, sino la de retener dicha teoría modificando sus hipótesis auxiliares u observacionales (involucradas en dicha refutación). Los logros de una teoría integrada al paradigma dominante en periodos de ciencia normal son acumulados e integrados en los libros de texto que se utilizan para entrenar a las nuevas generaciones de científicos en los problemas y soluciones legítimas del paradigma.

Las «revoluciones científicas», esto es, el cambio de un paradigma por otro, ocurren cuando el paradigma vigente es cada vez menos capaz de explicar los hechos que se le presentan, y surge uno nuevo, que responde mejor a las preguntas. Un nuevo logro o paradigma presenta nuevas formas de ver las cosas, pues crea nuevos métodos de análisis y nuevos problemas que explicar.

El descubrimiento (científico) comienza tomando conciencia de una anomalía, es decir, reconociendo que la naturaleza ha violado de algún modo las expectativas inducidas por el paradigma que gobierna la ciencia normal. Prosigue luego con una exploración más o menos amplia del área de la anomalía, y se cierra solo cuando la teoría paradigmática se ha ajustado para que lo anómalo se vuelva algo esperado (Kuhn, 2006, p. 130).

Consideramos como revoluciones científicas aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en los que un paradigma antiguo se ve sustituido en todo o en parte por otro nuevo incompatible con él (Kuhn, 2006, p. 186).

Como ejemplo, en el campo de la macroeconomía, podemos citar el paradigma keynesiano que reinó en el mundo desde la publicación de la *Teoría general del empleo, el interés y el dinero*, de John Maynard Keynes en 1936, hasta mediados de la década de 1970. En ese largo periodo, todos procuraban *verificar* la teoría keynesiana y muy pocos intentaban *falsarla*.

Posteriormente, el paradigma keynesiano se interrumpió debido a la confluencia de dos hechos, uno teórico y otro empírico. En el campo teórico, la ausencia de microfundamentos en la macroeconomía conducía a la elaboración de modelos con supuestos ad hoc. En el campo empírico, la curva de Philips, la herramienta keynesiana para explicar la inflación, se convirtió en deficiente para explicar los hechos de principios de la década de 1970, de inflación creciente acompañada por la caída del nivel de actividad económica.

Milton Friedman y Edmund Phelps, por separado, habían anticipado las deficiencias de la curva de Phillips. Según ellos, no existe un *trade off* permanente entre la inflación y el desempleo; más bien, en un marco en el que el público tiene expectativas adaptativas sobre la inflación, estas se ajustan gradualmente y, en el largo plazo, la tasa de desempleo tiende a su nivel natural o de pleno empleo, con lo que la curva de Phillips, en el largo plazo, es vertical.

La oposición al paradigma keynesiano y, en realidad, a la manera tradicional de hacer macroeconomía, incluyendo a la monetarista, se consolidó con el liderazgo de Robert Lucas, discípulo de Milton Friedman en la Universidad de Chicago, premio nobel de economía 1995, quien introdujo, sobre la base del trabajo de Muth (1961), la hipótesis de las «expectativas racionales». Este nuevo paradigma, basado en agentes optimizadores y mercados competitivos, popularizado en el trabajo de Sargent y Wallace (1975), tiene como una de sus conclusiones fundamentales la irrelevancia del uso sistemático de la política monetaria para afectar a la producción y al empleo. De esta manera, la política macroeconómica fue declarada inefectiva.

Las innovaciones continuaron, en la línea de Lucas. Hasta ese momento, el consenso era afirmar que los ciclos económicos, es decir, las oscilaciones del PBI alrededor de su tendencia de largo plazo, estaban explicados fundamentalmente por la política macroeconómica, por la política fiscal según los keynesianos, o por la política monetaria, según los monetaristas. En la década de 1980, sin embargo, nacen los modelos de los *ciclos económicos reales*, según los cuales los ciclos económicos están explicados enteramente por *shocks* derivados del sector real de la economía, y no deben atribuirse a la política monetaria o a la política fiscal.

El paradigma keynesiano había sido sustituido por el paradigma lucasiano, hasta su cuestionamiento, a raíz de la crisis internacional de 2008-2009. Así fueron las revoluciones científicas de Kuhn en el campo de la macroeconomía.

Las diferencias entre las posiciones metodológicas normativas de Tomas Kuhn y Karl Popper son marcadas. Mark Blaug las hace evidentes:

Para Popper, la ciencia se encuentra en un estado de revolución permanente, ya que para él la historia de la ciencia es la historia de una sucesión de conjeturas y refutaciones; mientras que para Kuhn, la historia de la ciencia se caracteriza por largos periodos en los que se preserva el *statu quo*, y que solo en ocasiones se ven

interrumpidos por saltos discontinuos de un paradigma vigente a otro, sin puente conceptual alguno de comunicación entre ellos (Blaug, 1980, p. 49).

La metodología de la ciencia de Popper es una *metodología agresiva*, en el sentido de que por los estándares, algo que se llama «ciencia» puede descartarse por ser metodológicamente errónea. La metodología de Kuhn, sin embargo, es una metodología defensiva, porque busca reivindicar, en lugar de criticar a la práctica científica real (traducción propia, Blaug, 1992, p. 32)

Lakatos (1998) detecta un problema adicional importante. Después de que una teoría ha sido refutada se la sigue usando. ¿Por qué? Porque aún no se ha encontrado otra mejor para reemplazarla. La propuesta de Lakatos es que el rol del falsacionismo no es solo el de probar que una teoría es falsa, sino la de tener otra mejor que la que ha sido refutada. Asimismo hace una demarcación entre el falsacionismo ingenuo y el falsacionismo sofisticado.

El falsacionismo sofisticado difiere del ingenuo tanto en sus reglas de *aceptación* (o «criterio de demarcación») como en sus reglas de *falsación* o eliminación. Para el falsacionista ingenuo cualquier teoría que pueda interpretarse como experimentalmente falsable es «aceptable» o «científica». Para el falsacionista sofisticado una teoría es «aceptable» o «científica» solo si tiene un exceso de contenido empírico corroborado en relación con su predecesora (rival); esto es, solo si conduce al descubrimiento de hechos nuevos. Esta condición puede descomponerse en dos apartados: que la nueva teoría tenga exceso de contenido empírico («*aceptabilidad*») y que una parte de ese exceso de contenido resulte verificada («*aceptabilidad*»). El primer requisito puede confirmarse inmediatamente mediante un análisis lógico *a priori*; el segundo solo puede contrastarse empíricamente y ello puede requerir un tiempo indefinido.

Para el falsacionismo ingenuo una teoría es *falsada* por un enunciado observacional («reforzado») que entra en conflicto con ella

(o que decide interpretar como si entrara en conflicto con ella). Para el falsacionista sofisticado una teoría científica T queda falsada si y solo si otra teoría T» ha sido propuesta y tiene las siguientes características: 1) T» tiene un exceso de contenido empírico en relación con T: esto es, predice hechos *nuevos*, improbables o incluso excluidos por T; 2) T» explica el éxito previo de T, esto es, todo el contenido no refutado de T está incluido (dentro de los límites del error observacional) en el contenido de T»; y 3) una parte del exceso de contenido de T» resulta corroborado (Lakatos, 1998, pp. 46 y 47).

En resumen, aun cuando la lógica de la falsación nos dice que nunca se puede demostrar que algo es materialmente cierto, pero sí que algo es materialmente falso, en la práctica dicha asimetría no es tan clara, pues la demostración de la falsedad está llena de dificultades.

Aun así, Blaug, un conocido popperiano, no es tan pesimista respecto a la efectividad del método falsacionista en la ciencia económica y presenta una lista de ejemplos que muestran que las teorías sí son mortales.

Pero aquí está una lista de ejemplos: el rechazo al por mayor en la década de 1970 de la curva de Phillips [...], el rechazo en 1980 de una velocidad estable de dinero, [...] el rechazo de [...] que las expectativas racionales no permitan que la política monetaria o fiscal altere la producción o el empleo [...] el rechazo [...] de la «ley» que proclama la constancia de la participación relativa de la renta nacional que va al capital y al trabajo [...] el rechazo en la década de 1950 de la función de consumo keynesiana que hace depender el consumo corriente en función exclusivamente del ingreso corriente [...]. La idea de que las teorías de la economía, al igual que los viejos soldados, nunca mueren, pero solo se desvanecen, es simplemente un mito perpetuado por la repetición constante (traducción propia, Blaug, 1992, p. xv).

A pesar de esta simpatía por el método popperiano de investigación científica, reconoce que la mayoría de los economistas operan más como lo describe Kuhn, tratando de confirmar teorías, antes que como Popper, intentando rechazar teorías.

Los confirmacionistas se aseguran de que sus teorías corran pocos riesgos y, cuando se enfrentan a una refutación empírica, se dedican a la reparación de la teoría o la modificación de su ámbito de aplicación; ellos nunca abandonan la teoría como falsa. Los falsacionistas, por otro lado, corren deliberadamente riesgos y consideran los fracasos repetidos para predecir con precisión como una señal de que deben considerarse teorías alternativas [...] los economistas modernos son más apropiadamente caracterizados como «confirmacionistas» o «falsacionistas inocuos» (traducción propia, Blaug, 1992, p. xiv).

Hemos culminado con la presentación de conceptos que nos ayudarán a entender la metodología de investigación que se propondrá a los economistas en este libro. La verdad es la conformidad con los hechos. La metodología hipotético-deductiva es la única consistente con la metodología científica de investigación, en los términos aquí planteados, pues combina la teoría con la medición. Las teorías sirven para predecir y para explicar. La ciencia no puede verificar una teoría pero sí rechazarla. Por último, la falsación, aunque es lógicamente impecable, es muchas veces impracticable.

CAPÍTULO 3

TIPOS DE INVESTIGACIÓN Y PROBLEMAS ECONÓMICOS INVESTIGABLES

Luego de la revisión de los principales fundamentos de la metodología de la investigación económica, ya estamos preparados para abordar los aspectos vinculados a la elaboración de un proyecto de investigación en el campo de la economía.

Empecemos con una pregunta fundamental. ¿Todo problema económico es investigable? En principio sí, pues la investigación económica adopta diferentes matices y tiene diferentes objetivos. ¿Todo problema económico es investigable sobre la base de la metodología científica? No necesariamente. Los objetivos de la ciencia imponen un conjunto de condiciones a los problemas económicos que pueden ser abordados.

En la siguiente tabla, una adaptación de la tabla 8.2 de Figueroa (2012¹), podemos distinguir los distintos tipos de investigaciones que pueden llevar adelante los economistas, y sus correspondientes metodologías.

¹ Se ha añadido el alcance de las distintas opciones, y en lugar de teoría nos pareció mejor poner «modelo teórico», pues a partir del modelo es que se derivan las hipótesis.

Tabla 1. Modelo, base de datos y metodología

Modelo teórico	Base de datos completa	
	Disponible	No disponible
Disponible	(1) Producto final: teoría corroborada. Metodología: hipotético-deductiva. Alcances: predice y explica.	(2) Producto final: hipótesis derivada del modelo teórico. Metodología: deductiva. Alcances: explica pero no predice.
	(3) Producto final: regularidades empíricas o hechos estilizados. Metodología: inductiva. Alcances: predice pero no explica.	(4) Producto final: hipótesis derivada del estudio de caso. Metodología: interpretativa. Alcances: no predice ni explica.

Fuente: adaptación de Figueroa (2012).

La tabla 1 muestra las distintas modalidades que adopta la investigación económica, en función a si está respaldada en un modelo teórico y si existe una base de datos necesaria para someter las hipótesis a las pruebas estadísticas o econométricas.

En la celda (4) el investigador se encuentra en el peor escenario. No tiene modelo teórico y tampoco cuenta con una base de datos apropiada. Por tanto las hipótesis de la investigación son *ateóricas*; no se derivan de un modelo teórico. Y como tampoco existe una base de datos, las hipótesis no pueden ser sometidas a las pruebas estadísticas. Sin modelo teórico y sin datos, solo puede hacerse una investigación de carácter exploratorio, usando una metodología interpretativa (Figueroa, 2012). Son los estudios de caso, con observación participativa y trabajos de campo, los que permiten la recolección de datos y producen conocimiento descriptivo. Este conocimiento descriptivo

puede conducir al conocimiento de posibles correlaciones que pueden ser convertidas en hipótesis de investigación. La investigación exploratoria es la primera etapa, la más básica, de la investigación, y puede servir para abordar temas de los que no se sabe nada, en los que el estado actual de conocimientos es nulo. El producto final de esta investigación es una hipótesis. Con esta metodología no se puede hacer predicciones ni dar explicaciones.

La celda (3) representa el caso en el que se cuenta con una base de datos pero las hipótesis no se derivan de un modelo teórico. En este caso, la metodología aplicada es la de la inferencia estadística y trata de poner a prueba las hipótesis atóricas. El producto final de este tipo de investigaciones es el descubrimiento de regularidades empíricas o hechos estilizados. El problema es que estas regularidades no tienen una explicación lógica, teórica. Con esta metodología inductiva se puede predecir, pero no explicar. Para predecir, tal como lo veremos más adelante, el modelo teórico no es indispensable; pero para explicar sí, tal como lo mostramos con el ejemplo del modelo Mundell-Fleming.

En la celda (2) se cuenta con hipótesis que se derivan de un modelo teórico, pero no existe la base de datos para someter dichas hipótesis a la inferencia estadística. Mientras no se cuente con la base de datos apropiada, la investigación, en el sentido estadístico, no puede llevarse a cabo. Este es el método deductivo. En este tipo de investigaciones, el producto final es una hipótesis derivada a partir de la elaboración de un modelo teórico. Estas hipótesis, eventualmente, en el futuro, pueden ser contrastadas con los hechos. Hay que advertir que la mayoría de las revoluciones en el campo de la macroeconomía se han producido con este tipo de investigaciones, en las que el producto final es un modelo teórico. Pueden mencionarse, como ejemplos, los trabajos de Keynes (1936) y de los premios nobel Hicks (1937), Samuelson (1955), Solow (1956), Mundell (1963), Lucas (1988) y Krugman (1979). Con esta metodología se pueden dar explicaciones (teóricas), pero no se pueden hacer predicciones contrastables con los hechos.

Por último, la celda (1) contiene hipótesis derivadas de un modelo teórico y una base de datos apropiada para someter dichas hipótesis a las pruebas estadísticas. A la investigación que pone a prueba estadística las hipótesis derivadas de un modelo teórico se denominará «investigación científica» o «investigación básica», siguiendo la terminología utilizada por Figueroa (2012). En este caso, la investigación económica permite alcanzar los dos grandes objetivos de la ciencia: predecir y explicar. Esta es la metodología hipotético-deductiva. Es la *teoría con medición*.

Hay que advertir que todas las metodologías contenidas en la tabla 1 contribuyen a la obtención de conocimientos en el campo de la economía, aunque en diferentes grados y calidades. En este libro nos abocaremos a explicar cómo se hace una investigación científica o investigación básica en el campo de la economía, entendida como la investigación llevada a cabo para someter a la prueba estadística las hipótesis que se derivan de los modelos teóricos.

En esta sección nos centraremos en precisar cuáles son las exigencias mínimas que se requieren para que un tema de investigación pueda ser abordado científicamente. ¿Cuáles son los requerimientos mínimos para que un problema económico sea investigable, en los términos de la metodología que se exponen en este libro?

Para que nuestra investigación se ubique en el casillero (1) de la tabla 1 debemos asegurarnos de cumplir con las siguientes cinco exigencias. El cumplimiento de esos requisitos convierte en viable el proyecto de investigación formulado. Esta es una condición necesaria, aunque no suficiente, para tener un buen proyecto de investigación.

3.1 REQUISITO 1: EL TEMA DE INVESTIGACIÓN DEBE PLANTEARSE COMO UNA RELACIÓN DE CAUSA A EFECTO

Un buen proyecto de investigación parte de una adecuada formulación del problema por investigar. Dado que el objetivo principal de la ciencia económica es encontrar la respuesta a la pregunta *qué causa qué*,

una manera apropiada de formular la pregunta de la investigación es bajo la forma de una relación *probable* de causalidad, entre una o varias variables exógenas y una o varias variables endógenas.

Sea X un vector de variables exógenas y Y un vector de variables endógenas. El problema económico puede ser planteado de la forma siguiente:

$$X \rightarrow Y$$

Como ejemplo, podríamos plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál fue la relación entre el desempeño macroeconómico de la economía peruana y el contexto internacional observado durante el periodo 1970-2014?

En esta formulación, evidentemente, el contexto internacional es la variable exógena (X) y el desempeño macroeconómico es la variable endógena (Y). Esta formulación, además, permite plantear alguna hipótesis sobre dicha relación. Por ejemplo, la hipótesis preliminar podría ser:

Durante el periodo 1970-2014, el desempeño macroeconómico en el Perú ha estado explicado fundamentalmente por el contexto internacional vigente durante ese periodo.

De esta manera, el tema de la investigación ha sido planteado según la forma de una hipótesis preliminar, expresada como una relación de causa a efecto donde la variable exógena (causa) es el contexto internacional y la variable endógena (efecto) es el desempeño macroeconómico del Perú.

El título de esta investigación, que tiene que reflejar la relación de causalidad postulada, podría ser, por ejemplo: «Perú, 1970-2014: contexto internacional y desempeño macroeconómico».

3.2 REQUISITO 2: LAS VARIABLES EXÓGENAS Y ENDÓGENAS DEBEN ESTAR EMPÍRICAMENTE IDENTIFICADAS

Ya dimos el primer paso para preparar el proyecto de investigación. Ya contamos con el problema de investigación planteado como una relación probable de causalidad y ya tenemos la hipótesis preliminar, que también es una relación de causalidad.

El paso siguiente es identificar empíricamente las variables exógenas y endógenas de la investigación. Es decir, debemos estar seguros de que las variables exógenas y endógenas involucradas en la hipótesis de causalidad preliminar *existen*, en el sentido estadístico. Las variables X e Y pueden encontrarse directamente en alguna base de datos o, si no fuese el caso, deben existir variables *proxies* que sean una buena aproximación de las variables originales y que estén disponibles en las bases de datos. Si en las bases de datos no están disponibles ni las variables originales ni las *proxies*, queda la opción, si la naturaleza de la investigación lo permite, de la aplicación de encuestas para producir la información necesaria.

En el ejemplo que estamos utilizando, evidentemente, en ninguna base de datos encontraremos las variables «contexto internacional» y «desempeño macroeconómico». Estos conceptos son muy generales; hay que convertirlos en conceptos más específicos, operativos, que reflejen aceptablemente los conceptos originales y que estén disponibles en alguna base de datos.

Si la investigación está enmarcada en el campo del ciclo económico (y no en el del crecimiento económico), el «desempeño macroeconómico» puede ser aproximado, por ejemplo, con la variable «brecha del producto bruto interno (PBI)», la diferencia entre el PBI efectivo y el PBI potencial o de tendencia. El PBI puede ser identificado con el PBI real, con base en 1994 y que se encuentra en la página web del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP)². La tendencia del PBI puede

² www.bcrp.gob.pe

obtenerse, por ejemplo, con el filtro de Hodrik-Prescott, que es una opción ampliamente utilizada por los macroeconomistas para obtener el componente tendencial de una serie de tiempo.

El «contexto internacional» puede ser medido, por ejemplo, con la variable tasa de interés de corto plazo en los Estados Unidos, la tasa de interés fijada por la Reserva Federal de los Estados Unidos, cuya información está disponible en la base de datos del Banco Central de los Estados Unidos³. O quizá, podría aproximarse con un índice compuesto que aglutine a la tasa de interés, los precios y el PBI internacional. Tan solo con el propósito de que la explicación sea más sencilla, asumamos que el contexto internacional lo representamos únicamente con la tasa de interés internacional.

Como la economía es en esencia una ciencia no experimental, la información estadística obtenida es también del tipo no experimental. En consecuencia, cuando en el ejemplo tratamos de evaluar los efectos de la tasa de interés internacional sobre la brecha del PBI, deberemos ir considerando algunas variables (aquellas importantes dentro del grupo del *ceteris paribus*) que servirán como variables de control en la investigación económica. Entre estas variables pueden considerarse algunas del contexto internacional o aquellas de la política macroeconómica de corto plazo. El segundo requisito exige que nos aseguremos de que estas otras variables también pueden identificarse empíricamente.

Estas variables de control pueden ser, por ejemplo, el PBI internacional, los términos de intercambio internacional, el gasto público, y la tasa de interés local, como representativos de la política fiscal y la política monetaria doméstica.

Esta exigencia es necesaria por lo siguiente. Si no tuviéramos variables de control, no podríamos postular una relación de causa a efecto. En el caso que estamos utilizando como ejemplo, la pregunta, cuando no tenemos variables de control, podría plantearse de la siguiente manera:

³ www.federalreserve.gov/releases/h15/dat

¿Qué pasa con la brecha del PBI cuando sube la tasa de interés internacional, pero no sabemos qué pasa con el PBI internacional, los términos de intercambio internacional, el gasto público y la tasa de interés local?

Es imposible encontrar una respuesta para la pregunta anterior. La explicación es que la pregunta está mal formulada.

La manera en que se formulan las preguntas en economía es la siguiente:

¿Qué pasa con la brecha del PBI cuando sube la tasa de interés internacional, suponiendo que el PBI internacional, los términos de intercambio internacional, el gasto público y la tasa de interés local se mantienen constantes?

La importancia de este requisito se verá con más claridad cuando lleguemos a la sección del modelo econométrico. Allí veremos que es casi imposible postular relaciones de causa a efecto si no tenemos variables de control.

3.3 REQUISITO 3: EL TAMAÑO DE LA MUESTRA DEBE SER SUFICIENTE PARA SOMETER LAS HIPÓTESIS A LAS PRUEBAS ECONOMÉTRICAS

Para la viabilidad del proyecto de investigación no es suficiente que las variables exógenas y endógenas de la investigación tengan su correlato empírico —en su forma original o como *proxie*— en alguna base de datos, o que pueda obtenerse sobre la base de la aplicación de alguna encuesta. Es también imprescindible que el tamaño de la muestra, el número de periodos (días, meses, trimestres, años, etcétera) en el caso de la información de series de tiempo, el número de unidades (individuos, países, regiones, personas, empresas, bancos, etcétera) disponibles en los datos de corte transversal o el número de pares de datos (periodos, unidades) en los datos de panel sean suficientes para ser sometidos a las pruebas estadísticas o econométricas.

Las hipótesis tienen una naturaleza estocástica y por eso se necesita del método estadístico de contratación de hipótesis (Figuroa, 2003). Las hipótesis solo pueden ser contrastadas por confrontación con datos masivos y no con datos individuales. La falsación de las hipótesis implica el uso de una muestra grande de observaciones. Cuando la base de datos es insuficiente para aplicar los métodos estadísticos de verificación, el tema es no investigable, desde el punto de vista estadístico.

El tema por investigar tiene que tener historia, una base de datos acumulada. Necesitamos del pasado para tener tema de investigación. En palabras de Hicks (1984):

Tenemos que limitar nuestra atención al problema de explicar el pasado, una aplicación menos rigurosa que la predicción de lo que sucederá o la prescripción de lo que podría suceder [...]. Si no somos capaces de explicar el pasado, ¿qué derecho tenemos de tratar de predecir el futuro? (traducción propia, Hicks, 1984, p. 225).

En el ejemplo que nos ocupa, contamos con la información anual del PBI del Perú (BCRP) y de la tasa de interés mundial aproximada con la tasa de interés de los Estados Unidos (Federal Reserve) para el periodo 1970-2014. En los datos de series de tiempo, 44 datos anuales constituyen un número razonable para llevar adelante las pruebas estadísticas o econométricas.

Si contásemos, por ejemplo, con información sobre el PBI local y la tasa de interés de EE.UU. tan solo para ocho años, las hipótesis de la investigación no podrían confrontarse estadísticamente con los hechos. La investigación realizada utilizando series de tiempo anuales acerca de los efectos de la tasa de interés internacional sobre el PBI peruano sería, entonces, inviable.

El requisito 3 se aplica también para las variables exógenas de control. Sin esa información no es posible someter las hipótesis de la investigación a las pruebas estadísticas.

3.4 REQUISITO 4: LAS HIPÓTESIS DE CAUSALIDAD DEBEN PROVENIR DE UN MODELO TEÓRICO

La investigación económica permite predecir y, al mismo tiempo, debe poder tener una explicación lógica de dichas predicciones. Cuando la predicción (hipótesis) es confrontada con los hechos, y los hechos resultan consistentes con las predicciones, queda la tarea de brindar una explicación lógica sobre las predicciones. La consistencia estadística simplemente nos indicará que existe una relación estadísticamente sólida entre las variables X e Y . El resultado estadístico no nos da elementos para explicar por qué X influye en Y .

Esa explicación, como se ha visto en la sección anterior, tiene otro origen: hay que buscarla en el modelo teórico. En el modelo están presentes todos los mecanismos de transmisión que conectan las variables endógenas con las exógenas. Sin modelo teórico no hay explicación. Y si no podemos explicar, ¿qué sentido tiene hacer una investigación económica?

En consecuencia, es indispensable que el problema por investigar, expresado como una relación de causa a efecto entre las variables exógenas y las variables endógenas, pertenezca a un modelo teórico particular (MT_i). Es decir,

$$X \rightarrow Y \in MT_i$$

En el ejemplo que estamos utilizando podríamos apelar al antiguo y todavía útil modelo Mundell-Fleming, con libre movilidad de capitales, tasa de interés administrada y tipo de cambio flexible, como el que se presentó en la sección 2.5, de predicción y explicación. ¿Por qué ese modelo nos sirve para el ejemplo? Porque en él es posible encontrar la vinculación entre las variables de nuestra hipotética investigación: la tasa de interés internacional (variable exógena) y la producción local o PBI (variable endógena), considerando dadas todas las otras variables exógenas. Ese modelo tiene variables exógenas y endógenas. Entre las primeras, está presente la tasa de interés internacional; y entre las segundas, la producción.

Si por ejemplo encontrásemos una vinculación positiva y estadísticamente sólida entre la tasa de interés internacional y la producción local, el modelo Mundell-Fleming nos proporcionaría una explicación lógica de ese resultado⁴. Según este modelo, con libre movilidad de capitales, tasa de interés fija y tipo de cambio flexible, una elevación de la tasa de interés internacional conduce a un alza del tipo de cambio. El alza del tipo de cambio, en un mundo de precios fijos, eleva el tipo de cambio real y, en consecuencia, las exportaciones netas, la demanda y la producción local. El resultado estadístico tiene así *una explicación lógica*, seguramente entre varias explicaciones posibles, provenientes de otros modelos.

3.5 REQUISITO 5: LA INVESTIGACIÓN DEBE ELEVAR EL *STOCK* DE CONOCIMIENTOS EN EL CAMPO DE ESTUDIO PROPUESTO

Toda investigación tiene como objetivo incrementar el *stock* actual de conocimientos teóricos y empíricos. En consecuencia, la propuesta de investigación debe mostrar con claridad cuál será el incremento en el *stock* de conocimientos que se espera conseguir como producto de la investigación que se está proponiendo. ¿Qué sentido tiene hacer una investigación si no se va a conseguir alterar el *stock* actual de conocimientos?

Sea $S_{t-1,z}$ el *stock* existente de conocimientos en el periodo $t - 1$, tanto en el campo teórico como en el campo empírico, en el tema que motiva la investigación. Para que el proyecto de investigación pueda ser considerado viable, debe demostrarse que como producto de la investigación se conseguirá, en el periodo t , un flujo de conocimientos $s_{t,z}$ que permitirá elevar el *stock* de conocimientos hasta alcanzar un nivel $S_{t,z}$.

$$S_{t,z} = S_{t-1,z} + s_{t,z}$$

⁴ Así como el Mundell-Fleming, pueden existir otros modelos que también expliquen lógicamente los resultados encontrados. Una hipótesis o una relación de causa a efecto puede derivarse lógicamente de más de un modelo. Esta es una de las razones que explicaremos acerca de por qué el investigador no puede decir que ha «probado» que su modelo es «verdadero».

Solo si $s_{t,z} > 0$ vale la pena llevar adelante el proyecto de investigación. De otra manera, hay que buscar otro tema de investigación que permita elevar el estado actual de conocimientos.

Más adelante, en el capítulo 6, veremos que para estar seguros de que nuestro proyecto de investigación consigue elevar el *stock* actual de conocimientos, es indispensable conocer cuál es ese *stock* actual de conocimientos. Es por eso que la tarea de la revisión de la literatura, a la que denominaremos el *estado actual de conocimientos*, tiene que ser cuidadosa y exhaustiva. En esa sección responderemos la pregunta: ¿cuál es el *stock* actual de conocimientos, teóricos y empíricos, y como mi proyecto de investigación elevará dicho *stock* de conocimientos?

En resumen, las condiciones necesarias para que un proyecto de investigación pueda ser declarado viable son cinco:

- i. El problema debe formularse como una relación de causalidad entre variables exógenas y endógenas.
- ii. Las variables exógenas y endógenas deben estar empíricamente identificadas.
- iii. El tamaño de la muestra debe ser el suficiente para someter las hipótesis a las pruebas econométricas.
- iv. Las hipótesis de causalidad deben provenir de un modelo teórico.
- v. La investigación debe permitir elevar el *stock* actual de conocimientos.

El incumplimiento de cualquiera de estas restricciones declara inviable el proyecto de investigación propuesto, si el objetivo es hacer una investigación con los cánones que exige la ciencia económica. Recordemos que en este libro se propone ofrecer una guía para hacer una investigación cuyo objetivo fundamental es poner a prueba las hipótesis derivadas de las teorías.

CAPÍTULO 4

EL PAPEL DE LA ECONOMETRÍA EN LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA

Terence Hutchison (1938) fue el primero en difundir las ideas de Karl Popper entre los economistas. Sin embargo, de acuerdo con Redman (1994), Popper ha sido mucho más influyente en la econometría que en cualquier otro campo de la economía, aunque dicha influencia ha sido poco difundida.

El discípulo más destacado de Popper, Imre Lakatos, ya había hecho notar el importante impacto que había tenido su maestro en el desarrollo de la estadística moderna.

Realmente este falsacionismo metodológico es la base filosófica de algunos de los desarrollos más interesantes de la estadística moderna. El enfoque Neyman-Pearson depende enteramente del falsacionismo metodológico (Lakatos, 1998, 38, pie de página 64)¹.

¹ El enfoque Neyman-Pearson es una herramienta de prueba de hipótesis en la econometría tradicional basada en la idea de contrastar estadísticamente dos hipótesis mutuamente excluyentes, la hipótesis nula y la alternativa, utilizando como herramienta los ratios de verosimilitud.

La influencia de Popper sobre la econometría se dio a través de Jacob Marschak, el economista y matemático ruso que dirigió la Comisión Cowles entre 1943 y 1948. La Comisión Cowles fue fundada en los Estados Unidos en 1932 por el economista y hombre de negocios Alfred Cowles, para promover la investigación sobre los problemas económicos en su vinculación con las estadísticas y las matemáticas, y que luego marcaría la evolución de la econometría en las siguientes décadas.

Jacob Marschak estaba al tanto de la teoría falsacionista, conoció e interactuó con Popper, y estaba muy interesado en incorporar los aportes del líder del falsacionismo en la práctica de la economía. Aunque Popper era escéptico del proyecto de Marschak, pues consideraba que la falsación era difícilmente aplicable a la economía, debido a Marschak, la visión popperiana de la falsación llegó a introducirse en el método de la Comisión Cowles (Redman, 1994). Popper, entonces, habría tenido una importante influencia en la econometría, por los menos en la que estuvo en auge durante las tres décadas posteriores a la fundación de la Comisión Cowles, y que está presente todavía en la mayoría de los libros de texto tradicionales de econometría.

Pero, ¿qué es la econometría?

Según Hoover (2005) y Stock y Watson (2007), la econometría es una rama de la economía cuyos objetivos fundamentales son cuatro.

En primer lugar, el más obvio, es que la econometría se utiliza para poner a prueba las predicciones (hipótesis) que se derivan de un modelo teórico.

En segundo lugar, la econometría puede ser utilizada para medir los valores desconocidos de los parámetros de un modelo económico.

En estos dos roles, claramente la teoría está antes de la evidencia, en la que «la teoría propone y la evidencia dispone».

En tercer lugar, la econometría puede ser utilizada para hacer predicciones sobre el valor futuro de las variables endógenas. Las predicciones pueden estar sustentadas en un modelo teórico o pueden consistir en un ejercicio estadístico sin respaldo teórico. Eso es lo que expresa la tabla 1

mostrada en el capítulo 3 de este libro, y ese tema será discutido también en el capítulo siguiente, a propósito del rol de la econometría contemporánea.

En cuarto lugar, la econometría puede ser utilizada para, a partir de los datos, encontrar una serie de hechos estilizados o regularidades empíricas que puedan ser insumos para la formulación de hipótesis o que pueden servir para especificar correctamente un modelo econométrico. En este caso, la econometría puede prescindir de la teoría.

Adicionalmente, conociendo el valor numérico de los parámetros del modelo, se pueden hacer simulaciones que puedan servir para sugerir mezclas de política apropiadas para alcanzar los objetivos de la política económica. En esta tarea intervienen el arte y la ciencia. Utilizando datos históricos puede contribuirse a proporcionar recomendaciones numéricas o cuantitativas para la gestión pública o privada.

David Hendry, nacido en Inglaterra, profesor de Economía de la Universidad de Oxford, actualmente dedicado a la metodología econométrica y a la econometría de series de tiempo aplicada o macroeconometría, es uno de los líderes del desarrollo de la econometría contemporánea y tiene una visión complementaria sobre el rol de los modelos econométricos.

Los modelos econométricos empíricos son sistemas de relaciones cuantitativas que vinculan una serie de datos observados. Los modelos tienen cuatro roles principales en la economía. En primer lugar, son resúmenes de datos: existen demasiadas variables de interés potencial en la economía para poder investigarlas a todas, por lo que el resumen es esencial, y los modelos econométricos son una forma de hacerlo. En segundo lugar, el modelo econométrico nos permite interpretar la evidencia empírica: los hechos hablan por sí mismos rara vez, y un marco bien definido, como un modelo econométrico, es de gran valor. En tercer lugar, hay a menudo varias explicaciones teóricas competitivas sobre los fenómenos económicos: el modelo econométrico juega un papel importante en la evaluación de los poderes explicativos relativos de estas teorías.

Por último, los modelos econométricos son el vehículo principal para la acumulación y consolidación de conocimientos empíricos sobre la función de las economías. A la larga, esta puede ser su principal *razón de ser*. Dado que la econometría es esencialmente empírica por naturaleza, ofrece un potencial de información empírica sistemática sobre el comportamiento económico (traducción propia, Hendry, 1995, p. 4).

4.1 LOS USOS DE LA ECONOMETRÍA

Los libros de Stock y Watson (2007) y Baddeley y Barrowclough (2009) son dos buenas referencias para ilustrar con un conjunto grande de ejemplos muy didácticos sobre cómo la econometría puede utilizarse como instrumento para someter las hipótesis de investigación de un amplio espectro de problemas por investigar. Esta sección está basada en ejemplos tomados del libro de Stock y Watson (2007).

Presentaremos algunos ejemplos de algunos problemas económicos investigables. El primero es explicado con cierto detalle, como advertencia de cómo a partir del sentido común pueden derivarse hipótesis aparentemente sensatas pero que pueden ser rechazadas por el procedimiento econométrico. El resto de ejemplos sirve solo para ilustrar la variedad de problemas que pueden abordarse con la econometría.

En todos los ejemplos partimos directamente de las hipótesis de la investigación y el modelo econométrico correspondiente. Hay que asumir que dichos modelos econométricos tienen detrás modelos teóricos, y estos, teorías que los respaldan.

El primer ejemplo aborda el tema de si el tamaño de la clase (el número de estudiantes por aula) influye en el rendimiento académico de los estudiantes.

En los Estados Unidos hay disconformidad con el sistema actual de aprendizaje académico básico (lectura, escritura y matemáticas básicas) en las escuelas primarias y hay un conjunto de propuestas para mejorarlo. Una propuesta atractiva consiste en reducir el tamaño de las clases

en la escuela primaria. El sentido común diría que con menos alumnos por clase el profesor tendrá más tiempo para una atención más personalizada al estudiante, habría más orden en las clases y el rendimiento de los estudiantes debería mejorar.

¿Hay que reducir entonces el tamaño de las clases para mejorar el rendimiento de los estudiantes? La econometría confirma a veces las hipótesis provenientes del sentido común. Pero muchas veces no.

Para hacer esta investigación se utilizaron datos de corte transversal. Las cifras corresponden a los 420 distritos escolares que tenía California en el año 1998. Las cifras muestran que en California, los estudiantes de los distritos escolares con menor tamaño de clase tienen un mejor rendimiento que aquellos que estudian en distritos con un tamaño mayor de las clases.

Como primer ejercicio, puede hacerse un análisis de correlación entre las dos variables. En el caso que estamos estudiando, el coeficiente de correlación es de -0.23 , que nos indica una correlación negativa débil entre el tamaño de la clase y el rendimiento de los estudiantes.

El paso siguiente puede ser hacer una regresión entre las variables en estudio, proponiendo una relación funcional como la siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu$$

Donde Y_i representa las notas obtenidas por los estudiantes en un examen estándar en el estado y X_i es el ratio estudiante/profesor por distrito escolar. En esta ecuación, B_1 es el cambio en la variable endógena como consecuencia del cambio en una unidad de la variable exógena. El término μ incorpora todos los factores distintos al tamaño de la clase que pueden influir en las notas obtenidas por los estudiantes.

El resultado de la regresión es:

$$Y = 698.9 - 2.28X; \quad R^2 = 0.051, \quad DE_{B_1} = 0.52; \quad t_{B_1} = -4.38$$

En esta regresión, -2.28 significa que si el ratio estudiante/profesor se eleva en un estudiante por clase, la nota de los estudiantes se reduce en 2.28. Esta regresión puede permitir también hacer predicciones,

asignando valores arbitrarios a la variable exógena y calculando la nota obtenida.

Si se reduce el ratio estudiante/profesor en 2, la nota de los estudiantes puede aumentar en 4.56. ¿Es esta mejora grande o pequeña? Según esta investigación, la escuela en cuestión podría pasar del percentil 50 al percentil 60 en el estado de California.

Nótese, en la estimación, que el intercepto no tiene ningún significado práctico en este ejercicio (el tamaño de la clase no puede ser cero). El R^2 nos indica la fracción de la varianza de la endógena que es explicada por la exógena. El R^2 bajo indica que solo una pequeña fracción del comportamiento de la endógena es explicada por la exógena y la desviación estándar (DE) baja indica que las notas obtenidas por los estudiantes están relativamente cerca de sus valores estimados. Estos dos estadísticos nos sugieren que el ratio estudiantes/profesor solo explica una pequeña parte de la variación de las notas de los estudiantes y que la predicción de las notas usando solamente el ratio estudiantes/profesor tendrá un *spread* chico respecto a los valores observados. El valor del estadístico t nos señala que el resultado obtenido es estadísticamente sólido.

¿Significa entonces que bajando el ratio estudiante/profesor *solamente* se conseguirá elevar el rendimiento de los alumnos? No necesariamente, por varias razones.

Tener un ratio estudiante/profesor bajo implica costos, entonces otros colegios, por ser ricos, pueden tener estos ratios bajos. Además, en estos colegios de ricos sus estudiantes pueden tener otras ventajas: profesores mejor pagados, facilidades de estudio en sus hogares, no ser migrantes y por tanto tener al inglés como idioma nativo. Entonces la baja calidad encontrada en algunos colegios puede deberse al tamaño grande de la clase *en conjunción* con otros factores que pueden ser más importantes. Se habrían entonces omitido un conjunto de variables que también explican el rendimiento de los estudiantes. Cambiar el ratio estudiantes/profesor no va a afectar a este otro grupo de variables.

Por tanto, necesitamos un método que permita aislar el efecto en el rendimiento del tamaño de la clase, *manteniendo todos los otros factores constantes*. La influencia del tamaño de clase sobre el rendimiento académico debe ser *controlada* por otros factores.

Ingresamos al campo del análisis de regresión múltiple.

$$Y_i = B_0 + B_1X_{1i} + B_2X_{2i} + u$$

Sobre la base de la regresión, el director de la escuela puede decidir contratar más profesores para mejorar el rendimiento de sus alumnos, pero no alcanzará dicho objetivo si el verdadero coeficiente que relaciona rendimiento con tamaño de clase es mucho más pequeño o cercano a cero. exploremos las variables posiblemente omitidas.

Podemos empezar haciendo un análisis de correlación entre el tamaño de la clase y el porcentaje de migrantes, que es de 0.21. Esta correlación sugiere que las escuelas con mayor proporción de migrantes tienden a tener clases más grandes. Entonces, el coeficiente estimado puede estar recogiendo esa influencia. En este caso, *la especificación tiene un sesgo de variable omitida*.

Para que exista este sesgo se requieren *dos* condiciones: i) que la variable omitida esté correlacionada con la variable explicativa considerada y ii) que la variable omitida sea un determinante de la variable endógena.

Por ejemplo, en el caso del porcentaje de migrantes, esta variable está correlacionada con el tamaño de la clase y, al mismo tiempo, es de esperar que un hispano, digamos, tenga más dificultad que un americano en entender los exámenes de evaluación y, por tanto, tenga un rendimiento menor.

¿Cómo solucionar este problema?

Sospechamos que estamos omitiendo un conjunto de variables muy importantes. Por ejemplo, el hecho de que existen alumnos cuyo idioma nativo no es el inglés. La opción más sencilla es hacer la separación de las muestras entre distritos donde los estudiantes tienen al inglés como

idioma nativo y otro grupo donde no. Hecho este procedimiento, efectivamente se encuentra que el rendimiento de los estudiantes nativos es mayor que el de los migrantes. Los colegios con más migrantes tienen, al mismo tiempo, mayores tamaños de clase y peores rendimientos.

Este análisis persuade al director de que el primer ejercicio era insuficiente para tomar decisiones pero no le da todavía instrumentos para tomar decisiones porque lo que necesita es conocer el coeficiente «verdadero».

El análisis de regresión múltiple es la opción econométrica para proporcionar la respuesta apropiada al director de la escuela primaria. En este caso se estimarán los efectos del tamaño de clase sobre el rendimiento de los alumnos, manteniendo constante la fracción de migrantes.

El significado de B_1 es ahora distinto. Significa el efecto que tiene el cambio en una unidad del ratio estudiantes/profesor, manteniendo constante la proporción de migrantes, o controlando la proporción de migrantes. Esto se asemeja al siguiente ejercicio:

$$Y + \Delta Y = B_0 + B_1(X_1 + \Delta X_1) + B_2 X_2$$

El análisis de regresión da como resultado la siguiente estimación:

$$Y = 686 - 1.1X_1 - 0.65X_2; R^2 = 0.426, \bar{R}^2 = 0.424, DE_{B_1} = 0.43, \\ DE_{B_2} = 0.031, t_{B_1} = -2.54, t_{B_2} = -21.16$$

En esta regresión \bar{R}^2 es el R^2 corregido para tomar en cuenta que se están agregando nuevas variables explicativas.

Fíjese que el coeficiente que vincula el tamaño de clase con el rendimiento académico de los estudiantes se ha reducido a menos de la mitad de su valor respecto al valor que tenía cuando no se consideraba el efecto de la población estudiantil migrante. Sin embargo, el R^2 , incluso el corregido \bar{R}^2 , el que castiga la adición de nuevas variables explicativas, es relativamente alto y los coeficientes t son aceptables. Estos resultados pueden persuadir al director de que reducir el tamaño de la clase puede mejorar el rendimiento de sus alumnos.

Pero para contratar más profesores el director tiene que ajustar algunos otros gastos (o elevar la pensión de los estudiantes, lo que es más difícil). Entonces, él quiere saber cuál es el efecto de contratar más profesores manteniendo constante el gasto por estudiante, X_3 en la regresión que se muestra abajo, y el porcentaje de migrantes.

El resultado del ejercicio es sorprendente.

$$Y = 649.6 - 0.29X_1 - 0.656X_2 + 3.87X_3; DE_{B_1} = 0.48, DE_{B_2} = 0.032, DE_{B_3} = 1.59, t_{B_1} = -0.60, t_{B_2} = -20.50, t_{B_3} = 2.43$$

En esta regresión, el coeficiente en estudio ha seguido bajando de valor. Sin embargo, lo más importante es que este coeficiente no es estadísticamente significativo. Es decir, podemos afirmar que, con la información disponible, no encontramos evidencia de una influencia del tamaño de clase en el rendimiento académico de los estudiantes. Más bien, la evidencia sugiere que el rendimiento académico de los estudiantes de las escuelas en California está fuertemente influenciado por la participación de los estudiantes migrantes y por el presupuesto asignado a las escuelas.

Entonces, la evidencia rechaza la hipótesis de que contratar más profesores, manteniendo constante el gasto por alumno y el porcentaje de migrantes, eleve el rendimiento de los estudiantes.

Pero también podría tenerse otra lectura de estos resultados. Podría ser que el gasto en estas escuelas se asigna eficientemente. Si el coeficiente hubiera sido alto, contratar más profesores, reduciendo el gasto en otros rubros, pudo haber mejorado el rendimiento de los estudiantes lo que podía haber constituido una evidencia de que el gasto se asignaba ineficientemente.

Este es un lindo ejemplo de todos los cuidados que hay que tener en una investigación de corte transversal para no aceptar resultados parciales sin asegurarse de que estamos haciendo uso correcto de los instrumentos que nos ofrece la econometría.

El segundo ejemplo, tratado más sucintamente, pretende responder a la pregunta sobre si existe discriminación racial en el mercado de créditos hipotecarios en los Estados Unidos.

En los Estados Unidos la mayoría de las familias adquiere su vivienda con un crédito hipotecario. Según las leyes americanas, no debe existir discriminación racial en su otorgación.

Sin embargo, según la Reserva Federal de Boston, usando cifras de corte transversal, en 2925 solicitudes por un crédito hipotecario en 1990, hechas por blancos y negros, se ha encontrado que mientras el porcentaje de solicitudes rechazadas alcanza al 28% de los solicitantes negros, en el caso de los blancos, este es solo de 9%.

¿Estas cifras indican que hay discriminación racial en contra de los negros en el mercado de créditos hipotecarios? Si dicha discriminación existe, ¿cuál es su magnitud? El detalle de esta investigación, así como en el ejemplo anterior, es identificar las causas del rechazo a las solicitudes, *considerando constantes todas las otras características de los solicitantes*.

El problema puede estudiarse con la técnica de la regresión múltiple pero con una peculiaridad. Esta consiste en que la variable endógena —si la solicitud es aceptada o no— es binaria; esto es, solo puede tomar valores de cero o uno. La variable endógena es una probabilidad. El modelo de probabilidad lineal y los modelos no lineales de Probit and Logit —el modelo de máxima verosimilitud— son los apropiados para abordar este tipo de problemas.

El tercer ejemplo busca determinar el efecto del alza del impuesto sobre el consumo de cigarrillos.

Este es uno de los problemas que más afectan la salud mundial. El tratamiento de las enfermedades provocadas por los cigarrillos alcanza sumas astronómicas que tienen impactos directos sobre los contribuyentes.

Una de las medidas para disminuir el consumo de cigarrillos es encarcelarlos mediante el aumento del impuesto selectivo al consumo de dicho producto. Para este propósito es útil saber qué pasará con

el consumo de los cigarrillos si su precio se eleva, por ejemplo, en 1%. El porcentaje de cambio en la cantidad demandada ante un cambio de 1% en el precio es la elasticidad precio de la demanda. Si se quiere reducir el consumo del cigarrillo en, digamos, 20%, necesitamos conocer el valor numérico de la elasticidad.

Para estudiar este problema se utiliza información de datos de panel. Se examinan cifras de ventas, precios, impuestos e ingreso personal para los 48 estados de los Estados Unidos, para el periodo 1985-1995.

Se encuentra una elasticidad precio de 1.08. Esta, sin embargo, no tiene variables de control, como el ingreso, que evidentemente afecta al consumo de cigarrillos. Si se incorpora esta variable, el valor de la elasticidad puede cambiar apreciablemente.

En este contexto, además, existe el problema de la doble causalidad: bajos impuestos conducen a un mayor consumo de cigarrillos; pero si hay mayor consumo de cigarrillos, los legisladores, para tener una buena relación con los electores, pueden procurar mantener bajos los impuestos. Hay métodos para solucionar este problema de «causalidad simultánea».

El cuarto ejemplo gira alrededor del efecto dinámico sobre los accidentes de tránsito de la ley que obliga a utilizar cinturones de seguridad.

En este ejemplo se trata de averiguar cómo impacta la ley que obliga a utilizar los cinturones de seguridad sobre el número de accidentes de tránsito en términos dinámicos; es decir, a lo largo del tiempo. Se quiere saber cuáles son los efectos de la nueva medida sobre el número de accidentes de tránsito en el corto plazo, inmediatamente después de haberse dado la medida (puede ser el primer trimestre o el primer año de aplicación), en el mediano plazo y en el largo plazo, cuando ya todos los conductores usan el cinturón de seguridad.

Para estudiar este tipo de problemas se requiere información de serie de tiempo. Específicamente, la variable endógena es una función del valor actual y de los valores rezagados de las variables exógenas. Es el modelo de regresión con retardos distribuidos.

El coeficiente de los regresores puede estimarse por el método de mínimos cuadrados ordinarios, solucionando previamente los problemas de autocorrelación y heterocedasticidad, que son típicos en este tipo de series.

Nuestro penúltimo ejemplo es sobre cómo la econometría puede servir para predecir. En este caso se trata de predecir la tasa de inflación del próximo año.

La tarea principal de los bancos centrales es mantener la inflación baja. En un sistema de metas explícitas de inflación los bancos centrales se comprometen a mantener la tasa de inflación dentro de una banda. En el Perú, por ejemplo, el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) tiene el compromiso de que la inflación, en el mediano plazo, se mantenga entre 1 y 3% anual.

Para alcanzar este objetivo, el BCRP tiene como instrumento la tasa de interés de referencia para el mercado interbancario. Estas políticas deben aplicarse preventivamente, debido a que los efectos de la política monetaria sobre la inflación se manifiestan con muchos rezagos. Por eso, los bancos centrales suben la tasa de referencia cuando *esperan* que la inflación se eleve por encima de la banda superior de la meta inflacionaria, y bajan dicha tasa de referencia cuando esperan que la inflación se sitúe por debajo del rango inferior de la banda.

El pronóstico de la inflación esperada es entonces indispensable para la tarea del banco central.

Para realizar la tarea del pronóstico, a diferencia de todos los ejemplos mostrados anteriormente, no es indispensable contar con una teoría que nos proporcione una relación de causalidad de la que se derive el comportamiento de la variable endógena que queremos pronosticar. Por ejemplo, la observación de que los peatones están casi todos con paraguas nos ayuda a «pronosticar» que va a llover. No hay relación de causa a efecto; no es que la posesión de paraguas cause la lluvia.

En esta tarea, por lo general las variables exógenas o los regresores son los valores pasados de las variables endógenas. Son los modelos

autorregresivos, en los que la historia de la inflación nos ayuda a predecir el futuro de la inflación. En este caso, con una serie de tiempo de la inflación para los últimos cuarenta trimestres, digamos, podemos pronosticar la inflación del próximo trimestre.

La tarea del pronóstico puede ser mejorada si se añaden otras variables exógenas que sí explican teóricamente, causalmente, la inflación, junto con sus valores pasados o *lags*, en los llamados modelos autorregresivos de rezagos distribuidos (*autoregressive distributed lag models*). Según la teoría de la Curva de Phillips, cuanto más baja es la tasa de desempleo, más alta es la tasa de inflación. Al utilizar esta relación causal, para el pronóstico de la inflación, además de sus valores rezagados, pueden añadirse como regresores la tasa de desempleo corriente y sus valores rezagados.

Una tarea delicada en este procedimiento es la decisión de cuántos rezagos considerar en el ejercicio de pronóstico.

Asumir que el futuro es como el pasado tiene un supuesto muy importante: que las series de tiempo sean estacionarias. Si no lo son —porque las series tienen una tendencia definida o porque en el periodo considerado están presentes quiebres estructurales— los pronósticos y las inferencias basadas en las regresiones de series de tiempo son cuestionables: «La estacionariedad requiere que el futuro sea como el pasado, al menos en el sentido probabilístico» (traducción propia, Stock & Watson, 2007, p. 545).

Por último, cuando se quiere trabajar con modelos multiecuacionales, el sistema de vectores autorregresivos (VAR) es el apropiado. Un buen ejemplo del uso del VAR se encuentra en Feelders (2002). Hay muchos modelos en el marco de una economía cerrada, que buscan relacionar la producción, la tasa de interés, la oferta monetaria y el nivel de precios. Un modelo que comprende a estas variables es el famoso modelo IS-LM extendido con una Curva de Phillips. Para el usuario de la econometría tradicional, el modelo IS-LM-CP proporciona la definición de las variables endógenas y exógenas del modelo,

y en este sistema de ecuaciones simultáneas hay que hacer la tarea de la identificación. El usuario del VAR, en cambio, simplemente asumirá que todas las variables aludidas son endógenas y están relacionadas, pues cada una de ellas depende de su propio rezago y de aquel del resto de variables. En este caso, además de las variables incluidas, no existe ninguna otra relación entre el modelo VAR empírico y el modelo macroeconómico teórico.

Otro buen ejemplo de este tipo de modelos se puede encontrar en Stock y Watson (2007), donde se presenta un modelo VAR que consta de dos variables: la variación de la tasa de inflación y la tasa de desempleo. El VAR consta de dos ecuaciones en las que las variables endógenas corresponden a las anteriormente mencionadas y las exógenas a sus valores rezagados. Los datos considerados para la estimación del modelo son trimestrales, para el período 1982-2004.

Los resultados son los siguientes:

$$\begin{aligned}\widehat{\Delta Infla}_t &= 1.47 - 0.64\Delta Infla_{t-1} - 0.64\Delta Infla_{t-2} - 0.13\Delta Infla_{t-3} \\ &\quad - 0.13\Delta Infla_{t-4} - 3.49Desemp_{t-1} + 2.80Desemp_{t-2} \\ &\quad + 2.44Desemp_{t-3} - 2.03Desemp_{t-4}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\widehat{Desemp}_t &= 0.22 + 0.005\Delta Infla_{t-1} + 0.004\Delta Infla_{t-2} - 0.007\Delta Infla_{t-3} \\ &\quad - 0.003\Delta Infla_{t-4} + 1.52Desemp_{t-1} - 0.29Desemp_{t-2} \\ &\quad - 0.43Desemp_{t-3} + 0.16Desemp_{t-4}\end{aligned}$$

Donde $\Delta Infla_t$ corresponde a los cambios en la tasa de inflación y $Desemp_t$ corresponde a la tasa de desempleo. Para la ecuación de inflación se tiene un R^2 ajustado de 0.44 y para la ecuación de desempleo se tiene un R^2 ajustado de 0.982. A partir de estas ecuaciones los autores aplican el test de causalidad a la Granger a partir del cual se concluye que la tasa de desempleo es un predictor útil de los cambios en la inflación, ya que los valores rezagados del desempleo sí aportan información en la estimación de $\Delta Infla_t$. Sin embargo, lo contrario ocurre al testear

el aporte de los rezagos de la variación de la inflación en la ecuación de desempleo; es decir, que la variación de la inflación no causa a la Granger la tasa de desempleo. Asimismo, las predicciones realizadas por los autores en un periodo adelante sobre las variables endógenas a partir de este modelo resultaron razonablemente cercanas a sus valores realizados para el primer trimestre de 2005, lo cual da algunas luces sobre la utilidad de este tipo de modelos.

Como pudo verse en todos estos ejemplos, la econometría brinda instrumentos para estudiar casi cualquier tipo de problemas económicos. No hay excusa para no utilizar este vital instrumento de investigación económica.

4.2 LA METODOLOGÍA DE LA ECONOMETRÍA TRADICIONAL

En el contexto de la metodología hipotético-deductiva, el rol más importante que se atribuye a la econometría es el de constituir una herramienta para poner a prueba los modelos teóricos, a través de la corroboración o el rechazo de las hipótesis que se derivan de ellos. Ese es el rol asignado a la econometría tradicional.

El resumen de Hendry sobre dicho método y sus distintas fases es muy ilustrativo:

En los años cincuenta y sesenta existía casi un consenso sobre la metodología de elaboración de los modelos econométricos. En primer lugar, podría formularse una teoría económica basada en la optimización de los agentes económicos pertinentes, teniendo en cuenta sus restricciones asumidas y un conjunto de información. La teoría económica contenía las variables con nombres como el consumo, el ingreso, la inflación, y así sucesivamente, y un modelo matemático que la expresaba. Se añadía luego un término de error al modelo para reflejar la inexactitud de la teoría. Un asistente de investigación o el investigador recogían una serie de datos con los mismos nombres que las variables de la teoría, y hacían algunas

(¡o algunos cientos!) de regresiones. Por último, desde el pequeño número de regresiones presentadas por el asistente de investigación, o tamizada por el investigador, se seleccionaba el que parecía adaptarse mejor a la intuición previa del investigador principal y se publicaba como, por ejemplo, la función consumo (traducción propia, Hendry, 1995, p. 18).

En una presentación más desagregada, dentro de la opción metodológica hipotética deductiva, la vinculación entre la investigación económica y la econometría tradicional se produce cumpliendo con los siguientes pasos.

1. Formulación del modelo económico

En primer lugar, a partir de una teoría, debe elaborarse un modelo teórico formalizado. La teoría es mucho más abstracta que un modelo, y no puede ser sometida directamente a la contrastación empírica. Por eso, la teoría necesita ser conjugada con algunas hipótesis auxiliares que permitan su contrastación con los hechos. Por ejemplo, la teoría de la producción es una teoría general que nos dice que la producción es una función del capital, el trabajo y el grado de desarrollo tecnológico. Los modelos de esa teoría pueden ser la función de producción del tipo Cobb-Douglas y la función del tipo Leontief. Otra teoría general es la de Keynes, cuya esencia, la teoría de la demanda efectiva, afirma que la producción, en un contexto de factores productivos subutilizados, es una función de la demanda. Esta teoría general dio luz a varios modelos, por ejemplo, el modelo IS-LM creado por John Hicks (modelo keynesiano de una economía cerrada) y el modelo Mundell-Fleming (modelo keynesiano de una economía abierta).

Tradicionalmente, los modelos económicos han estado expresados en forma determinística, pero en las últimas décadas hay una tendencia creciente a expresarlos en forma estocástica, como en los modelos de equilibrio general dinámico estocástico (abreviado DSGE por sus siglas en inglés, *Dynamic Stochastic General Equilibrium*).

Siempre que sea posible, es mejor que el modelo teórico sea presentado tanto en su forma estructural como en su forma reducida, porque, como se describió antes, la forma reducida permite hacer las predicciones y la forma estructural es necesaria para desarrollar las explicaciones. En el modelo debe quedar claramente establecido el conjunto de variables endógenas y exógenas, así como los mecanismos de transmisión que existen entre ellas.

Asimismo, sobre todo cuando se considera utilizar el trabajo de investigación para ofrecer opciones de política económica, es necesario clasificar las variables endógenas del modelo en variables objetivo —aquellas de interés del investigador o del que diseña la política económica— y variables no objetivo —aquellas que también son endógenas, que serán influenciadas por las variables exógenas, pero que no se consideran de interés principal—; y las variables exógenas en variables exógenas instrumentales —aquellas que son instrumentos de política económica— y en variables exógenas no instrumentales —aquellas variables exógenas, conocidas, pero que no pueden ser influenciadas por la política económica— (Dagum & Bee de Dagum, 1986). De esta manera, como veremos más adelante, podremos aprovechar uno de los usos de los modelos econométricos: el de la simulación de opciones de políticas económicas.

2. Formulación de las hipótesis de causalidad

En segundo lugar, a partir del modelo económico en su forma reducida, se derivan, matemáticamente, las hipótesis de causalidad, que no son más que relaciones que presupone el modelo acerca del efecto de una o más variables exógenas sobre una o más variables endógenas. En la hipótesis están las variables endógenas de interés para el investigador y las exógenas que la determinan.

En el lenguaje de la estadística, la hipótesis de la investigación es conocida como la hipótesis nula. Si consideramos, por ejemplo, mostrar la presencia de una política fiscal contracíclica, a través del gasto público,

la hipótesis nula sería que el coeficiente que relaciona la brecha del producto (PBI potencial menos el PBI corriente) con el gasto público es nulo o cero, en cuyo caso tendríamos un gasto acíclico. Esta hipótesis es usualmente puesta a prueba frente a una hipótesis alternativa, que sería que el coeficiente analizado sea distinto de cero, en cuyo caso, para valores positivos, tendríamos un gasto público procíclico y para valores negativos tendríamos un gasto contracíclico.

La hipótesis nula debe ser tan específica como sea posible, pues las que tienen un carácter vago o general no son fácilmente refutables.

En este sentido, la hipótesis nula es la opuesta a la hipótesis de la investigación, pues sirve para refutar o negar la hipótesis de la investigación. La hipótesis nula es la proposición que realmente deseamos refutar. La hipótesis nula señala generalmente que la relación postulada *no* existe, mientras que la hipótesis alternativa afirma que la relación sí existe. La formulación estándar de la hipótesis nula es entonces consistente con el objetivo popperiano de falsar una hipótesis, antes que el de buscar confirmarla.

3. Formulación del modelo econométrico

En tercer lugar, la hipótesis de investigación debe ser expresada bajo la forma de un modelo econométrico. No es lícito, desde el punto de vista de la metodología hipotético-deductiva, que en el modelo econométrico aparezcan, «del cielo», variables exógenas o endógenas que no estén en el modelo económico. La razón es sencilla: si queremos poner a prueba una teoría, a través del modelo y la hipótesis, en donde están presentes un conjunto de variables endógenas y exógenas, si en el modelo econométrico incorporamos nuevas variables, ese modelo econométrico ya no se deriva del modelo teórico, por lo que deja de ser un instrumento para poner a prueba el modelo y la teoría que lo respalda.

El modelo econométrico exige una especificación estadística más precisa de las variables que lo componen y además siempre exige una forma funcional más precisa que la de un modelo económico, el que

puede ser expresado en forma funcional o solo con la imposición de ciertos requisitos como el de derivabilidad, concavidad, existencia de máximo, etcétera. Por último, los modelos econométricos se establecen necesariamente como relaciones no determinísticas entre variables, suponiendo la existencia de uno o varios elementos aleatorios. El término aleatorio es sinónimo de estocástico. Una variable estocástica es aquella que puede tomar cualquier valor, con una probabilidad dada.

Es recomendable que el número de variables exógenas no sea muy numeroso, para cumplir con una de las exigencias reiteradas de Milton Friedman, de que el modelo debe explicar «mucho con poco». Es el denominado *Principio de Parsimonia*.

Hay que tener cuidado con la especificación del modelo económico. Los textos de econometría advierten sobre estos peligros y, como veremos más adelante, para algunos econométricos, la especificación es la razón de ser de la econometría. Hay tres tipos principales de errores de especificación².

En primer lugar, la forma funcional del modelo puede ser incorrecta. Se podría postular, por ejemplo, una relación lineal entre las variables endógenas y exógenas, cuando en realidad la relación entre ellas es no lineal. Utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) en este caso puede conducirnos a resultados sesgados e inconsistentes.

En segundo lugar, puede haber omisiones de variables explicativas. También en este caso las estimaciones MCO serán sesgadas e inconsistentes.

Por último, una forma menos grave de error de especificación es el de la inclusión de variables irrelevantes. Este conduce a una pérdida de eficiencia debido a que se desperdician grados de libertad al estimar innecesariamente parámetros intrascendentes.

En esta metodología, los econométricos deberían tomar el modelo teórico como dado.

² Puede verse, por ejemplo, Baddeley y Barrowclough (2009).

Sin embargo, en las últimas décadas, como lo veremos en la sección siguiente, se plantea que antes de recurrir a la metodología estándar, es preciso prestar atención a la labor de especificación; es decir, a la selección del modelo econométrico apropiado. En este caso, se trata de construir el modelo (econométrico) a partir de los datos.

El modelo econométrico elegido debe adaptarse al tipo de información estadística que se necesita para llevar adelante la investigación. La información necesaria puede ser de series de tiempo, de corte transversal o del tipo panel de datos.

4. La base de datos: tipos y tamaño necesario

De acuerdo con Figueroa (2012), el modelo teórico es una construcción abstracta del mundo real, por lo que sus predicciones empíricas no pueden adaptarse a cada caso del mundo real, sino solo en general, a sus valores medios. En consecuencia, la puesta a prueba de las hipótesis requiere pruebas estadísticas, las cuales necesitan una base de datos apropiada.

La teoría económica no puede explicar todos los casos individuales, sino solo las características generales de la realidad. Así que si la teoría no puede explicar una sociedad particular, la teoría no está fallando. Si la teoría no puede explicar el comportamiento de un agente particular en una sociedad dada, la teoría tampoco está fallando. La tarea principal de una teoría económica es la explicación del comportamiento agregado de cualquiera de las sociedades o los individuos. Debido al uso de la abstracción en la generación de una teoría, la prueba empírica debe ser estadística.

Una teoría económica puede explicar el comportamiento general de un grupo de países, pero no necesariamente el comportamiento de todos los países. Una teoría económica puede explicar el comportamiento general de un grupo de individuos, pero no la de cada individuo. Por ejemplo, la observación de que la persona X fuma pero no tiene cáncer no refuta la teoría que predice que fumar causa cáncer, que en general puede ser empíricamente válida (traducción propia, Figueroa, 2009, p. 31).

La información necesaria para poner a prueba las hipótesis de la investigación puede estar bajo la forma de datos de corte transversal, de series de tiempo o de panel de datos. En general, los datos con los que trabajamos los economistas, a diferencia de nuestros colegas de las ciencias naturales, son datos no experimentales (retrospectivos u observacionales), pues no han sido obtenidos de experimentos controlados. Los economistas solemos ser recolectores pasivos de datos.

Una base de datos de corte transversal mide, en algún punto dado del tiempo, la información sobre unidades, que pueden ser individuos, bancos, familias, empresas, regiones, países u otras. En general, no siempre, la información de corte transversal se obtiene de la población subyacente a través de muestreos aleatorios y es utilizada con intensidad en el campo de la microeconomía aplicada. El análisis de los datos de corte transversal es el que presenta, desde el punto de vista de la econometría, menos dificultades técnicas y conceptuales.

Como ejemplo, podrían buscarse los determinantes del nivel de vida promedio en una muestra de 120 países en el año 2014. El nivel de vida (variable endógena) podría medirse con el PBI per cápita, y las variables exógenas, observadas también en 2014, podrían ser el grado de apertura comercial, el nivel educativo de la población y el *stock* de capital por trabajador.

Si la información es de corte transversal existe una gama de modelos que son utilizados de acuerdo con los objetivos del estudio. Un tipo de modelos son los de variables endógenas dicotómicas, es decir, cuando se pretende explicar la probabilidad de ocurrencia de un evento o de una cualidad. Por ejemplo, se busca hallar los determinantes del éxito académico de un individuo, aquí la endógena es 1 si tiene éxito académico y 0, en otro caso. Los modelos relacionados con este tipo de ecuaciones son los modelos Probit y Logit. Por otro lado, se tienen los modelos con variables instrumentales que se utilizan cuando alguna de las variables explicativas no es completamente exógena.

Por otro lado, una base de datos de series de tiempo o una serie cronológica constituye una secuencia de observaciones de una o más variables que se miden a lo largo del tiempo. La frecuencia puede ser anual, mensual, trimestral, diaria e incluso puede consignar datos horarios o menores (por minuto).

Un rasgo fundamental de la información de series de tiempo, que las hace más complejas de ser abordadas por la econometría respecto a la información de corte transversal, es que casi siempre en todas ellas hay una fuerte dependencia de la historia reciente, de tal manera que las variables no son independientes del tiempo. La consecuencia es que la estimación queda condicionada a los valores previos de las series que han sido utilizadas; es decir, es un requisito obtener series largas para poder realizar un análisis consistente en el que la historia y la correlación de las series se impongan a los choques o coyunturas que podrían condicionar los resultados cuando se dispone de series cortas o de poca muestra. Por eso que la especificación econométrica de los modelos de serie de tiempo da más trabajo que en el caso de la información de corte transversal (Woolridge, 2010).

Asimismo, muchas series de tiempo muestran un fuerte patrón estacional que es necesario corregir antes del proceso de estimación. La consecuencia de la estacionalidad es la presencia de coeficientes sesgados y no significativos pues la estacionalidad agrega volatilidad en los resultados porque esos movimientos anormales aunque recurrentes deben de ser correctamente extraídos. Por ejemplo, en el caso de la información sobre la producción agrícola de la sierra peruana, se observa que, todos los años, en los meses de mayo y junio, la producción es mayor debido a que la cosecha se concentra en esos meses. Por tanto, hay que desestacionalizar esa serie.

Del mismo modo, en las series de tiempo se observan también *quiebres estructurales* que se producen en el comportamiento de las variables. Por ejemplo, en el caso peruano, cuando se evalúa el comportamiento de la inflación entre 1950 y 2014, durante los años 1988 y 1990,

se observa claramente un quiebre, debido al proceso hiperinflacionario de esos años. Las consecuencias del quiebre estructural podrían verse reflejadas de distintas maneras, por ejemplo, al modificarse el proceso generador de datos, al agregarse volatilidad a los errores o al generarse coeficientes no significativos, entre otras.

Uno de los usos más habituales de las series de tiempo es la proyección de las variables endógenas, dados los valores de las variables exógenas. Por ejemplo, cuando se está considerando el estudio de la relación entre las condiciones internacionales y las políticas macroeconómicas (variables exógenas), y el desempeño macroeconómico peruano (variable endógena), podemos construir una base de datos para el periodo 1970-2014 sobre estas variables. La variable contexto internacional podemos aproximarla con las variables términos de intercambio y la tasa de interés internacional; las políticas macroeconómicas, con las variables gasto público (política fiscal) y tasa de interés (política monetaria); y la variable desempeño macroeconómico, con el PBI.

La mayor parte del trabajo empírico basado en datos de series de tiempo supone que estas son estacionarias. De hecho, los procedimientos de estimación de mínimos cuadrados ordinarios solo funcionan correctamente si todas las variables, endógenas y exógenas, son estacionarias.

Una serie de tiempo (un proceso estocástico) es estacionaria si su media y su varianza son constantes en el tiempo y si el valor de la covarianza entre dos periodos depende solamente de la distancia o rezago entre estos dos periodos y no del tiempo en el cual se ha calculado la varianza. En consecuencia, cuando una serie de tiempo es estacionaria, su media, su varianza y su autocovarianza permanecen constantes sin importar el momento en el cual se midan.

Si una serie de tiempo no es estacionaria, se denomina *serie de tiempo no estacionaria*.

Una relación estrecha entre dos series puede deberse a que existe un vínculo causal entre ellas, pero quizá estas dos variables se están

moviendo juntas por casualidad o porque ambas están empujadas por una tercera variable. Como ambas variables tienen tendencias comunes, las dos están altamente correlacionadas y cuando se haga la regresión de una de estas variables no estacionarias con la otra, la covarianza entre ellas será muy alta y, por tanto, habrá un R^2 alto, pero no porque haya una relación causal real entre ambas variables.

El estadounidense Robert Engle y el británico Clive Granger, ganadores del Premio Nobel de Economía 2003, han construido una regla, denominada *la regla de oro de Engle-Granger*, que nos dice que cuando el R^2 es mayor que el indicador de autocorrelación Durbin-Watson, podemos estar en presencia de una regresión espuria por la no estacionariedad de las variables involucradas. Una relación espuria es aquella que da la impresión equivocada, errónea, de relación entre variables. Dada la abundancia de datos de series de tiempo no estacionarias, antes de ejecutar una regresión, es indispensable hacer la prueba de no estacionariedad a todas las variables, exógenas y endógenas.

¿Qué se puede hacer en presencia de variables no estacionarias? A menos que las variables estén cointegradas³, hay que eliminar la no estacionariedad de las variables. Esto se puede conseguir diferenciando las variables y averiguando si estas primeras diferencias son estacionarias con el test de raíces unitarias, utilizando las pruebas de Dickey-Fuller o Dickey-Fuller aumentada. Si las primeras diferencias continúan siendo no estacionarias, entonces deberían ser diferenciadas de nuevo para obtener las segundas diferencias, que a su vez deben ser sometidas al test de raíces unitarias, etcétera. Este procedimiento continúa hasta rechazar la hipótesis de no estacionariedad o de raíz unitaria⁴.

³ Dos o más variables están cointegradas cuando existe una relación de largo plazo, estable, entre ellas. Es decir, aunque cada una de las series posea raíz unitaria, la relación existente entre ellas es estable en el largo plazo; esto se refleja en residuos estables (sin presencia de raíz unitaria).

⁴ Véase Enders (2010).

El orden de la integración de la variable es el número de veces que las variables deben ser diferenciadas hasta convertirlas en series estacionarias, donde el orden de la integración se indica por la notación $I(q)$, donde q es el orden de integración.

Si la información es de series de tiempo, deben utilizarse algunos modelos de la familia del método autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA) para modelos uniecuacionales, o modelos estructurales dinámicos o vectores autorregresivos (VAR) para modelos multiecuacionales que incluyen el test de raíz unitaria y ejercicios de cointegración. Las series de tiempo pueden usarse para pronosticar o simplemente para estimar parámetros de un modelo determinado. En cualquiera de estos casos lo primero que se debe verificar es que en el periodo de estudio no exista cambio estructural pues, de lo contrario, los valores de los parámetros estimados, que son valores promedio, estarían muy alejados de sus valores reales. Cuando lo que se quiere es pronosticar, hay que determinar el proceso generador de datos aproximándolo a los modelos ARIMA.

Por último, los datos de panel o datos longitudinales surgen al combinar datos de corte transversal y datos de series de tiempo, es decir, se tiene para un grupo de unidades un conjunto de variables, a lo largo del tiempo. Es una serie de tiempo para cada unidad de una base de datos de corte transversal.

Una de las ventajas de los datos de panel, según Wooldridge (2010), es que tener un conjunto de observaciones de las mismas unidades permite controlar determinadas características no observadas. La otra ventaja es que hace posible estudiar la importancia de los rezagos en los efectos de las políticas, detalle muy útil dado que el impacto de la mayor parte de las políticas económicas solo puede observarse luego de transcurrido algún tiempo. Por ejemplo, para que un cambio en la tasa de interés de política administrada por los bancos centrales afecte al resto de tasas de interés deben transcurrir unos dos o tres trimestres.

Como ejemplo de los datos de panel podemos extender nuestro ejemplo de estudio con series de tiempo, entre las condiciones internacionales, las políticas macroeconómicas y el desempeño macroeconómico, para una muestra de 120 países, para el periodo 1970-2014.

Un panel supone disponer de mucha información muestral, lo que constituye una ventaja importante respecto a las series de tiempo y al corte transversal pues permite capturar heterogeneidad individual y temporal, lo que nos es posible detectar en otros tipos de información. En nuestro ejemplo, estaríamos captando la heterogeneidad que existe entre países.

El modelo de datos de panel es muy flexible. Como es una fusión de los dos tipos de datos, se pueden realizar casi todos los modelos de series de tiempo y de corte transversal. En principio, lo que debe verificarse es que realmente exista heterogeneidad entre los individuos que se están analizando en el panel; de lo contrario se podría hacer un simple MCO. Si existe heterogeneidad entre individuos, el tipo de modelo de panel puede ser de efectos fijos o efectos aleatorios; para ello existe el test de Hausman, para determinar si las diferencias entre dos estimaciones son sistemáticas y significativas. La ventaja del panel es que incorpora justamente alguna variable que no es observable y que captura la heterogeneidad de los individuos. Como esta variable no observable está capturada por el error y una estimación simple de MCO puede producir estimadores sesgados, el método de estimación depende de si esta variable está relacionada con las explicativas del modelo (efectos fijos) o no lo está (efectos aleatorios).

El panel puede tener una gran cantidad de individuos y series de tiempo no muy largas, en cuyo caso se clasifica como panel estático; por el contrario, si hay pocos grupos o individuos y series de tiempo largas, el panel sería dinámico. En el primer caso, se asemeja a los modelos de corte transversal y pueden usarse los modelos del tipo Probit y Logit, entre otros. En el segundo caso se utilizan otros tipos de estimadores como el método de Arellano-Bond y Arellano-Bover, aunque

el problema es que la introducción de rezagos en el modelo, por ser semejante a los de series de tiempo, produce otros inconvenientes que los modelos de efectos fijos y aleatorios no solucionan. Estos métodos de estimación de panel dinámico asumen que el modelo es de efectos fijos. Entonces, pueden usarse los modelos de series de tiempo para este tipo de panel.

Según Wooldridge (2010), el análisis de datos de corte transversal presenta menos dificultades técnicas y conceptuales. El análisis de las series de tiempo, en cambio, es más complicado debido a las trayectorias, de carácter más persistente, que presentan muchas series de tiempo. El análisis de panel de datos, dado que contiene series de tiempo y corte transversal, hereda las dificultades de ambos tipos de estructuras.

En cualquier caso, sea que trabajemos con información de corte transversal, series de tiempo o panel, debemos contar con una muestra de tamaño suficiente para efectuar las pruebas estadísticas o econométricas. En caso contrario, nos toparemos con el problema de la *micronumerosidad*.

Este problema nos lleva a la estimación inexacta y se manifiesta en mayores intervalos de confianza y una prueba *t* que es estadísticamente menos significativa, por lo que una de las principales consecuencias de la micronumerosidad es el aumento de la probabilidad de error de tipo II; es decir, la prueba *t* será menos potente (traducción propia, Baddeley & Barrowclough, 2009, p. 28).

Asimismo, según los autores citados, cuando hay micronumerosidad (imperfecta) se tienen pocos grados de libertad⁵. Por ejemplo, si solo tenemos diez observaciones y seis variables explicativas y un parámetro

⁵ El término grados de libertad alude a la facilidad con la cual el modelo estimado puede ajustarse a los datos con los que cuenta. Mientras menos grados de libertad haya, es más complicado o improbable que el modelo (por ejemplo, una ecuación lineal) se ajuste al comportamiento observado, mientras que con más observaciones se tiene más información a la cual ajustarse.

intercepto para estimar, tendremos solo tres grados de libertad, lo que significa que la ecuación estimada tiene poca probabilidad de darnos coeficientes que cumplan con el comportamiento observado por las variables. La micronumerosidad tiene consecuencias parecidas a las de la multicolinealidad imperfecta: las diferencias y los errores estándar son más grandes, los intervalos de confianza son más amplios y nuestra hipótesis es más propensa a errores de tipo II.

Si la micronumerosidad es perfecta, es decir, si tenemos menos observaciones que parámetros que estimar, por lo que no se cuenta con ningún grado de libertad, como en el caso de la multicolinealidad perfecta, no se pueden hacer las estimaciones con el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o cualquier modelo paramétrico.

¿Y cuál debe ser el tamaño de la base de datos? Esta es una pregunta muy difícil de responder y no es usual encontrar una respuesta precisa en los textos de econometría.

Antes de responderla, es importante recordar que según el teorema de Gauss-Markov, en el modelo econométrico lineal general, el estimador obtenido por MCO, en ciertas condiciones (modelo correctamente especificado, modelo lineal en los parámetros, esperanza condicionada de las perturbaciones nula, homocedasticidad, inexistencia de correlación entre las perturbaciones, la covarianza entre las perturbaciones y las variables exógenas es nula, el número de observaciones es mayor que el de parámetros, las variables exógenas varían, no hay multicolinealidad perfecta, las variables exógenas no son estocásticas), es el mejor estimador lineal e insesgado (MELI, o BLUE por sus siglas en inglés: *best linear unbiased estimator*).

Los libros de econometría nos enseñan que contar con una base de datos con numerosas observaciones es una bendición para hacer trabajos econométricos. Según Baddeley y Barrowclough (2009), si se cuenta con muestras grandes, los estimadores pueden no ser MELI, pero pueden tener otras propiedades deseables.

Pero un econometrista que tiene una amplia muestra de datos con un gran número de observaciones no tiene que preocuparse si sus estimadores son MELI, siempre y cuando tengan otras propiedades deseables. Una de las ventajas de las grandes muestras es que los estimadores que no funcionan bien en muestras pequeñas pueden poseer propiedades asintóticas deseables en muestras grandes, y estas propiedades asintóticas, emerger conforme $n \rightarrow \infty$. Así que siempre que su muestra sea lo suficientemente grande, entonces la falta de MELI no creará necesariamente problemas insuperables.

Esto se debe a que, para una muestra grande de datos, podemos invocar la *ley de los grandes números*: cuando un gran número de variables se promedian, los errores se cancelan y las estimaciones son más propensas a ser insesgadas. Especialmente, en muestras grandes, teniendo en cuenta el *teorema del límite central* (TLC), las variables aleatorias pueden aproximarse a la distribución normal estándar (traducción propia, Baddeley & Barrowclough, 2009, p. 24)⁶.

Por otro lado, las muestras grandes también contribuyen a justificar el supuesto de normalidad que exigen los estimadores MELI.

Pero si lo que queremos especialmente es poner a prueba si las inferencias son correctas, entonces tenemos que añadir el supuesto de normalidad, es decir, tenemos que asumir que nuestros términos de error se distribuyen normalmente. Como se explicó anteriormente, en las grandes muestras la hipótesis de normalidad se justifica por el TLC y la ley de los grandes números (traducción propia, Bardeley & Barrowclough, 2009 p. 25).

⁶ El teorema del límite central nos dice que, en general, la función de distribución de n variables aleatorias se aproxima al de una distribución normal cuando n es un número suficientemente grande.

¿Y cuál sería el número mínimo de datos para obtener estimadores confiables?

Lo que usualmente se busca en una regresión es tener la máxima cantidad de datos posibles; sin embargo, esto no siempre es factible debido a restricciones de inexistencia de datos, mediciones erróneas de los datos o discontinuidades en su recopilación. Ante este hecho surge la pregunta: ¿cuál es el tamaño óptimo o adecuado de datos para realizar una estimación confiable?

Al respecto, Novales (1996) sostiene que aumentar la base de datos requiere una cantidad de esfuerzo y tiempo que muchas veces limita su recopilación; por otro lado, tener una cantidad pequeña de datos nos llevaría a tener resultados estadísticamente poco confiables. De esta manera, el objetivo es buscar un equilibrio entre ambas cosas; es decir, dado un nivel mínimo de esfuerzo y tiempo, es necesario conseguir un tamaño muestral (número de datos) adecuado para obtener una estimación con un nivel de confianza mínimo, previamente especificado; al mismo tiempo, aquella muestra debe estar por debajo de un nivel máximo de errores admisibles que puedan invalidar la estimación.

En pocas palabras, si se tiene el objetivo de obtener estimadores confiables estadísticamente, se debe realizar un mínimo de esfuerzo en la recopilación de datos que se consideren numéricamente adecuados (grados de libertad positivos) que permitan realizar la estimación del modelo de manera eficiente.

Este autor parte de una expresión que supone un nivel de confianza a de que los estimadores son correctos y denomina «error de estimación o de medición», E_M , a la mayor diferencia que podamos aceptar, dado un nivel de confianza $100(1 - a)\%$, entre el estimador desconocido (β) y el estadístico utilizado como estimador ($\hat{\beta}$).

$$-E_M \leq \beta - \hat{\beta} \leq E_M$$

A partir de esta expresión, haciendo algunas transformaciones y utilizando algunas definiciones, se llega a una expresión útil para determinar el tamaño óptimo que debe tener una muestra.

$$-E_M \leq \beta - \hat{\beta} \leq E_M \Leftrightarrow -\frac{E_M}{\sigma_\beta} \leq \frac{\beta - \hat{\beta}}{\sigma_\beta} \leq \frac{E_M}{\sigma_\beta} \Leftrightarrow$$

$$-\frac{E_M}{\sigma} \sqrt{n} \leq \frac{\beta - \hat{\beta}}{\sigma} \sqrt{n} \leq \frac{E_M}{\sigma} \sqrt{n}$$

Donde,

$$E_M = \lambda_\alpha \sigma_x / \sqrt{n}$$

Y, donde,

- n : tamaño óptimo de la muestra
- λ_α^2 : nivel crítico de las tablas, que será mayor cuando mayor sea el nivel de confianza deseado
- λ_α : la abscisa de la tabla de distribución
- σ_x : desviación típica poblacional
- σ_x^2 : varianza de la muestra
- E_M^2 : error de estimación. Dado un nivel de confianza α , es la máxima diferencia que queremos permitir, con nivel de confianza $100(1 - \alpha)\%$ entre el parámetro desconocido y el estadístico utilizado como estimado.

Después de haber normalizado la distribución del estimador desconocido, $\hat{\beta}$, dado un nivel de confianza $1 - \alpha$, se toma de las tablas de distribución el nivel λ_α , de modo que:

$$E_M = \lambda_\alpha \frac{\sigma_\beta}{\sqrt{n}}$$

Si ahora se fija el nivel máximo de error que puede admitir un investigador, denominado \bar{E}_M , así como un nivel de confianza predefinido a . Despejando, se tiene:

$$n = \lambda_a^2 \frac{\sigma_\beta^2}{\bar{E}_M^2}$$

De esta manera, concluimos que:

Mientras más exigentes seamos en el error máximo permitido, es decir, cuanto más pequeño sea \bar{E}_M , mayor será el número de datos requeridos.

Cuanto mayor sea el nivel de confianza deseado, mayor será el nivel crítico de las tablas estadísticas, λ_a , y por tanto, mayor será el tamaño requerido de la muestra necesaria.

Finalmente, mientras mayor sea la varianza de la distribución de la que extraemos nuestra muestra, menos precisión sobre la información será la que tengamos. Como consecuencia, será necesario tener una mayor cantidad de información muestral para tener niveles de precisión adecuados.

Por su parte, Barddeley y Barrowclough (2009) son de los pocos autores que se arriesgan a proporcionar una respuesta muy precisa acerca del tamaño de la muestra.

Para basarnos en estas propiedades asintóticas necesitamos una amplia muestra de datos. ¿Pero cuándo es la muestra lo suficientemente grande para que reclamemos las propiedades asintóticas? [...] En algunos modelos se necesitan muestras de gran tamaño para que las estadísticas asintóticas sean una aproximación razonable. Esto depende del tamaño de la población y de los datos de una gama de otros factores, por ejemplo, la complejidad del modelo. Como mínimo, usted debe, por lo general, tener tamaños de muestra de 50 observaciones más o menos (traducción propia, Barddeley & Barrowclough, 2009, p. 25).

Es preciso añadir que el tamaño de la muestra es también una función del número de variables explicativas que se pretende utilizar en el modelo (que afecta a los grados de libertad) y del tipo de modelo que se utiliza. Por ejemplo, cincuenta datos ya no serían suficientes si se tienen quince variables explicativas.

Para el caso de la información de corte transversal, debido a que normalmente procede de encuestas, se cuenta con una gran cantidad de datos fáciles, de más de cien observaciones. Y cuando se trabaja con datos de panel, para un modelo no muy sobreparametrizado (es decir, con pocas variables explicativas), el hecho de tener cinco años para diez individuos podría dar resultados aceptables.

No obstante, siempre es recomendable tener más información y estar atentos al comportamiento de los errores de las estimaciones realizadas para observar un comportamiento regular sin anomalías que haga sospechar de cambios bruscos en los datos que puedan ensuciar los resultados.

5. Inferencia estadística: estimación del modelo

Construido el modelo econométrico y con la base de datos completa, ingresamos ahora a la etapa de la inferencia estadística. Esta se refiere al conjunto de procedimientos (técnicas y métodos) que permiten inducir, a partir de la información estadística muestral, cuál es el comportamiento de la población total. La inferencia estadística tiene dos fases: la estimación de los parámetros y el contraste de hipótesis sobre la calidad de los parámetros estimados.

La estimación es el procedimiento de inferencia estadística que permite determinar el valor aproximado de los parámetros poblacionales a partir de la información proporcionada por una muestra poblacional. Al obtener el valor numérico de los parámetros, tenemos la estructura de la economía. En esta etapa se hallan los parámetros del modelo econométrico.

6. Inferencia estadística: pruebas de hipótesis

Una vez que el modelo ha sido estimado usando las técnicas econométricas adecuadas, se procede a la etapa de validación del modelo, esto es, evaluar que el modelo utilizado es el más adecuado para el tipo y calidad de datos que se poseen.

Para ello se establecen criterios para rechazar o aceptar las hipótesis sobre el comportamiento de los parámetros estimados de tal forma que se pueda rechazar o corroborar las hipótesis de la investigación.

Para ese objetivo, nos apoyamos en una rama de la teoría estadística conocida como *inferencia estadística* o *prueba de hipótesis*.

La pregunta que un investigador debe hacer cuando hace una contrastación de hipótesis es si encuentra suficiente evidencia en la muestra en contra de la hipótesis nula, como para rechazarla, como lo exigiría la metodología popperiana.

El nivel de significancia o tamaño de un contraste de hipótesis es la probabilidad de cometer un error tipo I; es decir, la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta.

En estadística, cuando se rechaza la hipótesis nula, se dice que el hallazgo es *estadísticamente significativo*. Por otra parte, si no se rechaza la hipótesis nula se dice que el hallazgo *no es estadísticamente significativo*.

Si se rechaza la hipótesis nula, no se objeta la hipótesis alternativa. En este caso, hay que tener presente que pueden existir otras hipótesis alternativas que pueden ser consistentes con los hechos. Por eso, así como la corte de justicia expresa un veredicto de «no culpable» en lugar de decir «inocente», de la misma forma la conclusión del investigador es la de «no rechazar» en lugar de «aceptar».

En Kmenta (1977) se encuentra una interesante analogía existente entre el trabajo que hacen los econométristas y los jueces en los tribunales de justicia.

La decisión de cuál de las dos hipótesis rivales debe tomarse como hipótesis nula tiene algunas implicaciones que es preciso no dejar

de lado. Según la metodología establecida, una hipótesis nula es una proposición que será considerada válida, a menos que la evidencia nos haga dudar seriamente de ella. En este sentido, una contrastación estadística se parece a un juicio ante los tribunales. En un juicio, el acusado es considerado inocente a menos que la evidencia sugiera que es culpable, *más allá de toda duda razonable*. Del mismo modo, la hipótesis nula se considera válida a menos que la evidencia sugiera —también, más allá de toda duda razonable— que no lo es. (Sin embargo, mientras en los tribunales la definición de «duda razonable» es la misma en todos los casos, en las pruebas estadísticas puede variar según cuál sea el coste de efectuar un veredicto incorrecto.). Además, al igual que en el tribunal es el fiscal quien tiene que probar la culpabilidad del acusado, en las pruebas estadísticas es el estadístico quien tiene que probar que la hipótesis nula es incorrecta. Naturalmente, la palabra «probar» no debe tomarse en sentido absoluto en ninguno de los dos casos, puesto que siempre existe una «sombra» de duda; solo Dios sabe si un hombre es realmente culpable o una hipótesis nula, realmente incorrecta. Por último, también el procedimiento resulta similar; en el tribunal se presenta toda la evidencia y demás información que resulta relevante para el caso, y se pondera de acuerdo con las reglas establecidas por la ley, y se llega a un veredicto de «culpable» o «no culpable». Del mismo modo, cuando se efectúa una contrastación estadística, se utiliza toda la evidencia y la información previa de acuerdo con unas reglas predeterminadas y se llega a la conclusión de «rechazar» o «no rechazar» la hipótesis nula. Cabe señalar que, igual que el tribunal dicta su veredicto en la forma de «no culpable» en lugar de «inocente», la conclusión de una contrastación estadística consiste en «no rechazar» en lugar de «aceptar».

El paralelismo entre los juicios y las contrastaciones estadísticas finaliza de repente cuando consideramos la aplicación de la Quinta Enmienda de la Constitución de los Estados Unidos. Contrariamente a lo que ocurre con un acusado, que no debe «verse sujeto a grave riesgo de su vida o a perjuicio grave en dos ocasiones por

una misma falta», las hipótesis nulas están *siempre* sujetas a la posibilidad de contrastación. En realidad, aunque las hipótesis nulas se consideran válidas a menos que tengamos evidencia clara en sentido contrario, esta opinión siempre tiene carácter provisional. En este sentido, una hipótesis nula se parece a un campeón de cualquier deporte, que en cualquier momento puede verse superado por otro deportista. En realidad, es posible imaginar el progreso de la ciencia como un proceso en el que se establecen hipótesis y a continuación se efectúa un gran esfuerzo para obtener nuevos datos que permitan refutar dichas hipótesis. Únicamente pueden sobrevivir a estos ataques continuados las hipótesis más robustas haciéndose merecedoras de nuestra confianza, al menos hasta que se produzca un nuevo ataque (Kmenta, 1977, pp. 131 y 132).

Por otro lado, según Darnell y Evans (1990), las hipótesis individuales nunca son examinadas de forma aislada; más bien, se pone a prueba una hipótesis principal, la hipótesis nula, con sus hipótesis auxiliares asociadas, contra una hipótesis alternativa, que también tiene hipótesis auxiliares asociadas. De esta manera:

El reconocimiento de la naturaleza compuesta de las hipótesis que se están sometiendo a prueba niega la viabilidad de falsacionismo ingenuo: si el resultado de la prueba es un «rechazo» de la hipótesis mantenida, lo que se ha sostenido no es la hipótesis principal, sino la unión de la hipótesis principal y las auxiliares. Así, solo la hipótesis compuesta puede ser rechazada, no la hipótesis principal sola, ya que el rechazo puede deberse a que (al menos una de) las hipótesis auxiliares son falsas, cualquiera que sea el estado de la hipótesis principal. El silogismo de describir esto es como sigue:

1. Si la hipótesis principal, H , y las hipótesis auxiliares, A_1, A_2, \dots, A_n son verdaderas, entonces P (una predicción derivada lógicamente) es verdadera;
2. P no es verdadera;

3. Por tanto, H y A_1, A_2, \dots, A_n no son verdaderas como una hipótesis compuesta (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, pp. 33 y 34).

Las hipótesis auxiliares son necesarias, entre otras cosas, para justificar el procedimiento de las pruebas estadísticas (por ejemplo, la hipótesis de que los errores están distribuidos normalmente), y si una hipótesis principal se somete a prueba y se genera el resultado de «rechazo», entonces este resultado no permite ninguna otra cosa, lógicamente, que un rechazo de la hipótesis compuesta.

Además, se debe reconocer que cualquier prueba estadística que lleva a un «rechazo» en un nivel de significancia dado está sujeta, por supuesto, a un error de tipo I.

En la prueba de hipótesis, el aparato de la teoría de la inferencia estadística permite tomar solo dos decisiones: o bien la hipótesis nula se rechaza o no. Cualquiera de estas decisiones implica un riesgo, el de rechazar una hipótesis nula verdadera (error de tipo I) o el de no rechazar una hipótesis nula falsa (error tipo II). Al adjudicar una probabilidad a cada tipo de error, el enfoque típico de la prueba estadística establece un bajo error de tipo I y luego se busca un método de prueba que minimice el error de tipo II de las hipótesis bajo consideración.

Por último, siguiendo con Darnell y Evans (1990), es siempre necesario recordar que las estadísticas utilizadas en la prueba de hipótesis tienen sus distribuciones de probabilidad solo cuando las hipótesis auxiliares acerca del carácter no sistemático del término de error son verdaderas; por lo que es necesario haber «confirmado» la especificación del modelo antes de que la hipótesis principal de interés pueda ser examinada. Esto ilustra que el procedimiento de la falsación requiere como paso previo una apropiada especificación del modelo económico, tema al que retornaremos más adelante, cuando abordemos los desarrollos de la econometría contemporánea.

Así, la posición del «falsacionista ingenuo» es totalmente incorrecta: como se ha explicado anteriormente, la confirmación no puede nunca ser determinante, pero igualmente, la falsación nunca puede ser decisiva.

Por último, es importante considerar las observaciones de Baddeley y Barrowclough (2009) respecto a la importancia de la selección del nivel de significancia estadística, que introduce algún nivel de arbitrariedad en las pruebas de hipótesis y sus efectos sobre la posibilidad de cometer un error de tipo I o un error de tipo II.

Los niveles de significación determinan directamente la probabilidad de error tipo I. Por ejemplo, un nivel de significación de 5% implica que la probabilidad de un error de tipo I, el porcentaje de error potencial que admitimos tolerar de que nuestra muestra no sea representativa de la población, es 5%. El nivel deseado de confianza es el complemento del error tipo I, el porcentaje de acertar en la representatividad de la muestra.

Darnell y Evans son críticos respecto a la rigurosidad de las pruebas de hipótesis que se aplican en la actualidad.

Desde un punto de vista metodológico, la «modelización econométrica tradicional» está abierta a muchas críticas. Los criterios estadísticos y el propósito de la econometría aplicada se han centrado en la estimación de modelos en lugar de las pruebas de hipótesis económicas. El espíritu de esas investigaciones estuvo más en la vena de la verificación que de la falsación (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, pp. 72 y 73).

7. Los usos del modelo econométrico

Luego de la estimación y contraste de un modelo econométrico, este puede ser utilizado para varios propósitos.

En primer lugar, el modelo econométrico puede usarse para hacer análisis estructural, pues el modelo estimado permite medir y hallar relaciones económicas relevantes entre las variables exógenas y las variables

endógenas. Por ejemplo, se puede medir el efecto traspaso de la devaluación del tipo de cambio a la inflación, la elasticidad precio demanda de alimentos, la elasticidad de la pobreza respecto al crecimiento económico, estimar los parámetros de la curva de Phillips, etcétera.

En segundo lugar, el modelo econométrico puede utilizarse para hacer predicciones. Supuestos unos valores para las variables exógenas, y dado que se conocen los parámetros que vinculan las endógenas con las exógenas, pueden hacerse predicciones sobre el valor futuro de las variables endógenas.

Por su naturaleza, las predicciones provienen fundamentalmente de los datos de series de tiempo⁷. Las proyecciones se pueden hacer utilizando la econometría tradicional o clásica, en la que el modelo econométrico tiene un fundamento teórico. Estimados los parámetros con modelos de regresión uniecuacionales o de ecuaciones simultáneas, y luego de examinar que dichos parámetros son estadísticamente significativos, se postulan valores posibles para las variables exógenas del futuro previsible y se proyectan los valores correspondientes de las variables endógenas. Evidentemente, los errores de la proyección crecen conforme más amplio es el periodo de la proyección.

Pero las proyecciones econométricas pueden prescindir de la teoría, tal como lo veremos en la sección siguiente.

En tercer lugar, el modelo econométrico puede ser utilizado también para hacer evaluaciones de política económica. En este caso, el ejercicio consiste en manipular las variables exógenas que son instrumentos de política económica, y como se conocen los parámetros que vinculan a estas variables con las variables endógenas objetivo, pueden evaluarse la efectividad de las políticas económicas, así como compararse la pertinencia de distintas mezclas de política económica para alcanzar los objetivos de dicha política.

⁷ En el caso de los datos de corte transversal lo que se pueden hacer son inferencias, no predicciones sobre el comportamiento de las variables y las relaciones entre ellas. En el caso de datos de panel, dado que contiene series de tiempo, pueden hacerse inferencias y predicciones.

Por último, uno de los usos más importantes que debe darse al modelo econométrico es el de juzgar al modelo teórico y, en consecuencia, a la teoría de la que nació dicho modelo, a través de la confrontación de las hipótesis formuladas con los hechos. Si los hechos son consistentes con las hipótesis, el modelo y la teoría que sostienen las hipótesis son «verdaderas», en el sentido de que guardan correspondencia con los hechos. Si los hechos no son consistentes con las hipótesis, el modelo y la teoría que está detrás de las hipótesis son falsos, deben ser rechazados. De esta manera, la econometría debería contribuir a elevar la tasa de mortalidad de las teorías. Sin embargo, ya hemos visto más antes que esa tarea es sumamente compleja.

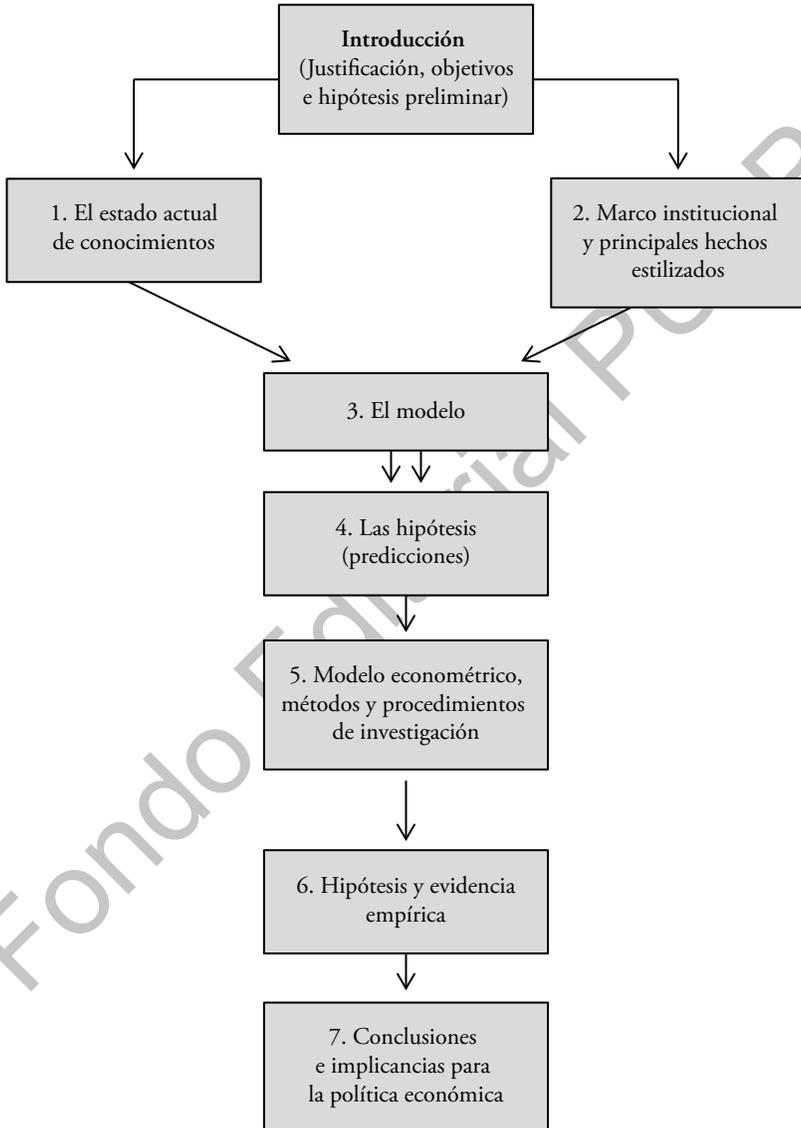
4.3 LAS FASES DE LA INVESTIGACIÓN Y LA ECONOMETRÍA TRADICIONAL

La investigación científica en economía está constituida por diversas fases interconectadas de una manera lógica, secuencial, pero también iterativa; es decir, que pueden atravesarse las distintas fases de la investigación una y otra vez.

Un resumen de todo el procedimiento hipotético deductivo anterior nos lo proporciona Figueroa (2009). Dada una teoría, con la incorporación de algunos supuestos auxiliares, se construye un modelo teórico, del que se deriva un conjunto de predicciones (hipótesis) que se enfrentan al conjunto de hechos empíricos. Si las hipótesis son consistentes con los hechos, el modelo no falla, la teoría tampoco, y en consecuencia puede ser aceptada. Si las hipótesis son inconsistentes con los hechos, falla el modelo, pero no necesariamente la teoría. Se puede construir otro modelo de la teoría, y el algoritmo continúa. Si todos los modelos fallan, la teoría falla. Surge entonces la necesidad de construir una nueva teoría y el algoritmo puede continuar. En esta concepción metodológica, es necesario que el número de modelos de la teoría sea finito.

El siguiente diagrama permite mostrar esta sucesión de etapas.

Diagrama 1.



De acuerdo con el diagrama, la investigación se inicia con el tema de la investigación, el cual se presenta bajo la forma de una relación probable (hipótesis de causalidad preliminar) sobre la relación entre las variables exógenas (X) y endógenas (Y), donde las primeras causan las segundas, y supone como constantes el resto de las variables exógenas. El paso siguiente es revisar el estado actual de conocimientos teóricos y empíricos, acerca de la relación de causalidad postulada en la introducción. Posteriormente, cuando se considere necesario, debe delimitarse el marco institucional que supone la economía en estudio. Paralelamente, hay que presentar las principales regularidades empíricas o hechos estilizados. Estos tienen que estar circunscritos a las variables (X) e (Y) presentadas en la introducción del informe de la investigación.

Con el respaldo del estado actual de conocimientos y las hipótesis auxiliares provenientes del marco institucional y los hechos estilizados, se construye el modelo económico. En este tránsito, no hay un algoritmo lógico o matemático. El modelo se presenta primero en su forma estructural y luego se obtiene, por medio de las matemáticas, su versión reducida. El modelo en su forma reducida contiene la hipótesis de la investigación, pues muestra el tipo de relación que existe entre la variable exógena y la variable endógena. Es a partir de este modelo, a través de las matemáticas, que se derivan las hipótesis de la investigación.

Es solamente en este tránsito, del modelo a las hipótesis, así como desde el modelo estructural a su forma reducida, que no hay arbitrariedad. De allí las dos flechas que conectan al modelo con las hipótesis. De un modelo en forma estructural solo se puede derivar un modelo en forma reducida; y hay un número acotado de hipótesis que podemos obtener a partir del modelo en su forma reducida.

Para derivar la hipótesis de la investigación, puede utilizarse el modelo completo en su forma reducida o algunas de las ecuaciones de dicho modelo. Es decir, el número de variables endógenas puede ser mayor al de hipótesis de la investigación. A partir de la versión

seleccionada (el modelo reducido completo o algunas de sus ecuaciones) se derivan las hipótesis de causalidad. La versión seleccionada es la que se debe expresar bajo la forma de un modelo econométrico. La expresión econométrica de la versión seleccionada puede expresarse estadísticamente de diferentes maneras, dependiendo de la forma en que se identifican empíricamente las variables del modelo y del tipo de especificación (lineal, logarítmica, exponencial, etcétera). Es decir, de un modelo en su forma reducida (o de la versión seleccionada de ese modelo) pueden derivarse varios modelos econométricos. Lo que indica que no hay un camino único en la transformación del modelo teórico en su forma reducida a un modelo econométrico.

En la siguiente etapa del trabajo de investigación, las hipótesis son sometidas a la prueba empírica, contrastándolas con los datos de la realidad en estudio. De esta manera, la investigación, si se parte del problema económico que es concreto y real, termina en el mismo punto, pero en su faceta de problema explicado. Es decir, cuando investigamos partimos de la realidad y terminamos en la realidad; iniciamos el proceso sobre una base concreta, pasamos luego por una fase de abstracción, la que reducimos paulatinamente, y culminamos otra vez en lo concreto:

El esquema en su conjunto muestra que la ciencia se origina en problemas y finaliza en problemas, así como que esta progresa mediante la invención audaz de teorías y la crítica de las diferentes teorías rivales (Popper, 1983, p. 484).

Es en esta etapa que buscamos establecer si las hipótesis son o no consistentes con la realidad; y, en el caso que lo sean, debe evaluarse aún cuál es el grado de confianza en esos resultados. Esta sección es intensiva en econometría y estadística.

La última fase corresponde a las recomendaciones de política económica, que es la razón última de la investigación en economía. Estas recomendaciones tienen como base los hallazgos empíricos, pero no se

derivan lógicamente de ellos, pues son los juicios de valor de la persona que toma las decisiones los que inclinan una opción de política económica sobre otra.

Darnell y Evans resaltan el entusiasmo exagerado que despertaba esta forma de organizar una investigación económica, en el espíritu de la econometría tradicional.

Especialmente durante la década de 1960, la metodología de la economía parecía estar basada en un atractivo pero superficial falsacionismo popperiano y algunos economistas celebraban la esperanza de que la econometría facilitaría el establecimiento de una base empírica de contenido similar al de las ciencias duras. Muchos vieron que la econometría proveía de un método riguroso y fiable de comprobación de hipótesis, una ruta clara a través de la cual las teorías «pobres» serían eliminadas para ser sustituidas por mejores teorías. Esta esperanza se basaba firmemente en una metodología falsacionista en la que la econometría tiene el rol de proporcionar las pruebas para llevar a cabo la refutación. En contraste, muchas, si no la mayoría de las investigaciones econométricas de los años 1960 y 1970 se orientaron hacia la estimación de los modelos económicos antes que a la prueba de hipótesis. En la práctica, por tanto, la econometría se convirtió en un vehículo para la verificación, pero usando la retórica de la falsación (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 145).

Es por eso que, en la práctica, las teorías son inmortales, porque, aun cuando las hipótesis que se derivan de ellas son inconsistentes con los hechos, siempre se podrá decir que con otros modelos y, por tanto, otras hipótesis, derivadas de la misma teoría, estas podrían seguir siendo «verdaderas».

CAPÍTULO 5

EL PAPEL DE LA ECONOMETRÍA CONTEMPORÁNEA EN LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA

La econometría ha sufrido un fuerte cambio en las últimas décadas. Como ejemplo, los libros de texto clásico del siglo pasado, tales como el de Johnston (1963) no se parecen mucho a aquellos más recientes, como los de Novales (2000), Greene (2011), Enders (2010), Hayashi (2000), Wooldridge (2010), Cameron y Trivedi (2005), Hamilton (1994), Maddala (1996), o Johnston y Dinardo (2001). En los antiguos se proponía, esencialmente, el método hipotético-deductivo de investigación, mientras que en los recientes existe una presencia creciente del método inductivo de investigación.

5.1 LOS LÍMITES DE LA ECONOMETRÍA TRADICIONAL

Los problemas a los que se enfrenta la disciplina de la econometría son complejos. Uno de los líderes de la econometría contemporánea, el inglés David Hendry, describe el contexto de la siguiente forma:

Los problemas de la econometría son muchos y variados. La economía es una entidad compleja, dinámica, no lineal, multidimensional, y en evolución, por lo que su estudio es difícil. La sociedad y su sistema social se alteran en el tiempo, las leyes cambian y la innovación tecnológica ocurre, por lo que mantener invariable el sistema

no es fácil. Las muestras de datos de series de tiempo son cortas, muy agregadas, heterogéneas, no estacionarias, dependientes del tiempo, interdependientes, por lo que tenemos poca información empírica de la que aprender. Las magnitudes económicas se miden incorrectamente, están sujetas a una considerable revisión posterior, y hay variables importantes que a menudo no se miden o no son observables, por lo que todas nuestras inferencias serán por tanto imprecisas y tentativas. Las teorías económicas cambian con el tiempo, y las explicaciones rivales coexisten, por lo que no existen bases teóricas firmes para los modelos. Y la econometría misma parece estar en desorden sobre cuál debe ser la práctica de la disciplina (traducción propia, Hendry, 1995, p. 5).

La econometría tradicional, la que tenía una presencia hegemónica en los libros de texto de econometría, había sido exitosa en un mundo de cierta estabilidad macroeconómica. La inestabilidad la puso en aprietos.

Un modelo estructural es más útil cuando el mundo no cambia, ya que la extrapolación es adecuada cuando el mundo es constante. Cuando se produjo la crisis del petróleo en 1973 (4), muchos de los modelos econométricos se «desmoronaron» pues no lograron pronosticar con precisión una amplia gama de variables económicas. No estamos preocupados por si la crisis del petróleo en sí podría ser prevista, sino por el fracaso de los modelos para seguir correctamente los datos después de que la ocurrencia se convirtió en un hecho histórico. Debido a que el paradigma anterior no parecía funcionar cuando más se le necesitaba, ese episodio de fracaso predictivo condujo a un replanteamiento de la metodología econométrica (traducción propia, Hendry, 1995, p. 18).

Fue posiblemente esta complejidad la que condujo a que, desde la década de 1970, la econometría tradicional, un paradigma consistente en el reinado de la teoría económica y la subordinación de la econometría, que alcanzó un gran auge entre los años cincuenta y los sesenta,

a partir del trabajo de Haavelmo (1944), empezaron a enfrentar serios cuestionamientos.

En primer lugar, se acusó a la econometría vigente de que las prescripciones presentes en los textos clásicos rara vez se aplicaban en la práctica; y que estas estaban dominadas por la «minería de datos».

En segundo lugar, dos factores, uno teórico y otro empírico, empezaron a cuestionar la credibilidad de la econometría tradicional, la heredera de los postulados básicos de la Comisión Cowles¹.

En el terreno empírico, en la primera parte de la década de 1970, los cambios significativos en el escenario económico mundial, debido en gran medida al choque del petróleo y la ruptura del sistema Bretton Woods, sacaron a luz las deficiencias de los modelos macroeconómicos construidos en los años cincuenta y los sesenta del siglo pasado. En esas décadas, de cierta estabilidad en la economía internacional, la *performance* de los modelos había sido razonablemente buena. Como estos modelos habían sido construidos para un mundo con precios de energía estables y tipo de cambio fijo, su incapacidad para captar la realidad económica en un mundo con tipos de cambios más flexibles y precios de energía en movimiento llevó al desencanto.

En el terreno teórico, la econometría recibió el golpe de la crítica de Lucas (1976) y de la carencia de fundamentos microeconómicos en los modelos macroeconómicos. La crítica de Lucas, que objetaba la estabilidad de los parámetros estimados ante cambios en las expectativas de los agentes, dio un golpe duro a los modelos representativos de los años sesenta, inmensos modelos de centenares de ecuaciones, en apariencia irrefutables desde el punto de vista de la ciencia.

¹ Geweke, Horowitz y Pesaran (2006) hacen un excelente recuento acerca de las consecuencias sobre la econometría teórica y empírica de los desarrollos ocurridos que giran alrededor de los cuestionamientos teóricos de Lucas (1976) y las críticas al tratamiento econométrico de las series de tiempo.

El consenso representado por la Comisión Cowles se vino entonces abajo. El malestar con la econometría fue acertadamente expresado por Pesaran y Smith (1995).

Curiosamente, hasta la década de 1970 hubo un consenso, tanto en relación con el fundamento teórico y la especificación empírica de la modelación macroeconométrica. El consenso fue representado por el enfoque de la Comisión Cowles, que se vino abajo en la década de 1970 cuando, como lo expresaron Pesaran y Smith (1995), se descubrió que este tipo de modelos [...] no representaba a los datos [...] no representaba a la teoría [...] fueron ineficaces para los propósitos prácticos de la previsión y la política (traducción propia, Pesaran & Smith, 1995, citado en Favero, 2001, p. v).

A continuación, un resumen de estos elementos y sus consecuencias para la metodología de la investigación económica.

5.1.1 La minería de datos y las alternativas de Leamer y Hendry

En la presentación descrita en la sección anterior se asume que la teoría precede a la información estadística. Como afirma Hoover, basándose en Koopmans:

Koopmans, por ejemplo, sostenía firmemente que la teoría debe ser anterior a los datos. Los datos no pueden interpretarse sin presuposiciones teóricas. Este enfoque implica que el objeto de la econometría era puramente de medición y no uno de exploración y descubrimiento (traducción propia, Hoover, 2001, p. 74).

Esta es la postura de la econometría tradicional, aquella contenida en la mayoría de los libros de texto antiguos. Los econométricos deben tomar el modelo como dado y seguir la secuencia siguiente (Feelders, 2002). La teoría tiene el rol hegemónico y la econometría, un rol secundario.

A partir del modelo pueden derivarse diversas hipótesis. Estas, a su vez, pueden expresarse en una variedad de modelos econométricos. Aquellos nos dicen que un vector de variables endógenas es función de un vector de variables exógenas. Se supone que las variables exógenas omitidas no son sistemáticas y que están contenidas en el término de error estocástico. Si el modelo es lineal, los estimadores minimocuadráticos tienen las propiedades habituales. Se realiza la estimación y nos aseguramos de que los errores tengan las propiedad del ruido blanco y que no estén correlacionados con los regresores. Si este es el caso, tenemos todos los elementos para rechazar o corroborar la hipótesis. En esta perspectiva metodológica, la teoría económica tiene un rol dominante y la base de datos juega un rol pasivo y modesto.

Además, en la econometría tradicional, se supone que el modelo econométrico está correctamente especificado. La preocupación principal es la estimación de los parámetros del modelo y si estos pasan las pruebas de hipótesis. Si los estadísticos utilizados en las pruebas de hipótesis, tales como R^2 , t , F y el d de Durbin-Watson, tienen los valores apropiados, el modelo del que se derivaron las hipótesis no ha sido rechazado.

En el caso de que uno o más estadísticos tengan valores insatisfactorios, estos pueden probarse con métodos más sofisticados de estimación. Si aun así los estadísticos no mejoran, puede revisarse la especificación del modelo econométrico, pero sin atentar contra el modelo teórico que le sirve de respaldo. Pueden incluirse nuevas variables, excluirse otras, modificar la forma funcional del modelo econométrico, especificar mejor los errores estocásticos, etcétera. Si con todo esto los estadísticos no mejoran, la hipótesis deberá ser rechazada y, en consecuencia, ocurrirá lo mismo con el modelo y la teoría de las que se derivan.

Este es el procedimiento tradicional de la econometría, denominado el enfoque de la regresión económica promedio (REP; Gujarati, 1997), porque es la forma en que se realizan en la práctica la mayor parte de las investigaciones económicas con contenido econométrico.

En realidad, sin embargo, los practicantes de la econometría rara vez practican el protocolo tradicional descrito pues su cumplimiento es muy dificultoso.

El problema esencial que los econométricos prácticos han detectado es que ninguna teoría económica es lo suficientemente precisa como para dar a lugar a una especificación única del modelo econométrico. En la vida real, de una teoría pueden desprenderse una variedad de modelos teóricos, y de cada modelo teórico pueden derivarse, a su vez, varios modelos econométricos. Casi todas las teorías están formuladas con las cláusulas del *ceteris paribus*, rara vez especifican con precisión la forma funcional de las relaciones entre las variables exógenas y endógenas y tienen muy poco que decir acerca de los aspectos dinámicos de los procesos económicos.

Por esa razón, siempre según Feelders (2002), el marco puro de puesta a prueba de hipótesis de análisis de datos económicos, derivado estrictamente a partir de la teoría, debe ser dejado de lado para dar más posibilidades de aprendizaje a partir de los datos, los cuales pueden ser elementos valiosos para la construcción de teorías.

En la práctica, como lo reseña Wooldridge (2010), aun si se tiene mucho cuidado al plantear el problema de la investigación, se construye con pulcritud el modelo, se revisan minuciosamente los datos y se aplica el método econométrico apropiado, los resultados encontrados pueden ser desconcertantes. Cuando esto pasa, la respuesta natural es probar con distintos modelos econométricos, distintas técnicas de estimación o quizá diferentes subconjuntos de datos hasta que los resultados correspondan más a lo que se esperaba, hasta llegar a la especificación del «mejor» modelo posible.

Blaug (1992) y Feelders (2002) describen con claridad este procedimiento, que atenta contra la metodología de la econometría tradicional.

Abundan las revistas con artículos que aplican análisis de regresión para cada problema económico concebible, pero no es ningún secreto que el éxito de estos esfuerzos depende con frecuencia del

«libro de cocina de la econometría»: expresar una hipótesis en términos de una ecuación, estimar la ecuación en una variedad de formas, seleccionar la que mejor ajuste, desechar el resto y ajustar el argumento teórico para racionalizar la hipótesis que está siendo testeada (traducción propia, Blaug, 1992, p. 241).

En la práctica [...], los investigadores comienzan con su modelo teórico favorito y luego van «parchándolo», si los datos son inconsistentes (por ejemplo, si un parámetro estimado tiene el signo «equivocado»), por ejemplo, mediante la inclusión de variables adicionales. En este procedimiento se empieza con el modelo favorito, que es generalmente un modelo teórico relativamente simple, que luego es reparado y extendido para mantener la hipótesis favorita si se encuentran problemas con los datos. Diferentes investigadores partiendo de distintas hipótesis iniciales muy probablemente terminarán con diferentes modelos al final del día (traducción propia, Feelders, 2002, p. 172).

Esta es la práctica conocida peyorativamente con la denominación de *minería de datos* (*data mining*). Esta práctica casi nunca definida, pocas veces defendida, muy criticada, pero ampliamente utilizada (Navarro, 2005), consiste en la búsqueda de patrones de comportamiento en grandes bases de datos. Luego de efectuada una regresión, si los resultados estadísticos no son los esperados, se efectúan todos los cambios que sean necesarios hasta lograr una especificación «adecuada». Los cambios pueden consistir en la alteración del set de variables exógenas, en el método de estimación econométrica, en la estructura de los rezagos o alterando la base de datos utilizada, ya sea cambiando su periodicidad o alterando el periodo o la cobertura de la muestra de datos.

El ejemplo paradigmático de la aplicación de esta «metodología» es el trabajo de Sala-i-Martin (2007), que se refleja en el título *I Just Ran Two Million Regressions*. El trabajo busca establecer las variables determinantes del crecimiento económico.

La econometría del crecimiento económico ha tenido un problema común desde sus inicios, el cual reside en decidir qué variables son las que deberían ir siempre en una regresión. Esto sucede porque algunas variables pueden pasar de ser significativas a no serlo cuando se incluyen otras en el modelo econométrico. Levine y Renelt (1992) aplican una técnica conocida como el *análisis de límites extremos* para la econometría del crecimiento. Incluyen variables que deben ir siempre (nivel de ingreso inicial, ratio de inversión, crecimiento poblacional) y se testean las demás. Este test afirma que si el valor extremo menor es negativo y el mayor es positivo, entonces la variable no es robusta.

Sala-i-Martin decide alejarse de este tipo de pruebas usando regresiones cuyos resultados se evalúan en percentiles y realizando un enfoque que contiene dos supuestos fundamentales. El primero es que la distribución de los coeficientes es normal y el segundo (siendo excluyente del primero) es que no son normales. Un error potencial surge debido a que es posible que la bondad de ajuste del modelo no sea un buen indicador de que este sea el verdadero (como cuando las exógenas sufren un problema de endogeneidad, lo cual podría traducirse en una regresión espuria).

Se estiman regresiones de la siguiente forma:

$$\gamma = \alpha_j + \beta_{y,j}y + \beta_{z,j}z + \beta_{x_j}x_j + \varepsilon, \quad x_j \in x$$

Donde γ es el vector de ratios de crecimiento económico, y es un vector de variables que siempre suelen aparecer en los trabajos previos sobre determinantes del crecimiento (como nivel inicial de ingreso, tasa de interés, tasa de crecimiento poblacional, etcétera); es decir, que han resultado significativamente correlacionadas con el crecimiento, z representa la variable de interés —sobre la cual se quiere comprobar la robustez— y $x_j \in x$ es un vector de un máximo de tres variables que se encuentran dentro del universo N (variables que anteriormente han sido identificadas como correlacionadas con el crecimiento).

En resumen, tenemos un total de 62 variables. Yo usaré tres de ellas en todas las regresiones, entonces, por cada variable testeada combinaré las restantes 58 variables en grupos de tres. Por consiguiente, estimaré 30 856 regresiones por variable o un total de cerca de dos millones de regresiones (traducción propia, Sala-i-Martin, 1997, p. 180).

Las variables que se muestran en los resultados son aquellas más «significativas» (aquellas cuya distribución acumulada ponderada es mayor a 0.95). Las variables regionales que resultaron significativas son las *dummies* para Sub-Sahara, África y América Latina (correlación negativa) y latitud absoluta (la lejanía de la línea ecuatorial es positiva para el crecimiento). Las variables de política importantes son el Estado de derecho, los derechos políticos, las libertades civiles (positivas), el número de revoluciones y golpes de Estado y las guerras (negativas para el crecimiento). Las variables religiosas significativas son la confucianista, la budista y la musulmana (positivas), y la católica y la protestante (negativa). Se concluye que si uno está interesado en saber el coeficiente de una variable en particular, en una regresión de crecimiento, no debe remitirse a la literatura de «nada es robusto». En ese sentido, puede afirmarse que muchas variables pueden estar correlacionadas, fuertemente, con el crecimiento económico.

Independientemente del procedimiento específico que utiliza Sala-i-Martin, en la línea de Leamer (1985), lo que nos interesa destacar en esta parte es que el espíritu del procedimiento está alineado con la minería de datos.

Desde el punto de vista del método hipotético deductivo esta práctica econométrica es censurable pues una vez definido el modelo teórico ya están demarcadas las variables endógenas y exógenas correspondientes. Los datos no pueden establecer una especificación econométrica; pues este es un rol exclusivo de la teoría. La práctica de correr «miles» de regresiones hasta alcanzar un resultado estadístico satisfactorio es un procedimiento sujeto al «problema de la inducción».

En esta perspectiva metodológica, opuesta frontalmente al método hipotético-deductivo, las variables explicativas se seleccionan en función de lo que dicen los datos: estamos en presencia del método inductivo de las «mediciones sin teoría». A partir de una base de datos, a través de la estadística, se derivan relaciones entre las variables observadas y se sugieren relaciones de causalidad.

Sin embargo, como lo advierte Aris Spanos (2000), un reconocido investigador y profesor de econometría de la Universidad Tecnológica de Virginia, considerar que la minería de datos está fuera de las normas de modelación «adecuada» supondría la existencia de una tradición científica bien definida en la econometría que estableciese las normas de la investigación científica. El problema es que ningún practicante de la econometría reconoce pertenecer a dicha tradición pues en las discusiones sobre las críticas al enfoque tradicional afirman que se está criticando a un «hombre de paja» inexistente (Granger, 1990). En consecuencia, según Spanos, la minería de datos no es un problema claro de socavamiento de normas.

¿Cuál es el remedio para este mal tan generalizado?

Hoover y Pérez (2000), quienes han estudiado ampliamente este procedimiento, sostienen que existen tres posibles actitudes acerca de la práctica econométrica de la minería de datos. La primera actitud, que sería consistente con el método hipotético deductivo de investigación, sería la de rechazo total. La segunda es la de seguir los lineamientos planteados por Leamer (1983), quien considera esta práctica como inevitable, y para quien solo importan aquellos resultados que sobreviven a múltiples especificaciones. Por último, está el planteamiento de Hendry, o el método denominado de la London School of Economics (LSE), que sostiene que la minería de datos es necesaria, y que debe hacerse en forma inteligente, partiendo de un modelo general que se va achicando paulatinamente en base a criterios estrictamente estadísticos. En esta perspectiva, según Woolridge (2010), la práctica de la minería de datos se puede minimizar si se acota el número de modelos

o métodos de estimación para eliminar aquellas variables que son estadísticamente significativas en solo una pequeña fracción de los modelos estimados.

Este enfoque, de «probar» el modelo antes de hacer las estimaciones, ha ganado muchos adeptos en las últimas tres décadas. Los principales líderes de esta corriente, cuya propuesta es prestar mucha atención a la labor de especificación, es decir, a la selección del modelo apropiado, antes de aplicar metodología REP, son los prestigiosos econométricos David Hendry y Edward Leamer.

Por eso que en las dos últimas décadas se está prestando especial atención a la labor de especificación, es decir, a la selección del modelo econométrico apropiado, para recién aplicar la receta estándar. Se trata, en suma, de construir el modelo teórico econométrico a partir de los datos; es decir, se realiza una revisión del modelo econométrico original a la luz de los resultados iniciales.

Según uno de los principales críticos de la REP, Edward Leamer:

La labor de especificación describe el proceso mediante el cual se conduce a un investigador a seleccionar la especificación de un modelo en lugar de otro, además, trata de identificar las inferencias que puedan obtenerse apropiadamente de un conjunto de datos cuando el mecanismo de generación de datos es ambiguo (Leamer, 1978, p. v).

El mecanismo o proceso de generación de datos (PGD) al que hace alusión Leamer se refiere básicamente al conjunto de procedimientos a través de los cuales la información estadística llega a una base de datos. La especificación econométrica debería reflejar el verdadero PGD.

Esta crítica empírica central a la tradición de la REP reside en el hecho de que la mayor parte de la investigación económica utiliza una base de datos que ha sido recolectada en forma no experimental. Casi todos nuestros datos son de naturaleza observacional, los obtenemos pasivamente, de la observación de la realidad económica en estudio,

y no a través de experimentos económicos controlados. En consecuencia, hay una brecha inmensa entre las teorías, con su invocación frecuente del supuesto *ceteris paribus*, y los datos de la realidad.

En este camino, Leamer (1983) propone sincerar la forma en que proceden efectivamente los econométricos; hacer *data mining*, pero explícitamente. En el procedimiento estándar se parte de una sola teoría, que tiene sus correspondientes variables exógenas. En el procedimiento de Leamer se trabaja con distintas teorías, con sus correspondientes variables explicativas, cuyas presencias obedecen a la preferencia teórica del investigador. De esta manera, existen tantas teorías como investigadores y los distintos criterios (gustos) de los investigadores deben ser tomados en cuenta en la selección de los regresores. Se comparan distintos modelos y se analiza cuán robustos son al cambio en los regresores.

Por ejemplo, si queremos postular un modelo econométrico en el que la variable endógena es la inflación, hay que procurar que las variables explicativas reflejen las creencias de las diferentes escuelas que expliquen la inflación. Para los keynesianos una importante variable explicativa es la tasa de desempleo y para los monetaristas será la tasa de crecimiento de la oferta monetaria. En esta opción metodológica existen varias teorías para explicar un mismo fenómeno económico y todas ellas deben ser consideradas en la estimación del modelo econométrico.

Los trabajos de Leamer han contribuido a analizar cómo la metodología REP puede orientar a una correcta especificación de un modelo econométrico y cómo la estadística bayesiana puede facilitar este proceso de búsqueda². En esta perspectiva metodológica, la construcción

² La diferencia fundamental entre la estadística clásica (o frecuentista) y la bayesiana radica en el concepto de probabilidad. Mientras que en la estadística clásica la probabilidad es un concepto objetivo, en la estadística bayesiana la probabilidad es un concepto que tiene su componente subjetivo, pues se basa mucho en el juicio del observador y en el concepto de probabilidad condicional.

del modelo es posterior a los datos; es decir, el modelo original es reestructurado a la luz de los resultados estadísticos iniciales.

Uno de los elementos centrales de la propuesta de Leamer es el análisis de límites extremos (*extreme bounds analysis*) que es un análisis de sensibilidad —cambios en el grado de significancia y los signos de cada uno de los coeficientes al producirse cambios en el set de variables exógenas— que se aplica a la elección de las variables en una regresión lineal para seleccionar a los mejores estimadores.

En su versión más extrema, este es también el enfoque de Hendry, o de la London School of Economics (LSE), conocido también como el *enfoque de arriba hacia abajo*, o de lo general a lo específico. En este procedimiento, se empieza con un modelo que tiene un conjunto grande de variables exógenas, regresores en el lenguaje econométrico, y luego se va depurando hasta obtener el «mejor» modelo econométrico que contiene solamente las variables exógenas importantes, en el sentido estadístico del término.

Según este procedimiento (Navarro, 2005), primero se eligen el modelo y sus regresores. Luego, se van eliminando progresivamente los regresores superfluos hasta llegar a obtener un modelo parsimonioso, consistente en algún grado con la teoría y con los datos, con regresores débilmente exógenos y con parámetros constantes. Estos modelos deben ser superiores a los modelos rivales y los términos de error deben ser ruido blanco. El procedimiento es el de *testear, testear y testear* para conseguir las propiedades enumeradas anteriormente (el *enfoque TTT*). Esta metodología se aplica principalmente a las investigaciones de series de tiempo, aunque últimamente su aplicación también se ha extendido para los datos de corte transversal y de panel.

Este enfoque no sirve para poner a prueba las teorías, sino para descubrir el mecanismo que subyace en la realidad y que genera los datos que observamos. De esta manera, las teorías, más que refutadas o falsificadas, adquieren un rol menor.

El método de Hendry es una forma de considerar en el modelo econométrico tanto la teoría económica como la evidencia empírica.

El proceso de modelar denota el encuentro entre la teoría y los datos en un marco cuantitativo formal, por lo que tendremos que considerar los roles de la teoría económica y la evidencia empírica, y sus vinculaciones (traducción propia, Hendry, 1994, p. 3).

En la metodología de Hendry, a partir de la teoría económica, determinamos las variables exógenas del modelo en el equilibrio de largo plazo y luego se permite «hablar a los datos», estableciendo los regresores, especialmente rezagos (mecanismos de corrección de errores), para establecer el camino hacia el equilibrio estacionario. Luego, mediante las regresiones, se van eliminando progresivamente las variables exógenas superfluas hasta quedarnos con un modelo parsimonioso con pocas variables explicativas. Se exige que el modelo «final» sea consistente con la teoría y con los datos, los regresores deben ser débilmente exógenos, los parámetros deben ser constantes, las perturbaciones deben ser ruido blanco y el modelo estimado debe ser mejor que los modelos rivales. Para alcanzar estas propiedades enumeradas, la receta clásica de Hendry es «testear, testear y testear».

Esta metodología trae aparejada una nueva forma de ver la relación entre la teoría y los datos. Se procura otorgar un rol equilibrado tanto a la teoría como a la base de datos.

El enfoque «basado en teorías», en el que un modelo se deriva de la teoría a priori y se calibra a partir de pruebas de datos, se encuentra en un extremo. Este enfoque sufre de dependencia teórica pues su credibilidad depende de la teoría de la que surgieron —cuando se descarta la teoría, se descarta la evidencia asociada— [...]. El enfoque «basado en los datos», donde se desarrollan modelos para describir de cerca los datos, se encuentra en el otro extremo. Estos sufren de la dependencia de la muestra, en la que las características de los datos accidentales y transitorios están encarnados con

tanta fuerza en el modelo como aspecto permanente, por lo que las extensiones del conjunto de datos a menudo fracasan en su poder predictivo. La necesidad de una mezcla interactiva de la teoría y la evidencia surge naturalmente por sí misma (traducción propia, Hendry, 1995, p. 6).

El progreso científico resulta de la interacción de tres vías entre las teorías, los instrumentos (es decir, las herramientas), y el conocimiento empírico, las nuevas contribuciones pueden llegar en cualquier ámbito y potencialmente influir en cualquier aspecto de las constataciones anteriores (traducción propia, Hendry, 1995, pp. 11-12).

Según Hendry, su metodología no está hecha para poner a prueba o brindar soporte a las teorías pues un mismo comportamiento de un conjunto de variables en el largo plazo puede ser consistente con más de una teoría. El objetivo de los modelos no es la búsqueda de la verdad, en los términos de Tarski, sino el de descubrir el mecanismo que subyace a la realidad del proceso generador de datos.

La metodología de Hendry se inicia con un modelo dinámico muy general, que indica que existen más rezagos de los que se consideran necesarios. El modelo se simplifica en forma gradual con una secuencia de «pruebas de simplificación» y se utilizan los procedimientos de prueba secuenciales para seleccionar una «especificación coherente de los datos».

Hendry (1995) informa que algunas búsquedas de especificaciones se han programado en paquetes estándar de software, como el de *regresión por pasos*, en el que se utilizan diferentes combinaciones de variables explicativas en el análisis de regresión múltiple en un intento por obtener el mejor modelo.

El procedimiento usual consiste en comenzar con un modelo general y mantener aquellas variables cuyos *p-values* estén por debajo de un cierto nivel de significancia o, alternativamente, comenzar con un modelo simple e ir agregando variables que tengan *p-values* significativos.

Ocasionalmente, también pueden valorarse grupos de variables con una prueba F . Esta técnica de regresión por pasos, una forma rigurosa de minería de datos, simplemente automatiza lo que los investigadores hacen de cualquier modo para buscar la mejor especificación del modelo econométrico. En la mayoría de aplicaciones, una o dos variables explicativas son de interés fundamental y, entonces, la meta es ver qué tan robustos son los coeficientes de esas variables ante diversas especificaciones econométricas.

Hendry afirma que solo después de que se han dado estos pasos, hasta que la especificación del modelo caracteriza el proceso de generación de datos, puede iniciarse el proceso de poner a prueba las hipótesis de interés de la teoría económica.

En el conjunto inicial de regresores destacan variables exógenas contemporáneas y rezagadas, y variables endógenas rezagadas, como en los modelos autorregresivos de rezagos distribuidos (*autoregressive distributed lag models*, ADL). Esta formulación contribuye a capturar la dinámica implícita de los modelos econométricos.

[Para] La escuela de la London School of Economics (LSE) [...] en la práctica, el enfoque de lo general a lo específico implica comenzar con la especificación más general y amplia posible, y después buscar las posibles restricciones para encontrar la especificación más parsimoniosa (traducción propia, Hoover, 2005, pp. 75 y 76).

Luego, para pasar del modelo general a un modelo específico, Hendry y Richard (1982) proponen que este debe satisfacer los siguientes criterios: i) las predicciones del modelo deben ser lógicamente posibles; ii) las hipótesis deben ser consistentes con alguna teoría; iii) los regresores deben ser débilmente exógenos (es decir, las variables explicativas no deben tener relación alguna con los términos de error de las ecuaciones; en otras palabras, las variables explicativas deben ser independientes); iv) los valores de los parámetros deben ser estables; v) las hipótesis deben ser consistentes con los hechos, y vi) el modelo

debe ser comprensivo; es decir, incluir a los modelos rivales (no puede haber otro modelo mejor respecto al modelo seleccionado).

Es evidente que para encontrar el modelo «ideal» debe probarse con un conjunto grande de especificaciones.

La característica distintiva de este nuevo paradigma, en el sentido de Kuhn, es el rol fundamental que se le asigna al PGD. La especificación econométrica debe ser vista como un proceso de sucesivas «reducciones» del PGD, con la actitud de *dejar hablar a los datos* y de quitarle a la teoría el papel casi tiránico que tenía en el enfoque tradicional, denominado por Hendry el *enfoque de libro de texto*.

Un buen resumen de la metodología de Hendry lo ofrece Chao (2001):

La escuela econométrica propone la metodología de modelización empírica con el fin de ser coherente con su visión de la econometría. En el plano teórico, la teoría de la reducción explica cómo el modelo econométrico es intrínsecamente un tipo de modelo empírico, derivado del PGD.

A nivel práctico, el enfoque de lo general a lo específico, que tiene la intención de simular la teoría de la reducción, dirige a los econometristas para obtener el modelo econométrico final a partir de un modelo general sin restricciones. La teoría de la reducción y el enfoque de lo general a lo específico demuestran el hecho de que el enfoque LSE es una metodología empírica en la cual los modelos econométricos deben coincidir con los fenómenos en todos los aspectos medibles. Este concepto se conoce como congruencia (traducción propia, Chao, 2001, pp. 1 y 2).

Los modelos empíricos, por un lado, son construidos como reducciones del PGD y, por otro, deben representar el PGD. Con el fin de hacer que los modelos empíricos sean buenas representaciones del PGD, el criterio de congruencia se impone para evaluar el modelado empírico (traducción propia, Chao, 2001, pp. 7 y 8).

Por su parte, Carlo A. Favero, profesor de econometría financiera de la Universidad de Bocconi y miembro del Centro Interuniversitario Italiano di Econometría (CIDE), concluye:

El método de estimación comienza a partir de la suposición de la existencia de un proceso de generación de datos (PGD) que resume el verdadero proceso estocástico multivariado que rige las variables macroeconómicas observadas. El PGD desconocido entonces puede aproximarse por un modelo estadístico, la forma reducida, cuya congruencia se evaluará sobre la base de pruebas de diagnóstico. Si la hipótesis nula de congruencia no es rechazada, entonces la forma reducida está directamente disponible para el pronóstico (traducción propia, Favero, 2001, p. 248).

En resumen, el mensaje central de Leamer y Hendry es prestar mucha atención a la selección del modelo. Luego de que esta tarea ha sido cumplida, la metodología de la REP puede recuperar su legitimidad.

5.1.2 La econometría de las series de tiempo

Con la publicación del trabajo de George Box, un reconocido estadístico inglés, y Gwilym Jenkins, también un distinguido estadístico galés —además ingeniero—, en 1970 se hizo popular la metodología Box Jenkins (B-J). Con el principio de que *los datos hablen por sí mismos*, se realizan las proyecciones sobre la base de las propiedades probabilísticas y estocásticas de las series de tiempo, y se prescindir de los modelos teóricos. El método B-J, técnicamente conocido como el proceso autorregresivo integrado de medias móviles (*autoregressive integrated moving average*; ARIMA), es un modelo estadístico de series temporales en el cual las variables endógenas vienen explicadas no por variables exógenas sino por las mismas variables endógenas, pero rezagadas en el tiempo.

La teoría económica en general proporciona poca información acerca de la dinámica de corto plazo. Por ejemplo, cuando intentamos

contestar a la pregunta sobre en cuánto tiempo afectará al gasto privado la elevación de la tasa de interés de referencia decretada por el Banco Central de Reserva del Perú, la respuesta no la encontramos en la teoría. El modelo de B-J, al experimentar con diferentes rezagos sobre las variables, puede hallar la conformidad entre el modelo econométrico y la evidencia empírica.

La principal virtud de estos modelos es que demostraron una capacidad predictiva superior a los grandes modelos econométricos de ecuaciones simultáneas.

El término ARIMA proviene de varios componentes. En primer lugar, el componente autorregresivo (*autoregressive model*, AR) es la relación entre la variable endógena y sus valores pasados. El término autorregresivo surge a partir de que se modela el comportamiento de la variable endógena como una regresión lineal múltiple (regresiva) respecto a sus valores propios autorrezagados en el tiempo. Nótese que solo están presentes las endógenas y sus rezagos. Son un tipo de modelo en su forma reducida, en que las endógenas dependen de las variables predeterminadas, y estas son variables endógenas rezagadas.

Un proceso autorregresivo de orden p , o AR (p), puede presentarse de la siguiente manera.

$$Y_t = Y_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + u_t$$

Debe suponerse que las variables son estacionarias.

Pero el AR no es la única manera en que puede generarse una especificación de modelo econométrico. El otro componente del ARIMA es el media móvil (*moving average model*; MA) que se refiere a la dependencia de la variable endógena respecto a los valores presentes y pasados de los errores. Un MA es entonces simplemente una combinación lineal de los términos de error, que son ruido blanco (sucesión de variables aleatorias cuya esperanza es cero, su varianza constante e independiente en el tiempo).

En este caso podemos suponer que la variable endógena se genera de la siguiente manera, como un MA de orden q , $MA(q)$.

$$Y_t = u_0 + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

Cuando la serie temporal tiene los componentes AR y MA, se denomina un proceso ARMA (*autoregressive moving average model*), como el que se presenta.

$$Y_t = Y_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + u_t + u_0 + \beta_1 u_{t-1} + \beta_2 u_{t-2} + \dots + \beta_q u_{t-q}$$

Abreviadamente este es un proceso ARMA (p, q).

Finalmente llegamos al modelo ARIMA. Para que un modelo ARMA se convierta en un modelo ARIMA la condición suficiente es que las series de tiempo consideradas sean estacionarias. Es decir, la media y la varianza de la serie deben ser constantes y la covarianza debe ser constante en el tiempo. Si la serie de tiempo no es estacionaria, hay que hacerla estacionaria, diferenciando la serie de tiempo d veces, hasta hacerla estacionaria. De esa manera llegaremos a una serie de tiempo autorregresiva integrada de promedios móviles ARIMA (p, d, q) donde p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie debe diferenciarse para convertirse en estacionaria y q el número de términos de promedios móviles (Gujarati & Porter, 2010).

Con este método de estimación, se identifican primero los valores apropiados de p , d , y q . Luego se estiman los parámetros de los términos autorregresivos y de promedios móviles incluidos en el modelo. Posteriormente se examina si el modelo seleccionado es consistente con los datos, pues puede existir otro modelo ARIMA que sea más consistente. Si ese es el caso, se utiliza el modelo para hacer pronósticos.

En general, estos modelos pronostican mejor que los modelos econométricos tradicionales, especialmente en el corto plazo. Estos modelos son univariados, por lo que su utilidad se circunscribe al pronóstico sobre el comportamiento de una variable endógena.

Por eso, cuando el objetivo es la predicción de un conjunto de variables endógenas, la econometría tradicional apela al esquema de las ecuaciones simultáneas. En este esquema es indispensable hacer la distinción entre variables exógenas y endógenas, y esa distinción está inspirada exclusivamente en la teoría. Sin embargo, en general, la teoría no siempre sugiere una especificación precisa entre las variables y no dice mucho tampoco acerca de la relación dinámica entre ellas, con lo cual la tarea de especificación del modelo econométrico carece de una dosis grande de subjetividad. Además, en estos modelos de ecuaciones simultáneas aparece el famoso problema de la identificación, cuya solución tiene otra gran dosis de subjetividad. Comencemos estudiando este problema.

Supongamos un modelo de ecuaciones múltiples simultáneas con M variables endógenas y M ecuaciones, el cual puede presentarse en dos formas, la forma estructural (utilizando todas las ecuaciones) y la forma reducida (expresando las endógenas como combinaciones de las variables exógenas). Cabe mencionar que las variables exógenas se definen como aquellas que no tienen correlación con el término de perturbación y pueden ser exógenas, exógenas rezagadas o incluso una variable endógena rezagada.

El modelo en su forma estructural no puede ser estimado mediante MCO (mínimos cuadrados ordinarios) puesto que las variables endógenas no son independientes entre sí, con lo cual los parámetros estimados no serían eficientes (sus varianzas serían muy altas). Entonces, debe utilizarse el método de MCI (mínimos cuadrados indirectos), técnica que permite estimar los parámetros estructurales en el caso de ecuaciones exactamente identificadas. El método consiste en, primero, estimar mediante MCO los parámetros del sistema en su forma reducida; y, segundo, usar dichas estimaciones previas para calcular los parámetros de la forma estructural.

Otra manera de estimar los parámetros del modelo es llevarlo a su forma reducida, lo cual puede resultar muy útil debido a que los coeficientes de la forma reducida son combinaciones lineales de los parámetros de la forma estructural (en muchos casos lo que le interesa estimar al investigador son estos últimos). Sin embargo, es en este escenario en donde se presenta el problema de la identificación. Este problema refiere a si podemos, o no, obtener estimados numéricos de los parámetros de una ecuación estructural a partir de los parámetros estimados de la forma reducida. Si podemos obtenerlos se dice que la ecuación está definida, de lo contrario se dice que la ecuación se encuentra no identificada o subidentificada (Greene, 2011; Lutkepohl, 2004).

Para ilustrar este problema, tomemos como ejemplo, primero, el tradicional modelo IS-LM presentado en términos lineales en Mendoza (2014). Comenzaremos con la ecuación que expresa la relación entre la producción y la demanda en el mercado de bienes, la cual se descompone en consumo (C), inversión (I) y gasto del estado (G).

$$Y = D = C + I + G \quad (5.1)$$

El comportamiento del consumo, la inversión y el gasto público ya se describió en la sección 2.5. Aquí replicamos las ecuaciones correspondientes.

$$C = C_0 + c(1 - t)Y; 0 < c < 1; 0 < t < 1 \quad (5.2)$$

$$I = I_0 - br \quad (5.3)$$

$$G = G_0 \quad (5.4)$$

Haciendo operaciones simples y reemplazando las ecuaciones (5.2), (5.3) y (5.4) en (5.1)

$$Y = D = k(A_0 - br) \quad (5.5)$$

Donde $A_o = C_o + G_o + I_o$ es el componente autónomo de la demanda y $k = \frac{1}{1-c(1-t)}$ es el multiplicador keynesiano cuyo valor es mayor que la unidad.

En esta concepción keynesiana de la economía, la producción es una función directa de los componentes del gasto autónomo y de la propensión a consumir, y una función inversa de la tasa de interés y la tasa impositiva. Esta ecuación representa la IS, la cual podemos presentar de la siguiente forma.

$$r = \frac{A_o}{b} - \frac{Y}{kb} \quad (5.6)$$

En el mercado monetario, la oferta y la demanda monetaria determinan la tasa de interés. La oferta monetaria nominal es exógena y está determinada por la autoridad monetaria, el banco central. Dados los precios, la oferta monetaria real, en términos lineales³, viene dada por:

$$m^s = M^s - P \quad (5.7)$$

La demanda real de dinero es una función directa del nivel de actividad económica (cuanto mayor es el ingreso del público, mayor es su demanda de dinero para realizar sus transacciones) y una función inversa de la tasa de interés (cuanto más alta es la tasa de interés que pagan los bonos, el público demanda menos dinero). La demanda real de dinero viene entonces dada por,

$$m^d = b_0 Y - b_1 r \quad (5.8)$$

En equilibrio, cuando se igualan la oferta y la demanda real de dinero ($m^s = m^d$), se determina la tasa de interés.

$$r = -\frac{(M^s - P)}{b_1} + \frac{b_0}{b_1} Y \quad (5.9)$$

³ Estamos utilizando la aproximación $\frac{M^s}{P} \cong M^s - P$.

Esta ecuación representa también a la LM, combinación de tasas de interés y producción que mantiene en equilibrio el mercado monetario. La ecuación permite también mostrar que la tasa de interés se eleva cuando suben el nivel de precios o la producción y se reduce cuando hay un alza de la oferta monetaria nominal.

Este es el modelo en su forma estructural. A partir de la solución de las ecuaciones (5.6) y (5.9) arribamos a la siguiente expresión del modelo IS-LM en su forma reducida.

$$Y^{eq} = \frac{b_1}{\frac{b_1}{k} + bb_0} A_0 + \frac{b}{\frac{b_1}{k} + bb_0} (M^s - P) \quad (5.10)$$

$$r^{eq} = \frac{b_0 k}{b_1 + kbb_0} A_0 - \frac{1}{b_1 + kbb_0} (M^s - P) \quad (5.11)$$

En el caso de este modelo, existen cuatro parámetros del modelo en su forma estructural (b_1 , b , b_0 y k) y también se cuenta con cuatro parámetros en la forma reducida (los que aparecen multiplicando en el sistema de ecuaciones (5.10) y (5.11) al gasto autónomo y a la oferta monetaria real). En consecuencia, a partir de los parámetros en la forma reducida, podemos armar un sistema de cuatro ecuaciones lineales con cuatro incógnitas para «identificar» o recuperar los cuatro parámetros en la forma estructural. Por tanto, el modelo IS-LM es un sistema de ecuaciones perfectamente identificado, es decir, no sufre del problema de identificación.

Otro ejemplo se puede encontrar en el mismo libro de Mendoza (2014) para el modelo de demanda y oferta agregada para una economía cerrada (DA-OA).

La ecuación (5.10) también representa la demanda agregada de la economía. En el marco de la IS-LM, cuando suben los precios, cae la oferta monetaria real, se eleva la tasa de interés, cae la inversión privada y por tanto cae el producto. De allí la relación negativa entre el nivel de

precios y la producción, y la correspondiente pendiente negativa de la curva de demanda agregada.

$$P = \frac{b_1}{b} A_0 + M^s - \frac{b_1 + kbb_0}{kb} \quad (5.12)$$

Para la oferta agregada tomaremos una expresión simplificada en la que el nivel de precios es una función directa de las expectativas de precios y de la brecha del PBI.

$$P = P^e + \lambda(Y - \bar{Y}) \quad (5.13)$$

Donde, P^e representa las expectativas respecto a los precios y $(Y - \bar{Y})$ representa la brecha en el nivel de actividad respecto al producto que emplea plenamente todos los factores (largo plazo, estado estacionario).

Solucionando el sistema (5.12) y (5.13), arribamos al modelo en su forma reducida.

$$Y^{eq} = \frac{k}{\frac{kb(\lambda + b_0)}{b_1} + 1} A_0 + \frac{k}{k(\lambda + b_0) + \frac{b_1}{b}} (M^s - P^e) + \frac{\lambda}{\lambda + b_0 + \frac{b_1}{kb}} \bar{Y} \quad (5.14)$$

$$\frac{b_1 + kbb_0}{kb(\lambda + b_0) + b_1} P^e + \frac{\lambda kb_1}{kb(\lambda + b_0) + b_1} A_0 + \frac{\lambda kb}{kb(\lambda + b_0) + b_1} M^s - \frac{\lambda(b_1 + kbb_0)}{kb(\lambda + b_0) + b_1} \bar{Y} \quad (5.15)$$

En este caso contamos con siete parámetros obtenidos a partir del modelo en su forma reducida (las que multiplican a las variables exógenas en el sistema de ecuaciones 5.14 y 5.15) y existen cinco parámetros del modelo en su forma estructural (b_1 , b , b_0 , λ y k). Es decir, tenemos un sistema de siete ecuaciones para hallar cinco incógnitas.

Entonces, tenemos un problema de sobreidentificación. Nuevamente, si estimáramos los parámetros de la forma reducida, tendríamos más de una combinación lineal para los parámetros de la forma estructural y no podrían obtenerse valores únicos y exactos para cada uno. Este problema surge debido a que distintos sets de datos pueden ser compatibles con distintos parámetros estructurales; es decir, con distintos modelos (Greene, 2011; Lutkepohl, 2004).

En el caso de llegar a tener un sistema de ecuaciones donde el número de incógnitas a ser determinadas (parámetros desconocidos) es mayor que el número de ecuaciones planteadas, se tiene el problema de subidentificación. Cuando este caso se presenta, la manera de resolverlo es introducir un conjunto mínimo de restricciones tales que se permita igualar el número de incógnitas (parámetros o variables a ser determinadas) al número de ecuaciones dentro del sistema. El proceso de planteamiento de restricciones no es un proceso de eliminación de variables exógenas puesto que estas son datos relevantes en la dinámica del sistema de ecuaciones y del modelo planteado; sin embargo, las restricciones solo permiten eliminar o fijar ciertas interrelaciones entre las variables exógenas y las variables endógenas mediante los parámetros restringidos. Estas restricciones las plantea el investigador con ayuda de argumentos teóricos o estimaciones auxiliares que le permitan identificar interrelaciones claras entre las variables. En los casos de identificación exacta y sobreidentificación no es necesario incorporar restricciones prefijadas por el investigador.

Esta deficiencia teórica, y la crisis de los modelos multiecuacionales para predecir los ciclos económicos de fines de los años setenta y principios de los ochenta, dio paso a la alternativa propuesta por el economista y macroeconomista Christopher Albert «Chris» Sims, premio nobel de economía 2011, de un sistema econométrico alternativo de ecuaciones autorregresivas en las que todas las variables son endógenas y los regresores son sus propios rezagos y los rezagos del resto de variables endógenas. Como entre los regresores no hay variables

contemporáneas, los coeficientes obtenidos carecen del significado habitual y no se pueden hacer inferencias sobre su signo o nivel de significancia estadística.

Las endógenas pueden expresarse en función de los errores pasados, de tal manera que se pueda analizar el impacto que tiene un *shock* (cambio en los errores pasados) sobre las variables endógenas, en términos dinámicos. El concepto de exogeneidad que se utiliza es el de Granger⁴. En este enfoque, la ciencia, según Sims (1996), es una forma de comprimir los datos, de manera que sea posible interpretarlos mejor.

En un trabajo que dio inicio a un nuevo método econométrico para trabajar con ecuaciones simultáneas, Sims planteó:

Argumentaré que el estilo en que sus constructores imaginan opciones de conexión entre estos modelos y la realidad —la manera en la que la «identificación» es alcanzada en estos modelos—, es inadecuada, hasta el punto en que las pretensiones de identificación en estos modelos no pueden ser tomadas seriamente [...]. La línea de argumentación es la siguiente: los modelos a gran escala realizan pronósticos útiles y cumplen con la función de análisis de políticas a pesar de su identificación increíble; las restricciones impuestas en el estilo habitual de identificación no son ni esenciales para la construcción de un modelo que puede realizar estas funciones ni inocuas; un estilo alternativo de identificación práctico está disponible (traducción propia, Sims, 1980, p. 1).

Alguna vez fue común que los economistas pensaran en la empresa científica como la formulación de hipótesis testeables que debían ser confrontadas con los datos. Las hipótesis verdaderas podrían sobrevivir las pruebas, mientras que las falsas serían eliminadas.

⁴ El test de causalidad a lo Granger consiste principalmente en comprobar si los resultados de una variable A (comportamiento actual y pasado de la serie A) sirven para predecir el comportamiento en el tiempo de una variable B, y con esto se observa si esta capacidad de predicción de comportamientos es unidireccional o bidireccional. Si se observa unidireccionalidad en la capacidad de explicación de A hacia B, entonces se dice que la serie A «causa a lo Granger» a la serie B.

La visión de la ciencia como la comprensión de datos nos permite ver los límites de este punto de vista de las pruebas de hipótesis. Esta visión es dependiente de la idea de que hay teorías verdaderas y falsas, cuando en realidad el grado en que las teorías tienen éxito es la reducción de los datos, que puede ser un proceso continuo (traducción propia, Sims, 1996, p. 1).

Estas dificultades motivaron la reacción de Christopher Sims, que propuso una alternativa de cómo modelar la relación entre las variables: el modelo de vectores autorregresivos (*vector autoregression*, VAR). Cuando se requiere hacer proyecciones sobre más de una variable endógena, puede prescindirse de la teoría, puede acudirse a los VAR. Se trata de un modelo estadístico que permite capturar las relaciones simultáneas lineales entre múltiples series de tiempo. Es una alternativa a los modelos de ecuaciones simultáneas, para cuya estimación se requiere pasar previamente por el proceso de identificación, para asegurarnos de que del modelo en su forma reducida puedan obtenerse valores únicos para todos los parámetros del modelo en su forma estructural⁵. Esta identificación a menudo se consigue cuando se asume, arbitrariamente, que algunas variables exógenas están presentes solo en algunas ecuaciones.

La propuesta de Sims fue la de eliminar la pretensión de adaptar la estructura teórica a los datos y, en su lugar, utilizar sistemas no restringidos de ecuaciones de forma reducida (o vectores autorregresivos o VAR) para modelar las respuestas de las variables a los choques. Cada ecuación en un sistema VAR regresa una variable sobre sus propios rezagos y los rezagos de todas las demás variables. Tal procedimiento requiere todavía una forma de identificación (traducción propia, Hoover, 2005, p. 24)

⁵ Estamos refiriéndonos a la identificación exacta.

De acuerdo con Sims (1980), para que un modelo refleje realmente la simultaneidad, todas las variables deben ser tratadas en igualdad de condiciones, y no se debe hacer una distinción *ex ante* entre variables endógenas y variables exógenas.

Cuando existe evidencia de simultaneidad entre un grupo de variables y hay dificultad en identificar las variables exógenas, como en los modelos de ecuaciones simultáneas, el VAR es la alternativa que se debe considerar. Con este espíritu, el VAR es un modelo de ecuaciones simultáneas en el cual todas las variables son tratadas simétricamente. Todas las ecuaciones están en una forma reducida y son de naturaleza no restringida. Asimismo, son ecuaciones en su forma reducida porque las variables endógenas no están en función de otras variables endógenas contemporáneas. Cada variable tiene una ecuación que explica su evolución en función de sus propios rezagos y los rezagos de las otras variables del modelo. Son ecuaciones no restringidas porque todas las variables endógenas son explicadas por el mismo grupo de variables explicativas.

No se necesita, como en el caso de los modelos de ecuaciones simultáneas, un modelo macroeconómico previo de respaldo; todo el conocimiento previo que se requiere es un listado de variables e hipótesis sobre cómo se afectan, mutuamente, intertemporalmente. Es pues una extensión de los modelos AR para el caso de múltiples ecuaciones.

El VAR puede incluir algunas variables determinísticas como tendencias temporales o variables ficticias estacionales. Así también, podría incluir variables contemporáneas que puedan tratarse como exógenas respecto a las variables del modelo VAR.

Un modelo VAR de orden s puede representarse de la siguiente manera.

$$Y_t = Y_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-s} + U_t$$

Donde Y_t es un vector columna con k variables endógenas, Y_0 es otro vector columna de constantes de orden k y U_t es el vector de errores aleatorios del tipo ruido blanco. Las constantes no siempre están presentes. Sirven para dar cabida a factores estacionales o de tendencia. El énfasis no está en la construcción de modelos uniecuacionales o simultáneas sino en el análisis de las propiedades probabilísticas, o estocásticas, de las series de tiempo económicas bajo la filosofía de «permitir que la información hable por sí misma».

La metodología VAR se asemeja a los modelos de ecuaciones simultáneas pues considera diversas variables endógenas de manera conjunta. Pero cada variable endógena es explicada por sus valores rezagados, o pasados, y por los valores rezagados de todas las demás variables endógenas en el modelo. Usualmente no hay variables exógenas en el modelo.

De acuerdo con Sims, si hay verdadera simultaneidad entre un conjunto de variables, todas deben ser tratadas sobre una base de igualdad; no debe haber ninguna distinción a priori entre variables endógenas y exógenas. Es en este contexto que Sims desarrolló su modelo VAR.

Según Gujarati y Porter (2010), el modelo VAR tiene varias virtudes. En primer lugar, el método es simple, no es preciso determinar cuáles variables son endógenas y cuáles son exógenas. No se requiere hacer supuestos a priori increíbles o arbitrarios sobre las relaciones entre las variables económicas objeto de estudio, pues todas las variables en el VAR son endógenas. En segundo lugar la estimación es simple; el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) puede aplicarse a cada ecuación por separado. Por último, las predicciones obtenidas con el VAR, en general, son mejores que las conseguidas con los modelos de ecuaciones simultáneas.

Entre las deficiencias más importantes destacan las siguientes. En primer lugar, el modelo VAR es a-teórico; no se deriva de un modelo teórico. En consecuencia, como la metodología del VAR no pone en cuestión ni crea nuevas teorías, no tiene consecuencia para uno de los objetivos fundamentales de la investigación científica: elevar

o reducir el *stock* de conocimientos teóricos. Entonces, los VAR pueden utilizarse intensivamente para la predicción económica pero no arrojan ninguna luz sobre la teoría existente. En segundo lugar, es todo un desafío en el diseño del VAR la selección de la longitud apropiada del rezago. En tercer lugar, los coeficientes individuales estimados en los modelos VAR son difíciles de interpretar. Por ese motivo, los usuarios del VAR estiman la llamada *función de impulso respuesta* (FIR). Esta estudia la respuesta de la variable dependiente en el sistema VAR ante *shocks* en los términos de error.

La respuesta a la crítica fundamental sobre el carácter a-teórico de los VAR ha venido por el lado de los modelos VAR estructurales (SVAR), en los cuales la especificación VAR se deriva explícitamente de sistema dinámico de ecuaciones estructurales en el que se pueden incorporar restricciones bien elaboradas que permiten «identificar» los choques sobre las variables fundamentales del sistema. De esta manera, el modelo VAR es simplemente la forma reducida de un sistema de ecuaciones simultáneas.

Según Feelders:

Los puntos fundamentales de desacuerdo parecen ser si la predicción por sí misma es un objetivo legítimo de la ciencia económica, y también si los datos observados deben utilizarse solo para arrojar luz sobre las teorías existentes o también con el propósito de buscar hipótesis con el fin de desarrollar nuevas teorías. En primer lugar, en nuestra opinión, la predicción de fenómenos económicos es un objetivo legítimo de la ciencia económica. Los modelos utilizados para la predicción pueden ser, sin embargo, difíciles de interpretar, ya que pueden tener poco que ver con nuestra forma de entender la realidad económica. En segundo lugar, tiene sentido utilizar los datos para la búsqueda de hipótesis. ¿Si no es desde la observación empírica, de dónde obtienen los científicos sus ideas para nuevas teorías? (traducción propia, Feelders, 2002, p. 174).

En términos metodológicos, estas innovaciones en el terreno de la econometría de las series de tiempo significan un renacimiento del tan criticado enfoque inductivo de investigación económica.

El más ardiente partidario de este reemergente enfoque empírico-inductivo de la investigación macroeconómica fue Christopher Sims, quien, sobre la base de la crítica al modelo macroeconómico estructural centró su atención en el desarrollo de modelos *estadísticos* de comportamiento macroeconómico que podrían ser utilizados para describir los hechos del ciclo económico y analizar los resultados de las políticas económicas. En lugar de centrarse en los valores de los coeficientes individuales, como el enfoque de los modelos estructurales, el enfoque del modelo de vectores autorregresivos (VAR) de Sims centró su atención en las propiedades dinámicas de las series temporales en un sistema no restringido (por la teoría) de ecuaciones. Entonces, Sims trasladó el énfasis en el trabajo macroeconómico desde probar las hipótesis hacia trazar las propiedades dinámicas del modelo estadístico subyacente y «dejar que los datos hablen» [...] En la superficie, el trabajo de Sims en modelos estadísticos multivariados sugiere un retorno al método inductivo-empírico que era la base del programa de investigación de Mitchell en el NBER (traducción propia, Simkins, 1999, pp. 13 y 14).

La econometría ha avanzado entonces desde los modelos estructurales (modelos de caja translúcida) cuya base de formalización es la teoría económica (*medición con teoría*), hasta las recientes metodologías de series temporales (*medición sin teoría*), cuyos presupuestos básicos son semejantes a los de los métodos estadísticos de la década de 1920 que se pretendían sustituir.

Según Mark Blaug, las soluciones no han acabado con la enfermedad.

En muchas áreas de la economía, diferentes estudios econométricos llegan a conclusiones contradictorias, y, dada la información

disponible, con frecuencia no existen métodos eficaces para decidir qué conclusión es correcta. En consecuencia, las hipótesis contradictorias siguen coexistiendo a veces durante décadas. Para añadir a la confusión, incluso hay desorden en la teoría econométrica pura, los «bayesianos», como Leamer y los agnósticos de la teoría como Sims están enfrentados a los «clásicos», como Hendry y Mizon —etiquetas que tomo prestadas de Johnston (1991) aunque solo sea para ahorrar tiempo—. Para algunos, esta es una buena razón para abandonar por completo la econometría (traducción propia, Blaug, 1992, p. 245).

Lo que sí es cierto es que todas estas innovaciones han tenido un impacto en el rol de la econometría como herramienta para la investigación económica. En general, estas innovaciones le asignan un rol menor a la teoría y uno mayor al proceso de generación de datos (PGD).

Es preciso dar dos advertencias finales sobre estos desarrollos de la econometría.

En primer lugar, el cambio registrado en la valoración de la minería de datos refleja un relajamiento del método hipotético-deductivo de investigación (Navarro, 2005), aquella que postula que la teoría es la reina y que la comprobación o falsación de esas teorías por vía de la econometría u otras técnicas cuantitativas debe estar férreamente subordinada a ella. En todo caso, la actitud de mayor tolerancia debe ir de la mano con la exigencia de que si se hace minería de datos las cartas estén sobre la mesa; es decir, hay que hacerlo en forma explícita y transmitir toda la información disponible.

En segundo lugar, cuando una muestra de datos se utiliza para encontrar hipótesis (especificaciones) interesantes, la prueba de tales hipótesis no puede hacerse con la misma base de datos con la que se buscó las hipótesis en la fase de especificación del modelo econométrico (Feelders, 2002). Para ese procedimiento se requiere contar con una base de datos que sea más amplia que la utilizada inicialmente.

5.1.3 La crítica de Lucas

En el terreno teórico, la econometría tradicional sufrió con la «crítica de Lucas». Si las expectativas de los agentes económicos son endógenas y racionales, los agentes toman en consideración toda la información relevante para formularlas, incluyendo el régimen de política económica; si este cambia, las expectativas también deberían hacerlo y, en consecuencia, los parámetros del modelo macroeconómico. De otra manera, si no se toma en consideración explícitamente los parámetros que realmente enfrentan los agentes económicos, el análisis de las políticas económicas y la simulación de los resultados pueden ser engañosos. Los teóricos de las expectativas racionales plantearon entonces sus dudas sobre la invariancia de los parámetros estructurales de los modelos macroeconómicos tradicionales.

A escala teórica se argumentó también que las relaciones de comportamiento presentes en los modelos econométricos carecen de los fundamentos microeconómicos que reflejen la racionalidad de los distintos agentes económicos.

La conclusión natural de estas críticas (Favero, 2001) es que la simulación de las políticas debe hacerse no sobre la base de estos modelos estructurales sino de modelos macroeconómicos sustentados en fundamentos microeconómicos y agentes con expectativas racionales. La solución a estas observaciones teóricas ha sido la menos controversial. Las expectativas racionales y los fundamentos microeconómicos fueron incorporados en los modelos econométricos, los parámetros son ahora independientes de los regímenes de política económica y ya no están sujetos a la «crítica de Lucas». En la actualidad existe una abundante literatura que soluciona, identifica y estima modelos con expectativas racionales, tal como lo reportan Geweke, Horowitz y Pesaran (2006).

Otra reacción muy importante de la econometría contemporánea a la «crítica de Lucas» ha sido la de desarrollar un tratamiento apropiado para el problema del «cambio estructural». En la econometría

tradicional se asume que los parámetros estimados del modelo se mantienen constantes a lo largo de la muestra utilizada. Sin embargo, con mucha frecuencia se presentan eventos que pueden alterar significativamente el valor de dichos parámetros. Cuando este cambio estructural se produce, un único modelo, con un único conjunto de parámetros, no puede captar las diversas realidades generadas. En términos de la representación lineal del modelo econométrico, un cambio estructural significa un «desplazamiento» de dicha ecuación, provocada por el cambio en la pendiente o en el componente autónomo de la recta de regresión lineal. Cuando se produce un cambio estructural, es como si la base de datos se hubiera reducido.

Los parámetros estimados en presencia de cambio estructural son sesgados e inconsistentes (alejados de sus valores reales), con referencia a los que serían los valores de los parámetros con dos modelos parciales. Asimismo, los errores muestrales serán más grandes, con lo que la varianza de los parámetros estimados será también más grande, siempre en relación con los que se obtendrían de las estimaciones parciales, lo que puede producir errores frecuentes del tipo II en la contrastación de las hipótesis. Por último, la función de predicción del modelo econométrico se complica enormemente pues los parámetros estimados no representan en verdad a ninguna estructura económica real sino que son, en realidad, como un promedio de dos estructuras mezcladas.

La solución a los problemas del cambio estructural reside esencialmente en la identificación de la causa de su aparición⁶. Si la causa se origina en un error de especificación del modelo econométrico (omisión de una variable importante o una forma funcional equivocada), hay que volver a especificar el modelo. Pero si el cambio se ha producido en la base de datos, puede intentar corregirse haciendo ajustes en la selección del periodo muestral o puede representarse el cambio

⁶ Los cambios estructurales que se abordan actualmente tienen poco que ver con que los cambios de política sean previstos o imprevistos, aspecto que preocupaba a los teóricos de la expectativas racionales.

estructural producido en algunas de las variables exógenas con variables *dummy* o ficticias, cuyos valores tienen valores dicotómicos (0,1) con el fin de capturar los cambios estructurales (1 para el periodo del cambio; 0, para el resto de periodo).

La solución tiene que ver también con el tamaño de la muestra. Si, por ejemplo, tuviésemos una serie temporal de cien años, y el quiebre se produce en el año treinta, podríamos partir la muestra en dos y hacer dos estimaciones separadas. Pero si no contamos con muchos datos, supongamos que solo tenemos una serie anual de cuarenta datos, lo mejor es utilizar las variables *dummy* para captar los quiebres. De esta manera, no perdemos datos, pero sí grados de libertad, pues tenemos una variable explicativa adicional.

La otra reacción importante a la crítica de Lucas, no estrictamente en el campo de la econometría, ha sido el surgimiento de los modelos de equilibrio general dinámicos y estocásticos (DSGE, *dynamic stochastic general equilibrium*) útiles para explicar los ciclos, el crecimiento económico, así como para hacer simulaciones de política económica. Este tipo de modelo se originó en los trabajos sobre los ciclos económicos reales de Lucas (1975), Kydland y Prescott (1982) y Long y Plosser (1983), a los que luego se incorporaron elementos de la nueva economía keynesiana⁷. En el libro de Wickens (2011) se encuentra una presentación completa y actualizada del DSGE.

La moderna macroeconomía busca explicar la economía agregada utilizando sólidos fundamentos microeconómicos. Esto es en contraste a la tradicional aproximación keynesiana a la macroeconomía, la cual está basada en teorizaciones ad hoc sobre los agregados macroeconómicos. En la macroeconomía moderna la economía es retratada como un sistema dinámico estocástico de equilibrio general (DSGE), que refleja las decisiones colectivas de individuos racionales sobre un rango de variables que se refieren tanto al presente como al futuro. Estas decisiones individuales

⁷ Véase Mendoza (2014).

son entonces coordinadas a través de los mercados para producir la macroeconomía (traducción propia, Wickens, 2011, p. 1).

Estos modelos son una alternativa a los modelos de predicción macroeconómica que han sido muy utilizados por los bancos centrales y los ministerios de finanzas en el mundo. A diferencia de estos, que son inmensos, los DSGE son más pequeños y modelan con precisión el comportamiento de los agentes económicos, la tecnología existente y el marco institucional que señalan los mecanismos de interacción y las restricciones presupuestales de los distintos agentes económicos y permiten replicar los cambios estructurales.

Según Geweke, Horowitz y Pesaran (2006), para responder a la crítica de Lucas, un modelo macroeconómico debe basarse en las decisiones individuales de los hogares, las empresas y los gobiernos, que operan con expectativas racionales. Los DSGE iniciales tenían los mercados completos y los precios se ajustaban instantáneamente, pero luego surgieron los modelos con rigidez de precios y salarios que al parecer son más consistentes con el comportamiento de las principales series macroeconómicas.

Los modelos del DSGE fueron una respuesta a la crítica de Lucas sobre los modelos macroeconómicos a gran escala y se basan en la teoría del equilibrio general, y están compuestos por agentes que optimizan intertemporalmente y tienen expectativas racionales. El instrumental empírico para tratar con este tipo de modelos fue creado por Kydland y Prescott (1982), quienes mostraron que sus datos simulados sobre *shocks* tecnológicos guardaban correspondencia con las características observadas del ciclo económico.

Estos modelos no se estiman económicamente, ni en el sentido tradicional ni en el contemporáneo, sino se «calibran».

El término *calibración* viene de la física. Según la RAE, calibrar es: «Ajustar, con la mayor exactitud posible, las indicaciones de un instrumento de medida con los valores de la magnitud que ha de medir» (RAE, 2001).

Una definición más específica proviene del New Palgrave Dictionary of Economics:

Las metodologías utilizadas en la ingeniería aeroespacial y la macroeconomía para hacer predicciones cuantitativas son muy similares, ya que la macroeconomía se ha convertido en una ciencia dura. La teoría provee a los ingenieros de ecuaciones, con muchas constantes que no están bien medidas. La teoría proporciona a los macroeconomistas la estructura de las preferencias y la tecnología, y muchos parámetros que no están bien medidos. Los procedimientos que se utilizan para seleccionar los parámetros de la estructura acordada son los que han dado en llamar «calibración» en la macroeconomía (traducción propia, Durlauf & Blume, 2008).

Las técnicas de calibración no son nuevas, pues tienen casi treinta años de vigencia y surgieron en el trabajo original del economista americano Edward Prescott, actual asesor del Banco de la Reserva Federal de Minneapolis y profesor de la Universidad del Estado de Arizona W.P. Carey School of Business, y el noruego Finn Kydland, destacado economista y actual profesor de la Universidad de California en Santa Bárbara, quienes fueron merecedores del Premio Nobel de Economía en 2004. Ellos fueron precursores de la calibración como un instrumento para conducir experimentos cuantitativos (Kydland & Prescott, 1982).

No se trata exactamente de una técnica econométrica pero es importante que nos ocupemos de ella pues en la mayoría de las investigaciones de la macroeconomía contemporánea es el principal instrumento para vincular las teorías con los datos.

Según Hoover, esta metodología está en el polo opuesto de los desarrollos econométricos contemporáneos.

La metodología de calibración es el polo opuesto de la metodología LSE: mantiene un compromiso con el núcleo de la teoría económica por encima de todo. La calibración se asocia en gran medida con el programa de Finn Kydland y Edward Prescott (1991) para

cuantificar los modelos macroeconómicos de equilibrio general dinámico [...].

Un modelo calibrado comienza con un modelo teórico [...] y se va completando mediante la asignación de valores numéricos a los parámetros clave. Estos valores no se calculan mediante métodos de sistemas de ecuaciones según el programa de la Cowles Commission [...]. En su lugar, se han extraído de las consideraciones de la contabilidad nacional, de los «ratios famosos», de estimaciones estadísticas relacionadas, el sentido común, la experiencia y otras fuentes informales. Una vez parametrizado, el modelo calibrado se valida mediante simulación. Una vez validados, los modelos calibrados se utilizan para explicar el desempeño económico histórico y el análisis de políticas [...].

Muchos especialistas en econometría se preguntan si la calibración, con su rechazo de estimación estadística, puede ser considerada como una metodología econométrica (traducción propia, Hoover, 2005, pp. 30 y 31).

En el capítulo final del texto de Favero (2001) puede leerse una explicación detallada sobre esta metodología. Los premio nobel Kydland y Prescott (1991) tienen una descripción sucinta de las etapas que comprende el proceso de calibración:

En un experimento computacional, el investigador comienza planteando una pregunta bien definida. Luego, el investigador utiliza teoría y medición para construir un modelo que es una representación computacional de una economía nacional. Un modelo en esta estructura está especificado en términos de los parámetros que caracterizan las preferencias, la tecnología, la estructura de información y los arreglos institucionales. Son estos los parámetros que deben ser medidos, y no algún set de ecuaciones. Una economía modelo, por tanto, está compuesta por familias, firmas y a menudo, un gobierno. Los individuos en la economía modelo toman decisiones que corresponden a las de sus contrapartes en el mundo real.

Las familias, por ejemplo, toman decisiones en relación con el consumo y el ahorro, y deciden cuánto trabajar en el mercado. Posteriormente, el investigador calibra la economía modelo de manera tal que reproduzca el mundo en términos de un set de dimensiones cuidadosamente especificadas. Finalmente, se utiliza el computador para correr los experimentos que responden la pregunta (traducción propia, Kydland & Prescott, 1991, p. 130).

Raphael Bergoeing (1998) presenta una versión didáctica de este concepto. La calibración consiste en determinar unos valores para los parámetros del modelo de tal manera que las predicciones de la parte determinística del modelo en el largo plazo o equilibrio estacionario sean consistentes con las observaciones de largo plazo de una economía específica. La evaluación de la calidad de la calibración incluye dos etapas. Primero, luego de resolver el modelo calibrado, numéricamente, dada la imposibilidad de encontrar soluciones analíticas, se simula el modelo calibrado. Segundo, se comparan los resultados cuantitativos del modelo con diversos momentos de las series relevantes, por ejemplo, la desviación estándar, la correlación y la autocorrelación del empleo, el consumo y la inversión del modelo versus las observaciones.

En concreto, calibrar es *elegir* los valores para los parámetros del modelo teórico buscando que las predicciones (hipótesis) del modelo sean consistentes con los hechos estilizados o las regularidades empíricas de una economía en particular.

5.2 LOS QUESTIONAMIENTOS A LA ECONOMETRÍA INDUCTIVA

Geweke, Horowitz y Pesaran (2006) expresan una síntesis de los retos que tiene la econometría contemporánea, que se ha vuelto menos dependiente de la teoría económica (*medición sin teoría*) en relación con la econometría tradicional (*teoría con medición*).

La teoría sin medición solo puede tener una importancia limitada para el análisis de los problemas económicos actuales. Mientras que

la medición sin teoría, al estar desprovista de un marco necesario para la interpretación de las observaciones estadísticas, es poco probable que resulte en una explicación satisfactoria de la forma en que las fuerzas económicas interactúan unas con otras. Ni la «teoría» ni la «medición» por su cuenta son suficientes para mejorar nuestra comprensión de los fenómenos económicos (traducción propia, Geweke, Horowitz & Pesaran, 2006, p. 2).

En esa misma línea, los principales cuestionamientos a la econometría postulada por Leamer, Hendry y Sims, a la que, en términos metodológicos, podemos denominar la *econometría inductiva*, han venido del economista y matemático americano, estudioso de la econometría en su interacción con la metodología de la investigación científica, Adrián Darnell, actual profesor principal de la Universidad de Durham, su alma máter, y la macroeconomista y econometrista inglesa Lynne Evans, en una publicación que ha tenido fuerte impacto en la discusión econométrica (Darnell & Evans, 1990).

Respecto a los planeamientos de Leamer, Darnell y Evans postulan:

La postura de Leamer es bayesiana y argumenta que, debido a que las técnicas clásicas de inferencia fueron desarrolladas para el análisis e interpretación de los datos generados dentro de las ciencias experimentales, son inapropiadas para el análisis de los datos económicos. Sin embargo, Leamer se limita a ofrecer un argumento a favor de la posición bayesiana; no representa una visión bayesiana formal, pues alega únicamente que el análisis bayesiano ofrece ideas útiles (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 95).

Y en cuanto a la posición de Hendry, observan:

[...] las especificaciones que solo tienen una base empírica representan solo mediciones sin teoría y, en ausencia de una hipótesis sostenida precisa, contribuyen muy poco (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 86).

Pero el modelo de lo «general a lo específico» utiliza un marco teórico que no es lo suficientemente preciso. Entonces, las conclusiones «inductivamente» obtenidas no pueden ser vistas como aportaciones significativas para nuestra comprensión de los fenómenos económicos (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 93).

Por último, en relación con los VAR de Sims, observan:

Específicamente, Sims, como un acto de fe, afirma que todas las variables relevantes deben incluirse en todas las ecuaciones estructurales y por tanto niega que una teoría a priori puede producir las restricciones necesarias para la identificación de los modelos estructurales: esta no es una afirmación comprobable dado que la forma estructural no es estimable (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 117).

Se cree que los modelos VAR proporcionan un método simple para producir pronósticos y no están restringidos a cómo sus variables se afectan entre sí, pero es importante destacar que este enfoque no está exento de limitaciones. En la práctica, el tamaño de los modelos VAR está limitado por el hecho de que cada variable, incluyendo los retardos, aparece en cada ecuación; sin embargo, la estimación requiere suficientes grados de libertad. El modelador debe por eso restringir el número de variables y las longitudes de los retardos utilizadas (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 119).

No obstante, existen objeciones metodológicas fundamentales a la modelización VAR: ninguna teoría, más allá de la definición de las variables, es utilizada en el enfoque, y la consecuencia inmediata de esto es que no existen teorías económicas del comportamiento expresadas en una formulación falsable —por eso que esta aproximación no es parte de la ciencia. Por otra parte, cualquier representación VAR particular es meramente una conclusión obtenida inductivamente y por tanto está sujeta a todos los ataques estándar al inductivismo (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 126).

En cuanto a los conceptos de causalidad y cointegración,

Lo que los conceptos de integración y cointegración ofrecen, sin embargo, es un desafío para los economistas para abordar cuestiones tales como «Si la variable Y puede ser descrita por un proceso integrado de orden 1, ¿qué significa esto? ¿Qué hipótesis *económicas* (en contraposición a meras descripciones estadísticas) explican este fenómeno?». La falta de reconocimiento de la existencia de tales problemas nos conduce a las mediciones sin teoría y al inductivismo; pero es importante destacar que la economía, unida a las técnicas de la econometría, es capaz de responder a estas preguntas con un enfoque metodológicamente sólido (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 143).

Finalmente, estos autores ofrecen una alternativa.

Con pocas modificaciones, es posible replantear el «modelo econométrico tradicional» dentro de una metodología falsacionista. Estas modificaciones incluyen, *inter alia*, el reconocimiento de la función de las hipótesis auxiliares en la puesta a prueba de la hipótesis principal y el reconocimiento de la condición del «término de error» en una ecuación de regresión. Uno de los puntos importantes que deben introducirse respecto al papel de la hipótesis auxiliar es que cualquier hipótesis principal puede ser expresada dentro de una gran variedad de ecuaciones de regresión, dependiendo del tratamiento en particular de las hipótesis auxiliares. En cuanto al término de error, el enfoque aquí adoptado ha sido el de tratar cualquier ecuación de regresión como una descomposición de los factores determinantes de la variable dependiente separados en un conjunto de regresores (el componente sistemático) y el término de error que es totalmente no-sistemático. Dentro de este marco, por tanto, es necesario confirmar la exactitud de la especificación de una ecuación de regresión, como requisito previo para la prueba de la hipótesis principal de interés. Así, además de la cuestión familiar de la falsación práctica, es esencial que la especificación del modelo

en el que se basa la prueba la hipótesis principal haya sido confirmada como correcta; la «falsación práctica», por tanto, requiere no solo las normas metodológicas que establezcan los criterios de rechazo, sino también las normas metodológicas que establezcan los criterios de confirmación (traducción propia, Darnell & Evans, 1990, p. 148).

Por último, si la «medición sin teoría» debe considerarse como una práctica inapropiada en la investigación científica en el campo de la economía, también debe rechazarse la teoría no sometida a la contrastación empírica: la «teoría sin medición».

Hace casi ochenta años, Schumpeter (1933) nos decía:

Cada economista es un economista, lo desee o no [...]. Porque, mientras no seamos capaces de exponer nuestros argumentos en cifras, la voz de nuestra ciencia, aunque ocasionalmente puede ayudar a dispersar errores groseros, nunca será oída por los hombres prácticos (traducción propia, Schumpeter, 1933, pp. 6 y 12).

En consecuencia, la investigación en economía necesita pasar por todas las fases que hemos descrito en este trabajo; es decir, debemos procurar presentar, en nuestras investigaciones, «teorías con medición».

CAPÍTULO 6

EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Ahora que contamos con todos los elementos de la metodología de la ciencia, así como de los elementos más importantes de la econometría, disciplina que no tiene todavía un sustituto en el campo de la confrontación de la teoría económica con los hechos, así como en el terreno de la predicción, ya podemos presentar un «protocolo», una guía, de todos los pasos que deben seguirse en el proceso de investigación en el campo de la economía.

Lo que hay que recordar es que no todos los temas son investigables, en los términos de la metodología que se expone en este libro. En el capítulo 3 de este libro explicamos que para declarar la viabilidad de un proyecto de investigación deben cumplirse cinco exigencias.

En primer lugar, como el objetivo principal de la ciencia es explicar qué provoca qué, el tema de investigación debe plantearse como una relación probable de causalidad entre las variables endógenas y las exógenas.

En segundo lugar, como el fundamento principal de la investigación es vincular las hipótesis teóricas con los hechos de la realidad, las variables involucradas en la relación de causalidad propuesta por el modelo teórico deben existir; es decir, estar empíricamente identificadas.

En tercer lugar, como las hipótesis en economía tienen una naturaleza estocástica, no pueden contrastarse con datos individuales, sino con datos masivos. De allí que el tamaño de la muestra debe ser suficiente para someter las hipótesis a las pruebas econométricas o estadísticas.

En cuarto lugar, como el objetivo de la ciencia no solo es predecir sino también explicar, dichas predicciones, las hipótesis de causalidad, deben provenir de un modelo teórico. Los datos por sí mismos no dicen nada. Solo se pueden explicar si se tiene un modelo teórico.

Por último, para ser declarado viable, el proyecto de investigación debe garantizar que elevará el *stock* actual de conocimientos en el campo de estudio propuesto en el proyecto. La investigación debe ser una contribución al entendimiento de algún problema económico que todavía no tiene una explicación satisfactoria.

El incumplimiento de cualquiera de estas restricciones declara inviable el proyecto de investigación propuesto, si el objetivo es hacer una investigación con los cánones que exige la ciencia económica.

Las reglas fundamentales de la investigación científica presentadas en la sección anterior nos proporcionan un marco general acerca de los pasos que se deben seguir en la elaboración y el desarrollo de un proyecto de investigación económica. Sobre esta base, expondremos una guía que permita al investigador abordar su tema de una manera ordenada, como una secuencia de etapas estrechamente conectadas por un cordón umbilical: el problema por investigar. El trabajo de investigación constituye un *proceso*, que tiene un inicio, un final y puede ser repetitivo, hasta lograr el objetivo último de la investigación: poner a prueba las hipótesis y plantear, a partir de los hallazgos, opciones de política económica.

En adelante, por motivos pedagógicos, denominaremos (Y) a las variables endógenas (variables por explicar o variables dependientes) y (X) a las variables exógenas (variables explicativas o variables independientes).

6.1 INTRODUCCIÓN

Lo que motiva cualquier investigación en el campo de la economía es la existencia de un problema económico que no tiene una explicación satisfactoria. Hay un acontecimiento, un problema económico, una variable o un vector de variables endógenas, cuyas variables explicativas, causas o variables exógenas no son conocidas. La solución de ese problema se inicia con el planteamiento de una hipótesis preliminar, tentativa, de ese problema:

Desde el punto de vista de esta metodología, comenzamos nuestra investigación con *problemas*. Siempre nos encontramos en una cierta situación problema; y elegimos un problema que esperamos ser capaces de resolver. La solución, siempre tentativa, consiste en una teoría, una hipótesis, una conjetura (Popper, 1994, pp. 115 y 116).

En la medida en que quepa en absoluto hablar de que la ciencia o el conocimiento comienza en algún punto tiene validez lo siguiente: el conocimiento no comienza con percepciones u observaciones o con la recopilación de datos o de hechos, sino con *problemas*. No hay conocimiento sin problemas —pero tampoco hay ningún problema sin conocimiento; es decir que este comienza con la tensión entre el saber y no saber, entre conocimiento e ignorancia: no hay ningún problema sin conocimiento— ni problema sin ignorancia—. Porque todo problema surge del descubrimiento de que algo no está en orden en nuestro presunto saber; o lógicamente considerado, en el descubrimiento de una contradicción interna entre nuestro supuesto conocimiento y los hechos, o expresado quizá más adecuadamente, en el descubrimiento de una posible contradicción entre nuestro supuesto conocimiento y los supuestos hechos.

[...] El método de las ciencias sociales, al igual que el de las ciencias de la naturaleza, radica en ensayar posibles soluciones para sus problemas; es decir, para esos problemas en los que hunden sus raíces (Popper, 1972, pp. 102 y 103).

El problema debe ser bien específico. Si no lo es, el objetivo o la meta de la investigación tampoco lo será y resultará muy difícil encontrar el camino por dónde iniciarla. Si no sabemos cuáles son nuestras variables específicas de interés, será imposible armar la indispensable base de datos para la investigación.

En este contexto, en la introducción, de manera muy concisa, debe responderse a las siguientes preguntas:

- i. ¿Por qué es importante, justificable, el problema por investigar?
- ii. ¿Cuáles son los objetivos y cuáles serían los impactos de la investigación sobre el *stock* actual de conocimientos en el campo en el que se inserta el tema de la investigación?
- iii. ¿Cuál es la hipótesis (de causalidad) preliminar de la investigación?

Es necesario que el tema abordado sea preciso y observable. Facilita la tarea de la investigación cuando el problema económico se plantea bajo la forma de una relación probable (hipótesis de causalidad preliminar) entre el comportamiento de una o más variables explicativas (las variables exógenas) y el de una o más variables por explicar (las variables endógenas); es decir, la relación entre las variables (X) e (Y), donde las primeras causan las segundas.

Describir el problema por estudiar como una relación probable de causalidad entre dos variables o grupo de variables contribuye a precisar el objetivo de la investigación. Como diría Hicks:

Nosotros no preguntamos solamente qué es lo que pasó, sino también por qué pasó. Esa es una relación de causalidad, que presenta la historia, en la medida que podamos, como un proceso lógico (traducción propia, Hicks, 1979, pp. ix-x).

También es recomendable, aunque no indispensable, que las variables exógenas del estudio sean, al mismo tiempo, instrumentos de política económica. De esta manera, al final del trabajo de investigación,

la recomendación de política económica podrá girar en torno a qué hacer con los instrumentos de política para alcanzar los objetivos perseguidos; es decir, sobre cómo influir a través de las variables exógenas (X) sobre las variables endógenas (Y).

Por otro lado, siendo el primer contacto del lector con el estudio, la introducción debe buscar llamar su atención y persuadirlo de que vale la pena continuar con la lectura hasta el final del trabajo.

Por último, como diría Bunge (1968):

Los problemas se formulan de manera clara; lo primero, y a menudo lo más difícil, es distinguir cuáles son los problemas; ni hay artillería analítica o experimental que pueda ser eficaz si no se ubica adecuadamente al enemigo (1968, p. 27).

En suma, hay que exponer de manera clara las preguntas de la investigación, y las respuestas preliminares no deberían ser obvias, tautológicas: hay que convencer al lector de que el tema seleccionado amerita ser estudiado. ¿Fue el auge económico registrado en el Perú en el periodo 2002-2013 en el Perú resultado del buen contexto internacional exclusivamente? ¿Hay razones para creer que la reducción del déficit fiscal observado en ese periodo está fundamentalmente explicada por el auge económico y los altos precios de nuestros principales minerales de exportación, más que por la propia acción del Ministerio de Economía y Finanzas? ¿Puede decirse lo mismo respecto a la disminución del índice de cartera pesada de la banca comercial observada en el mismo periodo, que no debe atribuirse únicamente al accionar de la Superintendencia de Banca y Seguros? ¿Por qué la mayor apertura financiera al exterior experimentada en el Perú de los últimos años está acompañada por una mayor concentración bancaria? ¿Cuáles son los factores que explican los ciclos económicos en una economía pequeña y abierta como la peruana? ¿Serán factores monetarios, fiscales o reales; o serán factores internacionales?

6.2 ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS

En esta sección, el investigador resume el estado actual de conocimientos, tanto en el plano teórico, como en el empírico. No se necesita hacer una reseña de la literatura revisada, sino solo de las partes conectadas con el objetivo del estudio; que es investigar, recordemos, acerca de la relación causal probable entre dos variables o grupos de variables, (X) e (Y).

En el estado actual de conocimientos teóricos, las teorías o los modelos teóricos presentados deben referirse al tema de la investigación; esto es, deberán ser, en sentido estricto, modelos o teorías que contengan la vinculación entre las variables endógenas (Y) y las variables exógenas (X). Solo hay que hacer referencia a aquellas teorías o modelos que traten acerca de la relación entre X e Y . ¿Qué dicen las teorías o los modelos acerca de la relación entre X e Y ? Ese es el único objetivo de esta sección.

En la sección del modelo teórico de la investigación, se adoptará o se adaptará uno de los modelos descritos en esta parte¹. Ese modelo debe tener una descripción más detallada, para ir preparando al lector sobre lo que viene más adelante.

En el estado actual de conocimientos empíricos, la revisión debe comprender los trabajos empíricos que se refieran a la vinculación estadística o econométrica entre las variables (X) e (Y), y pueden referirse a la economía nacional o a la economía mundial. Solo hay que hacer referencia a aquellos trabajos que hablen acerca de la relación entre X e Y . No vale la pena reseñar aquellos trabajos cuya base de datos no haya permitido hacer una investigación con las exigencias de la estadística o la econometría.

¹ En algunos casos, cuando los existentes son insatisfactorios, el investigador puede plantear su propio modelo teórico.

Solo cuando el investigador conozca el estado actual de los conocimientos (o el estado del arte), tanto en el campo teórico como en el empírico, puede precisarse cuál será el aporte de la investigación en el *stock* actual de conocimientos existente (el requisito 5 del capítulo 3 de este libro para que un problema económico sea investigable). ¿En cuánto se afectará al *stock* actual de conocimientos como producto de la investigación?

El lector debe procurar revisar aquellas referencias bibliográficas publicadas en revistas de prestigio internacional. Para ese objetivo, puede acudirse, por ejemplo, a la revista *Journal of Economic Literature* (JEL) la que, además de proporcionar un sistema de clasificación muy bien detallado de los diversos campos de la investigación económica, contiene una lista numerosa de artículos publicados en una amplia variedad de revistas organizadas por temas y con resúmenes de algunos de ellos.

6.3 MARCO INSTITUCIONAL² Y PRINCIPALES HECHOS ESTILIZADOS

En la mayoría de las economías subyacen particularidades que pueden significar que los efectos de movimientos similares de las variables exógenas puedan tener efectos distintos sobre las variables endógenas. Estas particularidades pueden estar referidas al marco institucional en el que se desenvuelve una economía.

Si, por ejemplo, se está evaluando acerca del efecto de una elevación del precio internacional del petróleo sobre los precios y la producción en el Perú en el periodo 2002-2014, puede ser muy importante conocer el marco institucional que rige la política fiscal y la política monetaria en el Perú. Los efectos del choque externo serán distintos

² Este es un componente muy útil cuando el marco institucional de una economía, esto es, la organización de las instituciones vinculadas a la investigación económica en curso, es un elemento que debe ser destacado en el proceso de elaborar el modelo teórico.

si el banco central actúa con metas sobre agregados monetarios o con metas sobre la tasa de interés, en un sistema de metas explícitas de inflación. Asimismo, el efecto del choque externo será distinto dependiendo de si la política fiscal opera con metas sobre el déficit fiscal o si el déficit fiscal es endógeno. En estos casos, entonces, es necesario presentar el marco institucional que supone el problema por investigar; en el ejemplo, el marco institucional en el que operan la política fiscal y la política monetaria en el Perú.

Por otro lado, a través de cuadros, gráficos, o de análisis de correlación básicos, deben mostrarse algunas regularidades empíricas o hechos estilizados a propósito del comportamiento de las variables (X) e (Y), o de aquellas que se presume que conectan a las anteriores. Esta información debe estar referida al periodo completo que abarca la investigación. Este ejercicio posibilita mostrar algunas regularidades que permiten adelantar, de manera preliminar, visual, la pertinencia de las hipótesis planteadas en la introducción de la investigación.

De igual modo, estas relaciones entre variables pueden sugerir algunos mecanismos de transmisión entre las variables endógenas y exógenas, que podrían servir para la construcción de las ecuaciones estructurales del modelo que se desarrollará en la sección siguiente.

Esta sección es intensiva en estadística descriptiva³. La estadística nos enseña los procedimientos para recoger, presentar, analizar e interpretar datos. En este acápite puede ser útil presentar algunas medidas de dispersión de las series tales como la varianza, la desviación típica o el coeficiente de variación.

Vale la pena precisar que para construir esta sección, el investigador debe tener su base de datos completa. De esta manera, también se asegura de que la disponibilidad de información no será un cuello de botella en el proceso de la investigación económica.

³ Véase, por ejemplo, Novales (1996).

6.4 EL MODELO

Las teorías son muy generales para ser confrontadas directamente con los hechos. Por eso, para ser operativas, las teorías requieren una mayor concreción, y por eso se necesitan supuestos auxiliares que le permitan al investigador un mayor grado de aproximación a la realidad. Esta mayor aproximación es el «modelo» de la teoría. Como no existe un algoritmo lógico que nos permita transitar de la teoría al modelo, es evidente que es posible generar varios modelos de una teoría.

Un modelo, de acuerdo con Hicks, «es un ejemplo de una teoría» (1989, p. 9). En consecuencia, como es posible generar varios modelos de una teoría, además de ciencia, hay que tener el arte para elegir o construir el modelo adecuado para el estudio de la realidad elegida. Es decir, no hay un algoritmo lógico para derivar un modelo de una teoría determinada⁴.

El investigador debe elegir una teoría de las revisadas en la sección del estado actual de conocimientos y, a partir de ella, debe construir el modelo de dicha teoría. Esa es la ruta ideal del investigador. En su defecto, puede adoptar alguno de los modelos teóricos presentados o adaptarlos a las circunstancias particulares de la economía. Podría decirse que en el bachillerato se adopta un modelo determinado, en la maestría se procura adaptar el modelo a las circunstancias particulares de la economía en estudio y en el doctorado los estudiantes deberían construir su propio modelo.

Cualquiera que sea la opción seleccionada, en el modelo de la investigación debe observarse con claridad el tipo de relación lógica existente entre las variables exógenas (X) y endógenas (Y); es decir, los mecanismos de transmisión entre dichas variables, los que en general se alimentan de los modelos teóricos, de los principales hechos estilizados o del marco institucional de la economía estudiada.

⁴ En Varian (1997) se encuentran algunas recomendaciones sobre cómo construir modelos.

Recalamos que el modelo tiene que contener la vinculación entre las variables endógenas y las variables exógenas postuladas en la introducción por el investigador. La presentación del modelo en su forma estructural contribuye a hacer más transparentes estos mecanismos de transmisión y es, como se sustentó en la sección 2.5, el instrumento para la *explicación*, objetivo central de una investigación.

El modelo no debe tener contradicciones lógicas internas y debe probarse que en él se puede alcanzar un equilibrio estático o dinámico.

En un modelo estático, las variables endógenas deben permanecer estables, mientras no se produzcan cambios en las variables exógenas. En un modelo dinámico, la trayectoria temporal de las variables endógenas no debe modificarse, mientras las variables exógenas permanezcan constantes.

La claridad es un atributo necesario, especialmente en esta parte del trabajo de investigación:

La claridad y la distinción no son criterios de verdad, pero la oscuridad y la confusión pueden indicar el error. Análogamente, la coherencia no basta para establecer la verdad, pero la incoherencia y la inconsistencia permiten establecer la falsedad (Popper, 1983, p. 52).

Además, la elaboración del modelo de la teoría tiene sentido cuando dicho procedimiento permite enriquecer el proceso de investigación, reduciendo el grado de abstracción y facilitando la falsabilidad del modelo:

En lo que respecta a las hipótesis auxiliares, decidimos establecer la regla de que se considerarán aceptables únicamente aquellas cuya introducción no disminuya el grado de falsabilidad o contrastabilidad del sistema, sino que, por el contrario, lo aumente (Popper, 1980, p. 79).

Respecto a si es necesario o no presentar el modelo económico bajo una versión formalizada, aun cuando no es indispensable, considero,

como Solow (1991), que es recomendable hacerlo, pues esto contribuye a hacer más claras las hipótesis y los mecanismos de transmisión entre las variables X e Y :

Espero que la hostilidad a la formalización no sea solo la hostilidad a la claridad [...] ser preciso no es lo mismo que ser formal. Ser formal es una forma de ser más preciso [...]. Hay una distinción importante que debe hacerse: no confundir el rigor y la abstracción, aunque a veces el rigor exige la abstracción. No hay excusa para la falta de rigor. No se puede tener demasiado rigor (traducción propia, Solow, 1991, p. 30).

El instrumento más importante en la elaboración del modelo económico es la abstracción. 'Abstraer', según la Real Academia Española (RAE) significa: «Separar por medio de una operación intelectual las cualidades de un objeto para considerarlas aisladamente o para considerar el mismo objeto en su pura esencia o noción» (RAE, 2001).

En el proceso de elaboración del modelo, el acto de abstracción puede ser aplicado de dos maneras (Figueroa, 2012).

En primer lugar, en el proceso económico existe una lista grande de variables endógenas y exógenas, observables y no observables. La primera tarea de la abstracción es seleccionar aquellas variables que son observables o mensurables, y denominarlas variables exógenas y endógenas. La segunda tarea de la abstracción consiste en seleccionar entre las variables exógenas a aquellas más significativas, lo que significa dejar de lado, ignorar, «abstraer» al resto. Este proceso debe construirse a una escala muy alta, como la de un buen mapa.

El proceso de elaboración del modelo es entonces un artificio lógico con el que se intenta representar el complejo mundo real con un mundo abstracto mucho menos complejo, el cual nos sirve no solo para predecir y explicar, sino también para comprender el complejo mundo real.

Es imprescindible que el modelo sea presentado tanto en forma estructural como de manera reducida.

El modelo en su forma estructural se representa con un conjunto de ecuaciones o relaciones estructurales en las que las variables endógenas dependen de variables exógenas y de variables endógenas. Estas ecuaciones muestran las distintas relaciones internas que existen en el proceso económico, dados los supuestos que se establecen.

Para convertir el modelo en su forma estructural al modelo en su forma reducida, hay que suponer que existe el equilibrio económico, estático o dinámico, un estado el que, cuando se alcanza, nadie tiene incentivo ni el poder para alterarlo.

Así pues, el modelo en su forma reducida muestra las relaciones consolidadas o finales de las relaciones estructurales, donde las variables endógenas están en función únicamente de variables exógenas. En el modelo en forma reducida aparecen explícitamente las relaciones de causa a efecto que establece el modelo.

Es entonces el modelo el que determina cuáles variables son exógenas y cuáles endógenas, así como los mecanismos de transmisión entre ellas.

La importancia de tener esta representación bidireccional del modelo radica en que es a partir del modelo en su forma reducida que se derivan las hipótesis de causalidad, pero es a partir de la forma estructural que se puede explicar la naturaleza de la relación de causalidad postulada.

Es preciso aclarar, apelando a Figueroa (2009), que el modelo en su forma estructural capta los mecanismos subyacentes a través de los cuales los elementos exógenos se transforman en los elementos endógenos. Pero esos mecanismos *no son observables*. Lo único que es observable es la relación en la forma reducida entre la variable exógena y la variable endógena.

Por último, es necesario recordar a Keynes, sobre el rol de los modelos.

La economía es una ciencia de pensar en términos de modelos unida con el arte de elegir los modelos que son relevantes para el

mundo contemporáneo. Los buenos economistas son escasos porque el don de utilizar la «observación vigilante» para elegir un buen modelo, aunque no requiere de una técnica intelectual altamente especializada, parece ser un don muy escaso (traducción propia, Keynes, 1938, pp. 297 y 298).

6.5 LAS HIPÓTESIS (PREDICCIONES)

Las hipótesis son proposiciones que predicen relaciones de causalidad entre las variables exógenas del modelo (que son la causa del fenómeno) y las variables endógenas (que reciben el efecto). Estas son las proposiciones empíricamente falsables. Las hipótesis deben ser refutables. Cualquier proposición que en principio no puede ser refutable está fuera del dominio de la ciencia.

La ciencia económica no puede pronosticar, no puede determinar los valores que tomarán las variables endógenas en el futuro. La ciencia solo puede predecir: dados los valores de las variables exógenas, puede determinarse el valor de las variables endógenas. Pero la ciencia no tiene capacidad para saber cuáles serán los valores de las variables exógenas en el tiempo; tendría que endogenizarlas (Figuroa, 2003, p. 29).

No deben confundirse las predicciones, que son condicionales, del tipo «si X sucede, entonces Y sucederá», con las profecías, que son incondicionales, del tipo « Y sucederá».

Las predicciones se derivan del modelo en su forma reducida, que pueden estar acompañadas por una explicación basada en la forma estructural. En general, son proposiciones condicionales; es decir, relaciones de causalidad que existen entre las variables (X) e (Y), suponiendo que el resto de variables exógenas se mantienen constantes. En los modelos estáticos, resultan de los ejercicios de estática comparativa desarrollados a partir del modelo; y en los modelos dinámicos, de la dinámica comparativa.

La hipótesis es la misma que se planteó al inicio de la investigación, en la introducción. En dicha sección se planteó una hipótesis de manera provisional, como una relación de causalidad entre las variables (X) e (Y). En esta sección se presenta esa misma hipótesis, pero más desarrollada, pues ahora ya se cuenta con el modelo en su forma reducida como respaldo, del que se derivan lógicamente, por medio de la matemática, las predicciones, que son hipótesis de causalidad. Además, como las ecuaciones estructurales del modelo señalan los mecanismos de transmisión entre las variables, las hipótesis, por ser de causalidad, describen también los canales a través de los cuales las variables exógenas influyen sobre las variables endógenas. En la introducción, la hipótesis señalaba la causalidad, pero no se contaba aún con elementos para explicarla.

Asimismo, como un objetivo fundamental de la ciencia económica es explicar qué causa qué, las hipótesis tienen que ser necesariamente de causalidad.

Es necesario recordar que la causalidad, en el marco de la metodología postulada en este libro, no es un concepto estadístico o econométrico, sino un concepto teórico, que viene establecido en el modelo teórico. De acuerdo con Hicks (1979) y Figueroa (2003), respectivamente:

He insistido en que la afirmación *si no A, entonces no B* es teórica, se deriva de algo que, en el sentido más general, puede ser descrito como una teoría o un modelo (traducción propia, Hicks, 1979, p. 22).

[...] es siempre cierto que cualquier afirmación de causalidad, de cualquier clase que sea, hace referencia a una teoría. Es porque consideramos acontecimientos que afirmamos que se relacionan causalmente como casos de una teoría, que podemos enunciar una relación entre ellos. Todas las afirmaciones de causalidad tienen que ver con la aplicación de una teoría (Hicks, 1979, p. 55).

No existe una ruta lógica desde la asociación o correlación empírica hacia la causalidad. Esta última requiere una teoría subyacente, dado que las variables exógenas y endógenas vienen de una teoría (Figueroa, 2003, p. 43).

Del mismo modo, las hipótesis, para tener sentido y ser refutables, tienen que ser empíricamente observables. Proposiciones incondicionales, tales como cuando los curanderos arengan a sus pacientes, «si tienes fe, sanarás» (Figueroa, 2003), o las proposiciones de algunos economistas, cuando afirman que «la inflación bajará si la política monetaria es creíble», son hipótesis no refutables, y por tanto están fuera del dominio de la investigación económica.

Para derivar las hipótesis es indispensable asumir que la economía está en equilibrio. En términos de los agentes económicos que interactúan en el proceso de producción y distribución, el equilibrio significa que, dadas las restricciones que enfrentan estos agentes, ninguno de ellos tiene el poder ni el deseo de alterar la situación existente.

En términos del modelo, una economía está en equilibrio cuando, suponiendo constantes las variables exógenas, no existe ninguna fuerza que modifique el valor actual de las variables endógenas de equilibrio del modelo. En el caso de los modelos estáticos, es decir, cuando las variables endógenas están referidas a un solo momento del tiempo, el equilibrio es estático: dadas las variables exógenas, el valor de equilibrio de las variables endógenas no se modifica. En el caso de los modelos dinámicos, esto es, cuando las variables endógenas están referidas a más de un momento en el tiempo, el equilibrio es dinámico: si las variables exógenas se mantienen constantes, las trayectorias de equilibrio de las variables endógenas no se alteran.

Las hipótesis que se derivan a partir de un modelo estático nos dicen qué ocurre con el valor de equilibrio de las variables endógenas cuando se mueven una o más variables exógenas. Es el método de la estática comparativa.

En el caso de los modelos dinámicos, la hipótesis expresará qué ocurre con la trayectoria a través del tiempo de las variables endógenas cuando se produce un cambio en las variables exógenas. Es el método de la dinámica comparativa.

Así pues, son las hipótesis las que deben transformar el modelo económico inicialmente planteado en la forma de un modelo econométrico que mejor se aproxime al verdadero proceso generador de datos.

No es posible derivar hipótesis si no asumimos el concepto de estabilidad (Figuroa, 2009). En un modelo estable, cuando se mueve el valor de una variable exógena, la variable endógena se aleja de su valor de equilibrio o de su trayectoria de equilibrio; pero, como el equilibrio es estable, la variable endógena se modificará hasta alcanzar su nuevo valor de equilibrio (modelo estático) o su nueva trayectoria de equilibrio (modelo dinámico). Comparando estas situaciones de equilibrio es que se derivan las hipótesis.

Por otro lado, la hipótesis, además de la relación de causa a efecto, debe contener una explicación de esa relación:

[...] no preguntamos solamente «qué ocurrió», preguntamos «por qué» ocurrió. Esto es causación; mostrar lo ocurrido como un proceso lógico, en la medida en que podamos hacerlo (Hicks, 1979, p. 16).

Es decir, la relación de causa a efecto se deriva del modelo en su forma reducida («qué ocurrió»), mientras que la explicación («por qué ocurrió») se origina en la forma estructural del modelo. De allí la importancia de que el modelo sea presentado tanto en su forma estructural como en su forma reducida.

En el lenguaje de la econometría (Kmenta, 1977), las afirmaciones relativas al valor de algún parámetro de la población son las hipótesis nulas. En general, introducimos como hipótesis nula la proposición que realmente deseamos refutar. La hipótesis nula es una proposición contrastable y, por tanto, es necesario que exista una proposición

contraria, ya que en otro caso no habría ninguna necesidad de efectuar la contrastación.

La hipótesis nula señala generalmente que la relación postulada no existe, lo cual normalmente significa que el valor de uno o más parámetros es igual a cero, mientras que la hipótesis alternativa afirma que la relación sí existe [...] las hipótesis de carácter específico son más fáciles de refutar que las que tienen un carácter vago o general y, por tanto, resulta deseable [...] que los problemas de contrastación de hipótesis se formulen con una hipótesis nula tan específica como sea posible (Kmenta, 1977, pp. 131, 133).

Por último, vale la pena tomar en consideración las siguientes recomendaciones de Bunge sobre la apropiada formulación de las hipótesis.

En la ciencia se imponen tres requisitos principales a la formulación (que no es sin más la aceptación) de las hipótesis: (i) la hipótesis tiene que ser bien formada (formalmente correcta) y significativa (no vacía semánticamente); (ii) la hipótesis tiene que estar fundada en alguna medida en conocimiento previo; y si es completamente nueva desde ese punto de vista, tiene que ser compatible con el cuerpo del conocimiento científico; (iii) la hipótesis tiene que ser empíricamente contrastable mediante los procedimientos objetivos de la ciencia, o sea, mediante su comparación con los datos empíricos controlados a su vez por técnicas y teorías científicas (1970, p. 255).

Bunge nos recuerda, una vez más, que las hipótesis se derivan de las teorías: «Las hipótesis no se nos imponen por la fuerza de los hechos, sino que son inventadas para dar cuenta de los hechos» (1968, p. 66).

En las ciencias naturales, como en la biología o la agronomía, que operan con datos experimentales, las hipótesis son también relaciones de causa a efecto, derivadas también de alguna teoría, pero los datos son experimentales. Cuando la información es experimental, se pueden manipular intencionalmente una o más variables exógenas

(causas o antecedentes) para analizar las consecuencias que dicha manipulación tiene sobre las variables endógenas (efectos o consecuentes), asumiendo constantes ciertas condiciones (*ceteris paribus*) que sí están bajo el control del investigador.

6.6 EL MODELO ECONOMÉTRICO Y LOS MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de abstracción del modelo económico, incluso en su forma reducida, no permite su confrontación directa con los hechos. En consecuencia, hay que crear un canal adicional de transmisión entre el modelo económico y los hechos. Para ello hay que bajar el grado de abstracción del modelo teórico y transformarlo en un modelo econométrico: «Los modelos constituyen un marco o un esqueleto y la carne y la sangre tendrán que ser añadidos con gran sentido común y conocimiento de los detalles» (Tinbergen, 1969, p. 4).

Las diferencias entre el modelo teórico y el modelo econométrico son varias. En primer lugar, el segundo demanda una forma funcional definida, mientras que el primero puede eludir el hecho de explicitar la forma funcional o solo imponerle ciertos requisitos como el de derivabilidad, concavidad o la existencia de un mínimo. En segundo lugar, el modelo econométrico exige una especificación estadística más precisa de las variables que lo componen. En tercer lugar, los modelos econométricos se establecen como relaciones estocásticas o aleatorias entre variables, mientras que los modelos teóricos suelen proponerse como relaciones exactas o determinísticas. Una variable estocástica es aquella que puede tomar cualquier valor con una probabilidad dada.

Entonces, la perturbación estocástica del modelo econométrico:

- i. Sustituye a las variables excluidas u omitidas del modelo.
- ii. Puede reflejar la aleatoriedad intrínseca de Y .
- iii. Refleja la inexactitud de las variables *proxies*.

- iv. Muestra la omisión de variables exógenas que surgen por el principio de parsimonia (economía, sobriedad, moderación).
- v. Refleja la forma funcional incorrecta.

Los criterios de selección de un modelo econométrico dependen del objetivo que se propone la investigación, que puede ser de carácter exploratorio o definitivo; del tipo de información disponible (de series de tiempo cuantitativa o cualitativa, de corte transversal o información de panel o longitudinal), y también de la naturaleza de las variables especificadas respecto a su escala de medición u observabilidad.

En esta sección se deberá también precisar el destino que se dará al modelo econométrico, el cual puede ser utilizado para desarrollar un análisis estructural (cuantificar las relaciones entre las variables endógenas y la exógenas), para hacer predicciones (anticipar los valores futuros de las variables endógenas, dadas las exógenas) o para hacer simulaciones de política económica (comparar los efectos de distintas mezclas de política económica sobre las variables endógenas).

Cuando se trabaja con series de tiempo y el objetivo es estimar los parámetros del modelo, en primer lugar, hay que aplicar pruebas de raíz unitaria para verificar que los datos son estacionarios en media y varianza, de lo contrario podría producirse una mala estimación de los coeficientes o el modelo no convergería.

En cualquiera de estos casos, es preciso recordar la naturaleza estocástica de las hipótesis y la necesidad del método estadístico de verificación.

En los modelos econométricos también se exige el cumplimiento del «principio de parsimonia», según el cual lo ideal es «explicar mucho con poco». Es decir, es deseable que el comportamiento de las variables endógenas pueda ser explicado con un número muy pequeño de variables exógenas.

Para culminar, además del modelo econométrico, en esta sección hay que identificar empíricamente y describir la base de datos de las variables exógenas (X) y endógenas (Y) en estudio, indicando claramente

las fuentes de información, sus alcances y limitaciones en cuanto al periodo de análisis, unidades de tiempo o consideraciones muestrales, de ser el caso. La base de datos puede estar conformada por información cualitativa, siempre que pueda expresarse en forma cuantitativa, tales como las variables ficticias o *dummy*. Este minibanco de datos servirá también para que otros investigadores puedan replicar, discutir o refutar los hallazgos empíricos de la investigación en curso.

El conocido autor de un libro popular de econometría, Jeffrey Wooldridge, advierte que:

Esta es la sección donde debe hacerse la distinción entre un *modelo* y un método de estimación. Un modelo representa una relación *poblacional* (definida en términos generales para dar cuenta de las ecuaciones de series de tiempo) [...]

Después de especificar un modelo o modelos, es adecuado analizar los métodos de estimación [...]. Por lo general, hay varias formas de estimar cualquier modelo. Debe explicarse por qué el método elegido es el idóneo (2010, p. 680).

Como ejemplo de lo peligroso que puede resultar no proceder cuidadosamente con el modelo como con la base de datos, es posible citar el trabajo de Carmen Reinhart y Kenneth Rogoff. Estos economistas analizan datos de países, en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial y concluyen que «altos niveles de deuda respecto del PBI (90% o más) están asociados con resultados en crecimiento notablemente más bajos» (traducción propia, Reinhart & Rogoff, 2010, p. 22).

Las críticas a los resultados obtenidos son contundentes. En primer lugar, hubo problemas de omisión de datos. Por ejemplo, se excluyen datos de Australia, Nueva Zelanda y Canadá en el periodo 1946-1950, países que habían registrado altos niveles de crecimiento económico (7.7, 11.9, 9.9 y 10.8, respectivamente) a pesar de la presencia de una deuda que sobrepasaba el 90% del PBI (Herndon, 2013, p. 6).

En segundo lugar, no asignaron el peso adecuado a la cantidad de años en situaciones de crecimiento respecto a los periodos de crisis (Krugman, 2013).

Es decir, se calculó «un solo valor promedio por país por todos los años [...]» donde un episodio de crisis de un solo año pesaría igual que el dos décadas, lo cual resulta «arbitrario e insostenible» (Herndon, 2013, p. 7).

Los autores propusieron un modelo a favor de las políticas de austeridad, no obstante no comprobaron si realmente el método para corroborar dicha postura era el más adecuado en términos de verificación empírica. Corregidos los errores, las conclusiones cambiaron completamente y dejaron de apoyar la tesis propuesta inicialmente por ambos autores.

6.7 HIPÓTESIS Y EVIDENCIA EMPÍRICA

En esta sección, se discuten los resultados del análisis estadístico y econométrico, y se evalúa su relación con las hipótesis de la investigación. Acerca de la relación entre (X) e (Y): ¿son los resultados encontrados consistentes con las hipótesis? ¿Cuál es el grado de confiabilidad de estos resultados? El valor del parámetro hallado, ¿es estadística y económicamente significativo? ¿Qué nos dice la evidencia encontrada respecto a hallazgos anteriores? Esta sección es intensiva en el uso de la econometría y la estadística.

El grado de consistencia de los hechos con las predicciones permite juzgar la pertinencia del modelo que originó las predicciones, así como del marco teórico que dio lugar al modelo. Si la predicción es inconsistente con los hechos, entonces la teoría es falsa. Esta es la esencia del método popperiano de falsación en la ciencia.

Esta tarea no es sencilla pues el modelo se construyó sobre la base de la teoría, más un conjunto de hipótesis auxiliares que permitieron construir el modelo. De una teoría pueden entonces derivarse varios modelos.

La predicción, en consecuencia, tiene que ver con la teoría, pero también con el conjunto de hipótesis auxiliares.

Si la predicción es consistente con los hechos, lo será también con la teoría, pero no se puede aceptar que la teoría sea verdadera, pues la predicción puesta a prueba puede también ser derivada lógicamente de otra teoría, que no ha sido considerada. Así, un hecho observado puede ser consistente con una o más teorías. Por otro lado, como la predicción se deriva del modelo, y no de la teoría, lo que en realidad se está sometiendo a la prueba empírica es el modelo y no la teoría. De allí, de acuerdo con Friedman (1967) y Figueroa (2009), la complejidad de establecer un criterio de verdad en la economía y el enorme espacio que se deja para la controversia.

La validez de una hipótesis en este sentido no es por sí misma un criterio suficiente para elegir entre hipótesis alternativas. Los hechos observados son necesariamente finitos en su número; las hipótesis posibles infinitas. Si existe una hipótesis compatible con la evidencia disponible, hay siempre un número infinito que lo es también (Friedman, 1967, p. 15).

Finalmente, el grado de consistencia de los hechos con las hipótesis está también afectado por la calidad de las estadísticas y las limitaciones particulares de los métodos estadísticos y econométricos de verificación de hipótesis. Además, de una teoría pueden derivarse diversos modelos, y que cada uno de ellos puede expresarse mediante modelos econométricos diferentes.

El modelo econométrico puede tener los conocidos errores de especificación consistentes en la omisión de variables relevantes, la inclusión de variables innecesarias o irrelevantes, la adopción de una forma funcional equivocada o la de errores de medición de las variables exógenas o endógenas.

El concepto de falsación de Popper significa entonces que una teoría o un modelo solo puede sobrevivir si sus hipótesis no han sido

rechazadas por la evidencia empírica, lo cual no significa que la hipótesis ha sido verificada, sino solo corroborada. Para Popper poner a prueba una teoría significa refutarla. Si no es posible refutarla, dicha teoría queda corroborada, pudiendo ser aceptada, provisionalmente, pero nunca verificada.

Por eso es que la evidencia empírica permite refutar pero no verificar. Si las predicciones incluidas en las hipótesis no son refutadas por la evidencia empírica, el teórico puede adoptarlas, pero solo provisionalmente, pues siempre son susceptibles de refutaciones por nueva evidencia o nuevos métodos de verificación: la investigación en economía siempre es un *proceso*, iterativo y no terminal.

Figuroa (2009) resume perfectamente el significado de la aceptación o el rechazo de las hipótesis. Si los datos empíricos encajan estadísticamente con las predicciones del modelo teórico, puede decirse que el modelo, y la teoría que lo originó, son consistentes con la realidad. Puede decirse, además, que la teoría «explica» la realidad, en el sentido de que sus predicciones son consistentes con los hechos. En este caso, no hay ninguna razón para rechazar la teoría.

Sin embargo, no podemos decir que el modelo o la teoría son verdaderos o que han sido verificados. La razón es que las mismas predicciones o hipótesis pueden haberse derivado de otros modelos u otras teorías pues no hay una relación unívoca entre las teorías y las hipótesis. Por eso es mejor afirmar que la teoría ha sido corroborada.

Las definiciones de la Real Academia Española respaldan esta postura. Mientras que la verificación tiene una connotación tajante: «Comprobar o examinar la verdad de algo», la corroboración tiene una evocación menos categórica: «Dar mayor fuerza a la razón, al argumento o a la opinión aducidos, con nuevos raciocinios o datos».

Por otro lado, si los hechos son inconsistentes con las hipótesis, sin dar lugar a dudas, la teoría puede declararse como falsa y debe buscarse otra teoría e iniciar nuevamente la investigación. De esta manera, siempre de acuerdo con Figuroa (2009), en la metodología

de la investigación económica, las expresiones «coherente» y «falso» son términos opuestos; y se usan en lugar de los términos «verdadero» y «falso».

En la figura 6.1 se ve con claridad por qué es posible rechazar una teoría con mucha mayor certeza y por qué la aceptamos con mucha reticencia.

Supongamos que tenemos una teoría T . A partir de esta pueden derivarse m modelos teóricos distintos. A su vez, a partir de cada modelo teórico, pueden resultar n hipótesis diferentes. Por último, cada hipótesis puede ser expresada bajo \tilde{n} modelos econométricos diferentes.

Supongamos un escenario en el que hemos decidido trabajar con el modelo teórico M_5 , la hipótesis H_{54} , y el modelo econométrico ME_{545} . Asumamos que luego de haber hecho las pruebas estadísticas correspondientes encontramos que hay consistencia entre la evidencia empírica y las hipótesis de la investigación.

¿Podríamos decir que la teoría T es verdadera?

De ninguna manera. Para «probar» que la teoría T es verdadera, tendríamos que haber explorado todos los modelos teóricos, todas las hipótesis y todos los modelos econométricos que pueden derivarse a partir de la teoría T . Es decir, deberíamos haber puesto a prueba las $m \times n \times \tilde{n}$ combinaciones resultantes a partir de una única teoría.

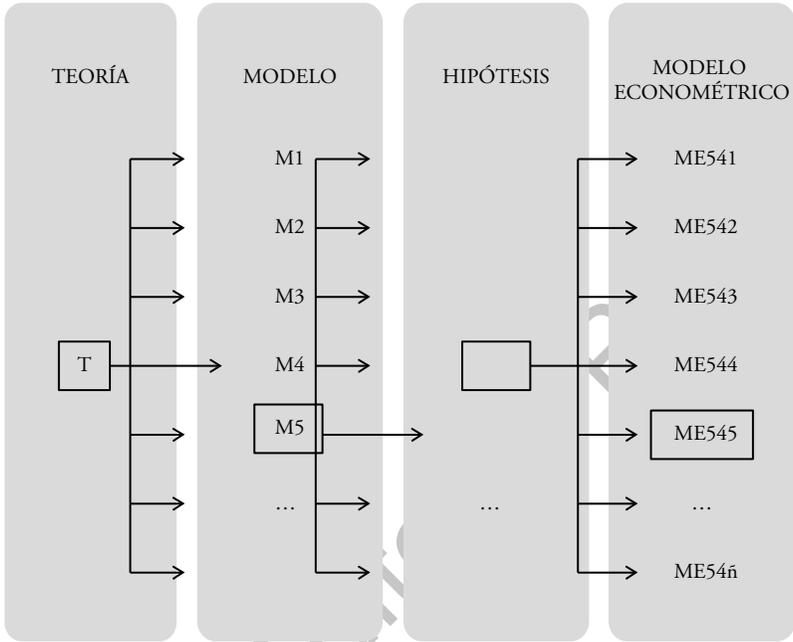
Como esa tarea es imposible, solo podemos decir que, con la evidencia encontrada no hemos hallado pruebas de que la teoría sea falsa. La teoría ha sido corroborada; sus hipótesis son consistentes con los hechos. Pero la teoría no es verdadera.

¿Y qué pasaría si encontramos que la hipótesis es inconsistente con la evidencia empírica? ¿Podemos decir que la teoría es falsa?

En términos estrictamente lógicos, sí, con absoluta certeza. Para declarar que la teoría es falsa solo nos basta encontrar que una de las $m \times n \times \tilde{n}$ distintas combinaciones es falsa.

Por eso, en la lógica de la investigación económica, puede decirse que una teoría es falsa, pero no que es verdadera.

Figura 6.1. La complejidad de la investigación económica



Fuente: figura elaborada por el autor.

6.8 CONCLUSIONES E IMPLICANCIAS PARA LA POLÍTICA ECONÓMICA

Esta última sección de la investigación económica es la más breve de todas y tiene dos componentes. En primer lugar, está el resumen de los principales resultados del trabajo. En segundo lugar, se detallan las implicancias para la formulación de políticas económicas, *fundamentadas en los hallazgos de la investigación*.

Está prohibido inventar recomendaciones que no se originen en la investigación. El resumen es breve, de alrededor de una página, y debe limitarse a contestar a la pregunta: ¿cuál es el hallazgo o el valor agregado que puede mostrar la investigación culminada?

Discutamos sobre cómo deben formularse las recomendaciones de política económica.

La política económica es el producto final de la investigación en economía. En un país como el Perú, no podemos darnos el lujo de investigar sin aspirar a contribuir a mejorar sus condiciones económicas y sociales. Si la investigación no concluye con propuestas de política económica —esto es, con planteamientos que alteren el valor de los *instrumentos* de política para alcanzar los objetivos deseados—, la investigación habrá sido estéril.

El premio nobel de economía Jan Tinbergen es uno de los autores referentes en las discusiones sobre política económica. En los modelos estáticos, cuando el número de objetivos independientes de política económica es igual al número de instrumentos, puede utilizarse la regla de Tinbergen, en términos de qué hacer con (X) para poder influir en la dirección deseada sobre (Y). La regla de Tinbergen señala que si se cuenta con m objetivos de política económica, se necesitan m instrumentos de política económica, independientes entre sí, para poder alcanzar dichos objetivos.

Para mostrar la regla de Tinbergen, asumamos que tenemos un modelo económico en su forma reducida que adopta la expresión (6.1). En esta, las variables endógenas dependen linealmente de las variables exógenas que son instrumentos de política económica y de las variables exógenas que no son instrumentos de la política económica.

$$Y = AX + BZ \quad (6.1)$$

Donde,

$Y =$ Vector columna, de orden $m \times 1$, del conjunto de variables endógenas.

$A =$ Matriz de orden $m \times m$, con los parámetros que vinculan a las variables endógenas con las variables exógenas que son instrumentos de política económica.

- $X =$ Vector columna de orden $m \times 1$, con las variables exógenas que son instrumentos de política económica.
- $B =$ Matriz de orden $m \times n$, con los parámetros que vinculan a las variables endógenas con las variables exógenas que no son instrumentos de política económica.
- $Z =$ Vector columna de orden $n \times 1$, con las variables exógenas que no son instrumentos de política económica.

La investigación económica, haciendo uso de las herramientas de la econometría tradicional, debería permitirnos contar con los valores numéricos tanto de los parámetros contenidos en las matrices A y B , como de las variables exógenas contenidas en los vectores X y Z . Ese sería el producto final del académico, el investigador.

La investigación académica permite contestar a la pregunta: ¿cuál es el efecto de movimientos en las variables exógenas instrumentales y no instrumentales, sobre las variables endógenas del modelo?

Las preguntas de la política económica son muy distintas, están asociadas al trabajo del investigador, pero no dependen directamente de él. El que diseña y aplica la política económica (el ministro de economía, el presidente de la república, el presidente del banco central) decide cuál es el valor que deben alcanzar las variables endógenas que son de su interés (las variables endógenas objetivo), con lo cual las variables endógenas de la investigación académica se convierten en datos, en variables exógenas.

Entonces, ¿cuál es la utilidad de la investigación académica? En teoría, la ecuación (6.1), a la que arribó la investigación económica, representa la estructura de la economía en la que se aplicará una determinada política económica. La tarea esencial de la investigación económica, en el ejemplo ilustrativo que estamos mostrando, consiste en proporcionar los valores numéricos de la ecuación (6.1), en particular de las matrices A y B . Si esa ecuación es un buen «mapa» de la economía, puede utilizarse para responder a la pregunta central de la política económica.

Dada esa economía, y dados los objetivos de la política económica (Y), que se han convertido, gracias a los que deciden la política económica, en variables exógenas, ¿cuáles son los valores que deben alcanzar los diversos instrumentos de la política económica para lograr los objetivos planteados por sus «decisores»? En consecuencia, el valor que adopten los instrumentos de la política económica se han convertido ahora en variables endógenas.

En términos formales, a partir de la ecuación (6.1) podemos derivar la siguiente ecuación, ordenada apropiadamente para discutir el tema de la política económica.

$$X = CY + DZ \quad (6.2)$$

Donde,

$$C = A^{-1} \text{ y } D = -A^{-1}B$$

Donde A^{-1} es la inversa de la matriz A .

Es evidente que este sistema solo puede tener una solución única —que los objetivos trazados puedan alcanzarse con una mezcla única de instrumentos de política económica— si C es una matriz cuadrada. El profesor Tinbergen lo expresó así: «El número de objetivos debe ser igual al número de instrumentos» (traducción propia, Tinbergen, 1970, p. 27).

Donde estos últimos, deben ser independientes entre sí.

De la ecuación (6.2) es absolutamente claro que las propuestas de política económica están basadas en los hallazgos de la investigación económica; es decir, en los valores numéricos de las matrices A y B . Ninguna receta de política puede «salir de la manga». Pero también es absolutamente claro que las propuestas están también asociadas a los valores asignados a los objetivos de la política económica, los cuales son independientes de los resultados de la investigación.

Para ilustrar el particular problema que deben enfrentar los que diseñan la política económica utilizaremos los modelos propuestos y explicados en secciones anteriores, el modelo IS-LM y el modelo DA-OA. Como las ecuaciones y los procedimientos para llegar a sus valores de equilibrio han sido mostrados previamente, nos concentraremos únicamente en verificar el cumplimiento de la regla de Tinbergen en estos modelos.

Tomemos primero el caso del modelo IS-LM. Las condiciones de equilibrio en el mercado de bienes (IS) y en el mercado monetario (LM) vienen dadas por las ecuaciones (6.3) y (6.4).

$$r = \frac{A_0}{b} - \frac{Y}{kb} \quad (6.3)$$

$$r = -\frac{(M^s - P)}{b_1} + \frac{b_0}{b_1} Y \quad (6.4)$$

De las ecuaciones anteriores, podemos encontrar los niveles de equilibrio de las dos variables endógenas del modelo, la producción y la tasa de interés. Este es el modelo en su forma reducida.

$$Y^{eq} = \frac{b_1}{b_1 + bb_0} A_0 + \frac{b}{b_1 + bb_0} (M^s - P) \quad (6.5)$$

$$r^{eq} = \frac{b_0 k}{b_1 + kbb_0} A_0 - \frac{1}{b_1 + kbb_0} (M^s - P) \quad (6.6)$$

A su vez, este sistema de ecuaciones puede presentarse bajo una forma matricial. En esta forma matricial se distinguen, en la parte de la izquierda, el vector columna de variables endógenas y, en la derecha, las variables exógenas premultiplicadas por las matrices que contienen los parámetros estructurales del modelo.

$$\begin{pmatrix} Y \\ r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{b_1}{k} & \frac{b}{k} \\ \frac{b_1 + bb_0}{k} & \frac{b_1 + bb_0}{k} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G_0 \\ M^s \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{b_1}{k} & \frac{b_1}{k} & -\frac{b}{k} \\ \frac{b_1 + bb_0}{k} & \frac{b_1 + bb_0}{k} & \frac{b_1 + bb_0}{k} \\ \frac{b_0k}{b_1 + kbb_0} & \frac{b_0k}{b_1 + kbb_0} & \frac{1}{b_1 + kbb_0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_0 \\ I_0 \\ P \end{pmatrix} \quad (6.7)$$

En esta presentación, las variables endógenas objetivo del modelo son los niveles de producción (Y) y la tasa de interés (r), y los instrumentos de política económica son la oferta monetaria nominal (M^s) y el gasto público (G_0). Dadas estas condiciones del modelo, es posible afirmar que el número de variables objetivo, que son dos, la producción y la tasa de interés, y el número de instrumentos (independientes entre sí), que también son dos, la oferta monetaria y el gasto público, es exactamente igual; por ende, la regla de Tinbergen se cumple.

En términos matemáticos, en este ejemplo, la matriz que acompaña a las variables instrumentos de política M^s y G_0 es cuadrada, de rango completo (determinante distinto de cero) y tiene inversa. En consecuencia, el sistema tiene solución para dar valores exactos de M^s y G_0 , para alcanzar valores exactos también de los objetivos de la política económica, la producción y la tasa de interés (Y, r). El modelo en su forma reducida presentado en manera matricial con el sistema de ecuaciones (6.7), similar en su estructura a la ecuación general (6.1) presentada más arriba, puede ser transformado fácilmente en una estructura en la cual los instrumentos de la política económica se convierten en variables endógenas, como en la ecuación (6.2), por la sencilla razón de que la matriz que premultiplica a las variables exógenas en el sistema de ecuaciones (6.7) es una matriz cuadrada que tiene inversa.

A continuación, usemos el modelo de demanda y oferta agregada (DA-OA) para ilustrar un ejemplo más del problema al que se refería Tinbergen, en el que, con los instrumentos de política económica existentes, no es posible alcanzar los objetivos de la política económica.

La demanda y la oferta agregadas vienen dadas por el siguiente sistema de ecuaciones

$$P = \frac{b_1}{b} A_0 + M^s - \frac{b_1 + kbb_0}{kb} Y \quad (6.8)$$

$$P = P^e + \lambda(Y - \bar{Y}) \quad (6.9)$$

Solucionando el sistema anterior arribamos al modelo en su forma reducida, en el que se muestran los valores de equilibrio de la producción y el nivel de precios.

$$Y^{eq} = \frac{k}{\frac{kb(\lambda + b_0)}{b_1} + 1} A_0 + \frac{k}{k(\lambda + b_0) + \frac{b_1}{b}} (M^s - P^e) + \frac{\lambda}{\lambda + b_0 + \frac{b_1}{kb}} \bar{Y} \quad (6.10)$$

$$P^{eq} = \frac{b_1 + kbb_0}{kb(\lambda + b_0) + b_1} P^e + \frac{\lambda kb_1}{kb(\lambda + b_0) + b_1} A_0 + \frac{\lambda kb}{kb(\lambda + b_0) + b_1} M^s - \frac{\lambda(b_1 + kbb_0)}{kb(\lambda + b_0) + b_1} \bar{Y} \quad (6.11)$$

Las ecuaciones (6.10) y (6.11) pueden ser presentadas, como antes, en su forma matricial.

$$\begin{pmatrix} Y^{eq} \\ P^{eq} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{k}{kb(\lambda + b_0) + 1} & \frac{\lambda kb_1}{kb(\lambda + b_0) + b_1} \\ \frac{k}{k(\lambda + b_0) + \frac{b_1}{b}} & \frac{\lambda kb}{kb(\lambda + b_0) + b_1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G_0 \\ M^s \end{pmatrix} \\
 + \begin{pmatrix} \frac{k}{kb(\lambda + b_0) + 1} & \frac{k}{kb(\lambda + b_0) + 1} & -\frac{k}{k(\lambda + b_0) + \frac{b_1}{b}} & \frac{\lambda}{\lambda + b_0 + \frac{b_1}{kb}} \\ \frac{\lambda kb_1}{kb(\lambda + b_0) + b_1} & \frac{\lambda kb_1}{kb(\lambda + b_0) + b_1} & \frac{b_1 + kbb_0}{kb(\lambda + b_0) + b_1} & -\frac{\lambda(b_1 + kbb_0)}{kb(\lambda + b_0) + b_1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_0 \\ I_0 \\ P^e \\ \bar{Y} \end{pmatrix} \quad (6.12)$$

En la formulación (6.12) puede verse con claridad que la matriz que premultiplica a las variables exógenas que son instrumentos de política económica es una matriz cuadrada pero que no tiene inversa debido a que su determinante es cero y, por tanto, no cuenta con rango completo. Es decir, una fila es una transformación lineal de la otra: los instrumentos no son independientes entre sí. Más detalladamente, la segunda fila de la matriz que acompaña a los instrumentos de política es una transformación lineal de la primera. Si multiplicamos a la primera fila por $\left(\frac{b}{b_1}\right)$ obtendremos la segunda fila, lo cual significa que existen soluciones infinitas para los valores de M y G. Por tanto, de una formulación como la de (6.12), similar a la forma general de (6.1), en donde las variables endógenas de la investigación académica dependen de las variables exógenas, instrumentales y no instrumentales, *no* podemos transitar a una presentación en la que los instrumentos de política económica (variables endógenas) dependen de los objetivos de la política económica y las variables no instrumentales (variables exógenas), como la forma general expresada en la ecuación (6.2). El modelo de OA-DA no cumple con la regla de Tinbergen debido a la forma de los parámetros que contempla.

En resumen, como un objetivo central de la investigación es proponer opciones de política económica para alcanzar los objetivos deseados de la política económica, hay que procurar que haya congruencia entre el número de objetivos de política económica y el número de instrumentos.

Volviendo al tema de la teoría de la política económica, las decisiones de política económica tienen como base los hallazgos empíricos; esto es, se aplican sobre la base de si efectivamente se encontró una relación estadísticamente sólida entre las variables exógenas y endógenas:

La economía normativa y el arte de la economía no pueden ser independientes de la economía positiva. Cualquier conclusión política se basa necesariamente en una predicción acerca de las consecuencias de hacer una cosa en lugar de la otra, predicción que debe estar basada —implícita o explícitamente— en la economía positiva (Friedman, 1967, p. 11).

Sin embargo, dichas políticas no pueden derivarse unívocamente de los hallazgos empíricos porque, como lo advierte Figueroa (2003), no hay una línea lógica que vaya de la teoría a la política económica. La razón es que la causalidad no implica una relación única entre variables exógenas (los medios de la política económica) y endógenas (los fines). Solamente si el modelo tuviera dos variables, una endógena y una exógena, y si esta última fuese una de tipo instrumental, la política económica podría desprenderse directamente de la teoría. Pero los modelos establecen relaciones de causalidad entre muchas endógenas y exógenas y, adicionalmente, no todas las exógenas pueden ser utilizadas como instrumentos de política económica. En este caso general, el agente que define la política económica enfrenta un dilema, pues tiene varios objetivos y varios instrumentos competitivos, y no siempre son iguales en número, como lo exige Tinbergen.

Se necesita, en consecuencia, juicios de valor para seleccionar los instrumentos y los objetivos de la política económica: «No se puede deducir el debe ser a partir del ser (Hume). En la ciencia, proposiciones

deontológicas no pueden ser lógicamente derivadas de proposiciones ontológicas» (Figueroa, 2003, p. 60).

El resumen de la sección es el siguiente.

El proceso de investigación se inicia con la formulación del problema económico por estudiar y continúa con la selección de las probables teorías que lo explican. A partir de la alternativa teórica optada, se desarrolla el modelo de la teoría y de él derivamos hipótesis. Las hipótesis se presentan bajo la forma de un modelo econométrico y se someten a prueba utilizando los métodos estadísticos o econométricos apropiados. Si los resultados corroboran las hipótesis, o son consistentes con ellas, se dice que el modelo es apropiado y, por esa vía, la teoría en la que se sostiene el modelo. Si las hipótesis son refutadas por la realidad, hay que modificar el modelo o buscar otras teorías.

El «proyecto de investigación» consiste en un informe satisfactorio que comprende la introducción y las secciones 6.1 a la 6.5. El trabajo de investigación concluido contiene, adicionalmente, la evaluación de los resultados empíricos y las conclusiones y recomendaciones de política económica.

Para terminar, puede ser útil mencionar los consejos de Woolridge:

Redactar un ensayo que utilice un análisis econométrico es todo un desafío, pero también puede ser gratificante. Un trabajo exitoso combina un análisis de datos cuidadoso y convincente, con una buena explicación y exposición. Por tanto, se deben tener un buen dominio del tema, una buena comprensión de los modelos econométricos, y sólidas habilidades de redacción. No se debe desanimar si se le dificulta escribir un trabajo empírico; la mayoría de los investigadores profesionales han pasado varios años aprendiendo el oficio de crear con destreza un análisis empírico y escribir los resultados de una forma convincente (2010, p. 678).

CAPÍTULO 7

LA INVESTIGACIÓN EN ECONOMÍA: UN EJEMPLO

En esta sección, utilizaremos un ejemplo de un problema por investigar, extremadamente simple, con el único propósito de ilustrar la metodología que se discutió a lo largo de este libro. Luego, en el anexo, presentaremos un ejemplo práctico, un proyecto presentado a un concurso de proyectos de investigación, sobre cómo presentar uno.

Supongamos que el problema macroeconómico imaginario, presentado en la introducción, es el siguiente:

El desempeño macroeconómico peruano (Y) parece estar explicado en gran medida por el contexto internacional (X). En la década de 1980, en un contexto internacional adverso, de caída de los términos de intercambio y de salida de capitales, el PBI per cápita se redujo; en los años noventa, la elevación de los términos de intercambio y un ingreso moderado de capitales del exterior coincidió con una recuperación del PBI per cápita; y en los últimos diez años, en un contexto internacional de elevación sustantiva de los términos de intercambio y de un ingreso de capitales inédito a la economía peruana, el PBI per cápita se elevó como nunca antes en la historia peruana del último siglo. ¿Cuál es el efecto de las condiciones internacionales en el desempeño macroeconómico del Perú? En esta investigación se postula la hipótesis de que dicho desempeño está explicado en gran medida por el contexto internacional y en menor medida por las políticas macroeconómicas domésticas

En el capítulo 1 del proyecto de investigación —el estado actual de conocimientos—, en la parte teórica deberán revisarse las teorías o modelos que muestren la conexión entre el contexto internacional y el desempeño macroeconómico, mediados por las respuestas de la política macroeconómica local. Pueden presentarse, por ejemplo, modelos como el Mundell-Fleming, con movilidad perfecta de capitales y tipo de cambio flexible. ¿Por qué? Porque en este modelo está presente la conexión entre las variables exógenas y endógenas que plantea el problema por investigar. De este modelo, interesará destacar cuál es el efecto del contexto internacional sobre el desempeño macroeconómico local y cuál es el efecto de las políticas macroeconómicas. El contexto internacional puede referirse a la evolución del PBI, los precios y la tasa de interés internacional, y el desempeño macroeconómico puede referirse al PBI local.

El estado actual de conocimientos, en su parte empírica, debe responder a la pregunta acerca de qué dicen los trabajos econométricos acerca de la vinculación entre el contexto internacional, las políticas macroeconómicas y el nivel de actividad económica local. Si nuestra investigación trabaja con información de series de tiempo, es recomendable que la literatura empírica revisada sea también de series de tiempo.

En el capítulo 2 del proyecto de investigación, si el objeto de estudio es la economía peruana, hay que considerar el marco institucional correspondiente. En consecuencia, para el tema que estamos postulando como ejemplo, debería advertirse que nuestra economía es abierta, tanto en los mercados de bienes como en los financieros; que en el país rige un sistema de metas explícitas de inflación; que el principal instrumento de la política monetaria es la tasa de interés de referencia, con la que se procura mantener fija la tasa de interés interbancaria; que la economía está parcialmente dolarizada, que el corazón del sistema financiero lo constituyen los bancos y no la bolsa de valores, y que está vigente un sistema de tipo de cambio con flotación limitada, entre otros rasgos.

En esta misma sección, también hay que presentar los principales hechos estilizados relacionados con el tema en estudio durante el periodo analizado. Es decir, siguiendo con nuestro ejemplo, deberemos mostrar la evolución, mediante cuadros, gráficos o correlaciones estadísticas, de las variables del contexto internacional y el nivel de actividad económica local. Asimismo, en esta sección hay que iniciar la presentación de las variables vinculadas a las políticas fiscales y monetarias. Construir estos hechos estilizados supone que el investigador ya cuenta con una base de datos completa para llevar adelante su investigación.

En el capítulo 3 del proyecto debe adoptarse, adaptarse o elaborar un modelo que refleje adecuadamente el marco institucional, que tenga como una de sus variables endógenas al PBI y como variables exógenas a las variables del contexto internacional y las políticas macroeconómicas. En la forma reducida del modelo debe aparecer la conexión entre la producción y las variables exógenas. En la forma estructural probablemente estarán presentes más mercados, además del mercado de bienes, tales como el de dinero, la ecuación de arbitraje de tasas de interés (cubierto o descubierto) y posiblemente algunas particularidades de la economía peruana tales como la dolarización, la regla de política monetaria y alguna regla de política fiscal.

En el capítulo 4 corresponde lanzar la predicción del modelo (la hipótesis), que debe ser muy similar a la hipótesis tentativa presentada en la introducción, pero enriquecida con los canales de transmisión que se señalaron en el modelo.

La predicción correspondiente a nuestro ejemplo, que debe derivarse a partir del modelo teórico (es un ejercicio de estática comparativa del modelo teórico) podría ser la siguiente:

En el periodo 1980-2014, el desempeño macroeconómico del Perú ha estado estrechamente asociado al PBI, los precios y la tasa de interés internacional, y en medida mucho menor, a las políticas macroeconómicas aplicadas en dicho periodo.

En el capítulo 5 debe describirse cómo, con qué método, estadístico o econométrico, se pondrá a prueba la hipótesis. Antes, hay que precisar el significado de las variables exógenas y endógenas. La variable endógena podría ser medida con la brecha del PBI (PBI efectivos menos el PBI potencial), y el PBI potencial podría estimarse con el filtro de Hodrik-Prescott. Las variables del contexto internacional pueden ser construidas sobre la base del PBI, los precios y la tasa de interés internacional, y resumidas en un índice compuesto que contenga a las tres variables. La política fiscal podría ser medida a través del indicador de impulso fiscal, que mide el cambio que se produce en el déficit fiscal estructural o de pleno empleo, que hay que calcular previamente, con la metodología del Fondo Monetario Internacional. La política monetaria se medirá con el indicador de impulso monetario, el cual se construirá para la investigación como un promedio ponderado de la variación que se produce en los tres instrumentos de la política monetaria: la tasa de interés de referencia, la tasa de encajes y la intervención esterilizada.

Haciendo uso de la econometría tradicional, la estimación de un modelo Mundell-Fleming bajo un proceso de estimación mediante MCO llevaría a obtener estimadores sesgados. No obstante, es posible utilizar la metodología de estimación de ecuaciones simultáneas, para lo cual es necesario observar si el sistema de ecuaciones está exactamente identificado o sobreidentificado (si está subidentificado no es posible resolver ni estimar el sistema).

Los métodos de estimación para los casos mencionados son los mínimos cuadrados indirectos (para casos de identificación exacta) y mínimos cuadrados en dos etapas (para casos de identificación exacta y sobreidentificación). En el caso de MCI, los estimados son insesgados y se dan cuando las variables exógenas son fijas. En el caso de MCO2E, el proceso se realiza identificando primero un conjunto de instrumentos que permitan determinar las variables exógenas con problemas de endogeneidad mediante dos estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios; el primero para estimar el conjunto de variables exógenas

(primera etapa) y luego, para con estas variables exógenas estimadas, volver a estimar mediante MCO la variable endógena final (segunda etapa).

En el capítulo 6 se ponen a prueba las hipótesis, a través del modelo econométrico presentado en la sección anterior. Deberá discutirse sobre la consistencia de los resultados y su grado de confiabilidad: ¿el contexto internacional es un determinante mucho más importante que las políticas macroeconómicas?

Por último, en el capítulo 7, si se «demostrase» que, efectivamente, en el periodo de estudio, el contexto internacional es el determinante más importante de los ciclos económicos en el Perú, las sugerencias de política económica podrían girar alrededor de robustecer el rol de las políticas macroeconómicas y el fortalecimiento de las políticas macroeconómicas contracíclicas, que procuren ser contractivas cuando el contexto internacional es favorable, para poder ahorrar los recursos que puedan permitir una política macroeconómica expansiva, cuando el contexto externo se torne desfavorable.

Fondo Editorial PUCP

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baddeley, Michelle & Diana Barrowclough (2009). *Running Regressions. A practical Guide to Quantitative Research in Economic, Finance and Development Studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bergoeing, Raphael (1998). *Notas en experimentos computacionales y teoría de equilibrio general aplicada*. [Documentos de docencia N° 6]. ILADES-Georgetown University.
- Blaug, Mark (1985). *La metodología de la economía o cómo explican los economistas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Blaug, Mark (1992). *The methodology of economics. Or how economists explain*. Segunda edición. Cambridge: Cambridge University Press.
- Blaug, Mark (1994). Why I Am a Constructivist. Confessions of an unrepentant Popperian. En Roger Backhouse (ed.), *New Directions in Economic Methodology*. Londres y Nueva York: Routledge.
- Box, George & Gwyllyn Jenkins (1970). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. San Francisco: Holden-Day.
- Bunge, Mario (1968). *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- Bunge, Mario (1970). *La investigación científica*. Primera edición. Barcelona: Ariel.

- Bunge, Mario (1997). *La causalidad: el principio de la causalidad en la ciencia moderna*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Bunge, Mario (2007a). *A la caza de la realidad. La controversia sobre el realismo*. Barcelona: Gedisa.
- Bunge, Mario (2007b). *Diccionario de Filosofía*. México DF: Siglo XXI.
- Caldwell, Bruce (1991). Clarifying Popper. *Journal of Economic Literature*, 29(1).
- Caldwell, Bruce (1994). *Beyond Positivism. Economic Methodology in the Twentieth Century*. Londres y Nueva York: Routledge.
- Cameron, Colin & Pavrin Trivedi (2005). *Microeconometrics. Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carter, Stacy & Miles Little (2007). Justifying Knowledge, Justifying Method, Taking Action: Epistemologies, Methodologies, and Methods in Qualitative Research. *Qualitative Health Research*, 17(10), 1316-1328.
- Chalmers, Alan (2012). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Reimpresión de la segunda edición, revisada y ampliada [2010]. Madrid: Siglo XXI.
- Chao, Hsiang-Ke (2001). *Professor Hendry's Econometric Methodology Reconsidered: Congruence and Structural Empiricism*. [University of Amsterdam Working Paper. Consensus Economics, various issues]. <http://www.fee.uva.nl>
- Dagum, Camilo & Estela Bee de Dagum (1986). *Introducción a la Econometría*. México DF: Siglo XXI.
- Darnell, Adrián & Lynne Evans (1990). *The Limits of Econometrics*. Aldershot: Edward Elgar Pub.
- Daros, William (1998). *Introducción a la epistemología popperiana*. Buenos Aires: CONICET-CERIDER.
- Durlauf, N. & Laurence Blume (eds.) (2013). *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Nueva York: Macmillan (www.dictionaryofeconom.com/)

- Enders, Walter (2010). *Applied Econometric Time Series*. Tercera edición. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Engle, Robert, David Hendry & Jean François Richard (1983). Exogeneity. *Econometrica*, 51(3), 277-304.
- Ethridge, Don (2004). *Research Methodology in Applied Economics. Organizing, Planning and Conducting Economic Research*. Segunda edición. Iowa: Blackwell Publishing.
- Favero, Carlos (2001). *Applied Macroeconometrics*. Oxford: Oxford University Press.
- Feelders, Ad (2002). Data Mining in Economic Science. En Jeroen Meij (ed.), *Dealing with the data flood. Mining data, text and multimedia* (STT, 65), (pp. 166-175). Den Haag: STT/Beweton.
- Figuroa, Adolfo (1996). *Teorías Económicas del Capitalismo*. Segunda edición revisada. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Figuroa, Adolfo (2001). *Ciencia y desarrollo: el papel de la ciencia económica*. [Documento de trabajo N° 202, Departamento de Economía de la PUCP].
- Figuroa, Adolfo (2003). *La sociedad sigma: una teoría del desarrollo económico*. Lima: FCE-Fondo Editorial PUCP.
- Figuroa, Adolfo (2009). *A Unified Theory of Capitalist Development*. Lima: Departamento de Economía PUCP.
- Figuroa, Adolfo (2012). *The Alpha-Beta Method. Scientific Rules for Economics and the Social Sciences*. Buenos Aires: Cengage Learning Argentina.
- Friedman, Milton (1967). La metodología de la economía positiva. En *Ensayos sobre Economía Positiva*. Madrid: Gredos.
- Geweke, John; Horowitz, Joel & Hashem Pesaran (2006). *Econometrics: A Bird's Eye View*. [IZA DP N° 2458].
- Granger, Clive (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica*, 37, 424-438.

- Granger, Clive (1990). *Modelling Economics Series: Readings in Econometric Methodology*. Oxford: Oxford University Press.
- Greene, William (2003). *Econometric Analysis*. Quinta edición. Nueva York: McMillan.
- Greene, William (2011). *Econometric Analysis*. Sétima edición. Nueva York: McMillan.
- Gujarati, Damodar (1997). *Econometría*. Tercera edición. Bogotá: McGraw-Hill.
- Gujarati, Damodar & Dawn Porter (2010). *Econometría*. Quinta edición. México DF: McGraw-Hill /Interamericana editores.
- Haavelmo, Trygve (1944). *The Probability Approach in Econometrics*. [Cowles Foundation paper N° 4, Yale University].
- Hamilton, James (1994). *Time Series Analysis*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Hausman, Daniel (1992). *The inexact and separate science of economics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hausman, Daniel (2001). Explanation and Diagnosis in Economics. *Revue Internationale de Philosophie*, 55, 311-326.
- Hausman, Daniel (2008). *Philosophy of Economics*. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Stanford. (First published Fri Sep 12, 2003; substantive revision Tue Feb 26, 2008).
- Hayashi, Fumio (2000). *Econometrics*. Nueva Jersey: Princeton University Press.
- Hendry, David (1995). *Dynamic Econometrics. Advanced Text in Econometrics*. Oxford: Oxford University Press.
- Hendry, David & Jean-François Richard (1982). On the formulation of empirical models in dynamic econometrics. *Journal of Econometrics*, 20, 3-33.

- Herndon, Thomas, Michael Ash & Robert Pollin (2013). *Does High Public Debt Consistently Stifle Economic Growth? A Critique of Reinhart and Rogoff*. Massachusetts: Political Economy Research Institute, University of Massachusetts Amherst.
- Hernández, Roberto, Carlos Fernández & Pilar Baptista (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. México DF: McGraw-Hill.
- Hicks, John (1937). Mr. Keynes and the Classics: A Suggested Interpretation. *Econometrica*, 5(2), 147-159.
- Hicks, John (1979). *Causalidad en Economía*. Buenos Aires: Tesis Librería Editorial.
- Hicks, John (1984). «IS-LM». An explanation. *Journal of Post Keynesian Economics*, 3(2), 139-154.
- Hicks, John (1986). Is Economics a Science? En Baranzini y Scazzieri (eds.), *Foundation of Economics: Structures of Inquiry and Economic Theory*. Nueva York: Blackwell.
- Hicks, John (1989). *Métodos de economía dinámica*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Hicks, John (2001). *Causality in Macroeconomics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hicks, John (2005). The Methodology of Econometrics. En Mills y Patterson (eds.), *Palgrave Handbook of Econometrics*. Pensilvania: Palgrave Macmillan.
- Hoover, Kevin (2001). *Causality in Macroeconomics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hoover, Kevin (2005). The Methodology of Econometrics. En Mills y Patterson (eds.), *Palgrave Handbook of Econometrics*. Pensilvania: Palgrave Macmillan.
- Hoover, Kevin & Stephen Perez (2000). Three attitudes towards data mining. *Journal of Economic Methodology*, 7(2), 195-210.

- Hume, David (1921) [1777]. *An enquiry concerning human understanding and selections from a treatise of human nature*. Chicago: The open court publishing Co.
- Hutchison, Terence (1938). *The Significance and Basic Postulates of Economic Theory*. Londres: Macmillan.
- Hutchison, Terence (1997). On the relations between philosophy and economics. *Journal of Economic Methodology*, 4(1), 127-154
- Johnston, Jack (1963). *Econometric methods*. Primera edición. [International student editions]. Nueva York: McGraw-Hill.
- Johnston, Jack & John Dinardo (2001). *Métodos de Econometría*. Madrid: Vincens-Vivens.
- Keynes, John (1936). *The General Theory of employment, interest and money*. Londres: Macmillan.
- Keynes, John (1938). Letter to R.F. Harrod. En *The Collected Writings of John Maynard Keynes*. Londres: Macmillan for the Royal Economic Society.
- Kmenta, Jan (1977). *Elementos de Econometría*. Madrid: Vicens Universidad.
- Krugman, Paul (1979). Model of Balance-of-Payments Crises. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 11(3), 311-325.
- Kuhn, Thomas (2006). *La estructura de las revoluciones científicas*. Tercera edición. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Kydland, Finn & Edward Prescott (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 1345-1370.
- Kydland, Finn & Edward Prescott (1991). The Econometrics of the General Equilibrium Approach to Business Cycles. *The Scandinavian Journal of Economics*, 93(2), 161-178.
- Lakatos, Imre (1998). *La metodología de los programas de investigación científica*. Tercera reimpression de la primera edición en español. Madrid: Alianza Universidad.

- Leamer, Edward (1978). *Specification Researches: Ad-Hoc inference with Nonexperimental Data*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Leamer, Edward (1983). Let's take the Cons out of Econometrics. *American Economic Review*, 73(1), 31-43.
- Levine, Ross & David Renelt (1992). A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions. *American Economic Review*, 82(4), 942-963.
- Long, John & Charles Plosser (1983). Real Business Cycles. *Journal of Political Economy*, 91(1), 31-69.
- Lucas, Robert Jr. (1975). An Equilibrium Model of the Business Cycle. *Journal of Political Economy*, 83(6), 1113-1144.
- Lucas, Robert Jr. (1976). *Econometric Policy Evaluation: A Critique*. [Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, N° 1, pp. 19-46].
- Lucas, Robert Jr. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Lutkepohl, Helmut (2004). *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maddala, Gangadharrao Soundalayarao (1996). *Introducción a la Econometría*. Segunda edición. México DF: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Mendoza, Waldo (2014). *Macroeconomía Intermedia para América Latina*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Mosterín, Jesús & Roberto Terretti (2002). *Diccionario de Lógica y Filosofía de la Ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Mundell, Robert (1963). Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates. *Canadian Journal of Economics and Political Science*, 29(4), 475-485.
- Muth, John (1961). Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, 29(3), 315-334.

- Navarro, Alfredo (2005). Reflexiones sobre el estado actual de la metodología de la Econometría. En Mariana Marchionni (ed.), *Progresos en Econometría*. Buenos Aires: Temas Grupo Editorial.
- Newman, Laurence (2003). *Social Research Methods*. Quinta edición. Boston: Pearson Education.
- Novalés, Alfonso (1996). *Estadística y econometría*. Madrid: McGraw-Hill.
- Novalés, Alfonso (2000). *Econometría*. Segunda edición. Madrid: McGraw-Hill.
- Pesaran, Hashem & Ron Smith (1995). The role of theory in econometrics. *Journal of Econometrics*, 67(1), 61-79.
- Popper, Karl (1972). La lógica de las ciencias sociales. En Adorno Theodor y otros, *La disputa del positivismo en la sociología alemana*. Barcelona: Grijalbo.
- Popper, Karl (1974). Karl Popper: Replies to My Critics. En Paul Schilpp (ed.), *The Philosophy of Karl Popper*, vol. 2, (pp. 963-1197). Illinois: Open Court, La Salle.
- Popper, Karl (1980). *La lógica de la investigación científica*. Quinta reimpresión de la edición de 1962. Madrid: Editorial Tecnos.
- Popper, Karl (1983). *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Barcelona: Paidós.
- Popper, Karl (1993). Evolutionary epistemology. En Michael Goodman y Robert Snyder (eds.), *Contemporary readings in epistemology*, (pp. 338-350). Nueva Jersey: Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Popper, Karl (1994). *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Tercera edición. Madrid: Tecnos.
- Popper, Karl (1997). *El mito del marco común: en defensa de la ciencia y la racionalidad*. Buenos Aires: Paidós Ibérica.
- Pulido, Antonio (2001). *Modelos econométricos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Real Academia Española (2001). *Diccionario de la lengua española*. Vigésima segunda edición. Madrid: RAE.

- Redman, Deborah (1994). Karl Popper's theory of science and econometrics: the rise and decline of social engineering. *Journal of Economic Issues*, 28(1).
- Redman, Deborah (1995). *La teoría de la ciencia de Karl Popper: auge y caída de la ingeniería social*. [Cuadernos de Economía N° 23, Universidad Nacional de Colombia].
- Reinhart, Carmen & Kenneth Rogoff (2010). *Growth in a Time of Debt*. [Working Paper N° 15639, National Bureau of Economic Research].
- Sala-i-Martin, Xavier (1997). I Just Ran Two Million regressions. *American Economic Review*, 87(2), 178-183.
- Samuelson, Paul (1955). *Economics*. Tercera edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- Sargent, Thomas & Neil Wallace (1975). Rational Expectations, the Optimal Monetary Instrument and the Optimal Money Supply Rule. *Journal of Political Economy*, 83(2), 241-254.
- Schumpeter, Joseph (1933). The Common Sense of Econometrics. *Econometrica*, 1(1), 5-12.
- Simkins, Scott (1999). *Measurement and Theory in Macroeconomics*. Carolina del Norte: Department of Economics, North Carolina A&T State University.
- Sims, Christopher (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48.
- Sims, Christopher (1996). Macroeconomics and Methodology. *Journal of Economic Perspectives*, 10(1).
- Solow, Robert (1956). Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Solow, Robert (1991). *Discussion Notes on «formalization»*. Massachusetts: MIT.
- Spanos, Aris (2000). Revisiting data mining: «hunting» with or without a license. *Journal of Methodology*, 7(2), 231-264.

- Spanos, Aris (2007). *Philosophy of Econometrics*. Virginia: Department of Economics, Tech.
- Stigum, Bernt (2003). *Econometrics and the Philosophy of Economics*. Princeton: Princeton University Press.
- Stock, James & Mark Watson (2007). *Introduction to Econometrics*. Nueva York: Pearson-Addison Wesley.
- Tinbergen, Jan (1939). *Statistical Testing of Business-Cycle Theories. Vol. 1: A Method and Its Application to Investment Activity*. Ginebra: League of Nations Economic Intelligence Service.
- Tinbergen, Jan (1969). El uso de modelos: experiencia y perspectivas. En *Los premios Nobel de Economía 1969-1977*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Tinbergen, Jan (1970). *On the theory of economic policy*. Quinta edición. Ámsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Varian, Hal (1997). How to Build an Economic Model in Your Spare Time. En Michael Szenberg (ed.), *Passion and Craft: Economists at Work*. Michigan: University of Michigan Press.
- Wickens, Michael (2011). *Macroeconomic Theory. A Dynamic General Equilibrium Approach*. Segunda edición. Princeton: Princeton University Press.
- Wooldridge, Jeffrey (2010). *Introducción a la Econometría. Un enfoque moderno*. México DF: Cengage Learnig.

ANEXO
EJEMPLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**LOS DETERMINANTES DEL ÍNDICE DE CONDICIONES
MONETARIAS (ICM) EN UNA ECONOMÍA PARCIALMENTE
DOLARIZADA: EL CASO DEL PERÚ**

Waldo Mendoza Bellido

(Versión ligeramente modificada del proyecto de investigación seleccionado en el concurso anual 2014 organizado por el Vicerrectorado de Investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú)

SUMILLA

Algunos bancos centrales utilizan el Índice de Condiciones Monetarias (ICM), un promedio ponderado de las variaciones de la tasa de interés y el tipo de cambio real, para evaluar el carácter de la política monetaria en el contexto de una economía pequeña y abierta. La idea central detrás del ICM es que la política monetaria afecta a la demanda agregada y a la inflación a través de la tasa de interés y el tipo de cambio.

La construcción del ICM ha recibido numerosos cuestionamientos, que han sido levantados parcialmente. Sin embargo, en el caso peruano,

además de considerar dichas críticas, deben tomarse en cuenta algunos rasgos particulares que justifican el cálculo del ICM con una metodología distinta de la estándar y de la del trabajo de Perea y Chirinos (1998) para el Perú.

En primer lugar, nuestro sistema bancario está parcialmente dolarizado. En esta economía, la elevación del tipo de cambio real puede ser recesiva, debido al efecto hoja de balance que provoca. El ICM estándar considera que la devaluación es expansiva.

En segundo lugar, además de la tasa de interés, el Banco Central de Reserva del Perú tiene también como instrumentos la tasa de encaje para los depósitos en nuevos soles y en dólares, y la intervención cambiaria. El ICM estándar solo considera a la tasa de interés como instrumento de política monetaria.

En consecuencia, un ICM para las características de dolarización parcial, del predominio del efecto hoja de balance y de la existencia de una gama mayor de instrumentos de política monetaria, debe tener una formulación distinta de la que establece la literatura.

El objetivo general de esta investigación es estimar el Índice de Condiciones Monetarias (ICM) para el Perú, que recoja las particularidades descritas.

En la actualidad, el BCRP no cuenta con un indicador que mida la posición de la política monetaria. El ICM proveerá al BCRP de un poderoso instrumento para la mejor gestión de la política monetaria.

INTRODUCCIÓN

Así como en el terreno fiscal existe el indicador de impulso fiscal que permite medir el carácter expansivo o contractivo de la política fiscal, en el Perú no contamos con un indicador similar, que mida el carácter expansivo o contractivo de la política monetaria.

El Índice de Condiciones Monetarias (ICM) cumple con ese objetivo en el campo de la política monetaria. A pesar de que su construcción

se ha perfeccionado y se ha extendido al uso del Índice de Condiciones Financieras (ICF), hay un conjunto de particularidades de la economía peruana que justifican el cálculo del ICM con una metodología sustantivamente distinta de la postulada en la literatura y de la del trabajo de Perea y Chirinos (1998) para el Perú.

En la economía peruana, el mercado de deuda o bonos públicos, y la bolsa de valores, no son todavía lo suficientemente grandes en términos macroeconómicos. El precio de los activos, financieros y no financieros, no posee todavía la importancia que se observa en las economías desarrolladas. Más bien, el carácter abierto de nuestra economía y la presencia del sistema bancario como institución central del sistema financiero son los rasgos resaltantes de nuestro actual marco institucional. En consecuencia, contar con un ICM, que recoge la influencia de la política monetaria y el tipo de cambio, sigue siendo la prioridad para el diseño de la política monetaria en el Perú. La tarea de construir un ICF puede esperar.

El objetivo general de esta investigación es estimar el Índice de Condiciones Monetarias (ICM) para el Perú, una economía parcialmente dolarizada, donde la autoridad monetaria utiliza, además de la tasa de interés, instrumentos cuantitativos no convencionales.

Los objetivos específicos son:

- i. Estimar los efectos del tipo de cambio real y los distintos instrumentos de la política monetaria sobre el nivel de actividad económica.
- ii. Construir, con los parámetros del modelo estimado, un Índice de Condiciones Monetarias (ICM) para el Perú.
- iii. Publicar un artículo académico que pueda contribuir al mejor diseño de la política monetaria en el Perú.

Nuestra hipótesis es que, en el Perú, el nivel de actividad económica recibe una influencia negativa del tipo de cambio real y de los diversos instrumentos de la política monetaria (tasa de interés y tasas de encaje).

1. ESTADO ACTUAL DE CONOCIMIENTOS

Hacia principios de la década de 1990, el banco central de Canadá (Banco de Canadá) empezó a utilizar un Índice de Condiciones Monetarias (ICM) para evaluar el carácter expansivo o contractivo de su política monetaria, en el contexto de una economía pequeña y abierta. El uso del ICM se extendió luego a países como Suecia, Noruega y Nueva Zelanda.

El ICM es un promedio ponderado de la variación de la tasa de interés interna y del cambio porcentual en el tipo de cambio, en relación con sus valores en un periodo base. Puede ser calculado utilizando la tasa de interés y el tipo de cambio en términos nominales o en términos reales.

La idea fundamental detrás de este indicador es que la política monetaria en una economía abierta afecta a la demanda agregada y, en consecuencia, a la inflación, a través de dos variables estrechamente asociadas al accionar de los bancos centrales: la tasa de interés y el tipo de cambio. Como lo justificó en su momento el vicepresidente del Banco de Canadá, Charles Freedman (2000), si, por ejemplo, se produce un alza de la tasa de interés de política, eso conduce a una reducción del tipo de cambio. Por tanto, considerar solo a la tasa de interés subestimaría el efecto contractivo de la política monetaria.

Una manera de presentar el ICM es la siguiente:

$$ICM_t = a_1(r_t - r_0) - a_2(e_t - e_0) \quad (1)$$

En esta presentación, r es la tasa de interés real, e es el tipo de cambio real (en logaritmos, por lo que $e_t - e_0$ es la tasa de depreciación del tipo de cambio real), a_1 y a_2 son los parámetros que recogen los efectos de la tasa de interés y el tipo de cambio real sobre la demanda agregada, respectivamente, y los subíndices aluden a la comparación entre el periodo t y el periodo base elegido. Si, por ejemplo, $a_1 = 3$ y $a_2 = 1$, significará que una elevación de 1% en la tasa de interés real

tiene el mismo efecto sobre el ICM que una reducción de 3% en el tipo de cambio real.

Estos parámetros tienen los valores usuales de un modelo macroeconómico de economía abierta con libre movilidad de capitales y tipo de cambio flexible, en donde un alza de la tasa de interés tiene un efecto contractivo sobre el nivel de demanda agregada y un alza del tipo de cambio real tiene un efecto expansivo (el conocido efecto Marshall-Lerner). La hipótesis subyacente de por qué se captan estos parámetros, y no los que vincularían directamente a la tasa de interés y el tipo de cambio con la inflación, es que es la demanda agregada la que, a la larga, determina la tasa de inflación.

En la presentación de la ecuación (1), un alza del ICM significa que las condiciones monetarias son contractivas y una reducción, que las condiciones monetarias son expansivas. Como el ICM se construye como la diferencia entre los valores corrientes y los valores del periodo base arbitrariamente elegido, no tiene importancia el nivel del índice, sino su evolución a lo largo del tiempo.

Los bancos centrales han utilizado el ICM para tres propósitos (Batini y Turnbull, 2000). En primer lugar, como un objetivo operacional, se postula un ICM «deseado», consistente con los objetivos de largo plazo de la política monetaria. En segundo lugar, el alza o la reducción del ICM señalan el carácter contractivo o expansivo de la política monetaria. Por último, la ecuación (1) puede adaptarse para obtener una regla de política donde la tasa de interés reacciona ante movimientos en el tipo de cambio, tal como lo hace Ball (2001). Por su parte, autores como Caballero y Martínez (1997) destacan también que, en la medida que el ICM recoge el efecto sobre la variable por controlar (tasa de inflación) de variaciones en el tipo de interés y el tipo de cambio, dicho índice es también un indicador adelantado de la inflación.

Dado que son desconocidos, la tarea central (y compleja) en la construcción del ICM es la estimación de los parámetros de la ecuación (1).

En Batini y Turnbull (2002) hay una reseña de los diferentes procedimientos para obtener los ponderadores del ICM, en particular sobre los trabajos realizados para el Reino Unido.

Un procedimiento es el utilizado por organismos como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), quienes estiman los ponderadores a partir de modelos uniecuacionales de demanda agregada, que vinculan el nivel de actividad económica con la tasa de interés y el tipo de cambio real.

Otro procedimiento, utilizado por instituciones como el J.P. Morgan, estima el peso del tipo de cambio real (a_2) simplemente a partir de la participación de largo plazo de las exportaciones en el PBI, y el peso de la tasa de interés se calcula como un residuo.

Un procedimiento bastante utilizado es el de la estimación de modelos de ecuaciones simultáneas, estructurales, de oferta y demanda agregada para economías abiertas, que determinan la tasa de inflación y el nivel de actividad económica. Este procedimiento está siempre sujeto a la crítica de Sims (1980), acerca de los supuestos «increíbles» que se hacen en el proceso de identificación.

Por último se puede recurrir también al procedimiento de obtener los parámetros a partir de un sistema de vectores autorregresivos (VAR), donde las variables endógenas pueden ser el PBI, la tasa de interés de corto plazo y el tipo de cambio. En este procedimiento, los ponderadores para el ICM se obtienen a partir de las funciones impulso respuesta del PBI a los choques de las otras variables endógenas del sistema. En particular, los ponderadores miden la capacidad de respuesta promedio acumulada frente a los choques a lo largo del periodo de la muestra.

Goodhart y Hofmann (2001) sugieren que es mejor hacer estas estimaciones con modelos macroeconómicos estructurales de gran escala, pues ellos toman en cuenta explícitamente los parámetros estructurales de una economía, que son precisamente los que actúan como ponderadores en el ICM.

En los trabajos iniciales para Canadá, calculados con modelos estructurales, se encontró que $a_1 = 3$ y $a_2 = 1$; es decir, respecto al efecto sobre el ICM, un alza de un 1 punto porcentual en la tasa de interés real es tres veces más importante que un alza de 1 punto porcentual en el tipo de cambio real (Freedman, 1994).

Sin embargo, la literatura ha identificado numerosas limitaciones en la construcción del ICM (Deutsche Bundesbank, 1999; Batini & Turnbull, 2002; Freedman, 2000; Gauthier, Graham & Liu, 2004).

En primer lugar, está el problema de la «dependencia del modelo». Como los parámetros a_1 y a_2 no son observables, hay que estimarlos a partir de un modelo macroeconómico. Por tanto, los valores estimados son sensibles al modelo utilizado, son valores específicos del modelo teórico elegido y del modelo y del método econométrico utilizado.

En segundo lugar, hay una omisión en el tratamiento de la dinámica natural que existe cuando se intenta calcular el efecto del tipo de cambio o la tasa de interés sobre la inflación o el nivel de actividad económica. Los efectos relativos difieren en el corto, mediano y largo plazo, e incluso el signo de la relación puede alterarse a lo largo del tiempo. Dado que la inflación reacciona con retraso, centrarse en un horizonte temporal de seis a ocho trimestres para el análisis, como es habitual en los cálculos del ICM, puede ser inadecuado.

En tercer lugar, en las estimaciones se asume la exogeneidad de la tasa de interés y el tipo de cambio. En realidad, hay retroalimentación de la inflación y el nivel de actividad económica sobre la tasa de interés y el tipo de cambio, y esa retroalimentación debe ser considerada. Este defecto es particularmente visible en los modelos uniecuacionales.

En cuarto lugar, se asume que los parámetros estimados son constantes durante el periodo de la proyección, supuesto discutible dado los cambios de régimen o cambios estructurales que se producen con cierta frecuencia.

Por último, es muy difícil identificar el origen del choque sobre el tipo de cambio, que puede tener efectos permanentes o transitorios; y por ello, dar una señal dudosa sobre el ICM.

Batini y Turnbull (2002) han estimado el ICM para el Reino Unido, mediante el levantamiento de varias de las observaciones descritas arriba. En primer lugar, los parámetros se estiman a partir de un sistema de ecuaciones (un modelo macroeconómico estructural de pequeña escala) y no de una ecuación única. En segundo lugar, el modelo empírico es cuidadoso respecto a las preocupaciones habituales cuando se hace una estimación (no estacionariedad, exogeneidad, constancia de parámetros). En tercer lugar, el ICM de Batini y Turnbull es dinámico, pues considera al tipo de cambio y la tasa de interés con sus correspondientes rezagos.

Por otro lado, Goodhart y Hofmann (2001) plantearon la necesidad de extender el ICM para considerar también el precio de otros activos, como el de las propiedades, los bonos y las acciones. El precio de estos activos, así como la tasa de interés y el tipo de cambio, reciben la influencia de la política monetaria. Este indicador más completo, el Índice de Condiciones Financieras (ICF), es utilizado actualmente por muchos bancos centrales de países desarrollados, tal como lo reportan Angelopoulou, Balfoussia y Heather (2013).

No existen muchos trabajos de estimación del ICM para el Perú. En uno de los trabajos encontrados, Perea y Chirinos (1998), con información mensual de enero de 1994 a agosto de 1998, y haciendo uso de una IS de economía abierta, obtienen un estimado de $a_1 = 10$ y $a_2 = 1$, que difiere sustantivamente de las estimaciones para los países desarrollados, atribuyendo un peso mucho mayor a la tasa de interés en relación con el tipo de cambio. Los autores advierten, dado lo corto del periodo analizado, el modelo sencillo utilizado y las variables consideradas (la tasa de interés activa en lugar de una tasa que refleje una tasa de interés de política), que sus resultados deben ser considerados como una primera aproximación en la construcción del ICM para nuestro país.

2. EL MODELO

Así como en el terreno fiscal existe el indicador de impulso fiscal que permite medir el carácter expansivo o contractivo de la política fiscal, el Índice de Condiciones Monetarias (ICM) cumple con ese objetivo en el campo de la política monetaria. A pesar de que su construcción se ha perfeccionado y se ha extendido al uso del Índice de Condiciones Financieras (ICF), hay un conjunto de particularidades de la economía peruana que justifican el cálculo del ICM con una metodología sustantivamente distinta de la postulada en la literatura y de la del trabajo de Perea y Chirinos (1998) para el Perú.

En la economía peruana, el mercado de deuda o bonos públicos, y la bolsa de valores, todavía no son lo suficientemente grandes en términos macroeconómicos. El precio de los activos, financieros y no financieros, no posee todavía la importancia que se observa en las economías desarrolladas. Más bien, el carácter abierto de nuestra economía y la presencia del sistema bancario como institución central del sistema financiero son los rasgos resaltantes de nuestro actual marco institucional. En consecuencia, contar con un ICM, que recoge la influencia de la política monetaria y el tipo de cambio, sigue siendo la prioridad para el diseño de la política monetaria en el Perú. La tarea de construir un ICF puede esperar.

La estimación del ICM para el Perú, sin embargo, no se puede hacer con el protocolo que sugiere la literatura. En el caso peruano, hay dos grandes particularidades que es indispensable considerar.

En primer lugar, nuestro sistema bancario está parcialmente dolarizado. Según la información del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), actualmente, el 47% de los créditos que ofrece el sistema bancario local al sector privado está denominado en dólares.

En segundo lugar, además de la tasa de interés (de referencia para el mercado interbancario), el BCRP tiene también como parte de su arsenal de instrumentos la tasa de encaje para los depósitos en nuevos soles,

la tasa de encaje para los depósitos en dólares y la intervención (esterilizada) en el mercado cambiario. Todos estos instrumentos son ampliamente utilizados.

La dolarización del sistema bancario tiene una importante implicancia en la construcción e interpretación del ICM. Normalmente, debido al efecto competitividad (efecto Marshall-Lerner), un alza en el tipo de cambio real eleva el nivel de actividad económica. De allí el signo negativo del parámetro a_2 en la ecuación (1). En esta ecuación, un alza del tipo de cambio real reduce el ICM, lo cual indica una posición monetaria expansiva.

En una economía parcialmente dolarizada como la peruana, sin embargo, un alza en el tipo de cambio real, además del efecto competitividad, genera un efecto hoja de balance. Como las firmas, las familias y el gobierno tienen sus ingresos básicamente en moneda nacional, pero tienen muchas obligaciones en moneda extranjera, un alza del tipo de cambio real puede deteriorar sus balances, lo cual llevaría a la reducción del gasto privado y del gasto público. En estas condiciones, no es claro el signo de la relación entre el tipo de cambio real y el nivel de actividad económica.

Los trabajos que existen en el Perú, aunque no concluyentes, sugieren que un alza en el tipo de cambio real conduce a una caída del nivel de actividad económica. En Rossini y Vega (2007) hay un balance de los estudios hechos acerca del efecto del tipo de cambio real sobre el nivel de actividad económica en un entorno de dolarización financiera.

Una investigación reciente de Azabache (2011), para una muestra de 114 empresas del sector real, para el periodo 1998-2009, encuentra un efecto negativo del tipo de cambio real sobre el patrimonio de estas empresas, lo que sugiere que, en el sector de las empresas, el efecto hoja de balance superó al efecto competitividad.

Si el efecto del tipo de cambio real es negativo, la ecuación (1) tendría que ser reformulada para que un alza del tipo de cambio real

eleve el ICM y se interprete como un impulso monetario contractivo. La ecuación (2) recoge esta innovación.

$$ICM_t = a_1(r_t - r_0) + a_2(e_t - e_0) \quad (2)$$

Pero por otro lado, tal como lo describen Rossini, Quispe y Rodríguez (2013), el BCRP, además del instrumento convencional de la tasa de interés, utiliza instrumentos cuantitativos no convencionales (tasas de encaje en nuevos soles y en dólares) e interviene sistemáticamente en el mercado cambiario. La existencia de la tasa de encaje por los depósitos bancarios en dólares es otra particularidad de nuestra dolarización.

En la construcción de dicho ICM podría prescindirse del instrumento intervención cambiaria, asumiendo que estaría capturado por sus efectos en el tipo de cambio. En consecuencia, un ICM para las características de dolarización parcial, del predominio del efecto hoja de balance y de la existencia de una gama de instrumentos de la política monetaria podría ser formulado de la siguiente manera:

$$ICM_t = a_1(r_t - r_0) + a_2(e_t - e_0) + a_3(\lambda_{1t} - \lambda_{10}) + a_4(\lambda_{2t} - \lambda_{20}) \quad (3)$$

Donde λ_1 y λ_2 son las tasas de encaje en moneda nacional y moneda extranjera, respectivamente, los coeficientes a_i son las ponderaciones asignadas a los distintos componentes del ICM y el signo que precede a la tasa de depreciación del tipo de cambio es opuesto al que se presenta en la literatura (ecuación 1).

La estimación de los parámetros de la ecuación (3) proveería al BCRP de un poderoso instrumento para mejorar el diseño de la política monetaria. En la actualidad, el BCRP no tiene este instrumento. En particular, con este podría diseñarse una política monetaria contracíclica. En los periodos de auge, la política monetaria debería ser contractiva (el ICM debería elevarse); mientras que en los periodos de recesión la política monetaria debería ser expansiva (el ICM debería contraerse).

Para dicha estimación se requieren modelos macroeconómicos que relacionen el nivel de actividad económica con el tipo de cambio y los instrumentos de la política monetaria que utiliza el BCRP. Hay dos trabajos útiles para ese propósito.

En Dancourt (2012a), en el contexto de una economía cerrada, se evalúa el efecto de tasa de interés de referencia y de la tasa de encaje sobre el nivel de actividad económica. Utilizando datos mensuales para el periodo enero 2003 y diciembre 2011 para un panel balanceado de 19 instituciones financieras, se encuentra que alzas de la tasa de interés de referencia y de la tasa de encaje tienen un impacto negativo significativo sobre el crecimiento de los préstamos de los bancos y las cajas municipales.

En Dancourt (2012b), en el contexto de un modelo de economía abierta y de un sistema de metas explícitas de inflación, se encuentra que el BCRP puede combinar una regla de Taylor para el manejo de la tasa de interés, dirigida al equilibrio interno, con una regla de intervención cambiaria que rema en contra de la corriente, dirigida al equilibrio externo, para estabilizar el nivel de precios y la actividad económica ante los choques externos.

3. HIPÓTESIS

La hipótesis central es que, en el Perú, el nivel de actividad económica recibe una influencia negativa del tipo de cambio real y de los diversos instrumentos de la política monetaria (tasa de interés y tasas de encaje). A partir de los parámetros obtenidos en esta estimación, puede construirse un Índice de Condiciones Monetarias (ICM) que mida con precisión el carácter de la política monetaria en nuestro país.

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE INVESTIGACIÓN

La tarea más importante y compleja de esta investigación es la estimación apropiada de los parámetros que acompañan al ICM propuesto. Aquí explicamos cómo hacerlo.

La construcción del ICM se basará en un modelo de vector autorregresivo cointegrado (*cointegrated VAR*), donde esencialmente se relacionará el nivel de actividad económica con dos subconjuntos de variables; uno que incluye a las variables que conforman el ICM propuesto y el otro, compuesto por algunas variables de control del nivel de actividad económica. Específicamente, el primer grupo incluirá la tasa de interés real, tipo de cambio real así como las tasas de encaje en moneda nacional y extranjera. El segundo subconjunto de variables incluirá el nivel de precios de la economía peruana, el nivel de actividad económica mundial relevante para Perú y un indicador de política fiscal, de los cuales los dos últimos pueden considerarse como exógenos. La justificación de este enfoque es que utiliza la forma reducida de un modelo macroeconómico típico de economía abierta, donde interactúan simultáneamente las variables macroeconómicas fundamentales para el caso peruano. El estudio se hará con datos mensuales para el periodo 2003-2012, el cual se caracteriza por la aplicación de un esquema de metas de inflación.

La estrategia empírica incluye los siguientes aspectos: (i) descripción y caracterización de las propiedades estocásticas de las variables bajo estudio, (ii) análisis de cointegración, (iii) construcción del nuevo ICM para el caso peruano, y (iv) evaluación del ICM propuesto y contraste con índices alternativos. A continuación se describen cada uno de los aspectos anteriores.

El primer aspecto de la estrategia empírica propuesta buscará evaluar el comportamiento tendencial de las series utilizando correlogramas y buscando el mejor proceso tipo ARIMA que describe su dinámica. Complementariamente, se aplicarán pruebas de raíz unitaria a cada una de las series utilizadas; en particular, dado que la dimensión temporal del estudio no es muy grande se utilizará la prueba conocida como Dickey-Fuller-GLS de Elliot, Rothenberg y Stock (1996) y las pruebas propuestas por Ng y Perron (1997). Igualmente, se buscará evaluar explícitamente la hipótesis de estacionariedad mediante

la prueba conocida como KPSS, propuesta por Kwiatkowski y otros (1992). En esta fase del estudio se espera encontrar evidencia de que las variables pueden caracterizarse como procesos de raíz unitaria o procesos de tendencia estocástica (integrados de orden 1).

El segundo aspecto de la estrategia empírica se refiere al análisis de cointegración. Con el fin de dar la mayor robustez posible a los resultados se aplicarán pruebas de cointegración basadas en los enfoques uniecuacional (Engle & Granger, 1987; Phillips & Ouliaris, 1990) y multiecuacional (Johansen, 1988 y 1991). De confirmarse la existencia de cointegración entre las variables del vector autorregresivo considerado, se procederá a evaluar que la relación de cointegración exhiba los signos esperados y, subsecuentemente, a estimar el correspondiente modelo de vector de corrección de error (VEC). En particular, se espera confirmar que la tasa de interés real y el tipo de cambio real así como las tasas de encaje en moneda nacional y en moneda extranjera tengan una relación negativa con el nivel de actividad económica. Los resultados del modelo VEC estimado servirán para construir el ICM. Es importante señalar que no descartamos la posibilidad de utilizar un modelo de corrección de error uniecuacional, el cual se verificará mediante pruebas de exogeneidad. Existe también la posibilidad de que no se encuentre evidencia de cointegración; en este caso se procederá a estimar un modelo VAR con las variables expresadas en primeras diferencias y se construirá el ICM sobre la base de estos resultados.

El tercer aspecto de la estrategia empírica consiste en estimar el ICM propuesto. Con fines de exposición de la idea fundamental, consideraremos solamente la ecuación de producto del modelo VEC. Además se supondrá la existencia de una relación de cointegración y que el número óptimo de rezagos también es uno. Consideremos las siguientes variables: Y (PBI o medida alternativa del nivel de actividad económica, expresada en logaritmos), r (tasa de interés real), e (tipo de cambio real). Para simplificar la notación consideremos una sola tasa de encaje (λ). También, para simplificar, consideremos a la variable X

(para representar a una de las demás variables del modelo, entre ellas el nivel de precios, nivel de actividad económica mundial relevante para el Perú y un indicador de política fiscal o de gasto fiscal, todos ellos expresados en logaritmos). En lo que sigue consideraremos a X como el nivel de precios de la economía, también para simplificar, en el sobreentendido de que en las estimaciones por realizarse se incluirán también las demás variables. Entonces, la ecuación correspondiente al producto del modelo VEC se puede escribir como:

$$\Delta Y_t = \Gamma_{11} \Delta Y_{t-1} + \Gamma_{12} \Delta r_{t-1} + \Gamma_{13} \Delta e_{t-1} + \Gamma_{14} \Delta \lambda_{t-1} + \Gamma_{15} \Delta X_{t-1} + \alpha_{11} \beta \hat{Y}_{t-1} \quad (4)$$

Donde $\beta \hat{Y}_{t-1} = \beta_{11} Y_{t-1} + \beta_{21} r_{t-1} + \beta_{31} e_{t-1} + \beta_{41} \lambda_{t-1} + \beta_{51} X_{t-1}$ es la relación de cointegración entre las variables fundamentales de la economía y el parámetro α_{11} indica la velocidad de ajuste del nivel de actividad económica ante desequilibrios en la relación de cointegración o de largo plazo. Los parámetros $\Gamma_{1j}; j = 1, \dots, 5$ capturan el resto de la dinámica de corto plazo del nivel de actividad económica.

Los pesos para construir el ICM se obtendrán de los resultados de estimación de la ecuación (4) que, como se dijo, será estimada como sistema. Específicamente se obtendrá el peso relativo de los coeficientes $\Gamma_{12}, \Gamma_{13}, \Gamma_{14}$. Sin embargo, es necesario puntualizar que en caso de que exista cointegración será preciso incluir también a los elementos relevantes de la relación de equilibrio de largo plazo que influyen sobre los cambios en el nivel de actividad económica vía el parámetro de velocidad de ajuste mencionado anteriormente. En este caso, se considerarán también los siguientes coeficientes: $\alpha_{11} \beta_{21}, \alpha_{11} \beta_{31}, \alpha_{11} \beta_{41}$ y se procederá a obtener el peso relativo de los efectos totales. En caso de que no existiera cointegración entre las variables fundamentales del sistema, lo cual será corroborado en el análisis de cointegración propuesto anteriormente, el parámetro de velocidad de ajuste será igual a cero ($\alpha_{11} = 0$) y se procederá a considerar el peso relativo de los coeficientes $\Gamma_{12}, \Gamma_{13}, \Gamma_{14}$ únicamente, lo cual sería cualitativamente parecido al enfoque utilizado en Perea y Chirinos (1998). En este caso, el modelo VEC se reducirá a un modelo VAR con las primeras diferencias de las variables.

Una vez obtenido el ICM, la estrategia empírica contempla, como última fase, la evaluación de su capacidad descriptiva y predictiva. Esto se hará mediante una inspección gráfica y un análisis de la correlación entre el ICM con el nivel de actividad económica así como con la tasa de inflación; igualmente se hará una comparación con resultados obtenidos siguiendo dos metodologías alternativas. Una será similar a la que se propone en Perea y Chirinos (1998) y la otra, seguirá lo expuesto por Batini y Turnbull (2002), quienes desarrollan una versión dinámica del ICM. El ICM propuesto en este proyecto de investigación será considerado satisfactorio si permite anticipar adecuadamente los riesgos contractivos o inflacionarios en la economía peruana.

BIBLIOGRAFÍA

- Angelopoulou, Elen, Hiona Balfoussia & Heather Gibson (2013). *Building a financial conditions index for the euro area and selected euro area countries: What does it tell us about the crisis?* [European Central Bank, Working Paper Series, N° 1541, pp. 1-43].
- Azabache, Pablo (2011). *Decisiones de inversión en empresas con dolarización financier.* [BCRP, Serie Documentos de Trabajo N° 23, Lima].
- Ball, Laurence (2001). Reglas de política y choques externos. *Revista Estudios Económicos del BCRP*, 7, 1-15.
- Batini, Nicoleta & Kenny Turnbull (2002). A Dynamic Monetary Conditions Index for the UK. *Journal of Policy Modeling*, 24(3), 257-281.
- Caballero, Juan Carlos & Jorge Martínez (1997). *La utilización de los índices de condiciones monetarias desde la perspectiva de un banco central.* [Banco de España-Servicio de Estudios, Documento de Trabajo N° 9716].
- Dancourt, Oscar (2012a). *Crédito bancario, tasa de interés de política y tasa de encaje en el Perú.* [Documento de trabajo N° 342, Departamento de Economía de la PUCP, Lima].

- Dancourt, Oscar (2012b). *Reglas de política monetaria y choques externos en una economía semi-dolarizada*. [Documento de Trabajo N° 346, Departamento de Economía de la PUCP, Lima].
- Deutsche Bundesbank (1999). *Taylor Interest Rate and Monetary Conditions*. [Reporte mensual de abril, pp. 47-63].
- Elliot, Graham, Thomas Rothenberg, & James Stock (1996). Efficient Tests for an Autoregressive Unit Root. *Econometrica*, 64(4), 813-36.
- Engle, Robert & Clive Granger (1987). *Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing*. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Ericsson, Neil, Eilev Jansen, Neva Kerbeshian & Ragnar Nymoen (2001). *Interpreting a Monetary Conditions Index in economic policy*. [Norges Bank, Work Paper, pp. 27-48].
- Freedman, Charles (1996). The use of indicators and of the Monetary Conditions Index in Canada. *The Transmission of Monetary Policy in Canada*, *Bank of Canada Review*, 67-79.
- Freedman, Charles (2000). *The Framework for the Conduct of Monetary Policy in Canada: Some Recent Developments* [Presentation to the Ottawa Economics Association, International Monetary Fund]. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/seminar/2000/targets/freedman1.htm>
- Gautier, Céline, Christopher Graham & Ying Liu (2004). *Financial Conditions Indexes for Canada*. [Bank of Canada Working Paper N° 22].
- Goodhart, Charles & Boris Hofmann (2001). *Asset Prices, Financial Conditions, and the Transmission of Monetary Policy*. [Documento preparado para la conferencia Asset Prices, Exchange Rates, and Monetary Policy, de la Universidad de Stanford University, marzo 2-3].
- Johansen, Soren (1988). Statistical Analysis of Cointegration Vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2), 231-254.

- Johansen, Soren (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegrating Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 59(6), 1551-1580.
- Kwiatkowski, Denis, Peter Phillips, Peter Schmidt & Yongcheol Shin (1992). Testing the Null Hypothesis of Stationary against the Alternative of a Unit Root. *Journal of Econometrics*, 54, 159-178.
- Loveday, James, Oswaldo Molina & Roddy Rivas-Llosa (2004). Mecanismos de transmisión de la política monetaria y el impacto de una devaluación en el nivel de las firmas. *Revista Estudios Económicos*, 12.
- Ng, Serena & Pierre Perron (2001). LAG Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. *Econometrica*, 69(6), 1519-1554.
- Osborne-Kinch, Jenny & Sarah Holton (2001). *A Discussion of the Monetary Condition Index*. [Monetary Policy and International Relations Department, boletín trimestral N° 1, enero].
- Perea, Hugo & Raymundo Chirinos (1998). *El Índice de Condiciones Monetarias y su estimación para el Perú*. [Documento de Trabajo del Banco Central de la Reserva del Perú, noviembre].
- Phillips, Peter & Sam Ouliaris (1990). Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration. *Econometrica*, 58(1), 165-193.
- Rossini, Renzo & Marco Vega (2007). El mecanismo de transmisión de la política monetaria en un entorno de dolarización financiera: El caso del Perú entre 1996 y 2006. *Estudios Económicos*, 14.
- Rossini, Renzo, Zenón Quispe & Donita Rodríguez (2013). Flujo de capitales, política monetaria e intervención cambiaria en el Perú. *Estudios Económicos*, 25.
- Sims, Christopher (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48.

Fondo Editorial PUCP

La investigación económica es el proceso por el cual descubrimos, evaluamos, confirmamos, rechazamos y ampliamos el *stock* de conocimientos existentes en el campo de la economía.

Para llevar adelante con éxito este propósito, el investigador necesita estar dotado de una metodología, de las directrices generales de cómo realizar la investigación, y también de los métodos y procedimientos de investigación; es decir, de las guías específicas de cómo efectuarla.

Este libro tiene el doble objetivo de brindar a los economistas interesados en la investigación económica el marco teórico (la metodología de la investigación económica), así como algunas herramientas específicas sobre cómo llevarla cabo (los métodos y procedimientos de investigación).

En el terreno metodológico, en este libro abordamos conceptos tales como la causalidad, la inducción, la deducción, el método hipotético-deductivo, la predicción y la explicación, la verdad y la falsedad, la verificación y la falsación, entre otros.

En el campo de los métodos y los procedimientos de la investigación, concentraremos nuestra atención en el rol que tiene la econometría, la tradicional y la contemporánea, como instrumento esencial para poner a prueba las hipótesis de la investigación.

WALDO MENDOZA BELLIDO es doctor en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) y economista por la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Desde 1989 enseña e investiga en el Departamento de Economía de la PUCP, del cual ha sido jefe entre julio de 2008 y junio de 2014. Actualmente es Director Académico de Planeamiento y Evaluación (DAPE) en la PUCP. Es también profesor en la Academia Diplomática del Perú. Es consultor en temas de teoría, política y gestión macroeconómica, y columnista de los diarios *El Comercio* y *Gestión*. Ha sido director general de la Dirección de Asuntos Económicos y Sociales (2001-2005) y viceministro de Hacienda en el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), y presidente del Consejo Directivo del Consorcio de Investigación Económica y Social (2008-2012). Tiene numerosas publicaciones en el campo de la teoría y la política macroeconómica, entre las que destaca *Macroeconomía intermedia para América Latina* (2014).

**VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN**

