

# Síntesis Histórica de la Modelización Macroeconómica

David F. Hendry  
Climate Econometrics, Nuffield College, University of Oxford, UK

20 de enero de 2020

*Traducción de Enrique A. Bour*

## Resumen

*Se describen brevemente las etapas clave del desarrollo en la construcción de modelos macroeconómicos empíricos. Entre las etapas esenciales figuran la caracterización de la economía como sistema, el acopio de series cronológicas macroeconómicas agregadas de precios y cantidades, el aislamiento de los numerosos conceptos interactivos necesarios para comprender cómo modelar empíricamente una economía, la invención de métodos viables de estimación e inferencia de sistemas dinámicos, el desarrollo de equipos y programas informáticos de cálculo para poner en funcionamiento esos enfoques, y la combinación de todos estos elementos para poner en práctica la modelización macroeconómica empírica, la predicción y la formulación de políticas. Su historia está plagada de éxitos y fracasos, lo que ha llevado en general a un progreso sustantivo en la comprensión, aunque poniendo de relieve el papel de las modas en la teoría económica que dominan la evidencia empírica y los efectos perniciosos de los desajustes de localización que provocan fallas predictivas y conllevan fracasos teóricos.*

Clasificaciones JEL: B22, B23.

**PALABRAS CLAVE:** Historia de los modelos macroeconómicos; modelos macroeconómicos; cuentas nacionales; Pronósticos, Política económica.

## 1 Introducción

Un resumen muy breve de la historia de la modelización macroeconómica podría decir lo siguiente. La primera modelización económica empírica de Henry Moore (1911, 1914) se basaba en el método por entonces recientemente desarrollado de análisis de regresión (Francis Galton, 1886), pero fue atacada tanto por su falta de identificación como por su irrelevancia económica. Los primeros enfoques de pronóstico económico emplearon las nuevas ideas de los barómetros de negocios y las curvas ABC como en Warren Persons (1919, 1924). Éstos prosperaron con la floreciente economía estadounidense hasta fines del decenio de

1920, y luego desaparecieron en la Gran Depresión. La modelización del sistema macroeconómico empírico comenzó con la revolución keynesiana, se vio facilitada por el desarrollo de las cuentas nacionales y los instrumentos econométricos elaborados por la Comisión Cowles, que se vio favorecida por el éxito en la predicción de los efectos del estímulo de Kennedy de los años sesenta en EE.UU., pero luego fue atacada en numerosos frentes, sobre todo después de pronósticos fallidos durante las estanflaciones posteriores a las crisis del petróleo de los años setenta. Los modelos de equilibrio general dinámico y estocástico (DSGE) comenzaron a funcionar en la época de esas crisis petroleras aplicando expectativas racionales e ideas de ciclos de negocios reales, y deberían haber terminado con los errores de predicción durante la Gran Recesión, pero actualmente se niegan a reconocer sus problemas.

No obstante, si se profundiza en la comprensión de la evolución de la modelización macroeconómica, se pone de manifiesto el número sustancial de ideas dispares que hubo que discernir y luego combinar para crear un enfoque de la modelización de sistemas empíricos que pudiera caracterizar economías enteras, camino de inventar los ingredientes esenciales para la construcción de modelos macroeconómicos. Además, en retrospectiva, se puede ofrecer una explicación de por qué se producen fallos en el pronóstico; por qué a menudo implican fallas teóricas; qué aspectos de los modelos imperfectos importan cuando se pronostica y cuáles no; y por qué hay que hacer frente a la no estacionariedad de los datos económicos si se quiere construir modelos macroeconómicos empíricos útiles.

La estructura del trabajo es la siguiente. Después de un bosquejo resumido de los antecedentes en la Sección 2, rastreamos la historia con mayor detalle, tratando de integrar las muchas vertientes que llevaron al florecimiento inicial de la modelización macro-económica. En la Sección 3 se señalan algunos de los primeros pioneros, especialmente los que produjeron los primeros datos macroeconómicos y sus modelos. En la sección 3.2 se analizan algunos de los problemas básicos que enfrentaba cualquier modelización empírica en economía, y cómo se fueron comprendiendo y resolviendo gradualmente. En la sección 4 se examinan los acontecimientos ocurridos durante la Segunda Guerra Mundial y justo después de ella, cuando florecieron tanto los avances de la teoría económica como las bases de datos sobre la renta nacional. La Sección 5 se traslada hacia la era de los grandes macromodelos, luego la Sección 6 investiga las razones por las que los modelos macroeconómicos fallan intermitentemente. La Sección 7 señala brevemente la vida continua de los modelos macroeconómicos en el mundo comercial. La Sección 8 discute la evolución de las tendencias y modas de construcción de modelos macroeconómicos y la Sección 9 concluye.

## **2 Resumen de antecedentes**

El primer paso requería conceptualizar una economía como un sistema interactivo, implícito en Adam Smith (1776), pero formalizado por primera vez por Léon

Walras (1874), y John Maynard Keynes (1936) (con el resumen de "ISLM" en Sir John Hicks, 1937). Demostraciones de la existencia de un equilibrio general estático bajo fuertes supuestos fueron proporcionadas por Kenneth Arrow y Gerard Debreu (1954), dando lugar a su debido tiempo a modelos de equilibrio general dinámico y estocástico. Nos referimos a quienes primero caracterizaron las economías como sistemas, como conceptualizadores de sistemas (para historias del pensamiento, véase Joseph Schumpeter, 1954, y Mark Blaug, 1997, entre otros).

Un segundo elemento esencial consistía en considerar, definir y recopilar series cronológicas agregadas de datos macroeconómicos. Una conceptualización apropiada de las cuentas nacionales fue desarrollada por primera vez por Colin Clark (1932, 1937) y Simon Kuznets (1937, 1946). Nos referimos a aquellos que cotejan y conservan evidencia de series de tiempo de la economía como creadores de datos agregados (para historias de las Cuentas Nacionales de Ingresos, ver C.S. Carson, 1970, John Kendrick, 1970, Frits Bos, 2011, y Diane Coyle, 2001, y para los índices de precios, véase Erwin Diewert, 1988). Sin embargo, estos dos primeros pasos se basaron en esfuerzos aún más tempranos que son el tema de la sección 3.

En tercer lugar, para modelar empíricamente un sistema económico, incluso con una comprensión teórica y suficientes datos agregados, fue necesario desentrañar una serie de conceptos interrelacionados pero distintos, cuyos logros y fallas son los temas de las secciones 3.1 y 3.2. Los factores precursores incluyen la formalización de modelos dinámicos (ver Udney Yule, 1927, y Eugen Slutsky, 1937), entender la diferencia entre correlaciones parciales, frente a las simples (véase Ragnar Frisch, 1929), y la necesidad de identificar las ecuaciones en los sistemas, primero para curvas de oferta y demanda (véase Elmer Working, 1927) y más tarde para sistemas completos (ver Tjalling Koopmans, 1949). Nos referimos a aquellos que aislaron los conceptos clave necesarios para comprender cómo modelar empíricamente sistemas económicos (y otros) como solucionadores técnicos (para la historia de la construcción de modelos económicos, véase, por ejemplo, Lawrence Boland, 2014, y de la econometría, véase Mary Morgan, 1990, y Duo Qin, 1993, 2013).



*Sir David Forbes Hendry (nacido el 6 de marzo de 1944) es un economista británico, actualmente profesor de economía y que de 2001 a 2007 fue jefe del Departamento de Economía de la Universidad de Oxford. También es profesor en el Nuffield College de Oxford. Su trabajo es predominantemente sobre econometría de series temporales y econometría de la demanda de dinero. En los últimos años ha trabajado en la teoría del pronóstico y también en la construcción de modelos automatizados. También estudia la econometría del cambio climático como codirector del centro de investigación de Econometría del Clima en el Nuffield College, Oxford.*

Cuarto, la idealización resultante de una economía como un sistema dinámico y simultáneo de relaciones estocásticas requería, a su vez, concebir herramientas estadísticas razonables para su estimación e inferencia: véase H.B. Mann y Abraham Wald (1943), Koopmans (1937, 1950a) y Trygve Haavelmo (1944). Gran parte de esta investigación pionera tuvo lugar en la Fundación Cowles (véase Edmond Malinvaud, 1988, y Carl Christ, 1994, para la historia, y Qin, 2013, para un análisis de citas sobre su influencia duradera). Nos referimos a aquellos que idearon métodos de estimación e inferencia como *creadores de herramientas*, basándose en una rica tradición en estadística teórica registrada en Stephen Stigler (1986) y Anders Hald (1998) (para una historia del análisis de series temporales, véase Judy Klein, 1997, y las historias de la econometría que acaban de señalarse).

En quinto lugar, para poner en práctica estos logros en la comprensión se necesitaban dos pasos más, el primero de los cuales fue la creación de dispositivos de cálculo de hardware y software. Inicialmente, estos se combinaron en "hojas de cálculo" de papel para métodos numéricos de inversión, etc., luego vinieron las calculadoras mecánicas operadas por *computadoras*, y más tarde las computadoras electrónicas. William Gossett, conocido como Student (1908), y Udny Yule (1926) tuvieron que realizar sus estudios de simulación manualmente, y Louis Bean (1929) sugirió que se requerían unas 8 horas de trabajo para calcular una regresión de 4 variables con 30 observaciones (para historias de la computación econométrica, ver Lawrence Klein, 1987, David Hendry y Jürgen Doornik, 1999, y Charles Renfro, 2009). Nos referimos a quienes crearon la infraestructura de aplicación necesaria como *proveedores de herramientas*.

En sexto lugar, la segunda de las dos fases de aplicación se debió a los *modeladores empíricos* que combinaron teoría, datos, métodos y modelos para crear sistemas empíricos operacionales, basándose en todos los desarrollos anteriores. Entre los primeros ejemplos de sistemas macroeconómicos estimados cabe mencionar a Jan Tinbergen (1940, 1951), y Klein y Arthur Goldberger (1955) (para historias de la macro-modelación empírica, ver Ronald Bodkin, Klein y Kanta Marwah, 1991, Roger Backhouse, 1995, Kevin Hoover, 1995, y Hendry y Morgan, 1995).

En séptimo lugar, tenemos a los usuarios de los modelos empíricos resultantes, que incluían a los *pronosticadores y analistas de políticas* en comercio, finanzas y gobierno (para una historia de los primeros pronósticos económicos, véase William Friedman, 2014). Jacob Marschak (1953), Bill Phillips (1954) y Henri Theil (1961) fueron las primeras contribuciones a los análisis de políticas basados en modelos económicos.

Por supuesto, estos avances en la modelización macroeconómica empírica no se produjeron *seriatim*, sino que se superponen en gran medida y todos se basan en los avances en disciplinas afines, especialmente matemáticas, estadística e infor-

mática, y en los medios intelectuales, sociales y políticos de su época. Una cronología detallada para cada conceptualización relevante es una tarea demasiado amplia para este documento, pero consideraremos todos estos aspectos, aunque sea brevemente. Como advertencia, a menudo no está claro qué es lo que realmente se sabía en el momento de cada avance y quién lo sabía, por lo que es difícil evitar anacronismos.

### **3 Primeros precursores: primeros datos y modelos macroeconómicos, 1066-1940**

El primer registro de "Riqueza e Ingresos Nacionales" en el mundo occidental fue el libro del Domesday ordenado por el rey inglés Guillermo I alrededor de 1087-88. Sólo había 3 observaciones (dos en 1066 basadas en datos antes y después de la invasión, y la famosa en 1087), pero aun así, esta fue probablemente la primera base de datos macroeconómica completa, y como muchas otras posteriores, su objetivo era facilitar impuestos más altos: ver <https://www.nationalarchives.gov.uk/domesday/>, analizada en John McDonald y G.D. Snooks (1986).

John Graunt (1662) fue el siguiente recopilador de datos inglés, creando tablas de vida agregadas, seguido de Sir Edmond Halley (famoso por el cometa) que calculó anualidades de vida. Su amigo Sir William Petty (1690) estimó el "valor" numérico total de los bienes físicos y humanos de Inglaterra. Gregory King (1696, 1697) entonces estimó tanto la población como la riqueza de Inglaterra, y resumió su comercio y riqueza de 1600 a 1688. King también calculó la primera estimación conocida de la relación entre oferta de maíz y precio.

Casi un siglo después, François Quesnay (1766) desarrolló su Tableau économique, para trazar el mapa de las interrelaciones en la economía, quizás el primer intento de un "modelo macroeconómico", con énfasis en la economía como sistema, aunque principalmente en la agricultura. Por la misma época, William Playfair (1786) publicó 43 gráficos de series temporales ("líneas de tiempo", basadas en trabajos anteriores de Joseph Priestley), y un gráfico de barras, una forma de presentación gráfica que había inventado, haciendo de su libro uno de los primeros en representar gráficos estadísticos en un contexto económico. A esto le siguió Playfair (1801), que incluyó uno de los primeros gráficos circulares publicados.

El siguiente grupo de pioneros comenzó a realizar análisis estadísticos de datos económicos que llevaron a construir modelos. Stanley Jevons (1884) investigó los movimientos de la moneda y las finanzas. Como Hendry y Morgan (1995) comentan "en la publicación original, algunos de los gráficos tenían un sombreado de ciano, casi un siglo antes que los gráficos en color por computadora y la moderna tecnología de impresión, sin embargo, nuestro editor no pudo reproducir esos hermosos gráficos desplegados". Louis Bachelier (1900) introdujo la idea de un

paseo aleatorio para precios especulativos, el primer modelo formal de un proceso económico no estacionario. Además, contemporáneamente Reginald Hooker (1901) "considera explícitamente la no estacionariedad debido tanto a tendencias estocásticas y cambios de régimen así como a tendencias deterministas; correlaciones cruzadas en serie y determinación del lead-lag; y cuestiones de selección de modelos cuando hay múltiples causas correlacionadas de modo que el modelo empírico tenga que ser descubierto a partir de los datos": tal vez un poco anacrónico, pero muy adelantado a su tiempo. También, Backhouse (1995) discute sobre escritores de fines del siglo XIX que vieron los problemas que enfrentaban los sistemas económicos que surgen de violaciones de la Ley de Say, un tema que será importante después de Keynes (1936).

Volviendo a la creación de datos, hubo valiosos precursores de Clark (1932, 1937) y Kuznets (1937, 1946) como lo discutió Geoff Tily (2009). Entre ellos se encuentra Alfred Marshall (1890), quien consideró una idea agregada del Ingreso Nacional, que condujo a la moderna medida del Producto Interno Bruto (PIB), aunque Tily se centra en Arthur Bowley (1895, 1913) y Alfred Flux (1924, 1929) ambos pioneros del Censo de Producción para crear una medida desde el punto de vista de la oferta, así como para estimar el Ingreso Nacional, y Josiah Stamp (1916) (ver también Bowley y Stamp, 1927). Tily señala "De los tres individuos de particular interés en términos de desarrollos prácticos, dos eran alumnos de Marshall; los tres se convirtieron en Presidente de la Royal Statistical Society (RSS) y recibieron títulos de caballeros", así que al menos en el pasado se reconocía el rol clave del curador de datos! Tily y Alexander Millmow (2019) también proporcionan excelentes discusiones sobre las principales contribuciones de Colin Clark al desarrollo de cuentas del ingreso nacional: como señala Tily: "La amplitud y profundidad del trabajo de Colin Clark en los años 30, financiado con sus propios recursos, debería añadirse, lo señalan como el más ingenioso e innovador Contador Nacional de todos".

Recientemente, Alexander Apostolides, Stephen Broadberry, Bruce Campbell, Mark Overton y Bas van Leeuwen (2008) han realizado la hercúlea tarea de estimar el PIB inglés de 1300 a 1700, proporcionando una increíblemente larga serie de datos históricos de series temporales del PIB. Tily (2009) informa de las estimaciones de King de renta nacional (nominal) en 1688 como 43 millones de libras esterlinas que se comparan con las 50,8 millones de libras esterlinas de Apostolides et al. (2008). Aunque sea anacrónico discutir datos sobre el PIB durante un período en que el concepto era desconocido, su detallada y amplia investigación de archivos es una importante contribución para entender el pasado.

### **3.1 Desarrollos y debates de principios del siglo XX**

En los estudios empíricos de una sola variable por Marcel Lenoir (1913), R.A. Lehfeldt (1914), Henry Moore (1914, 1925) y Henry Schultz (1928) todos estima-

ron curvas de demanda, contemporáneamente con Wesley Mitchell (1913) escribiendo sobre ciclos de negocios, preparando el escenario para la siguiente etapa. Los resultados de Moore y Schultz fueron criticados por carecer tanto de identificación como de una base adecuada de teoría económica por Philip Wright (1915, 1929), aunque Wright buscaba ser constructivo. Este fue el primero de muchos debates sobre el valor de la modelización empírica, la "identificación" y el papel en ella de la teoría económica, incluida una intervención por Ragnar Frisch (1933a) (véase Hendry y Morgan, 1995).

Tinbergen (1930) produjo uno de los primeros sistemas econométricos estimados empíricamente, aunque no era un macromodelo. El trabajo fue cuidadosamente realizado, e incluyó un nuevo estimador, más tarde conocido como mínimos cuadrados indirectos, diseñado para tener en cuenta la naturaleza de sistema de su estudio. Tinbergen también desarrolló el primer modelo nacional integral para los Países Bajos en 1936: véase Geert Dhaene y Anton Barten (1989), y Barten (1991). El sistema empírico de ciclos comerciales que Tinbergen (1940) construyó para la Sociedad de Naciones fue muy criticado por Frisch (1938), Keynes (1939) y Milton Friedman (1940), entre otros, lo que dio lugar a otro famoso debate en el que participaron Marschak y Oscar Lange (1940) sobre la defensa, discutido respectivamente por, en particular, Hendry (1980) y Neil Ericsson, Hendry y Stedman Hood (2016), así como Hendry y Morgan (1995). Dos cuestiones clave para los críticos fueron la idea de que la evidencia empírica podría dominar la teoría, antes firmemente denunciada por Lionel Robbins (1932), y la probable falta de "autonomía" en las relaciones empíricas, lo que significa que los cambios en la economía alterarían las ecuaciones estimadas. Ambos temas iban a continuar en el siglo XXI.

De hecho, en el período inmediatamente posterior a la Segunda Guerra Mundial se produjo un debate sobre "medición sin teoría", desencadenado por Koopmans (1947), pero rechazado por Rutledge Vining (1949a, b) (de nuevo ver Hendry y Morgan, 1995). Los debates más recientes sobre la retención de los DSGE a pesar de su inconsistencia con la evidencia empírica, son las últimas manifestaciones del deseo de mantener la teoría abstracta en lugar de la coherencia de los datos: véase Adrian Pagan (2003) en contraste con Katarina Juselius y Massimo Franchi (2007) y Hoover, Søren Johansen, y Juselius (2008).

### **3.2 Solución de algunos problemas esenciales**

Tal vez la mayor dificultad que enfrentaron los primeros modeladores empíricos fue que había que distinguir muchos conceptos distintos dentro de una enorme gama de problemas técnicos desconocidos. La interacción de los problemas hacía difícil incluso determinar lo que había que descubrir antes de poder resolverlo. El primer logro fue aislar y luego comprender las numerosas cuestiones interactivas que determinaban las propiedades de los datos de observación generados por los

sistemas dinámicos, incluidos muchos de los conceptos señalados en la introducción, a saber: identificación en sistemas, primero para curvas de oferta y demanda (Elmer Working, 1927); correlaciones parciales, a diferencia de correlaciones simples (Frisch, 1929); colinealidad y confluencia en las relaciones (Frisch, 1934); errores de medición frente a errores de ecuación (Koopmans, 1937); simultaneidad (Haavelmo, 1943); y "estructuras" frente a "formas derivadas" de los sistemas (Tinbergen, 1930, y Koopmans, 1950a).

Otro gran éxito fue descubrir las características clave que afectaban a las propiedades de los datos de series temporales. Éstas incluían especialmente la dinámica y la autocorrelación (Yule, 1927, y Eugen Slutsky, 1937), con importantes ideas más tarde sobre su relación en Denis Sargan (1964), quien mostró cómo discriminar entre estas dos fuentes, lo que llevó a su procedimiento "COMFAC" en Sargan (1980), descrito por primera vez en Hendry y Grayham Mizon (1978). En formulaciones distintas pero estrechamente relacionadas, Bill Phillips (1954) y Sargan (1964) introdujeron formulaciones de corrección de equilibrio (discutidas en Hendry y Mizon, 2000, y Hendry, 2003, respectivamente). Luego vino una comprensión de las regresiones sin sentido y la raíz unitaria no estacionaria (Yule, 1926, y Bradford Smith, 1926). Esto último anidó los modelos en niveles y diferencias, pero de alguna manera este gran paso adelante se perdió (ver Terence Mills, 2011). Análisis posteriores por Peter Phillips (1986) aclararon el problema, y fueron seguidos de cerca por la introducción de la cointegración por Rob Engle y Sir Clive Granger (1987) y Johansen (1988), con un extenso análisis en Juselius (2006), cerrando el círculo mediante su conexión con la corrección del equilibrio. En tercer lugar, la no estacionariedad en el cambio de localización fue lentamente desentrañada (Smith, 1929, con el precursor Hooker en 1901). Los cambios de localización son cambios abruptos en el nivel de una serie temporal (no tendencial), como los saltos en los precios del petróleo por la crisis del petróleo. Desde la década de 1980 ha habido avances masivos en la comprensión y modelado de la no estacionariedad de raíz unitaria, menos en el manejo de los cambios de localización, aunque véase Castle, Doornik, Hendry, y Pretis (2015).

También fue necesario resolver difíciles problemas técnicos relativos a la forma de estimar sistemas macroeconómicos, con importantes contribuciones sobre relaciones multivariantes y distribuciones conjuntas (Haavelmo, 1944); estimación estadística de modelos dinámicos (estacionarios) de H.B. Mann y Abraham Wald (1943), incluida la estimación de sistemas con errores autocorrelacionados en Sargan (1959); y propiedades de los mínimos cuadrados versus variables instrumentales (Olav Reiersøl, 1945, y R.C. Geary, 1949, analizados en John Aldrich, 1993). A su vez, ese último paso dependía de un concepto coherente de variable exógena (Koopmans, 1950b, seguido por Engle, Hendry y Jean-François Richard, 1983), aunque siguen utilizándose conceptos ambiguos como la exogeneidad estricta. Las famosas monografías de Cowles, Koopmans (1950a) y William Hood y Koopmans (1953) suponían esencialmente que los modelos a estimar eran conocidos *a priori*, y representaban correctamente el proceso real de generación de



datos (DGP). Aunque es necesaria la simplificación para desarrollar inicialmente el análisis estadístico, la necesidad de la selección de modelos versus la estimación de modelos conocidos perfectamente especificados fue abordada por Ted Anderson (1962, 1971), quien demostró las sustanciales ventajas de comenzar la selección a partir de la especificación más general que se esté considerando y simplificarla secuencialmente, en contraposición a lo opuesto de lo simple a lo general. Sargan (1980) también había hecho hincapié en el enfoque general a específico (*Gets*), cuestión que se ha retomado ampliamente desde entonces (véase Julia Campos, Ericsson y Hendry, 2005, para una visión general y reimpressiones de muchos de los documentos clave). En consecuencia, también se necesitaban métodos para comparar modelos, comenzando por Sir David Cox (1961, 1962) sobre el test de hipótesis no anidadas, adaptado en términos econométricos por Hashem Pesaran (1974) y desarrollado en forma integral por Mizon y Richard (1986) (véase Christophe Bontemps y Mizon, 2010, para una visión general reciente). Doornik (2008) muestra el importante rol de la exhaustividad en la modelización automática de *Gets*. Todos estos temas han visto una explosión de contribuciones de investigación desde los primeros avances.

Un cuarto conjunto de cuestiones que generaron bastante más calor que luz fue el papel de la teoría económica en la macroeconomía, ya discutido, con un énfasis adicional en la autonomía (Frisch, 1938, y Bob Lucas, 1976, revisado en Aldrich, 1989), y el contrapunto de que había "poca teoría económica empíricamente relevante" (Haavelmo, 1958). Se ha avanzado muy poco en estos dos temas.

### 3.3 Una larga historia de fallos de predicción

Toda forma de predicción ha tenido una historia accidentada, y la mayoría de los métodos históricos han sido desacreditados, con los nombres mismos de esos métodos cada vez más deslucidos: véase Hendry (2001a), que proporciona más de 25 sinónimos en inglés para "mirar hacia el futuro". Los antiguos egipcios trataron de predecir las cosechas a partir del nivel alcanzado por el Nilo en la temporada de inundaciones, aunque las plagas de langostas podrían frustrar sus mejores esfuerzos. Los "oráculos de Delfos" y Nostradamus fueron los primeros ejemplos de pronósticos ambiguos, un enfoque que muchos pronosticadores posteriores probablemente desearían haber seguido.

Sir William Petty había discernido lo que consideraba un ciclo comercial de siete años, sugiriendo una posible base para pronósticos económicos sistemáticos, aunque históricamente los ciclos "varían mucho en duración e intensidad": véase Victor Zarnowitz (2004).

Entre 1910 y 1930 se desarrolló en EE.UU. una industria del pronóstico, representada por Roger Babson (1909) y Persons (1919, 1924) entre otros, pero gran parte de ella fue eliminada por la Gran Depresión, que no pudo prever, pero que luego pensó que terminaría rápidamente, como relata Friedman (2014). A pesar

de esa debacle que impulsó a Alfred Cowles a ayudar a financiar los crecientes esfuerzos para un enfoque más científico, a saber la econometría embrionaria, la falla sistemática de los pronósticos continuaría plagando los modelos macroeconómicos durante los próximos 85 años. Mike Clements y Hendry (1998) explican que el problema es debido a un imprevisto desplazamiento de la localización que afecta a los modelos de corrección del equilibrio, que luego persisten en tratar de volver al anterior equilibrio en lugar de ajustarse al nuevo. Casi todos los modelos econométricos son de corrección de equilibrio, incluyendo regresiones, autorregresiones escalares y vectoriales, DSGE, sistemas cointegrados y, por ejemplo, procesos de error heterocedástico condicional autoregresivo -ARCH: véase Engle, 1982- generalizados o no, por lo que éste es un tema omnipresente. Además de los desplazamientos de las ecuaciones, otras causas próximas del fallo de pronóstico incluyen la omisión de una variable explicativa relevante que se desplaza, o es  $I(1)$  y comienza a desplazarse lo suficiente como para inducir un desplazamiento de localización. Este problema que enfrentan los modelos de corrección de equilibrio lo consideramos con más detalle en la Sección 6.

#### **4 Desarrollos durante la Segunda Guerra Mundial y la posguerra inmediata**

Durante la Segunda Guerra Mundial se produjeron importantes novedades en la oferta de datos macroeconómicos. Las cuentas nacionales de ingresos del Reino Unido (NIA) fueron creadas durante la guerra por James Meade y Richard Stone tal vez a raíz de los cálculos de Keynes (1920) de la imposibilidad de Alemania de pagar las reparaciones impuestas en el Tratado de Versalles, así como del deseo de Keynes de saber los recursos de que disponía el Reino Unido para luchar en la guerra. Además de medir los aspectos "físicos" de la renta nacional, Keynes también buscaba, pero no obtuvo, cuentas de flujos de fondos: ver Stone (1978).

Para ser útiles, las NIA requerían la recopilación sistemática de estimaciones de datos a lo largo del tiempo, que en un principio solían ser realizadas por instituciones privadas (por ejemplo, NBER y Brookings en EE.UU.), y sólo más tarde por los gobiernos. Originalmente sólo se calculaban anualmente, pero se fue desarrollando gradualmente una mayor frecuencia de datos agregados, primero trimestrales y luego mensuales. Además, la formulación de marcos de contabilidad social (véase, por ejemplo, Stone, 1985), balances nacionales y cuentas públicas completas permitieron una mejor integración de stocks y flujos. En julio de 2018, la Office of National Statistics del Reino Unido ha comenzado a publicar estimaciones rotativas mensuales y trimestrales del PIB utilizando el valor agregado bruto de producción, por lo que continúa esta evolución.

El concepto y luego la construcción de índices de precios apropiados fue esencial para estos pasos. Tras algunos intentos anteriores, números índice para representar los precios agregados de los paquetes de mercancías en relación con una base de referencia fueron propuestos por Etienne Laspeyres (1871) y Hermann

Paasche (1875), utilizando promedios ponderados algo diferentes de los precios relativos. Aunque existen propuestas para la adopción de medidas alternativas mejoradas, como en Irving Fisher (1921), François Divisia (1926) y la aproximación discreta de Leo Törnqvist (1936), y Diewert (1976, 1978) entre otros, tanto el índice de Paasche como el de Laspeyres siguen siendo usados, generalmente como encadenados en lugar de con cambios intermitentes en el período base. Sin embargo, el Reino Unido aún calcula su Índice de Precios al Consumidor (IPC) que sufre el "sesgo de Carli" debido a su falta de transitividad, de modo que cuando los precios vuelven a un nivel anterior el índice de precios encadenado no lo hace y se mantiene algo más alto. A pesar de sus problemas, el IPC sigue siendo utilizado en el ámbito de políticas (por ejemplo, los reembolsos de préstamos a estudiantes del Reino Unido). En la práctica, para mantener la coherencia entre agregados nominales y reales dentro de los modelos macroeconómicos, se utilizan deflatores implícitos, basados en la relación entre el agregado nominal y el total de los componentes reales.

Tanto los agregados como sus deflatores implícitos son medidos con errores, tanto en relación con el concepto que tratan de emular (por ejemplo, el PIB) como incluso en comparación con una medida sin errores de lo que realmente corresponda después de las revisiones finales. Hendry (1995) considera los efectos sobre las medidas de inflación de revisiones de componentes del índice de precios, que a menudo conducen a una falta de cointegración entre las medidas originales y las revisadas. Por ejemplo, los tres índices de precios agregados de Hendry (2001b) sólo estaban débilmente cointegrados, y ningún par estaba cointegrado con coeficiente unitario. No obstante, James Duffy y Hendry (2017) muestran que el impacto en las relaciones de cointegración de incluso los errores de medición integrados puede ser "compensado" por fuertes tendencias y/o grandes desplazamientos de localización -uno de los dos valiosos beneficios de tales características- en los que la cointegración puede ser ocultada por errores de medición integrados cuando no hay desplazamientos o tendencias. El otro beneficio de los desplazamientos de localización es la reducción de colineidades entre variables altamente correlacionadas.

Los índices de precios no sólo sustentan relaciones entre variables nominales y reales, sino que también "esconden" cambios a lo largo del tiempo en la composición y el peso de los índices, por lo que los modelos con índices pueden parecer constantes incluso cuando todos los componentes están cambiando mucho: ver Hendry (1996). La agregación suele considerarse un inconveniente, pero este beneficio es importante, al igual que el que se deriva de las importantes reducciones de la varianza de las transformaciones logarítmicas en los agregados lineales: véase Hendry (1995). Las leyes de los grandes números y los teoremas centrales del límite parecen ser valorados excepto cuando se aplican a los agregados de modelización.

Durante la Segunda Guerra Mundial también se produjeron importantes avances en teoría, métodos y modelos econométricos: véase, en particular, Haavelmo (1944) y Koopmans (1950a). Aunque muchas piezas del rompecabezas seguían faltando (sin saberlo) y otras eran conocidas pero ignoradas o muy simplificadas, la creciente disponibilidad de series cronológicas de datos agregados, además de métodos econométricos viables y el desarrollo de la potencia de las computadoras, sentaron las bases para los sistemas macroeconómicos empíricos. Uno de los primeros modelos estadounidenses de nueva generación "keynesiana" fue el de Klein (1950), seguido por el modelo estadounidense de Klein-Goldberger en Goldberger (1959). Por la misma época, Tinbergen (1951), Klein, James Ball, Arthur Hazlewood y Peter Vandome (1961) y luego Ball y Terry Burns (1968) construyeron modelos econométricos del Reino Unido: véase Hoover (2003) para más detalles.

Al mismo tiempo, otro desarrollo positivo, aunque no econométrico, fue la MONIAC (Computadora Analógica del Ingreso Nacional Monetario) construida por Bill Phillips en 1949, convirtiendo "espadas en rejas de arado" de partes de aviones de guerra desguazados. Esta 'máquina de Phillips' hidráulica ilustraba cómo funcionan las economías mediante flujos de agua entre tanques para el gasto de los consumidores, la inversión, etc., permitiendo simular cambios en los impuestos. Aunque los flujos comerciales también podían estudiarse mediante máquinas conectadas, una característica clave era que el sistema era cerrado (aparte de las fugas accidentales de agua -quizás una advertencia sobre el posible daño por los cambios de localización!), por lo que una menor inversión tenía consecuencias en distintas partes de la economía. Alan Bollard (2016) ofrece una biografía apasionante de la vida de Phillips, con una descripción de la MONIAC y su construcción, de la cual aún hay una versión operativa en el Banco de la Reserva de Nueva Zelanda.

## 5 La era de los grandes sistemas macro-económicos

La era de los grandes modelos macro-económicos comenzó realmente después del éxito en la predicción de los efectos de "presupuesto equilibrado" del estímulo de Kennedy a principios de la década de 1960. James Duesenberry, Gary Fromm, Klein y Edwin Kuh (1965, 1969) desarrollaron el gran modelo de Brookings y Otto Eckstein, Edward Green y Allen Sinai ayudaron a construir el modelo Data Resources Inc. (DRI).

Luego Bert Hickman (1972) dirigió el modelo econométrico del FRB-MIT-PENN, que se transformó en el Modelo FRB/US: ver Flint Brayton, Andrew Levin, Ralph Tryon, y John Williams (1979). Sin embargo, la precisión del pronóstico del modelo FRB-MIT-PENN fue inmediatamente cuestionada por, por ejemplo, Charles Nelson (1972), que demostró que simples mecanismos "ingenuos" podían superarlo. En ese momento, la principal referencia para la teoría de la predicción económica era un capítulo que Haavelmo (1944) había añadido después de su

primer borrador. Este establecía explícitamente que una condición necesaria para el éxito de los pronósticos era que la distribución de los futuros resultados fuera igual a la distribución muestral. Esencialmente, éste es también el marco de predicción de Klein (1971). En procesos no estacionarios de sentido amplio como los agregados económicos, es poco probable que se mantenga una distribución constante para niveles de las variables, cuestión a la que volvemos en la sección 6. No obstante, los modelos macroeconómicos globales se desarrollaron en la misma línea que el modelo FRB-MIT-PENN, comenzando con el proyecto LINK: véase Jean Waelbroeck (1976).

Durante el mismo período, fueron elaborados muchos modelos macroeconómicos del Reino Unido, especialmente por el Institute for Economic and Social Research (NIESR) (véase J.A. Bispham, 1975), el London Business School (LBS) (ver Ball, D.B. Boatwright, Burns, P.W.M. Lobban, y G.W. Miller, 1975), y el H.M. Treasury (1980), que informó sobre un proyecto de larga duración. El gran número de modelos del Reino Unido, y sus revisiones regulares, condujeron a la creación del Macroeconomic Modelling Bureau ESRC dirigido por Ken Wallis, que produjo una serie de volúmenes de evaluación: ver las cuatro reseñas en Wallis, Martin Andrews, David Bell, Paul Fisher y John Whitley (1984), hasta Wallis, Fisher, Andrew Longbottom, David Turner y Whitley (1987).

Fallas sistemáticas de pronóstico después de las crisis petroleras de los 70 y la estanflación resultante, con la "ruptura de la "curva de Phillips", originalmente debida a Bill Phillips (1958), llevaron a un gran aumento de críticas de los modelos así como de su base teórica keynesiana. Sin embargo, Castle y Hendry (2014) muestran que el salario real ha tenido una relación notablemente constante, pero no lineal, con la inflación, la productividad y el desempleo durante 150 años, así que parte del "quiebre" se debe a la simplicidad de la relación estadística afirmada sólo entre inflación de precios y desempleo.<sup>1</sup> No obstante, las críticas dieron lugar a varios enfoques alternativos, entre ellos un resurgimiento del debate sobre autonomía bajo la forma de la crítica de Lucas (1976), y un énfasis en "expectativas racionales" (a partir de John Muth, 1961), en lugar de los anteriores mecanismos "adaptativos". Lo que Lucas no llegó a comprender fue que su crítica se aplicaba con igual fuerza a modelos teóricos basados en optimización intertemporal. Los cambios de locación conducen a fallas en el pronóstico a menos que se contabilicen adecuadamente, pero como generalmente son impredecibles, son casi invariablemente inconsistentes con la teoría económica de la "optimización". En consecuencia, las "expectativas racionales" están sistemáticamente sesgadas, y lo seguirán estando hasta que los agentes conozcan las nuevas localizaciones de las distribuciones pertinentes. De hecho, algunas derivaciones de la llamada "Curva de Phillips neokeynesiana" (NKPC) utilizan prestidigitación para "probar" que las

<sup>1</sup> <https://voxeu.org/article/real-wage-productivity-nexus> proporciona una discusión menos técnica, y <http://www.timberlake.co.uk/macro-econometrics.html> proporciona una guía de macroeconomía basada empíricamente.

expectativas futuras son insesgadas al no fechar el operador de expectativa, imponiendo luego sus formulaciones sobre los datos sin manipular cambios de localización sobre su muestra. Castle, Doornik, Hendry y Ragnar Nymoen (2014) muestran que la inclusión de indicadores de tales desplazamientos anula la significación aparente de las variables futuras.

El "Monetarismo", con modelos macro-económicos asociados como los del LBS, que se remontan a Irving Fisher (1925), también floreció durante un tiempo. Friedman y Anna Schwartz (1982) abogaron firmemente por el rol del dinero basado en una velocidad relativamente "constante". Sin embargo, esto fue rechazado por Hendry y Ericsson (1991) para el Reino Unido, y por Ericsson, Hendry y Hood (2016) para EE.UU., descubriendo que Friedman había esencialmente duplicado el dinero medido de EE.UU. en 1864 para sostener su tesis. Como revela el gráfico de <https://voxeu.org/article/milton-friedman-and-data-adjustment>, sin su "ajuste", la velocidad cae de más de 5 en 1880 a casi 1 en 1930. Aunque parece haberse asumido ampliamente que el "dinero" era difícil de medir, y ninguna medida única tenía una relación constante con sus determinantes, Álvaro Escribano (2004) mostró que una ecuación de demanda de dinero amplio estimada por primera vez hacia 1970 se mantuvo constante hasta fin de siglo. También Josh Ryan-Collins, Richard Werner y Castle (2016) enfatizan la importante distinción entre dinero y crédito, y muestran que este último es un importante ingrediente que falta para comprender la crisis financiera.

Sin embargo, el renacimiento de las ideas de Frisch (1933 b) dio lugar a modelos reales de ciclos de negocios que consideraban el dinero como irrelevante (véase, por ejemplo, Finn Kydland y Robert Prescott, 1990, 1991) y, por último, a los DSGE, curiosamente apreciados por los Bancos Centrales (véase, por ejemplo, Frank Smets y Raf Wouters, 2003). El impulso subyacente fue el de los "microfundamentos", que buscaban integrar la macroeconomía con teorías de "optimización intertemporal individual" con expectativas racionales: véase Pedro Duarte (2009) para más detalles. Está lejos de ser obvio cuáles "microfundamentos" cabe utilizar, aunque un estático y omnisciente "agente representativo" tenga poca pretensión de ser plausible. En el extremo opuesto del espectro, las autorregresiones vectoriales "ateóricas" (VARs) fueron defendidas por Tom Sargent y Chris Sims (1977). Esto se basó en el trabajo anterior de Herman Wold (1938, 1949), especialmente su teorema de descomposición para procesos estacionarios, y de Maurice Quenouille (1957) sobre sistemas dinámicos, mediado por la noción de "causalidad" en Granger (1969).

Sin embargo, la Crisis Financiera y la Gran Recesión condujeron a fallos sistemáticos de pronóstico por parte de la mayoría de los sistemas econométricos, incluidos los DSGE, con el abandono de, por ejemplo, el modelo econométrico trimestral del Banco de Inglaterra (BEQEM, Richard Harrison, Kalin Nikolov, Meghan Quinn, Gareth Ramsay, Andrew Scott y Ryland Thomas, 2005), sustituido por

COMPASS (Stephen Burgess, Emilio Fernández-Corugedo, Charlotta Groth, Harrison, Francesca Monti, Konstantinos Theodoridis y Matt Waldron, 2013): véase la reveladora reseña de Nicholas Fawcett, Riccardo Masolo, Lena Koerber y Waldron: <https://bankunderground.co.uk/2015/11/20/how-did-the-banks-forecasts-perform-before-during-and-after-the-crisis/>

Como se muestra a continuación, el fracaso de COMPASS era demasiado predecible,<sup>2</sup> aunque los acontecimientos que precipitaron las fallas no fueran necesariamente predecibles. La omisión de vínculos entre la economía real y el sector financiero fue un error importante, expuesto por la crisis financiera. Además, Marjorie Flavin (1981), John Muellbauer (1983) y John Campbell y Greg Mankiw (1989) ya habían demostrado que las formulaciones de ecuaciones de Euler para la macrorrelación clave de la función consumo estaban dominadas por más amplias explicaciones, consistentes con las de James Davidson y Hendry (1981) rechazando la especificación de Robert Hall (1978). Así, de muchas maneras, la historia se repite...

## 6 Por qué fallan los modelos macro-económicos

Todos los modelos macro-económicos tienen muchos defectos, pero ¿qué importa? Aquí hay una lista parcial de problemas potenciales:

- A) La mayoría de los sistemas son especificaciones incompletas con importantes variables omitidas;
- (B) la mayoría de los sistemas implican una dinámica simplista;
- (C) e imponen una teoría económica incorrecta, cambiante y demasiado abstracta;
- (D) utilizando modelos restrictivos de expectativas;
- (E) estimados a partir de datos mal medidos;
- (F) suponiendo condiciones de exogeneidad incorrectas;
- G) seleccionando modelos por métodos ingenuos, con muy poca evaluación;
- (H) asumiendo generalmente estacionariedad, especialmente parámetros constantes;
- (I) malinterpretando la "identificación" como una simple singularidad, más que como una correspondencia con la realidad;

---

<sup>2</sup> Véase, por ejemplo, <https://voxeu.org/article/why-standard-macro-models-fail-crises> para un debate no técnico.

(J) y utilizando aproximaciones lineales.

Si los datos económicos fueran estacionarios, salvo por un sobreajuste excesivo, los modelos estimados podrían, en promedio, predecir casi tan bien como se ajustaron en la muestra, como lo muestran Preston Miller (1978) y Hendry (1979). Por consiguiente, la mayoría de los errores en (A)-(G) no pueden causar fallos sistemáticos de pronóstico para datos estacionarios. Sin embargo, todas las intervenciones políticas, los cambios tecnológicos, las crisis intermitentes, etc., aseguran que las economías no serán estacionarias. Ahora bien, muchos de los fallos mencionados son muy importantes, aunque dependen del tipo de no estacionariedad: las políticas pueden fallar, los pronósticos fallan sistemáticamente y los modelos sufren ex post la falta de constancia de los parámetros. Sorprendentemente, sin embargo, muchos cambios en los valores de los parámetros no tienen por qué causar un fracaso de pronóstico, como se ilustra en la siguiente subsección, aunque la mayoría llevará a un fracaso del análisis de políticas si los parámetros alterados sin saberlo tienen algún rol.

Por el contrario, las intervenciones de política suelen implicar cambios de localización, creando directamente una no estacionariedad en contradicción con (H), así que a menos que el subsistema de todas las relaciones relevantes sea invariable a ese cambio, una versión de la crítica de Frisch-Lucas será aplicable y el resultado no será el previsto en el escenario de análisis. Los errores de política son evitables bajo superexogeneidad de la variable de política o invariancia de las ecuaciones de interés a la intervención. Afortunadamente, tales propiedades son comprobables de antemano como se ilustra en Castle, Hendry y Andrew Martínez (2017). Sobre (I), Hendry (1995) discute los tres atributos distintos de 'identificación', a saber, singularidad (que puede lograrse artificialmente), interpretación ('¿ha sido identificada la función de demanda?'), y correspondencia crucial con la realidad, y también (J).

Sin embargo, un malentendido más fundamental es la noción de que la especificación de la teoría normalmente determina el resultado del modelo. Ciertamente la teoría *restringe* el resultado a su dominio, pero las estimaciones resultantes están de hecho determinadas por el DGP [*proceso de generación de datos*] subyacente. Por consiguiente, la forma teórica del modelo es una reducción de ese DGP al conjunto de variables de la teoría, además de las restricciones de los parámetros de esa teoría. Aunque cada conjunto de variables tenga un DGP local (LDGP) determinado por las reducciones implementadas eliminando todas las demás variables relevantes con sus formas funcionales impuestas, el LDGP resultante podría ser una mala aproximación al verdadero DGP. Además, puede surgir otra especificación errónea con un modelo teórico que restrinja las relaciones entre variables del LDGP y que termine con una mala representación incluso del LDGP. Así pues, los modelos se derivan de exclusiones, incluso si las teorías tratan de especificar mediante inclusiones que implican indirectamente lo que se excluye, pero no de manera transparente para el investigador. Como todos los



modelos surgen de reducciones del DGP al LDGP de sus variables, ese LDGP representa el máximo conocimiento que se puede obtener para la especificación dada. Por consiguiente, el LDGP tiene que ser el objetivo de selección del modelo y de cualquier teoría comparada y evaluada con él. Además, para que un LDGP estimado no sea una mala representación de su DGP "madre", debe ser congruente con la evidencia empírica. En la sección 7 se describe un enfoque que permite que el modelo teórico se mantenga inalterado cuando capta toda la información pertinente, pero que además permite descubrir un modelo mejor.

### 6.1 Ilustración del DGP con retraso autoregresivo en la distribución

El siguiente análisis se basa en Hendry y Mizon (2012). Consideren un DGP autorregresivo escalar de primer orden:

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \gamma z_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

con una variable fuertemente exógena  $z_t \sim \text{IN}[\kappa, \sigma_z^2]$ , que denota una distribución normal independiente con media  $\kappa$  y varianza  $\sigma_z^2$ , donde  $\varepsilon_t \sim \text{IN}[0, \sigma_\varepsilon^2]$  y  $|\rho| < 1$ . Cuando se conocen todos los parámetros del DGP ( $\mu; \rho; \gamma; \kappa$ ), los pronósticos de cada  $y^{T+h}$ ;  $h = 1; \dots; H$  para  $y^{T+h+1}$  con valores futuros conocidos de  $z^t$  están dados por:

$$\hat{y}_{T+h+1|T+h} = \mu + \rho y_{T+h} + \gamma z_{T+h+1} \quad (2)$$

Esto produce un pronóstico insesgado:

$$E[(y_{T+h+1} - \hat{y}_{T+h+1|T+h}) / y_{T+h}, z_{T+h+1}] = 0 \quad (3)$$

con la menor varianza posible de error de pronóstico, denotada  $\sigma_f^2$ :

$$V[(y_{T+h+1} - \hat{y}_{T+h+1|T+h})] = \sigma_f^2 = \sigma_\varepsilon^2.$$

El análisis se generaliza al hecho de que  $y_t$  y  $z_t$  sean vectores relacionados en una VAR abierta, que es una formulación de corrección del equilibrio que se utiliza a menudo para representar un sistema macroeconómico.

Las estimaciones de los parámetros en (1) contribuirán a la varianza del error de pronóstico. En particular, el  $\rho$  estimado también añade el componente de sesgo  $(\rho - E[\rho^{est}]) y_{T+h}$ , donde su contribución a la varianza es  $V[\rho^{est}] y_{T+h}^2$ . La omisión de  $z_t$  en (2) también añade un componente de sesgo y aumenta aún más la varianza del error de pronóstico, al igual que los cambios en los parámetros del DGP. Pero, ¿qué errores causan realmente el fallo sistemático de los pronósticos? Primero presentamos muchos errores que no son realmente importantes para el pronóstico, antes de pasar a los errores que con toda certeza sí causan fallos sistemáticos de pronóstico, y cómo algunos dispositivos de pronóstico pueden ayudar a mitigar este problema.

### 6.1.1 Algunos errores que no importan realmente para el pronóstico

Los valores de los parámetros de base utilizados para generar una muestra de datos artificiales de (2) son:  $\rho = 0.8$ ,  $\mu = 0$ ,  $\gamma = 1$ ,  $\kappa = 0$ ,  $\sigma^2_\varepsilon = 1$ ,  $\sigma^2_v = 1$ ,  $T = 40$ , con un horizonte de previsión de diez pronósticos un paso adelante para el futuro conocido  $\{z_{T+h}\}$ . Todos los intervalos de pronóstico mostrados por las barras se basan en  $\pm 2 \sigma^{est}_f$ .

La figura 1, panel *a*, ilustra las predicciones de (2) hechas con parámetros conocidos y  $z_{T+h}$  también conocidos. Luego el panel *b* muestra los efectos de la especificación errónea (A) omitiendo  $\{z_t\}$  de (2) y pronosticando con coeficientes estimados hasta  $T$  por:

$$\hat{y}_{T+h|T+h-1} = \mu^{est} + \rho^{est} y_{T+h-1} \quad (3)$$

A continuación, en el panel *c*, añadimos la complicación adicional de que  $\rho$  sin saberlo cambia desde  $\rho = 0.8$  a  $\rho^* = 0.4$  en  $T = 41$ , y luego vuelve a  $\rho = 0.8$  en  $T = 46$ , pero seguimos pronosticando desde el modelo ahora mal especificado (3). Finalmente, en el panel *d*, todavía estamos pronosticando con (3), pero el DGP ha cambiado aún más con  $\mu = 10$  también cambiando a  $\mu^* = 50$  (es decir,  $40 \sigma_\varepsilon$ ) en  $T = 41$ , cuando  $\kappa = 10$ , volviendo de nuevo a  $\mu = 10$  en  $T = 46$  para que el DGP se convierta en:

$$y_{T+h} = \mu^* + \rho^* y_{T+h-1} + \gamma z_{T+h} + \varepsilon_{T+h} \quad (4).$$

Como puede verse en la figura 1, hay poca diferencia entre las diversas predicciones y los valores correspondientes de  $y_{T+h}$ , aparte de los cambios de escala, y no hay ningún signo de fallo en las predicciones de (3) incluso sobre el nuevo régimen en el panel *d*, a pesar de los cambios masivos en  $\mu$  así como los cambios en  $\rho$ .

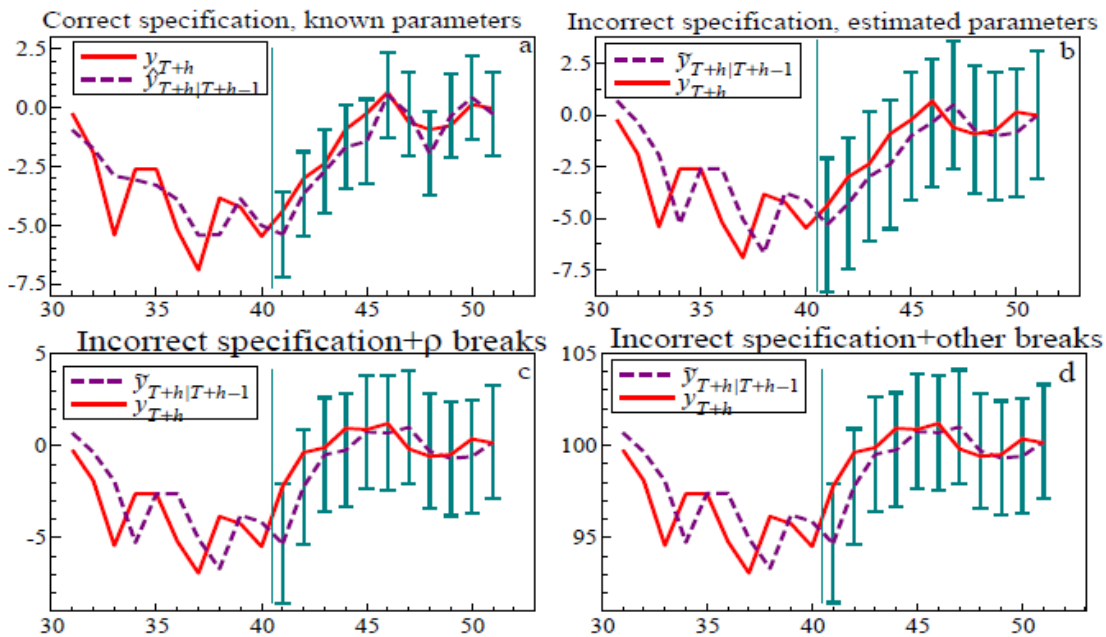


Figura 1: Predicciones de  $y_{T+h}$  en cuatro escenarios distintos.

De hecho, los paneles *c* y *d* son idénticos, aparte de la escala, ya que los valores no nulos de  $\mu$  y  $\kappa$  desplazan la media de  $y_t$  a 100 en lugar de a cero. Estos resultados son predecibles a partir de la taxonomía del error de pronóstico de Clements y Hendry (1998): los efectos de **media nula**, incluidos los errores de especificación, las estimaciones erróneas y las rupturas, no son problemas para la predicción. El enorme cambio de  $40\sigma_\varepsilon$  en  $\mu = 10$  a  $\mu^* = 50$  cuando  $\kappa = 10$  es en realidad un cambio de media cero, como puede verse escribiendo (4) antes de los cambios como:

$$y_t = 20 + 0.8 y_{t-1} + (z_t - 10) + \varepsilon_t \quad (5)$$

de tal manera que:

$$y_t - 100 = 0.8 (y_{t-1} - 100) + (z_t - 10) + \varepsilon_t \quad (6)$$

que a lo largo del período de los cambios se convierte en:

$$y_{T+h} = 50 + 0.4 y_{T+h-1} + z_{T+h} + \varepsilon_{T+h} \quad (7)$$

de tal modo que:

$$y_{T+h} - 100 = 0.4 (y_{T+h-1} - 100) + (z_{T+h} - 10) + \varepsilon_{T+h} \quad (8)$$

así que sigue siendo la media cero y por lo tanto es isomorfo para el panel *c* aparte de que las unidades de datos están en torno a 100 en lugar de 0. Pero los cambios de posición sí importan, como veremos después de una explicación tomada de Hendry y Mizon (2014) de los tres conceptos principales de imprevisibilidad.

## 6.2 La imprevisibilidad se presenta en tres variedades

Una variable aleatoria  $X$  es impredecible con respecto a alguna información  $I$  si saber esa información no cambia nuestro conocimiento sobre  $X$ .

La imprevisibilidad intrínseca en una distribución conocida surge del muestreo de la distribución por azar, de los "errores aleatorios", etc., aunque puede importar qué extracción se produzca (por ejemplo, no es una buena estrategia apostar por Rojo en la ruleta pero conseguir Negro). La imprevisibilidad es intrínseca a la variable aleatoria, y no se ve afectada por nuestro comportamiento ni por ningún conocimiento adicional:  $\varepsilon_t \sim IN [0; \sigma^2_\varepsilon]$  es un ejemplo de una variable aleatoria intrínsecamente imprevisible.

La imprevisibilidad de un **caso** podría calificarse como incógnita conocida, ejemplificada por un caso atípico que surge de una distribución conocida de "cola gorda", pero en un momento imprevisto y con un signo y una magnitud imprevisibles: véase Nassim Taleb (2009).

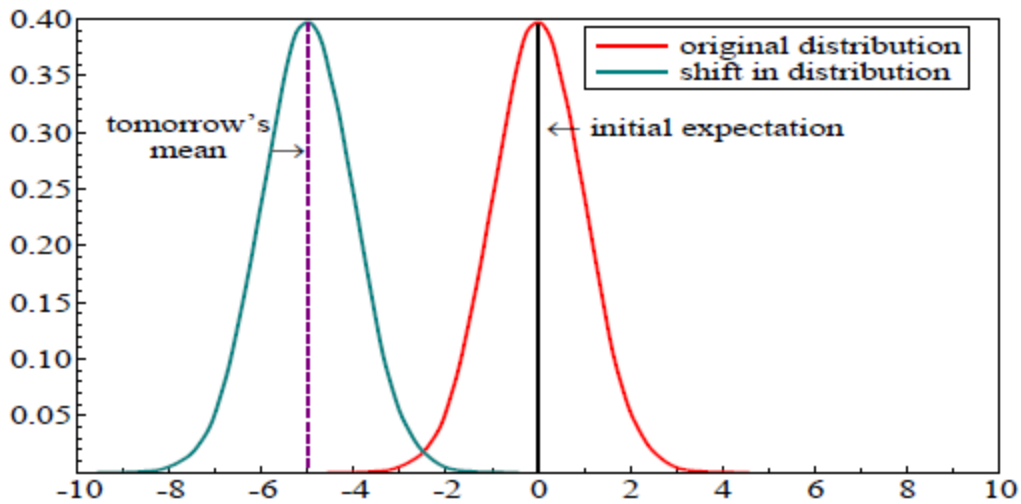


Figura 2: La expectativa de hoy puede ser una pobre estimación del resultado de mañana

La imprevisibilidad **extrínseca** corresponde a la tan utilizada "incógnita desconocida" que se deriva de imprevistos cambios de distribución, que pueden ocurrir en números, signos, magnitudes y tiempos desconocidos. La forma más perniciosa de imprevisibilidad extrínseca es la debida a cambios de localización imprevistos que son cambios del "nivel" anterior de  $X$  en momentos inesperados por cantidades desconocidas. Como ilustra la Figura 2, los cambios de localización hacen que lo que de hecho es la nueva situación "ordinaria" que persistirá parezca inusual con respecto a los resultados del pasado. Esos cambios se han producido históricamente en muchas ocasiones y tienen muchas causas potenciales. Son perniciosos porque no sólo arruinan la modelización econométrica si no son tratados, y provocan fallos sistemáticos de predicción, sino que también invalidan la propia base matemática de la optimización y el resultado supuesto de que las expectativas condicionales son predictores insesgados con error cuadrático mínimo: ver Hendry y Mizon (2014). En consecuencia, resulta irracional tener "expectativas racionales" cuando se producen esos cambios, y falla la ley de expectativas iteradas. Concretamente, cuando se producen cambios de localización imprevistos, la expectativa condicional de hoy de los acontecimientos de mañana puede estar sesgada, como ilustra la figura 2, y puede estar dominada por otros predictores: Hendry (2018) y Hendry y John Muellbauer (2018) proporcionan una mayor discusión de este problema fundamental y de sus implicancias.

Los cambios de localización no sólo invalidan los ingredientes clave de la teoría macroeconómica moderna, sino que también arruinan la capacidad de los agentes económicos para planificar en el tiempo, por lo que son también erróneos los supuestos de los modelos DSGE sobre el comportamiento de esos agentes, ya que éstos deben utilizar "mecanismos de corrección de errores" después de la ocurrencia de cambios para evitar equivocarse sistemáticamente. Esos cambios están ausentes en la mayoría de las teorías macroeconómicas y, por consiguiente, los

modelos correspondientes carecen de mecanismos de ajuste, lo que agrava las derivaciones inválidas de muchos modelos basados en la teoría como el COM-PASS.

### 6.3 El principal problema de los pronósticos es un cambio imprevisto de localización

En la Figura 3a, el modelo de predicción es el DGP en (2), por lo que está correctamente especificado en la muestra con parámetros conocidos y sin incertidumbre de estimación, de nuevo con el futuro conocido  $z_{T+h}$ , pronosticando para las mismas rupturas en  $\rho$  como en la Figura 1, panel a, pero ahora con  $\mu = 10$  en lugar de  $\mu = 0$  y todavía  $\kappa = 0$ . ¿Qué podría andar mal?

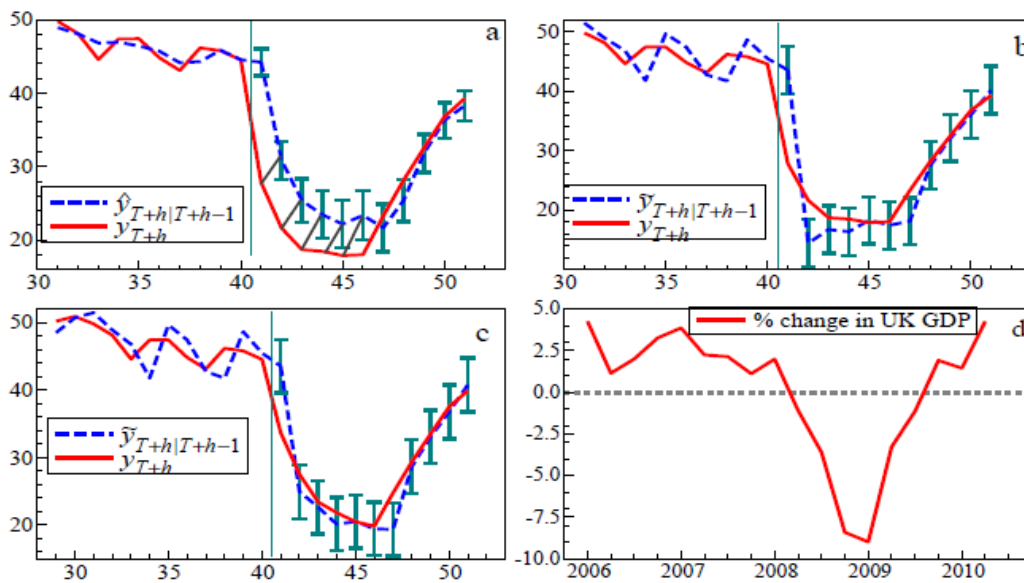


Figura 3: Panel a: pronósticos de  $y_{T+h}$  del DGP de la muestra; panel b: pronósticos de un dispositivo robusto para los mismos cambios; panel c: pronósticos de un dispositivo robusto para diferentes cambios; panel d: cambio porcentual anualizado del PIB del Reino Unido con respecto a la Gran Recesión a modo de comparación.

El panel b utiliza ese mismo DGP y datos, pero ahora el dispositivo de predicción es la primera diferencia de la autorregresión mal especificada estimada (3):

$$\hat{y}_{T+h|T+h-1} = y_{T+h-1} + \rho^{est} y_{T+h-1} \quad (9)$$

según lo demostrado en Hendry (2006) que es robusto después de cambios de localización, extendido por Castle, Clements, y Hendry (2015) a una clase de dispositivos de diversa robustez después de cambios de localización. El panel b muestra que a pesar de que (9) es un modelo completamente erróneo de (2), omitiendo incorrectamente el intercepto y  $z_{T+h}$ , mas incluyendo el 'irrelevante'  $y_{T+h-1}$  y usando la estimación errónea de  $\rho^*$ , sin embargo sus previsiones son mucho mejores que los del DGP en la muestra. El mal pronóstico inicial es inevitable

para todos los dispositivos que no pueden predecir el cambio de localización, entonces el dispositivo se sobrepasa cuando los parámetros vuelven a cambiar, pero después se desempeña bien.

El panel *c* sigue utilizando el DGP (1) para generar datos, pero con una constelación diferente de valores de parámetros y cambios en él, a saber  $\mu = 5$ ;  $\rho = 0.8$ ;  $\gamma = 1$ ;  $\kappa = 5$ , cambiados a  $\mu^* = 2.5$ ;  $\rho^* = 0.6$ ;  $\gamma^* = 0.86$ ;  $\kappa = 5$ , por lo que casi todos los parámetros están alterados, de nuevo pronosticando según (9). El panel *c* muestra que los pronósticos de (9) son aún mejores a pesar de que se cambian más parámetros del DGP, y también ilustra que se pueden crear cambios de localización muy similares mediante valores de parámetros completamente diferentes y cambios de éstos. Así, resulta posible crear esencialmente la misma forma en  $\checkmark$  cambiando muchas combinaciones de parámetros en datos artificiales, de manera similar a la variación porcentual anualizada del PIB del Reino Unido durante la Gran Recesión mostrada en el Panel *d*. Ni los economistas ni los agentes económicos podrían decir qué "parámetros" del DGP habían cambiado hasta mucho tiempo después, ya que enterarse de nuevos parámetros lleva tiempo. Por lo tanto, ni siquiera "agentes racionales" podían formar expectativas condicionales de las distribuciones pasadas de los procesos no estacionarios sujetos a cambios de localización.

Así pues, la Figura 3*a* explica las fallas sistemáticas de pronóstico de los modelos macroeconómicos después de cambios de localización, mientras que los paneles *b* y *c* explican por qué los llamados dispositivos "ingenuos" utilizados por Nelson (1972) podrían tener un rendimiento superior, ya que eran sin saberlo robustos después de los cambios, como (9), al igual que algunos otros dispositivos de pronóstico. Juntos, estos resultados enfatizan la falta de conexión entre "bondad" de un modelo, aquí el DGP dentro de la muestra con parámetros conocidos y valores futuros conocidos de la variable fuertemente exógena, y los pronósticos resultantes: los DGP conocidos en la muestra pueden ser superados en los pronósticos por cálculos ingenuos cuando se producen cambios de localización. Obviamente, esa posibilidad no implica que tales modelos sean útiles en cualquier otro contexto, como la comprensión o el análisis de políticas.

Los malentendidos sobre las causas del fracaso de los pronósticos son legión, e inevitablemente utilizados por aquellos con programas políticos para promover su visión del mundo, aunque el fracaso observado no esté relacionado con la calidad de la base teórica y su aplicación empírica. El ejemplo "clásico" de ello es el fracaso de Apolo 13 en llegar a la Luna a la hora y fecha previstas, tras la explosión a bordo de un cilindro de oxígeno. Ni la teoría subyacente de la dinámica newtoniana basada en la ley del cuadrado inverso, ni los algoritmos de predicción de la NASA se ven impugnados por esa debacle: la lección clave fue fabricar cilindros de oxígeno más robustos. Por lo tanto, el abandono de los macromodelos 'keynesianos' después de los cambios de ubicación de la crisis del petróleo no se justificaba por su fracaso previsto, ni se podría añadir es el de renunciar a los DSGEs

por su horrible desempeño durante la Crisis Financiera y la Gran Recesión: lo que importa es que estas últimas se encuentran entre las representaciones menos "estructurales" del comportamiento económico posibles, ya que sus propias bases matemáticas de optimización intertemporal y expectativas condicionales fallan con cada cambio distributivo, por lo que no pueden representar cómo se comportarían agentes económicos inteligentes.

## 7 Comercialización de modelos macroeconómicos

Aunque muchos organismos gubernamentales y bancos centrales han comenzado a utilizar los DSGEs como su principal método empírico el mundo comercial ha seguido utilizando modelos macroeconómicos menos restrictivos con mayor congruencia de datos. Esos modelos se desarrollaron para proporcionar previsiones y análisis económicos cuantitativos al margen de los gobiernos. Los ejemplos incluyen a Wharton Econometric Forecasting Associates y DRI ahora ambos parte de IHS Markit (ver <https://ihsmarkit.com/products/economics-analysis-forecasting.html>), y Ray Fair (véase <https://fairmodel.econ.yale.edu/mmm2.htm>) en EE.UU., Oxford Economics (anteriormente Oxford Economic Forecasting: véase <https://www.oxfordeconomics.com/about-us>), Cambridge Econometrics (véase <https://www.camecon.com/>) y el National Institute of Economic and Social Research (NIESR: véase <https://www.niesr.ac.uk/forecasts-models> en el Reino Unido, y Estadísticas de Noruega en Oslo (véase <https://www.ssb.no/en/forskning/makroekonomi/konjunkturanalyser-og-prognoser>) entre otros. El hecho de que haya empresas dispuestas a pagar por esos servicios sugiere que las previsiones de los modelos no-DSGE siguen siendo rentables, pero también contradice el supuesto de cómo los agentes en los DSGEs forman sus expectativas sobre el futuro.

## 8 Modas y tendencias en la construcción de modelos macroeconómicos

Los nuevos modos de modelización macroeconómica empírica surgen de los desarrollos intelectuales, y luego fracasan a causa de la fría y dura realidad de datos intransigentes y no estacionarios, con acalorados debates entre ellos. Históricamente se pueden distinguir cuatro fases:

- 1] los primeros modelos empíricos de demanda, que fueron muy criticados por la "teoría económica";
- 2] los primeros intentos de predicción económica, que murieron en la Gran Depresión;
- 3] modelos macroeconómicos keynesianos que fueron rechazados tras la estancamiento de la crisis del petróleo;

[4] DSGEs, que fracasaron en la Gran Recesión, pero que aún no han sido descartados a pesar de sus fracasos teóricos y empíricos.

Las modas de construcción de modelos macroeconómicos se hunden tras el fracaso de las predicciones después de grandes cambios de localización imprevistos, una situación que probablemente continuará hasta que se puedan predecir esos cambios. Sin embargo, las decisiones de rechazo (retención) basadas únicamente en el fracaso (éxito) de la predicción suelen ser falacias de *non sequitur*, como demostró dramáticamente el Apolo 13, aunque los protagonistas suelen alegar también defectos teóricos (ventajas) en los enfoques que desean descartar (apoyar).

Pero la moda es inconstante. No todos los bancos centrales cambiaron a hacer de los modelos DSGE su principal herramienta analítica: por ejemplo, la Reserva Federal mantuvo su gran modelo FRB-US de la economía de EEUU durante la moda de los DSGEs neokeynesianos (NK-DSGEs). Otros bancos centrales, incluyendo los de Canadá, Países Bajos y Australia, han desarrollado modelos no DSGE, y en el BCE, se están desarrollando modelos no DSGE de las cinco principales economías europeas. El documento de Tom Cusbert y Elizabeth Kendall (2018) que presenta el nuevo modelo MARTIN en el Banco de la Reserva de Australia señala que "una debilidad de los modelos DSGE es que a menudo no se ajustan a los datos así como otros modelos, y los mecanismos causales no siempre se corresponden con la forma en que los economistas y los responsables de la formulación de políticas piensan que la economía funciona realmente... El punto fuerte fundamental de los modelos econométricos de sistemas completos como MARTIN es que son lo suficientemente flexibles para incorporar los mecanismos causales que los responsables de las políticas consideran importantes y que se ajustan razonablemente bien a las relaciones observables en los datos". El diagrama de Pagan (véase Adrian Pagan, 2003), del aparente trade-off entre "coherencia teórica" y "coherencia empírica", supone implícitamente una teoría específica con la que un modelo debe ser coherente: dadas otras teorías, los modelos empíricos que coinciden con la evidencia de los datos pueden mantener la coherencia (véase, por ejemplo, Simon Wren-Lewis, 2018).

Sin embargo, la mayoría de los modelos macroeconómicos desarrollados hasta ahora no captan adecuadamente los vínculos entre la economía real y las finanzas, generalmente forzando los efectos de riqueza y crédito en una única medida de valor neto e ignorando los cambios en la oferta de crédito, como se discute en Hendry y Muellbauer (2018). En la revisión del *Journal of Economic Perspectives* sobre el estado de la macroeconomía 10 años después de la crisis financiera mundial, Greg Kaplan y Giovanni Violante (2018) critican los microfundamentos del enfoque NK-DSGE. En el mismo número, Atif Mian y Amir Sufi (2018) sostienen que el "canal de demanda doméstica impulsada por el crédito" es crucial para explicar no sólo la crisis mundial sino los ciclos económicos de muchos países en los últimos 40 años: "las expansiones de la oferta de crédito, que operan



principalmente a través de la demanda de los hogares, han sido un importante impulsor de los ciclos económicos". Las implicancias para los sistemas macroeconómicos incluyen modelar datos agregados sobre el consumo conjunto del sector de los hogares y las decisiones de cartera y medir los cambios en las condiciones de crédito. Hendry y Muellbauer (2018) resumen el enfoque, y Valerie Chauvin y Muellbauer (2018) desarrollan una plantilla de seis ecuaciones aplicada a datos franceses sobre el sector doméstico.

A pesar de opiniones mal fundamentadas como la de Larry Summers (1991) sobre el papel de la evidencia empírica en macroeconomía, un camino 'apolítico' para la construcción de modelos macro-económicos es anidar la teoría y enfoques basados en datos que utilicen selección automática de modelos (véase, por ejemplo, Doornik, 2009, disponible en Doornik y Hendry, 2018). Este enfoque está descrito en Hendry (2018), basándose en Hendry y Doornik (2014) y Hendry y Johansen (2015).<sup>3</sup> La formulación teórico-modelista está inserta en un modelo mucho más general que comprende todas las variables explicativas alternativas más indicadores para los valores atípicos y los desplazamientos. Las variables explicativas son ortogonalizadas con respecto a variables inspiradas en la teoría que serán retenidas sin selección, mientras se seleccionan otras candidatas en niveles de importancia estrictos por medio de la función automática *Gets* para ver si alguna de las hipótesis rivales es relevante. Si ninguna de ellas importa, las estimaciones teórico-paramétricas tienen precisamente la misma distribución que se obtendría ajustando directamente el modelo teórico a los datos, por lo que no hay costo alguno, con el enorme beneficio de que el modelo ha sido evaluado rigurosamente. Por el contrario, si se mantiene un número excesivo de variables candidatas alternativas a pesar de un nivel de significación ajustado, el investigador se entera de que el modelo teórico es, en el mejor de los casos, incompleto y, en el peor, engañoso. Una estrategia de investigación progresiva que tenga en cuenta las pruebas empíricas es posible incluso en economías no estacionarias.

## 9 Conclusión

El título de la sección se refiere a las conclusiones del presente documento, no a la historia de la modelización macroeconómica. Distinguimos siete grupos de contribuidores al desarrollo de modelos macroeconómicos empíricos, todos los cuales siguen teniendo importantes roles:

(1) Los *conceptualizadores de sistemas*, que ahora operan a nivel mundial (véase Stéphane Dees, Filippo di Mauro, Hashem Pesaran, y Vanessa Smith, 2007, y Ericsson y Erica Reisman, 2012), tratando de comprender una economía mundial en rápida evolución, sujeta a muchos cambios imprevistos y con un potencial de

<sup>3</sup> En <https://voxeu.org/article/improved-approach-empirical-modelling-o> y <https://voxeu.org/article/data-mining-more-variables-observations> se ofrecen debates no técnicos.

problemas graves por el cambio climático (véase, por ejemplo, Spencer Weart, 2010);

2) los *creadores de datos agregados*, que se esfuerzan por inventar estructuras de medición para las economías digitales (véase Diane Coyle, 2018);

3) los *solucionadores técnicos* no han desempeñado un papel importante recientemente, pero probablemente haya nuevos conceptos importantes que aún no se ha desentrañado;

4) Los *creadores de instrumentos* han proliferado desde que se fundó la econometría como disciplina oficial en 1932, desarrollando métodos de estimación, inferencia y selección de modelos para muchos tipos de datos y formas de modelos;

5) Las *computadoras* han evolucionado principalmente hacia el desarrollo de programas informáticos, proporcionando una infraestructura crucial para la elaboración de modelos empíricos, aunque muchos artículos publicados en las principales revistas aún no registran qué programas informáticos fueron utilizados;

6) los *modeladores empíricos* abundan actualmente en todas las disciplinas de datos observacionales, dando distinto peso a las funciones de la teoría, los datos, los métodos y los modelos en sus enfoques y conclusiones;

7) los *pronosticadores y analistas de políticas* suelen aparecer en la televisión todas las noches, con explicaciones *ex post* tales como por qué ocurrieron algunos eventos que no estaban previstos esa mañana, recurriendo muy raramente a la experiencia académica.

Este documento ofrece un resumen incompleto de una historia complicada con muchos éxitos y fracasos, pero que sin duda aumenta el conocimiento y la comprensión en general. A pesar de tales avances, nuestra comprensión sigue siendo seriamente incompleta en los siete roles, y dada la no estacionariedad de la economía y el medio ambiente, siempre puede ser incompleta incluso a medida que se acumulan mayores conocimientos. No obstante, se ha ofrecido una explicación de lo que sí y lo que no causa fallas sistemáticas de pronóstico y sus implicancias para el fracaso de la teoría. Concretamente, el fallo de pronóstico resulta de cambios de localización impredecibles que invalidan las matemáticas de la optimización intertemporal, por lo que falla la ley de las expectativas iteradas y las "expectativas racionales", tal como se interpretan habitualmente, se tornan irracionales, siendo sistemáticamente sesgadas e ineficientes. A la inversa, se describió un enfoque de selección de modelos que aborda la no estacionariedad y combina teoría y evidencia en igualdad de condiciones *ex ante* para implementar una estrategia de investigación progresiva de descubrimiento de modelos y evaluación de teorías.

## Referencias

- Aldrich, J. (1989). Autonomy. *Oxford Economic Papers* 41, 15–34.
- Aldrich, J. (1993). Reiersøl, Geary and the idea of instrumental variables. *The Economic and Social Review* 24, 247–273.
- Anderson, T. W. (1962). The choice of the degree of a polynomial regression as a multiple-decision problem. *Annals of Mathematical Statistics* 33, 255–265.
- Anderson, T. W. (1971). *The Statistical Analysis of Time Series*. New York: John Wiley & Sons.
- Apostolides, A., S. Broadberry, B. Campbell, M. Overton, and B. van Leeuwen (2008). English Gross Domestic Product, 1300–1700: Some preliminary estimates. Discussion paper, University of Warwick, Coventry.
- Arrow, K. J. and G. Debreu (1954). Existence of an equilibrium for a competitive economy. *Econometrica* 22, 265–290.
- Babson, R. W. (1909). Business barometers used in the accumulation of money. Babson reports inc., Babson College, Wellesley, Mass.
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la spéculation. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure* 3, 21–86.
- Backhouse, R. (1995). *Interpreting Macroeconomics. Explorations in the History of Macroeconomic Thought*. London: Routledge.
- Ball, R. J., D. B. Boatwright, T. Burns, P. W. M. Lobban, and G. W. Miller (1975). The London Business School quarterly econometric model of the U.K. economy. Véase Renton (1975), pp. 3–37.
- Ball, R. J. and T. Burns (1968). An econometric approach to short run analysis of the U.K. economy, 1955–66. *Operational Research Quarterly* 19, 225–256.
- Barten, A. P. (1991). The history of Dutch macroeconomic modelling 1936–1986. Véase Bodkin, Klein, and Marwah (1991), pp. 153–194.
- Bean, L. H. (1929). A simplified method of graphic curvilinear correlation. *Journal of the American Statistical Association* 24, 386–397.
- Bispham, J. A. (1975). The NIESR model and its behaviour. Véase Renton (1975), Chapter Appendix to ch. 3.
- Blaug, M. (1997). *Economic Theory in Retrospect*. Cambridge: Cambridge University Press. Traducción: *Teoría económica en retrospectiva*, Fondo de Cultura Económica, 2001.

- Bodkin, R. G., L. R. Klein, and K. Marwah (Eds.) (1991). *A History of Macroeconomic Modelbuilding*. Aldershot: Edward Elgar Publishing.
- Boland, L. (2014). *Model Building in Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bollard, A. (2016). *A Few Hares to Chase*. Oxford: Oxford University Press.
- Bontemps, C. and G. E. Mizon (2008). Encompassing: Concepts and implementation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 70, 721–750.
- Bos, F. (2011). Three centuries of macro-economic statistics. *SSRN Electronic journal*, DOI: 10.2139/ssrn.1971604.
- Bowley, A. L. (1895). Changes in average wages (nominal and real) in the United Kingdom between 1860 and 1891. *Journal of the Royal Statistical Society* 58, 223–285.
- Bowley, A. L. (1913). The census of production and the national dividend. *Economic Journal* 23, 53–61.
- Bowley, A. L. and J. C. Stamp (1927). *The National Income 1924*. Oxford: Clarendon Press.
- Brayton, F., A. Levin, R. Lyon, and J. C. Williams (1997). The evolution of macro models at the Federal Reserve Board. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 47, 43–81.
- Burgess, S., E. Fernández-Corugedo, C. Groth, R. Harrison, F. Monti, K. Theodoridis, and M. Waldron (2013). The Bank of England’s forecasting platform: COMPASS, MAPS, EASE and the suite of models. Working paper no. 471 and appendices, Bank of England, London.
- Campbell, J. Y. and N. G. Mankiw (1990). Permanent income, current income, and consumption. *Journal of Business and Economic Statistics* 8, 265–279.
- Campos, J., N. R. Ericsson, and D. F. Hendry (Eds.) (2005). *Readings on General-to-Specific Modeling*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Carson, C. S. (1970). The history of the United States national income and product accounts: The development of an analytical tool. Technical report, Bureau of Economic Analysis, US Department of Commerce.
- Castle, J. L., M. P. Clements, and D. F. Hendry (2015). Robust approaches to forecasting. *International Journal of Forecasting* 31, 99–112.

- Castle, J. L., J. A. Doornik, D. F. Hendry, and R. Nymoen (2014). Mis-specification testing: Noninvariance of expectations models of inflation. *Econometric Reviews* 33, 553–574.
- Castle, J. L., J. A. Doornik, D. F. Hendry, and F. Pretis (2015). Detecting location shifts during model selection by step-indicator saturation. *Econometrics* 3(2), 240–264.
- Castle, J. L. and D. F. Hendry (2014). Semi-automatic non-linear model selection. In N. Haldrup, M. Meitz, and P. Saikkonen (Eds.), *Essays in Nonlinear Time Series Econometrics*, pp. 163–197. Oxford: Oxford University Press.
- Castle, J. L., D. F. Hendry, and A. B. Martínez (2017). Evaluating forecasts, narratives and Policy using a test of invariance. *Econometrics* 5(39), DOI: 10.3390/econometrics5030039.
- Chauvin, V. and J. N. J. Muellbauer (2018). Consumption, household portfolios and the housing market in France. *Economie et Statistique/Economics and Statistics*, próximamente.
- Christ, C. F. (1994). The Cowles Commission’s contributions to econometrics at Chicago, 1939–1955. *Journal of Economic Literature* 32, 30–59.
- Clark, C. (1932). *The National Income 1924–31*. London: MacMillan.
- Clark, C. (1937). *National Income and Outlay*. London: MacMillan.
- Clements, M. P. and D. F. Hendry (1998). *Forecasting Economic Time Series*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cox, D. R. (1961). Tests of separate families of hypotheses. In *Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, Volume 1, Berkeley, pp. 105–123. University of California Press.
- Cox, D. R. (1962). Further results on tests of separate families of hypotheses. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 24, 406–424.
- Coyle, D. (2001). *GDP: A brief but Affectionate History*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Coyle, D. (2018). Challenges in measuring the modern economy. Plenary presentation at 2018 International Symposium on Forecasting, Boulder, Colorado.
- Cusbert, T. and E. Kendall (2018). Meet MARTIN, the RBA’s new macroeconomic model. *Australian Reserve Bank Bulletin* March, 31–44.

- Davidson, J. E. H. and D. F. Hendry (1981). Interpreting econometric evidence: The behaviour of consumers' expenditure in the UK. *European Economic Review* 16, 177–192. Reimpreso en Campos, J., Ericsson, N.R. and Hendry, D.F. (eds.), *General to Specific Modelling*. Edward Elgar, 2005.
- Dees, S., F. di Mauro, M. H. Pesaran, and L. V. Smith (2007). Exploring the international linkages in the EURO area: A global VAR analysis. *Journal of Applied Econometrics* 22, 1–38.
- Dhaene, G. and A. P. Barten (1989). When it all began: The 1936 Tinbergen model revisited. *Economic Modelling* 6, 203–219.
- Diewert, W. E. (1976). Exact and superlative index numbers. *Journal of Econometrics* 4, 115–145.
- Diewert, W. E. (1978). Superlative index numbers and consistency in aggregation. *Econometrica* 46, 883–900.
- Diewert, W. E. (1988). *The Early History of Price Index Research*. Cambridge, MA: NBER.
- Divisia, F. (1926). L'indice monétaire et la théorie de la monnaie. *Revue d'Économie Politique* 40, 49–81.
- Doornik, J. A. (2008). Encompassing and automatic model selection. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 70, 915–925.
- Doornik, J. A. (2009). Autometrics. In J. L. Castle and N. Shephard (Eds.), *The Methodology and Practice of Econometrics*, pp. 88–121. Oxford: Oxford University Press.
- Doornik, J. A. and D. F. Hendry (2018). *Empirical Econometric Modelling using PcGive: Volume I*. (8th ed.). London: Timberlake Consultants Press.
- Duarte, P. (2009). Not going away? Microfoundations in the making of a new consensus in macroeconomics. Mimeo, Department of Economics (FEA-USP), University of Sao Paulo.
- Duesenberry, J. S., G. Fromm, L. R. Klein, and E. Kuh (Eds.) (1969). *The Brookings Model: Some Further Results*. Amsterdam: North-Holland.
- Duesenberry, J. S., L. R. Klein, G. Fromm, and E. Kuh (Eds.) (1965). *Brookings Quarterly Econometric Model of the United States*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

- Duffy, J. A. and D. F. Hendry (2017). The impact of near-integrated measurement errors on modelling long-run macroeconomic time series. *Econometric Reviews* 36, 568–587.
- Eckstein, O., E. W. Green, and A. Sinai (1974). The Data Resources model: Uses, structure, and analysis of the U.S. economy. *International Economic Review* 15, 595–615.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity, with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica* 50, 987–1007.
- Engle, R. F. and C. W. J. Granger (1987). Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica* 55, 251–276.
- Engle, R. F., D. F. Hendry, and J.-F. Richard (1983). Exogeneity. *Econometrica* 51, 277–304. Reimpreso en Ericsson, N. R. and Irons, J. S. (eds.) *Testing Exogeneity*, Oxford: Oxford University Press, 1994; y en Campos, Ericsson and Hendry (2005) op. cit.
- Ericsson, N. R., D. F. Hendry, and S. B. Hood (2016). Milton Friedman as a Statistician and Econometrician. In R. A. Cord and J. D. Hammond (Eds.), *Milton Friedman: Contributions to Economics and Public Policy*, pp. 91–142. Oxford: Oxford University Press.
- Ericsson, N. R. and E. L. Reisman (2012). Evaluating a global vector autoregression for forecasting. *International Advances in Economic Research* 18, 247–258.
- Escribano, A. (2004). Nonlinear error correction: The case of money demand in the UK (1878–2000). *Macroeconomic Dynamics* 8, 76–116.
- Fisher, I. (1921). The best form of index number. *American Statistical Association Quarterly* 17, 533–537.
- Fisher, I. (1925). Our unstable dollar and the so-called business cycle. *Journal of the American Statistical Association* 20, 181–198.
- Flavin, M. A. (1981). The adjustment of consumption to changing expectations about future income. *Journal of Political Economy* 89, 974–1009.
- Flux, A. W. (1924). The census of production. *Journal of the Royal Statistical Society* 87, 351–390.
- Flux, A. W. (1929). The national income. *Journal of the Royal Statistical Society* 92, 1–25.

- Friedman, M. (1940). Book review of *Business Cycles in the United States of America, 1919–1932* by J. Tinbergen, Vol. II. *American Economic Review* 30, 657–660.
- Friedman, M. and A. J. Schwartz (1982). *Monetary Trends in the United States and the United Kingdom: Their Relation to Income, Prices, and Interest Rates, 1867–1975*. Chicago: University of Chicago Press.
- Friedman, W. A. (2014). *Fortune Tellers: The Story of America's First Economic Forecasters*. Princeton: Princeton University Press.
- Frisch, R. (1929). Correlation and scatter in statistical variables. *Nordic Statistical Journal* 8, 36–102.
- Frisch, R. (1933a). *Pitfalls in the Statistical Construction of Demand and Supply Curves*. Neue Folge, Heft 5, Leipzig: Veröffentlichungen der Frankfurter Gesellschaft für Konjunkturforschung.
- Frisch, R. (1933b). Propagation problems and impulse problems in dynamic economics. In *Economic Essays in Honour of Gustav Cassel*, pp. 171–205. London: Allen and Unwin. Reimpreso en p 155-85 de A.E.A. *Readings in Business Cycle Research*, Homewood, Ill.
- Frisch, R. (1934). *Statistical Confluence Analysis by means of Complete Regression Systems*. Oslo: University Institute of Economics.
- Frisch, R. (1938). Statistical versus theoretical relations in economic macrodynamics. Mimeografiado fechado 17 July 1938, League of Nations Memorandum. Reproducido por la Universidad de Oslo en 1948 con comentarios de Tinbergen. Incluido in Memorandum 'Autonomy of Economic Relations', 6 November 1948, Oslo, Universitets Økonomiske Institutt. Reprinted in Hendry and Morgan (1995), *op. cit.*
- Galton, F. (1886). Regression towards mediocrity in hereditary stature. *Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 15, 246–263.
- Geary, R. C. (1949). Determination of linear relations between systematic parts of variables with errors of observations, the variances of which are unknown. *Econometrica* 17, 30–58.
- Goldberger, A. S. (1959). *Impact Multipliers and Dynamic Properties of the Klein-Goldberger Model*. Amsterdam: North Holland.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica* 37, 424–438.



- Graunt, J. (1662). *Natural and Political Observations Made upon the Bills of Mortality*. London.
- Haavelmo, T. (1943). The statistical implications of a system of simultaneous equations. *Econometrica* 11, 1–12.
- Haavelmo, T. (1944). The probability approach in econometrics. *Econometrica* 12, 1–118. Supplement.
- Haavelmo, T. (1958). The role of the econometrician in the advancement of economic theory. *Econometrica* 26, 351–357.
- Hald, A. (1998). *A History of Mathematical Statistics from 1750 to 1930*. New York: Wiley.
- Hall, R. E. (1978). Stochastic implications of the life cycle-permanent income hypothesis: Evidence. *Journal of Political Economy* 86, 971–987.
- Harrison, R., K. Nikolov, M. Quinn, G. Ramsay, A. Scott, and R. Thomas (2005). The Bank of England quarterly model. Research paper, 244pp, Bank of England, London.
- Hendry, D. F. (1979). The behaviour of inconsistent instrumental variables estimators in dynamic systems with autocorrelated errors. *Journal of Econometrics* 9, 295–314.
- Hendry, D. F. (1980). Econometrics: Alchemy or science? *Economica* 47, 387–406. Reprinted in Hendry, D. F., *Econometrics: Alchemy or Science?* Oxford: Blackwell Publishers, 1993, and Oxford University Press, 2000. Trad. *Econometría: ¿Alquimia o Ciencia?* <https://app.box.com/s/7b31ka4kbn>
- Hendry, D. F. (1995). *Dynamic Econometrics*. Oxford: Oxford University Press.
- Hendry, D. F. (1996). On the constancy of time-series econometric equations. *Economic and Social Review* 27, 401–422.
- Hendry, D. F. (2001a). How economists forecast. In D. F. Hendry and N. R. Ericsson (Eds.), *Understanding Economic Forecasts*, pp. 15–41. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hendry, D. F. (2001b). Modelling UK inflation, 1875–1991. *Journal of Applied Econometrics* 16, 255–275.
- Hendry, D. F. (2003). J. Denis Sargan and the origins of LSE econometric methodology. *Econometric Theory* 19, 457–480.
- Hendry, D. F. (2006). Robustifying forecasts from equilibrium-correction models. *Journal of Econometrics* 135, 399–426.

- Hendry, D. F. (2018). Deciding between alternative approaches in macroeconomics. *International Journal of Forecasting* 34, 119–135, with ‘Response to the Discussants’, 142–146.
- Hendry, D. F. and J. A. Doornik (1999). The impact of computational tools on time-series econometrics. In T. Coppock (Ed.), *Information Technology and Scholarship*, pp. 257–269. Oxford: Oxford University Press.
- Hendry, D. F. and J. A. Doornik (2014). *Empirical Model Discovery and Theory Evaluation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Hendry, D. F. and N. R. Ericsson (1991). An econometric analysis of UK money demand in ‘Monetary Trends in the United States and the United Kingdom’ by Milton Friedman and Anna J. Schwartz. *American Economic Review* 81, 8–38.
- Hendry, D. F. and S. Johansen (2015). Model discovery and Trygve Haavelmo’s legacy. *Econometric Theory* 31, 93–114.
- Hendry, D. F. and G. E. Mizon (1978). Serial correlation as a convenient simplification, not a nuisance: A comment on a study of the demand for money by the Bank of England. *Economic Journal* 88, 549–563. Reimpresso in Campos, Ericsson and Hendry (2005) *op. cit.*
- Hendry, D. F. and G. E. Mizon (2000). The influence of A. W. Phillips on econometrics. In R. Leeson (Ed.), *A. W. H. Phillips: Collected Works in Contemporary Perspective*, pp. 353–364. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hendry, D. F. and G. E. Mizon (2012). Open-model forecast-error taxonomies. In X. Chen and N. R. Swanson (Eds.), *Recent Advances and Future Directions in Causality, Prediction, and Specification Analysis*, pp. 219–240. New York: Springer.
- Hendry, D. F. and G. E. Mizon (2014). Unpredictability in economic analysis, econometric modeling and forecasting. *Journal of Econometrics* 182, 186–195.
- Hendry, D. F. and M. S. Morgan (Eds.) (1995). *The Foundations of Econometric Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hendry, D. F. and J. N. J. Muellbauer (2018). The future of macroeconomics: Macro theory and models at the Bank of England. *Oxford Review of Economic Policy* 34, 287–328.

- Hickman, B. G. (Ed.) (1972). *Econometric Models of Cyclical Behaviour*. Number 36 in National Bureau of Economic Research Studies in Income and Wealth. New York: Columbia University Press.
- Hicks, J. R. (1937). Mr Keynes and the 'Classics': A suggested interpretation. *Econometrica* 5, 147–159.
- Hood, W. C. and T. C. Koopmans (Eds.) (1953). *Studies in Econometric Method*. Number 14 in Cowles Commission Monograph. New York: John Wiley & Sons.
- Hooker, R. H. (1901). Correlation of the marriage rate with trade. *Journal of the Royal Statistical Society* 64, 485–492. Reimpreso in Hendry and Morgan (1995), op. cit.
- Hoover, K. D. (Ed.) (1995). *Macroeconometrics: Developments, Tensions and Prospects*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Hoover, K. D. (2003). A history of postwar monetary economics and macroeconomics. In W. Samuels, J. Biddle, and J. Davis (Eds.), *A Companion to the History of Economic Thought*, pp. 411–427. Oxford: Blackwell.
- Hoover, K. D., S. Johansen, and K. Juselius (2008). Allowing the data to speak freely: The macroeconometrics of the cointegrated vector autoregression. *American Economic Review: Papers and Proceedings* 98, 251–255.
- Jevons, W. S. (1884). *Investigations in Currency and Finance*. London: Macmillan.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control* 12, 231–254. Reimpreso in R.F. Engle and C.W.J. Granger (eds), *Long-Run Economic Relationships*, Oxford: Oxford University Press, 1991, 131–52.
- Juselius, K. (2006). *The Cointegrated VAR Model: Methodology and Applications*. Oxford: Oxford University Press.
- Juselius, K. and M. Franchi (2007). Taking a DSGE model to the data meaningfully. *Economics-The Open-Access, Open-Assessment E-Journal* 2007-4.
- Kaplan, G. and G. Violante (2018). Microeconomic heterogeneity and macroeconomic shocks. *Journal of Economic Perspectives* 32, 167–194.
- Kendrick, J. W. (1970). The historical development of national-income accounts. *History of Political Economy* 2, 284–315.

- Keynes, J. M. (1920). *The Economic Consequences of the Peace*. London: Macmillan. Traducido: *Las consecuencias económicas de la paz*, Clásicos de historia, 91.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan. Traducido: *Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*, Fondo de Cultura Económica, 1943.
- Keynes, J. M. (1939). Professor Tinbergen's method. *Economic Journal* 44, 558–568. Reimpreso in Hendry and Morgan (1995), *op. cit.*
- King, G. (1696). *Natural and Political Observations and Conclusions upon the State and Condition of England*. London.
- King, G. (1697). *Of the Naval Trade of England, 1688, and the National Profit then Arising thereby*. London.
- Klein, J. L. (1997). *Statistical Visions in Time*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Klein, L. R. (1950). *Economic Fluctuations in the United States, 1921–41*. Number 11 in Cowles Commission Monograph. New York: John Wiley.
- Klein, L. R. (1971). *An Essay on the Theory of Economic Prediction*. Chicago: Markham Publishing Company.
- Klein, L. R. (1987). A history of computation in econometrics. Mimeo, University of Pennsylvania.
- Klein, L. R., R. J. Ball, A. Hazlewood, and P. Vandome (1961). *An Econometric Model of the UK*. Oxford: Oxford University Press.
- Klein, L. R. and A. S. Goldberger (1955). *An Econometric Model of the United States, 1929-1952*. Amsterdam: North Holland Publishing Co.
- Koopmans, T. C. (1937). *Linear Regression Analysis of Economic Time Series*. Haarlem: Netherlands Economic Institute.
- Koopmans, T. C. (1947). Measurement without theory. *Review of Economics and Statistics* 29, 161–179.
- Koopmans, T. C. (1949). Identification problems in economic model construction. *Econometrica* 17, 125–144. Reimpreso con revisiones menores in Hood, W. C. and Koopmans, T. C. (eds.) (1953), *Studies in Econometric Method*. Cowles Commission Monograph 14, New York: John Wiley & Sons.

- Koopmans, T. C. (Ed.) (1950a). *Statistical Inference in Dynamic Economic Models*. Number 10 in Cowles Commission Monograph. New York: John Wiley & Sons.
- Koopmans, T. C. (1950b). When is an equation system complete for statistical purposes? Véase Koopmans (1950a), Chapter 17.
- Kuznets, S. (1937). *National Income and Capital Formation, 1919–1935*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Kuznets, S. (1946). *National Income. A Summary of Findings*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Kydland, F. E. and E. C. Prescott (1990). Business cycles: Real facts and a monetary myth. *Federal Reserve Bank of Minneapolis, Quarterly Review* 14, 3–18.
- Kydland, F. E. and E. C. Prescott (1991). The econometrics of the general equilibrium approach to business cycles. *Scandinavian Journal of Economics* 93, 161–178.
- Laspeyres, E. (1871). Die berechnung einer mittleren warenpreissteigerung. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*.
- Lehfeldt, R. A. (1914). The elasticity of the demand for wheat. *Economic Journal* 24, 212–217.
- Lenoir, M. (1913). *Études sur la Formation et le Mouvement des Prix*. Paris.
- Lucas, R. E. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. In K. Brunner and A. Meltzer (Eds.), *The Phillips Curve and Labor Markets*, Volume 1 of Carnegie-Rochester Conferences on Public Policy, pp. 19–46. Amsterdam: North-Holland Publishing Company. Traducido: *Evaluación económica de la política: una crítica*, UNAM.
- Malinvaud, E. (1988). Econometric methodology at the Cowles Commission: Rise and maturity. *Econometric Theory* 4, 187–209
- Mann, H. and A. Wald (1943). On the statistical treatment of linear stochastic difference equations. *Econometrica* 11, 173–220.
- Marschak, J. (1953). Economic measurements for policy and prediction. Véase Hood and Koopmans (1953).
- Marschak, J. and O. Lange (1940). Mr. Keynes on the statistical verification of business cycle theories. Véase Hendry and Morgan (1995).

- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. London: Macmillan and Co. Traducción: *Principios de Economía*, Editorial Síntesis, 2006.
- McDonald, J. and G. D. Snooks (1986). *Domesday Economy: A New Approach to Anglo-Norman History*. Oxford: Oxford University Press. Domesday Book on <https://www.nationalarchives.gov.uk/domesday/>
- Mian, A. and A. Sufi (2018). Finance and business cycles: The credit-driven household demand channel. *Journal of Economic Perspectives* 32, 31–58.
- Miller, P. J. (1978). Forecasting with econometric methods: A comment. *Journal of Business* 51, 579–586.
- Millmow, A. J. (2019). The Economist Who Changed His Mind: The Life and Times of Colin Clark. Unpublished typescript, Federation Business School, Australia.
- Mills, T. C. (2011). Bradford Smith: An econometrician decades ahead of his time. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 73, 276–285.
- Mitchell, W. C. (1913). *Business Cycles*, Volume 13. Berkeley: California University Memoirs.
- Mizon, G. E. and J.-F. Richard (1986). The encompassing principle and its application to non-nested hypothesis tests. *Econometrica* 54, 657–678.
- Moore, H. L. (1911). *Laws of Wages: An Essay in Statistical Economics*. New York: MacMillan.
- Moore, H. L. (1914). *Economic Cycles—Their Law and Cause*. New York: MacMillan.
- Moore, H. L. (1925). A moving equilibrium of demand and supply. *Quarterly Journal of Economics* 39, 359–371.
- Morgan, M. S. (1990). *The History of Econometric Ideas*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Muellbauer, J. N. J. (1983). Surprises in the consumption function. *Economic Journal Conference Supplement*, 34–49.
- Muth, J. F. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica* 29, 315–335.
- Nelson, C. R. (1972). The prediction performance of the FRB-MIT-PENN model of the US economy. *American Economic Review* 62, 902–917. Reimpreso in T.C. Mills (ed.), *Economic Forecasting*. Edward Elgar, 1999.

- Paasche, H. (1875). *Die Geldentwertung zu Halle in den letzten Decennien dieses Jahrhunderts*. Halle: Plötz.
- Pagan, A. R. (2003). Report on modelling and forecasting at the Bank of England. *Bank of England Quarterly Bulletin*, Spring.
- Persons, W. M. (1919). Indices of business conditions. *Review of Economic Statistics* 1, 5–107.
- Persons, W. M. (1924). *The Problem of Business Forecasting*. Number 6 in Pollak Foundation for Economic Research Publications. London: Pitman.
- Pesaran, M. H. (1974). On the general problem of model selection. *Review of Economic Studies* 41, 153–171. Reimpreso in Campos, Ericsson and Hendry (2005) *op. cit.*
- Petty, W. (1690). *Political Arithmetick*. London.
- Phillips, A. W. H. (1954). Stabilization policy in a closed economy. *Economic Journal* 64, 290–333. Reimpreso in R. Leeson (ed.) (2000) *op. cit.*
- Phillips, A.W. H. (1958). The relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861–1957. *Economica* 25, 283–299. Reimpreso pp243–260 in R. Leeson (ed.) (2000) *op. cit.*
- Phillips, P. C. B. (1986). Understanding spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics* 33, 311–340.
- Playfair, W. (1786). *The Commercial and Political Atlas: Representing, by Means of Stained Copper-Plate Charts, the Progress of the Commerce, Revenues, Expenditure and Debts of England during the Whole of the Eighteenth Century*. London.
- Playfair, W. (1801). *Statistical Breviary; Shewing, on a Principle Entirely New, the Resources of Every State and Kingdom in Europe*. London, Wallis.
- Qin, D. (1993). *The Formation of Econometrics: A Historical Perspective*. Oxford: Clarendon Press.
- Qin, D. (2013). *A History of Econometrics: The Reformation from the 1970s*. Oxford: Clarendon Press.
- Quenouille, M. H. (1957). *The Analysis of Multiple Time Series*. London: Griffin.
- Quesnay, F. (1766). *Tableau Économique: Analyse de la Formule Arithmétique du Tableau Économique de la Distribution des Dépenses Annuelles d'une Nation Agricole*. Leyden: Dupont de Nemours.

- Reiersøl, O. (1945). Confluence analysis by means of instrumental sets of variables. *Arkiv for Matematik Astronomi och Fysik* 32, 1–19.
- Renfro, C. G. (2009). *The Practice of Econometric Theory: An Examination of the Characteristics of Econometric Computing*. London: Springer.
- Renton, G. A. (Ed.) (1975). *Modelling the Economy*. London: Heinemann Educational Books.
- Robbins, L. (1932). *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*. London: Macmillan. Trad.: *Ensayo sobre la Naturaleza y Significación de la Ciencia Económica*, Fondo de Cultura Económica, 1944.
- Ryan-Collins, J., R. A. Werner, and J. Castle (2016). A half-century diversion of monetary policy? an empirical horse-race to identify the UK variable most likely to deliver the desired nominal GDP growth rate. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 43, 158 – 176.
- Sargan, J. D. (1959). The estimation of relationships with autocorrelated residuals by the use of instrumental variables. *Journal of the Royal Statistical Society B*, 21, 91–105. Reimpreso pp. 87–104 in Sargan J. D. (1988), *Contributions to Econometrics*, Vol. 1, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sargan, J. D. (1964). Wages and prices in the United Kingdom: A study in econometric methodology (with discussion). In P. E. Hart, G. Mills, and J. K. Whitaker (Eds.), *Econometric Analysis for National Economic Planning*, Volume 16 of Colston Papers, pp. 25–63. London: Butterworth Co. Reimpreso pp. 275–314 in Hendry D. F. and Wallis K. F. (eds.) (1984). *Econometrics and Quantitative Economics*. Oxford: Basil Blackwell, y pp. 124–169 in Sargan J. D. (1988), *op. cit.*
- Sargan, J. D. (1980). Some tests of dynamic specification for a single equation. *Econometrica* 48, 879–897. Reimpreso pp. 191–212 in Sargan J. D. (1988), *op. cit.*
- Sargent, T. J. and C. A. Sims (1977). Business cycle modelling without pretending to have too much apriori economic theory. In C. A. Sims (Ed.), *New Methods in Business Cycle Research*. Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Schultz, H. (1928). *The Theory and Measurement of Demand*. University of Chicago Press.
- Schumpeter, J. (1954). *History of Economic Analysis*. New York: Oxford University Press. Traducción: *Historia del Análisis Económico*, Fondo de Cultura Económica, 1990.



- Slutsky, E. (1937). The summation of random causes as the source of cyclic processes. *Econometrica*, 5, 105–146. (Traducción de la versión rusa de 1927.).
- Smets, F. and R. Wouters (2003). An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the Euro Area. *Journal of the European Economic Association* 1, 1123–1175.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. London: W. Strahan & T. Cadell. Traducción: *La Riqueza de las Naciones*, Alianza Editorial, 2011.
- Smith, B. B. (1926). Combining the advantages of first-difference and deviation-from-trend methods of correlating time series. *Journal of the American Statistical Association* 21, 55–59.
- Smith, B. B. (1929). Judging the forecast for 1929. *Journal of the American Statistical Association* 24, 94–98.
- Stamp, J. C. (1916). *British Incomes and Property*. London: P. S. King.
- Stigler, S. M. (1986). *The History of Statistics: The Measurement of Uncertainty before 1900*. Cambridge Mass.: Harvard University Press.
- Stone, J. R. N. (1978). Keynes, political arithmetic and econometrics. *Proceedings of the British Academy* 64, 55–92.
- Stone, J. R. N. (1985). The disaggregation of the household sector in the national accounts. In G. Pyatt and J. I. Round (Eds.), *Social Accounting Matrices: A Basis for Planning*, pp. 145–185. Washington D.C.: The World Bank.
- Student (1908). On the probable error of the mean. *Biometrika* 6, 1–25.
- Summers, L. H. (1991). The scientific illusion in empirical macroeconomics. *Scandinavian Journal of Economics* 93, 129–148.
- Taleb, N. N. (2009). Errors, robustness, and the fourth quadrant. *International Journal of Forecasting* 25, 744–759.
- Theil, H. (1961). *Economic Forecasts and Policy*, (2nd ed.). Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Tily, G. (2009). John Maynard Keynes and the development of National Accounts in Britain, 1895–1941. *Review of Income and Wealth* 55.
- Tinbergen, J. (1930). *Determination and interpretation of supply curves: An example* [Bestimmung und Deutung von Angebotskurven: ein Beispiel].

- Zeitschrift für Nationalökonomie 1, 669–679. Reimpreso en Hendry and Morgan (1995), *op. cit.*
- Tinbergen, J. (1940). *Statistical Testing of Business-Cycle Theories*. Geneva: League of Nations. Vol. II: Business Cycles in the United States of America, 1919–1932.
- Tinbergen, J. (1951). *Business Cycles in the United Kingdom 1870–1914*. Amsterdam: North-Holland.
- Törnqvist, L. (1936). The Bank of Finland's consumption price index. *Bank of Finland Monthly Bulletin* 10, 1–8.
- Treasury, H. (1980). *Macroeconomic Model Technical Manual*. London: H.M. Treasury.
- Vining, R. (1949a). Methodological issues in quantitative economics. *Review of Economics and Statistics* 31, 77–86.
- Vining, R. (1949b). A rejoinder. *Review of Economics and Statistics* 31, 91–94.
- Waelbroeck, J. K. (Ed.) (1976). *The Models of Project LINK*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Wallis, K. F., M. J. Andrews, D. N. F. Bell, P. G. Fisher, and J. D. Whitley (1984). *Models of the UK Economy, A Review by the ESRC Macroeconomic Modelling Bureau*. Oxford: Oxford University Press.
- Wallis, K. F., P. G. Fisher, J. A. Longbottom, D. S. Turner, and J. D. Whitley (1987). *Models of the UK Economy: A Fourth Review by the ESRC Macroeconomic Modelling Bureau*. Oxford: Oxford University Press.
- Walras, L. (1874). *Elements of Pure Economics*, translated 1954. London: Allen and Unwin. Traducción: *Elementos de Economía Política Pura*, Alianza Editorial, 1987.
- Weart, S. (2010). The discovery of global warming. <http://www.aip.org/history/climate/co2.htm>.
- Wold, H. O. A. (1938). *A Study in The Analysis of Stationary Time Series*. Stockholm: Almqvist and Wicksell.
- Wold, H. O. A. (1949). Statistical estimation of economic relationships. *Econometrica* 17, 1–21. Supplement.
- Working, E. J. (1927). What do statistical demand curves show? *Quarterly Journal of Economics* 41, 212–235.

- Wren-Lewis, S. (2018). Ending the microfoundations hegemony. *Oxford Review of Economic Policy* 34, 55–69.
- Wright, P. G. (1915). Review of Moore, 'Economic Cycles' (1915). *Quarterly Journal of Economics* 29, 631–641. Reimpreso en Hendry and Morgan (1995), *op. cit.*
- Wright, P. G. (1929). Review of H. Schultz: 'Statistical Laws of Demand and Supply'. *Journal of the American Statistical Association* 24, 207–215.
- Yule, G. U. (1926). Why do we sometimes get nonsense-correlations between time-series? A study in sampling and the nature of time series (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society* 89, 1–64. Reimpreso en Hendry and Morgan (1995), *op. cit.*
- Yule, G. U. (1927). On a method of investigating periodicities in disturbed series, with special reference to Wolfer's sunspot numbers. *Philosophical Transactions of the Royal Society, A* 226, 267–298. Reimpreso en Hendry and Morgan (1995), *op. cit.*
- Zarnowitz, V. (2004). An important subject in need of much new research. *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis* 1, 1–7.