



Estudios de Economía Aplicada

ISSN: 1133-3197

secretaria.tecnica@revista-eea.net

Asociación Internacional de Economía

Aplicada

España

Castilla, Adolfo

Proyecto LINK y Econometría de Alta Frecuencia: Las últimas aportaciones  
econométricas de Lawrence R. Klein

Estudios de Economía Aplicada, vol. 33, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 421-450  
Asociación Internacional de Economía Aplicada  
Valladolid, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30138714005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

# Proyecto LINK y Econometría de Alta Frecuencia: Las últimas aportaciones econométricas de Lawrence R. Klein

ADOLFO CASTILLA

*Universidad Antonio de Nebrija, Escuela Politécnica Superior, c/ Pirineos, 55, 28040 Madrid, España. E-mail: acastill@nebrija.es*

## RESUMEN

Lawrence R. Klein murió a los 93 años, el 20 de octubre de 2013. Su vida profesional ha sido larga y fructífera. Se mantuvo muy activo hasta los 87 años y el autor de este trabajo ha sido testigo directo de ello. Ha sido para él, maestro, mentor y amigo, y la colaboración de los dos se ha mantenido a lo largo de más de cuarenta años. Desde el punto de vista de la economía y de la econometría la carrera de Klein ha sido larga y variada, habiendo trabajado en áreas muy diversas. Como su vida y su obra son muy conocidas, en este trabajo, hecho en su homenaje, se hace referencia a lo que ha sido su última etapa de trabajo, muy relacionada con los modelos económicos de Alta Frecuencia y con el mantenimiento del Proyecto LINK como un modelo de referencia de predicción económica mundial. Se combina la explicación del papel que tiene la econometría en nuestro mundo avanzado con algunos aspectos técnicos relacionados con las áreas de actividad mencionadas y con lo que podría ser una próxima etapa de evolución de esta disciplina.

*Palabras clave:* Alta Frecuencia, Predicción Económica, Econometría, Modelos Econométricos, Sistemas de Información, Inteligencia Económica.

## LINK Project and High Frequency Econometrics: Recent Econometric Contributions of Lawrence R. Klein

## ABSTRACT

Lawrence R. Klein died at age 93 on 20 October 2013. His career has been long and fruitful. He was very active up to 87 years and the author of this paper has been a direct witness of it. Klein was for him teacher, mentor and friend and he has collaborated with him over more than forty years. From the point of view of economics and econometrics Klein's career has been long and varied, having worked in many different areas. As his life and work are well known, in this work, done in his honor, I refer to the last stage of his professional activity, closely related to the econometric models of High Frequency and to the maintenance and improvement of Project LINK as a reference model of global economic forecasting. It is intended explaining the role of the econometrics in our advanced world, discussing some technical aspects of the activity areas mentioned and figuring out what could be the next stage of evolution of this discipline.

*Keywords:* High Frequency, Economic Forecasting, Econometrics, Econometric Models, Information System, Business Intelligence.

Codificación JEL: B31, C10, C20

---

Artículo recibido en marzo de 2015 y aceptado en abril de 2015

Artículo disponible en versión electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref. 3-33209

*ISSN 1697-5731 (online) – ISSN 1133-3197 (print)*

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo está hecho en recuerdo y homenaje del Premio Nobel de Economía de 1980, Lawrence R. Klein, que fue, maestro, mentor y amigo personal del que lo realiza. Han sido largos años de relaciones y colaboraciones en los que, por un lado, mi mujer y yo hemos gozado de la amistad de Sonia y Larry, como los llamábamos, y por otro, hemos disfrutado en términos profesionales de la poderosa inteligencia de Klein, de su clarividencia y de sus enormemente frescas ideas, económicas y vitales. Tuvimos ocasión de mostrarles nuestro agradecimiento a los dos en el libro elaborado en 2012 por sus estudiantes y colegas, *A Celebration of Lawrence R. Klein*<sup>1</sup>, pero no quería dejar pasar esta ocasión brindada por la revista “Estudios de Economía Aplicada”, de comentar algunas de las muchas cosas que aprendí e hice con él.

El carácter de la revista, serio, profesional y técnico, me impide seguir haciendo consideraciones personales sobre Klein y me obliga a entrar a fondo en los temas previstos relacionados con la actividad de este notable economista y económetra en los últimos años de su vida. Con seguridad que él también habría preferido un ejercicio profesional sobre su obra antes que ninguna labor hagiográfica sobre su vida o laudatoria sobre su persona.

La vida de Klein ha sido una de las más prolíficas que yo he conocido en términos de publicaciones, tesis doctorales dirigidas, trabajos con estudiantes y colaboradores de todo el mundo, construcción de modelos econométricos, presencia mundial -literalmente en todo el planeta, se podría decir-, consultoría para infinidad de gobiernos, creación de empresas e instituciones diversas y mil actividades más.

De todo ello me ha parecido destacable porque lo viví muy de cerca, la actividad desplegada en sus últimos años. Me refiero en concreto en las páginas que siguen, a: a) su actividad en la utilización, mantenimiento y perfeccionamiento de los modelos econométricos de los Estados Unidos cuatrimestrales y anuales con los que hizo predicciones hasta el último día de su actividad profesional, el cual estuvo muy cerca, por cierto, del último día de su propia vida física; b) su relación con el Proyecto LINK, hoy de las Naciones Unidas, y a través de él con los innumerables modelos econométricos de multitud de países que él ayudó a construir; y c) el desarrollo de una nueva actividad de predicción alrededor de los llamado modelos de Alta Frecuencia a la que dedicó desde finales de los años 80 del siglo pasado gran atención e interés..

Se trata también, en gran medida, de indagar sobre el futuro de la econometría y por eso, me ha parecido adecuado unir la obra de Klein a posibles evoluciones de esta materia relacionadas con desarrollos increíbles de nuestro tiempo

<sup>1</sup> Estudiantes y Colegas, *A Celebration of Lawrence R. Klein*, Publicación especial, Philadelphia, 2012.

que han hecho posibles las Tecnologías de la Información (TI), la Sociedad de la Información y el Conocimiento y, especialmente, Internet y avances tan espectaculares como el mundo de los Analytics, Big Data y en general el mundo de la Huella Digital.

## 2. ECONOMETRÍA. UNA DISCIPLINA CARGADA DE FUTURO

La Econometría es a estas alturas del siglo XXI una disciplina venerable. Tiene ya casi un siglo de existencia en la forma en la que la concebimos hoy. Su aparición como área de conocimientos delimitada y especial procede, como bien se sabe, de la obra de pioneros como Ragnar Frisch (1895-1973), Jan Tinbergen (1903-1994) y Tjalling Koopmans (1910-1985), en sus años más fructíferos situados entre mediados de los años 20 y finales de los 50 del siglo pasado. De los tres, fue el segundo, Jan Tinbergen, el que más se orientó a la construcción de modelos económicos, labor que comenzó en su propio país, Holanda, y que continuó en los Estados Unidos antes de la segunda guerra mundial construyendo un modelo para la Liga de las Naciones con el objetivo de estudiar la Gran Depresión de 1930. Continuó trabajando con modelos en el Reino Unido analizando el funcionamiento de la economía inglesa durante la época del patrón oro. Más adelante, ya después de la guerra, siguió utilizando modelos de una forma continua trabajando para la Oficina de Planificación Central de sus país. Klein se ha considerado siempre muy unido a la obra de Tinbergen de la que fue seguidor y desarrollador hasta extremos probablemente no previstos por el economista holandés.

La Cowles Commission, creada en 1932 en Colorado Springs por el hombre de negocios y economista Alfred Cowles, fue decisiva en el desarrollo de la econometría. Su lema ha sido durante años el de *“Theory and Measurement”* y su dedicación la de investigar sobre la interconexión de la teoría económica con las matemáticas y la estadística.

Tras varios años de existencia, en 1939 la Cowles Commission se trasladó a la Universidad de Chicago en donde tuvo como primer director a Theodore O. Yntema (1930-1985), un economista especializado en el análisis cuantitativo financiero. Desde 1943 a 1948 fue dirigida por Jacob Marschak (1898-1977), un economista ruso-americano al que se conoce como “padre de la econometría”. En 1948 ocupó el puesto de director el economista noruego ya mencionado, Tjalling Koopmans, el cual terminó trasladándola a la Universidad de Yale en 1955 ante la hostilidad del Departamento de Economía de la Universidad de Chicago. Pasó a llamarse entonces Cowles Foundation. Hoy se mantiene en la Universidad de Yale y sigue siendo un centro de investigación económica de importancia aunque con menos relevancia que la que tuvo en sus años de Chicago e inmediatamente posteriores. Importante información sobre esa época

puede verse en, *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century. The Ragnar Frish Centennial Symposium*<sup>2</sup>.

Un número elevado de investigadores asociados con la Cowles Commission, o Cowles Foundation, han sido premiados con el Nobel de Economía, tales como, Tjalling Koopmans, Kenneth Arrow, Gérard Debreu, James Tobin, Franco Modigliani, Herbert A. Simon, Joseph E. Stiglitz, Lawrence Klein, Trygve Haavelmo, Leonid Hurwicz y Harry Markowitz.

El nombre mismo de “Econometría” fue, al parecer, acuñado por Ragnar Frisch, al que también se le asignan la creación de las denominaciones “macroeconomía” y “microeconomía”. Fundó asimismo este importante economista noruego la *Econometric Society* y la revista *Econometrica*. Sobre la historia de la econometría hay mucho material en forma de libros y publicaciones diversas<sup>3</sup>.

Por cierto que los económetras de cierta relevancia no sólo han sido americanos o criados en los Estados Unidos, también en Europa y en Japón ha habido económetras de altura, con particular referencia al caso de Inglaterra. Richard Stone (1913-1991), Premio Nobel de 1984, en parte James Meade (1907-1995), Premio Nobel de 1977, y el importante y actual Sir David Forbes Hendry (nacido en 1944), son ejemplos de ello.

En Francia también destacó años atrás, Edmond Malinvaud (nacido en 1923), así como en España, los ya fallecidos A. G. Barbancho y Ángel Alcaide, y los actuales, Antonio García Ferrer, Alfonso Novales y, sobre todo, Antonio Pulido.

Todo lo dicho está bien documentado en publicaciones diversas y puede encontrarse hoy en Internet con todo lujo de detalles. Nuestra intención al recordarlo sólo es la de tener un punto de apoyo para poder indicar que, la Econometría además de un pasado brillante puede tener un futuro de cierta importancia, teniendo que evolucionar para ello en determinadas direcciones. Ver Pulido y López (1999) y Pulido y Pérez (2001).

## 2.1. La cuantificación y medida de los procesos económicos

Uno de los economistas que más se ha ocupado de ello ha sido Lawrence R. Klein, a cuyo homenaje está orientado este trabajo. Fallecido en 2013 a los 93 años de edad, como ya se ha indicado, ha sido un gran economista dedicado con enorme vocación y perseverancia a la econometría en todos sus aspectos. Muy particularmente su obra ha estado dedicada a la econometría aplicada, a la

<sup>2</sup> Steinar Strom (Editor) ( 1999), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century. The Ragnar Frish Centennial Symposium*, Cambridge University Press.

<sup>3</sup> Mary S. Morgan (1991), *The History of Econometric Ideas (Historical Perspectives on Modern Economics)*, Cambridge University Press, New York.

construcción de modelos econométricos nacionales y mundiales, al análisis de los ciclos económicos y a la predicción económica nacional e internacional. La multitud de modelos econométricos de países muy diversos y su integración con lo que se conoce como Proyecto LINK, hoy en las manos de un equipo muy especializado de las Naciones Unidas en Nueva York y bajo la dirección técnica del Profesor Peter Pauly de la Universidad de Toronto, es una de sus obras cumbres. En sus últimos años además, a partir de finales de los años 80 del siglo pasado, creó una nueva área de actividad alrededor de los llamados modelos de Alta Frecuencia, en la que, como ya ocurrió con los modelos nacionales, surgió enseguida una verdadera industria. Las predicciones de alta frecuencia que hacia Klein con sus modelos se vendían a empresas diversas, en especial a bancos e instituciones financieras. De sus manos y de las de sus colaboradores dicha industria se expandió a empresas privadas que explotan dichos modelos con éxito en la actualidad.

Klein ha tenido siempre muy claro que el principal objetivo de la econometría es “dar contenido empírico al razonamiento a priori de la economía” y ha sido muy consciente de que esta herramienta surgió en la mente de sus fundadores para tratar de hacer de la economía una ciencia similar a las ciencias naturales. La economía que como ciencia social trata de explicar el comportamiento de las personas en relación con los fenómenos que llamamos económicos, los cuales tienen que ver en general con los bienes escasos de uso alternativo, según la definición clásica debida al economista británico Lionel Robbins (1898 - 1984), era difícil de someter a experimentos y a demostraciones y sus leyes se consideraban, o inexistentes o poco robustas<sup>4</sup>.

La economía siempre ha tenido la preocupación por medir y cuantificar y se ha ocupado, como bien sabemos, de las contabilidades nacionales y de otras mediciones económicas. Ya los primeros economistas desde los franceses François Quesnay (1694-1774) y Antoine Augustin Cournot (1801-1877), el medio francés Richard Cantillon (1680-1734), y el inglés William Petty (1623-1687), por citar sólo algunos precursores, eran matemáticos y estadísticos que se ocuparon de los temas económicos<sup>5</sup>.

Los marginalistas con Stanley Jevons (1835-1882) a la cabeza, previeron y anunciaron el futuro cuantitativo de la economía, y a finales del siglo XIX, dentro de la economía neoclásica, floreció la cuantificación de la economía de la mano de Alfred Marshall (1842-1924), Francis Ysidro Edgeworth (1845-1926) y otros.

<sup>4</sup> David R. Henderson (Editor) (1993), *The Fortune Encyclopedia of Economics*, Warner Books, Inc, NY.

<sup>5</sup> Robert B. Ekelund, J.R. y Robet F. Hébert (1992), *Historia de la Teoría Económica y de su Método*, Mc Graw Hill, Mexico, D.F.

Klein, como digo, era un fino economista que hizo su tesis doctoral con Paul Samuelson, sólo cinco años mayor que él, quien siempre declaró que la de Klein fue su primera tesis doctoral y la mejor de todas las que había dirigido en su larga vida como profesor. El libro de Klein basado en su tesis y publicado en 1947, *La Revolución Keynesiana*, fue durante muchos años una referencia teórica sobre la llamada economía de la demanda o economía keynesiana. Otros trabajos teóricos han sido muy apreciados, especialmente los relacionados con el consumo, los que tienen que ver con la economía de la oferta, los relativos al mecanismo internacional de transferencia económica, el comercio internacional, la política económica internacional, la coordinación de políticas económicas, el desarrollo económico o el llamado dividendo de la paz.

Su orientación, no obstante, ha sido siempre muy hacia la economía aplicada y hacia el uso de las directrices económicas en la empresa y la administración pública, habiendo criticado en algunos de sus artículos la separación entre la economía académica y la real. Su obra está muy documentada pero hay un trabajo reciente que puede ser considerado seminal en el sentido de recopilación y análisis de la obra investigadora de Klein. Se trata del artículo de Antonio Pulido y Julián Pérez publicado en el 2006 en *Estudios de Economía Aplicada*<sup>6</sup>.

## 2.2. La construcción de modelos econométricos nacionales

Su dedicación a la construcción de modelos y a la predicción económica fue una elección personal con la intención recogida en la declaración de la Real Academia de las Ciencias de Suecia al concederle el Premio Nobel en Economía de 1980 de, “crear modelos econométricos para su aplicación al análisis de las fluctuaciones económicas y el funcionamiento de las políticas económicas”.

Pero tal compromiso le costó ceder posiciones en su carrera como economista y perder peso e influencia en su propia Universidad (Universidad de Pennsylvania) y en el mundo de la economía en general, a partir de un cierto momento en el que los modelos econométricos y la predicción económica perdieron relevancia como actividad académica.

Ha tenido una larga carrera ya que se ha mantenido activo hasta los 87 años, ha sido un hombre muy conocido, asesor de bancos centrales, gobiernos de todo el mundo, grandes empresas e instituciones muy diversas, entre otras cosas por su capacidad para analizar, prever y proponer actuaciones sobre los ciclos económicos, pero los modelos econométricos y las predicciones pasaron en un momento determinado a trivializarse y hacerse comunes. Por un lado se consideraron actividades muy rutinarias y muy imprecisas, que además hacen todo tipo de grupos y personas dedicados a la economía. Por otro lado, hoy se conoce

<sup>6</sup> Antonio Pulido y Julián Pérez (2006) “Lawrence R. Klein y la economía aplicada”, *Estudios de Economía Aplicada*, Vol 24-1, Pags 43-94.

mucho más de la economía mundial y de las economías de todos los países que cuando en los años 60 del siglo pasado un número de grandes empresas norteamericanas que entonces se estaban expandiendo por todo el mundo, como IBM, Bethlehem Steel, John Deere, Exxon y Sunoco, fueron a ver a Klein a la Universidad de Pennsylvania y le propusieron que hiciera para ellas las predicciones que estaba haciendo como ejercicio académico en su Unidad de Investigación Económica (ERU). Y, por otro, por fin, que con el tiempo hemos ido entrando en una economía de la información y una economía financiera que exigen otros instrumentos de análisis.

Eso fue fácilmente identificado por Klein nada menos que al final de los años 80, y le hizo desarrollar la nueva herramienta formada por los modelos de Alta Frecuencia a los que especialmente nos referimos en este trabajo. Si se puede decir algo básico en relación con ese esfuerzo, es, que las nuevas tecnologías de la información vienen a interrelacionarse claramente con la economía, la estadística y las matemáticas, así como que la medida de fenómenos económicos muy diversos y la correlación entre variables puede que vivan una nueva y brillante etapa.

Producto de la actividad desplegada por Klein en este terreno, especialmente en relación con las finanzas, en la que también hizo una labor de difusión mundial, es su libro de 2009, *The Making of National Economic Forecasts*, que utilizamos en lo que sigue<sup>7</sup>.

Con su clara visión seguro que habría previsto de vivir algo más, las posibilidades de dichos modelos y de la econometría en general en el nuevo mundo de Internet en el que aparecen fenómenos como los que forman el terreno de la Huella Digital, Analytics, Big Data y otros.

La econometría, en resumen, tratamos de explicar aquí, tiene todavía mucho recorrido. Es desde luego una disciplina con futuro a pesar de las críticas que haya podido recibir a lo largo de su historia. Tiene por supuesto que evolucionar y adaptarse a los nuevos tiempos y a las nuevas tecnologías.

### **3. WHARTON ECONOMETRIC FORECATING ASSOCIATES. EL NACIMIENTO DE UNA INDUSTRIA**

Este es un trabajo que intenta ser técnico en relación con las últimas actividades de Lawrence R. Klein, como hemos dicho anteriormente, pero resulta inevitable hacer algunas referencias personales adicionales y mencionar mis años de amistad personal con él y mi colaboración estrecha a lo largo de toda una vida. Lo conocí personalmente en 1969 cuando fui por primera vez a la Universidad de Pennsylvania. Descubrí entonces lo que ya era una actividad muy

<sup>7</sup> Lawrence R. Klein (Editor) (2009), *The Making of National Economic Forecasts*, Edward Elgar Publishing, Inc, Northhampton, Massachusetts, USA.

establecida de construcción de modelos econométricos de países muy diversos y de preparación continuada de informes de predicción económica destinados a bancos, empresas de todo tipo e instituciones económicas muy diversas. Todo eso se hacía en aquella época de forma estrictamente académica y con un marcado carácter investigador.

Debo mencionar también que tuve la suerte de conocer a uno de los colaboradores más estrechos y más continuados de Klein, quien con el tiempo llegó a ser un gran amigo también. Un amigo del alma, diría yo, al que me gustaría asimismo recordar y homenajear con este trabajo. Se trata de Abel Beltrán del Río, gran economista y económetra, fallecido en 2010, que construyó con Klein un modelo econométrico para México y que realizó y dirigió con gran éxito un servicio de predicción económica para dicho país.

Ya en aquella época se estaba creando *Wharton Econometric Forecasting Associates, Inc. (WEFA)*, pero no fue hasta más tarde cuando tuve relación directa con esta institución. Ocurrió en 1974, al comienzo de mi segunda estancia en la Universidad de Pennsylvania, esta vez en la Wharton School.

### 3.1. La creación de WEFA

WEFA fue la evolución natural de la actividad de Klein en la Universidad de Pennsylvania a partir del *Economic Research Unit (ERU)* que él mismo había creado años antes en dicha universidad. WEFA Inc. Fue constituida como organización non-profit, propiedad al 100 % de los fideicomisarios o patronos de dicha Universidad, en 1969. Fue en ese sentido y utilizando una denominación muy americana un *spinoff* de la Universidad de Pennsylvania.

Se trató de un hito notable ya que en fechas cercanas anteriores o posteriores se crearon otras instituciones similares tales como, *Data Resources Inc (DRI)*, y *Chase Econometrics*. Las tres, WEFA, DRI y Chase, se transformaron en poco tiempo en importantes compañías de predicción económica que llegaron a tener entre 100 y 200 empleados cada una, siendo la mayor parte de ellos economistas y económetras muy cualificados.

En los años 70 del siglo pasado se crearon muchas otras empresas de predicción económica pero las tres más importantes continuaron siendo las mencionadas. Se constituyó realmente una nueva industria o un nuevo sector económico que despertó mucho interés en USA y en todo el mundo. Klein, que fue el líder indiscutible de todo ello, ha sido considerado como el “padre de la econometría moderna” y a él se le achacó en aquellos años algo muy apreciado en aquel país: la creación de una nueva industria o un nuevo sector económico, “la industria de la predicción económica realizada con modelos econométricos”.

El proceso se extendió con rapidez a otros países, y yo mismo, a mi vuelta a España, organicé en la primavera de 1977 una primera conferencia sobre “Mo-

delos Econométricos y Predicción Económica” a la que invitó a los profesores Klein, Beltrán del Río y Adams de la Universidad de Pennsylvania, así como a varios de los económetras más conocidos de nuestro país, entre los que se encontraba Antonio Pulido, Catedrático de la Universidad Autónoma de Madrid.

Al final de la conferencia se llegó al acuerdo de crear dos grupos de trabajo, uno en la Autónoma de Madrid y en otro en Penn, con el objetivo de construir un primer modelo econométrico de la economía española y lanzar un servicio continuado de predicción económica para nuestro país. Tal objetivo se alcanzó en 1981, cuando se constituyó lo que llamamos CEPREDE (Centro de Predicción Económica), el cual sigue con sus actividades en la actualidad. Posteriormente se constituyó también en la UAM el “Instituto Lawrence R. Klein”, el cual continúa asimismo muy activo hoy día con una clara orientación y vocación científica en el terreno de la econometría.

### **3.2. El deterioro de una actividad originalmente académica**

La nueva industria tuvo en cualquier caso una vida fugaz en los Estados Unidos, no tanto porque no continuase la actividad de predicción económica sino porque las tres empresas líderes iniciales murieron de éxito, por decirlo de alguna manera.

En 1979, por ejemplo, MacGraw Hill, la gran editorial americana, adquirió DRI, competidora de WEFA, por una cantidad, por cierto, muy notable entonces, de unos 103 millones de dólares.

En diciembre de ese año se anunció que WEFA estaba buscando compradores, produciéndose en junio de 1980 la venta de esta institución a Ziff-Davis Publishing Co, un importante grupo editorial también con negocios en radio y televisión que anunció la creación de una empresa con actividades más amplias que las puramente de predicción económica, denominada *Strategic Information*.

Posteriormente, en 1983, WEFA fue vendida al grupo francés CISI, y más adelante, en 1986, fue otro grupo europeo, WEF Associates, el que compró esta compañía.

En 1987 se fusionaron WEFA y Chase Econometrics y desde entonces el grupo de modelización y predicción sufrió diversos cambios en su orientación y sucesivas compraventas hasta que en mayo de 2001, Global Insight, una empresa de servicios de información económica con más de 600 empleados, 23 oficinas y actividades en 13 países, adquirió WEFA y DRI, empresa, esta última que todavía formaba parte de MacGraw Hill.

En septiembre de 2008, por último, Global Insight fue adquirida por IHS Inc., una compañía de importante tamaño dedicada a proporcionar información económica, financiera y de diverso otro tipo a grandes compañías e instituciones gubernamentales.

Klein durante todo ese tiempo se mantuvo como asesor de WEFA en sus diversas etapas, y como miembro del consejo de administración en algunas de ellas. Por otra parte fue reconstruyendo sus modelos en la Universidad de Pennsylvania y siguió prestando servicios de predicción económica desde la universidad.

Comentamos esta parte de las actividades de Klein por dos motivos importantes: uno, porque los servicios de predicción con modelos econométricos terminan siendo mejores y más estables si se mantienen “austeros y académicos”; y otro, porque la predicción económica puede formar parte de servicios más amplios de información económica para la formulación de políticas y toma de decisiones, según veremos en la última parte de este ensayo.

En el largo periodo mencionado, desde 1969 a 2008, se han producido además críticas muy profundas a la econometría y a los modelos econométricos y propuestas alternativas a las ecuaciones estructurales de comportamiento que los constituyen, desde las de Ronald Coase y otros, relativas a las dificultades de especificación de los modelos; las de Robert Lucas relacionadas con la simplicidad de los modelos y sus dificultades para recoger los cambios en el comportamiento de los agentes económicos basados en nuevas expectativas; las de Lawrence Summers, relacionadas con el excesivo formalismo de los modelos econométricos y la evidencia que surge de consideraciones mucho menos sofisticadas; las procedentes de económetras con métodos alternativos como Christopher A. Sims y sus Vectores Autorregresivos; y la histórica, procedente de la Escuela Austriaca relativa al hecho de que la Economía no es una ciencia natural y no hay en ella leyes que soporten un análisis estadístico.

Klein, por cierto fue muy conocedor de estas críticas, pero respondió a ellas con por lo menos cinco argumentos sólidos: 1) las variables macroeconómicas agregadas dependen de muchas otras variables y necesitan por tanto un análisis multivariante para poderlas predecir; 2) su larga experiencia le demostró que los modelos econométricos multiecuacionales proporcionan las mejores predicciones que se pueden hacer sobre las variables agregadas; 3) los modelos cuando están bien diseñados y formulados recogen toda la teoría económica existente y si las ecuaciones están bien estimadas la predicción es posible; 4) el mejor test que se puede hacer de un modelo es su exactitud a través del tiempo; y 5) que cada predicción que se hace con un modelo es un proceso de aprendizaje y mejora y que la repetición de predicciones es lo mejor para acertar en las mismas.

#### **4. EL PROYECTO LINK EN SUS ÚLTIMOS AÑOS**

El Proyecto LINK comenzó su andadura a finales de los años 60 del siglo pasado. Fue en julio de 1968 cuando se tuvo una primera reunión de económetras con experiencia en la construcción de modelos econométricos nacionales en Stanford University patrocinada por el Departamento de Investigación del

FMI, la Fundación Ford y la *National Science Foundation* de los Estados Unidos. La reunión estuvo supervisada por Bert Hickman, de la Universidad de Stanford, R. A. Gordon de la Universidad de California, Lawrence R. Klein de la Universidad de Pensilvania y Rudolph Rhomberg del FMI. Se trató de una reunión exploratoria a la que asistieron representantes de varios países de la OCDE, destinada a analizar la conveniencia de investigar, entre otras cosas con métodos estadísticos y económicos, el llamado “mecanismo internacional de transferencia económica”.

Tal mecanismo había cobrado importancia después de la Segunda Guerra Mundial cuando Estados Unidos lideró la recuperación económica mundial, se transformó en poco tiempo en la primera potencia económica del mundo y, su moneda, el dólar, se convirtió en la moneda de referencia global. De una escasez inicial de dólares se pasaría en unos 20 ó 25 años a una superabundancia de esta moneda y resultó ya necesario antes de eso, a mediados de los años 40 del pasado siglo, estructurar un nuevo sistema monetario mundial en el que participaran y estuvieran de acuerdo los países más industrializados de la época. Del 1 al 22 de julio de 1944, como es bien sabido, se reunieron 44 países aliados de todo el mundo en el Hotel Monte Washington de la ciudad de Bretton Woods en New Hampshire, en lo que se llamó, *United Nations Monetary and Financial Conference*, conocida desde entonces como la Conferencia de *Bretton Woods*. Al final mismo de la larga conferencia se alcanzó lo que se ha denominado durante muchos años los “Acuerdos de Bretton Woods”. En línea con ellos se crearon el Fondo Monetario Internacional y el *International Bank for Reconstruction and Development (IBRD)*, que forma parte hoy de lo que se conoce como *World Bank Group*. Fue allí donde se introdujo la idea de política monetaria, tan común en nuestro tiempo, así como una serie de normas destinadas a mantener la estabilidad de los tipos de cambio ligándolos al patrón oro y al dólar, así como medidas para corregir los desequilibrios de las balanzas de pagos.

Como bien se sabe, el sistema monetario de Bretton Woods se mantuvo hasta el 15 de agosto de 1971, fecha en la que el Presidente Nixon decidió unilateralmente terminar con la convertibilidad del dólar en oro e hizo de esta moneda lo que se llama en inglés una “fiat currency”, o moneda cuyo valor depende de la regulación del gobierno. Se introdujo de hecho en esa fecha el tipo de cambio flotante y muchas otras monedas antes consideradas de tipo de cambio fijo, como la libra esterlina, pasaron a tipo de cambio flotante.

Lo cierto es que en esa época de los años 40, 50 y 60, caracterizada por el fuerte crecimiento económico, la internacionalización y la globalización, en la que el comercio internacional comenzó a crecer de forma muy importante, surgió entre los economistas y las instituciones económicas internacionales un fuerte interés por las interrelaciones entre las economías de los países más desa-

trrollados, incluidas en primer lugar las relaciones de comercio internacional vía exportaciones e importaciones. Muy pronto además, los flujos de capital pasarían a ser muy importantes y autónomos así como a tener gran impacto en unos países los cambios en la inflación, los tipos de interés y los tipos de cambio, de otros.

#### **4.1. La globalización posterior a la segunda guerra mundial**

El mundo comenzó en aquellos años a ser “uno” y muchos economistas, entre ellos Lawrence Klein, decidieron investigar sobre los fenómenos de interrelación y comercio internacional creciente. Ver Klein, L.R. y S. Ozmucur (2002b).

Para cuando se celebró la reunión en la Universidad de Stanford en el verano de 1968, mencionada anteriormente, por otra parte, se había avanzado mucho en la construcción de modelos macroeconómicos no sólo de países desarrollados sino de países en vías de desarrollo. Asimismo las técnicas econométricas habían avanzado de forma importante, las estadísticas y bases de datos habían mejorado y crecido, y los ordenadores y el software estaban evolucionando a gran velocidad. Todo ello permitió una gran sofisticación de la actividad econométrica e hizo que instituciones como “El Comité sobre Estabilidad Económica y Crecimiento del Consejo de Investigación en Ciencias Sociales” (*The Committee on Economic Stability and Growth of the Social Science Research Council*) de las Naciones Unidas, prestara gran atención a la construcción de modelos macroeconómicos y al estudio cuantitativo del comercio internacional. Se decidió a partir de la reunión de Stanford que tales esfuerzos se extendieran a todos los países y fueran de tipo colaborativo y de ello surgió y se estableció como proyecto a largo plazo, el Proyecto LINK. A la primera reunión de carácter exploratorio, como hemos dicho, asistieron representantes de los Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Holanda, Bélgica, Japón, Alemania y del FMI. Recibiendo el apoyo decisivo de la OCDE.

La segunda reunión del Proyecto LINK se celebró en Hakone, Japón, en agosto de 1969, y desde entonces los participantes en el proyecto se han reunido una o dos veces por año en países de todo el mundo. Una de las reuniones anuales se celebra siempre en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York y la otra en países diversos que actúan como anfitriones.

Aunque oficialmente el proyecto ha sido co-presidido por Bert Hickman y Lawrence Klein desde el principio, fue éste último el que trasladó muy pronto su sede a la Universidad de Pensilvania y el que lo dirigió de forma muy decidida durante muchos años. Aprovechó para ello que en la misma Universidad, y a través de WEFA, la empresa por él creada, se estaba haciendo una labor muy destacada de construcción de modelos económicos y de predicción económica para el mundo empresarial.

Desde mediados de los años 90 el Proyecto LINK pasó a ser llevado en sus aspectos técnicos en las propias Naciones Unidas, formando hoy parte del *Development and Policy and Analysis Division* (DPDA) del *Department of Economic and Social Affairs* (DESA)

La última reunión de dicho proyecto tuvo lugar en Nueva York durante los días 22 a 24 de octubre de 2014. Si se cuenta la primera reunión celebrada en el verano de 1968, se cumplieron con ese acto nada menos que 46 años de existencia del Proyecto. Son muchos años de elaboración de un complejo entramado de modelos econométricos mundiales, preparación de informes de predicción y celebración de reuniones con participación de instituciones muy diversas de todo el mundo. En la correspondiente Página Web de las Naciones Unidas se puede ver la siguiente descripción del Proyecto LINK:

**Tabla 1**  
Descripción del Proyecto LINK

**Project LINK**

Project LINK is an international collaborative research group for econometric modelling, coordinated jointly by the Development Policy and Analysis Division of UN/DESA and the University of Toronto. Each year, a UN/DESA Expert Group Meeting on the World Economy, also known as the Project LINK Meeting, is held in October to discuss the world economic outlook. The meeting is participated in by a wide range of experts from academia, economic research institutions and international economic organizations as well as United Nations colleagues from the regional commissions of ECA, ECE, ECLAC, ESCAP and ESCWA.

**Global Economic Outlook Report**

This report presents the short-term prospects for the global economy in 2015 and 2016, including major risks and policy challenges. The report draws on inputs from the experts of Project LINK, as well as analysis of staff in the Global Economic Monitoring Unit of the Development Policy and Analysis Division (DPAD) of UN/DESA. Inputs from the Project LINK Meeting as well as the Global Economic Outlook Report will be incorporated in the flagship publication, World Economic Situation and Prospects, to be released in January 2015.

Fuente: Naciones Unidas. LINK Project. [http://www.un.org/en/development/desa/policy/proj\\_link/](http://www.un.org/en/development/desa/policy/proj_link/).

El que esto escribe cumplió en la reunión de octubre pasado 31 años de pertenencia al Proyecto, en los que entre otras cosas ha sido miembro de su *Steering Committee* y colaborador estrecho de Lawrence Klein, Bert Hickman, Peter Pauly (actual coordinador científico) y Pingfan Hong (actual responsable del Proyecto en las Naciones Unidas). Las relaciones profesionales y de amistad han sido muy intensas en estos años. Ha sido toda una vida de interesantísimas experiencias por todo el mundo, en las que entre otras cosas hemos tenido la ocasión de conocer y tratar a economistas muy destacados y dirigentes y políticos notables de muy diversos países. Personalmente he organizado una vez la reunión del Proyecto LINK en España, celebrada en Madrid y patrocinada por Telefónica, y he colaborado en la organización de una segunda reunión, esta vez en Salamanca y patrocinada por la Junta de Castilla y León.

Los informes periódicos de predicción económica mundial del Proyecto LINK son muy apreciados y a sus reuniones de análisis y predicción económica

asisten siempre los responsables de actividades similares en el FMI, Banco Mundial, OCDE, Unión Europea y ECB (Banco Central Europeo).

Lawrence Klein estuvo activo y participando en las conferencias hasta los 87 años, habiendo mostrado interés desde siempre en la presencia y participación en la construcción de modelos de los países en vías de desarrollo, con especial énfasis en los últimos años, en la presencia en el Proyecto de los países africanos. Asimismo ha impulsado la construcción de un sistema de modelos interrelacionados y la elaboración de las matrices de interconexión de los mismos. Tema, este último del que hacemos un resumen a continuación.

#### **4.2. El modelo de predicción económica mundial del Proyecto LINK (WEFM)**

Desde hace bastante tiempo la labor puramente econométrica en el grupo LINK de las Naciones Unidas, ha estado en las manos de Clive Altshuler. En los últimos años ha contado con la contribución especial de Hung-Yi Li, un informático y económetra formado con el profesor Pauly en la Universidad de Toronto.

La descripción más reciente del modelo de predicción económica mundial (WEFM) hecha por estos dos profesionales muestra que el WEFM está compuesto de 31 grandes modelos econométricos nacionales (3 de ellos de países en vía de desarrollo) y 121 modelos pequeños, todos ellos interconectados a través de las matrices que recogen el mecanismo internacional de transferencia económica<sup>8</sup>.

La forma de actuar en cuanto a las predicciones es la de utilizar los resultados de predicción de los países como entradas al modelo global. Para los cuatro más grandes países (Estados Unidos, Reino Unido, Japón y Francia), sin contar China, el Proyecto dispone de modelos propios que estima y mantiene, siempre en colaboración con los modelos econométricos nacionales propiamente dichos.

La última versión del modelo está en uso desde la primavera de 2010 y con ella se hacen del orden de diez predicciones oficiales al año y un número elevado de simulaciones. Estas últimas han tenido que ver en el último año con: la evolución de los precios del petróleo, la expansión fiscal en los Estados Unidos, la crisis de la Eurozona, el “*fiscal cliff*” de primeros de 2014 en USA y el posible “*hard landing*” de China.

Podría distinguirse entre: 1) “modelo grande” formado por los modelos de los cuatro países indicados y los modelos “replicados” del resto de los países de la OCDE; 2) “modelo pequeño”, formado a través de los datos de más de 150 países y que constituye la versión más antigua de los modelos del LINK; y 3)

<sup>8</sup> Clive Altshuler y Hung-Yi Li, *UN-DESA “Multi-country Modeling at UN”*. Presentación realizada en la Reunión del Proyecto LINK del 22 al 24 de octubre de 2014.

“modelo global” en el cual los modelos nacionales se interconectan a través de las matrices de comercio internacional de bienes y de servicios (parcial en el caso del segundo grupo).

El “modelo grande” es keynesiano en su planteamiento aunque introduce componentes del lado de la oferta con una visión neoclásica del largo plazo y una keynesiana del corto plazo. Se establecen las relaciones pertinentes entre la contabilidad de los gastos de las familias, de los gobiernos, de las empresas y los del resto del mundo. Se estima utilizando un marco de cointegración con corrección de errores y con un enfoque Engle/Granger de ecuaciones individuales. Ver Engle, R.F. (1982), Engle, R.F. y C.W.J. Granger (1987) y Engle, R.F. y C.W.J. Granger (1987).

Periódicamente se re-estiman las ecuaciones buscando en general cambios en los términos constantes. Para las predicciones sólo se necesitan cuatro o cinco valores temporales contiguos de las variables. Se obtienen predicciones detalladas para 25 países.

En cuanto al “modelo pequeño” se requieren datos de los distintos países incluidos de gastos, inflación y mercado de trabajo. Las ecuaciones son de consumo, inversión, exportaciones e importaciones, empleo y población activa.

El enfoque es de cointegración y corrección de errores como en el caso del modelo grande. El lado de la oferta es simple y se basa en la existencia en los modelos de relaciones del tipo de la función Cobb/Douglas con progreso técnico. Las ecuaciones de demanda contienen limitaciones del lado de la oferta directamente incorporadas.

En 2012 se añadieron ecuaciones del mercado del trabajo de oferta y demanda utilizando la base de datos KILM de la Oficina Internacional del trabajo (ILO). Se estimaron ecuaciones del lado de la oferta utilizando ecuaciones del tipo,

$Y = f(K, t)$  con progreso técnico endógeno introducido con residuos alisados Holt-Winters.

$Y = f(K, L, t)$  con residuos alisados de filtro HP.

Además de los resultados obtenidos con los modelos individuales de los países, se utilizan también resultados de paneles de datos hechos en las regiones más importantes.

En 2014 se hicieron cambios en relación con los países productores de petróleo. Por un lado se creó un nuevo modelo en el que se incluyeron todos los países productores y se estimaron como un solo conjunto, y por otro, se re-estimaron grupos regionales de países no productores.

Lo más destacable del “modelo global” es, como ya se ha dicho, la interconexión de modelos a través de las matrices de comercio internacional. Dichas

matrices recogen en términos generales lo que cada país importa de otros países y lo que cada país exporta a otros países.

Se recogen asimismo los precios de las exportaciones, de forma tal que el promedio ponderado de los precios de los socios comerciales de un país iguala al precio de importaciones de dicho país mientras que los precios de exportaciones de un país se calculan como promedio ponderado de los precios de los competidores y el precio doméstico.

Las matrices recogen también los tipos de cambio, los tipos de interés internos y los precios de las materias primas. Información que se ha ido añadiendo a medida que los flujos de capital se han hecho independientes.

En la Tabla 2 que sigue se pueden ver algunos aspectos de las matrices que recogen el mecanismo internacional de transferencia económica.

**Tabla 2**  
Matrices del Proyecto LINK

**El Modelo Global del Proyecto LINK. Relaciones matriz de Intercambios internacionales**

$$\begin{aligned} X_{kj} &= S_{kj} * M_j \\ \sum_j X_{kj} &= X_k \\ P_{Xk} &= f(P_{Yk}, C_{Xk}) \\ X_{Rkj} &= X_{kj}/P_{Xk} \\ M_{RJ} &= \sum_k X_{Rkj} \\ P_{MJ} &= M_j / M_{RJ} \\ C_{Xk} &= \sum_j X_{ij}/X_i (\sum_k M_{jk}/M_j P_{Xk}) \end{aligned}$$

**Where:**

$M_j$  = total nominal imports/exports of country  $j$ .

$S_{kj}$  = the share of country  $k$  in imports of country  $j$ .

$X_{kj}$  = exports of country  $j$  to country  $k$  = imports of country  $k$  from country  $j$ .

*Fuente:* Elaboración propia a partir de Clive Altshuler y Hung-Yi Li, *UN-DESA "Multi-country Modeling at UN"*. Presentación realizada en la Reunión del Proyecto LINK del 22 11 24 de octubre de 2014.

Como es lógico, Lawrence R. Klein no ha sido responsable de todas las aportaciones econométricas y de toda la labor de modelización multi-país llevada a cabo en el Proyecto LINK a lo largo de sus muchos años de existencia, pero es increíble su visión sobre el papel de los modelos, su paciencia y apoyo a la actividad de modelización y predicción y su confianza en que los modelos econométricos nacionales y la predicción económica se seguirían usando a pesar de las muchas críticas que se han hecho sobre los modelos en sí y sobre la predicción.

## 5. MODELOS DE ALTA FRECUENCIA. ECONOMÍA Y FINANZAS

De lo visto hasta ahora se deduce que siendo Klein un gran sabio y un hombre muy dotado para la teoría económica y el análisis económico, se orientó

desde siempre a la economía aplicada y al uso práctico de la economía y sus prescripciones. Intentó de manera permanente que la economía no estuviera encerrada en las torres de marfil de las universidades y centros académicos y consideró que el lugar en el que las interpretaciones teóricas deben estar es en el mundo real y en el terreno de la utilización concreta en las empresas, los gobiernos y las instituciones diversas de servicio a las personas, como es el caso de las Naciones Unidas.

Creyó también que interpretados de esa forma, los servicios de los economistas y los económetras debían ser valorados por la sociedad y concibió siempre que dichos servicios constituyeran una parte de la creación y distribución de bienes y servicios y de aportación de valor a lo que llamamos economía. O dicho de otra forma, que la construcción de modelos y la predicción económica eran servicios producidos por ciertas personas e instituciones, susceptibles de ser adquiridos por otras personas y otras instituciones. Creía en lo mejor y lo más digno de nuestro sistema económico, tal como lo formuló Adam Smith (1723 -1790), es decir, en que las cosas pueden funcionar en nuestro mundo si todos buscamos nuestro interés y trabajamos honradamente intercambiando con otros los bienes y servicios producidos.

Ya hemos visto que ese enfoque lo llevó a en los años 60, 70 y 80 del siglo pasado a crear una nueva industria, la industria de la predicción económica para todos los países y para el mundo en su conjunto realizada con modelos econometríficos. Lo mismo pensó Klein que hacía falta a finales de los años 80 de dicho siglo con otros servicios que aparecían como necesarios en una época en la que surgía con fuerza y crecía a gran velocidad una parte nueva de la economía: la economía financiera.

## 5.1. Una evolución lógica hacia la Alta Frecuencia

Klein entró con intensidad en los modelos de Alta Frecuencia (AF) a finales de los años 80, época en la que se publicaron sus primeros artículos sobre esta cuestión. Ver, Klein y Sojo (1989), Klein y Park (1993), Klein y Park (1995) y Klein y Özmucur (2001).

Muy pronto inició con varios de sus colaboradores, entre ellos Alfredo Coutiño y Suleyman Özmucur, un servicio de predicción de alta frecuencia para empresas diversas y especialmente para bancos e instituciones financieras. Una información amplia de estos modelos y servicios puede verse en lo que hoy puede considerarse la Biblia de la Alta Frecuencia, el libro editado por Klein en 2009, *The Making of National Economic Forecasts*<sup>9</sup>, mencionado anteriormente.

<sup>9</sup> Lawrence R. Klein (Editor), *The Making of National Economic Forecasts*, Edward Elgar Publishing Limited, Northhampton, Massachusetts, 2009.

Siempre ha creído Klein, como decimos, que los conocimientos debían aplicarse y estar al servicio de la economía real, es decir, que ha entendido que las leyes económicas debían servir para ayudar a las empresas e instituciones diversas a cumplir mejor sus cometidos. Los conocimientos económicos, por otra parte, como otros conocimientos, deben ser objeto de intercambio comercial. Debe haber personas e instituciones que los necesiten y que estén dispuestos a pagar por ellos. Eso ha sido una constante en su vida profesional a pesar de su clara orientación a la investigación económica y a la teorización.

Ha sido además, como bien sabemos, un economista cuantitativo, implicado por tanto en definición y uso de variables económicas e indicadores, en su medición, en su recopilación estadística y en su manejo para formular leyes económicas relacionando unas variables con otras. La econometría se basa, precisamente, en la existencia de variables económicas bien definidas y en la elaboración de estadísticas nacionales mantenidas y publicadas por instituciones especializadas en tales tareas. Una parte importante de la labor de los económetras es trabajar con y sobre dichas variables. Las instituciones responsables de las estadísticas económicas son muy importantes y Klein ha hablado y escrito mucho sobre lo que en inglés se conoce como *NIPA* (*National Income and Product Accounts*). Todos los que hemos trabajado con él en la construcción de modelos económicos nacionales sabemos el interés que ponía en la existencia de tales contabilidades y sistemas nacionales de estadística y en la calidad de su labor. Ver Coutiño, Alfredo (2002) y Coutiño, Alfredo (2003).

Fue siempre muy sensible, por otro lado, a las críticas que a lo largo de su vida recibieron la econometría, los modelos económicos y, muy especialmente, la labor de predicción económica, pero nunca dejó de creer que siempre era mejor disponer de modelos económicos y de actividades de predicción que no disponer de ninguna referencia cuantitativa. Sabía muy bien que los gobiernos en la formulación de sus políticas, las instituciones económicas en sus análisis económicos y las empresas en sus decisiones, nunca utilizan las predicciones económicas de un modelo o de un servicio de predicción de forma automática y determinista, pero sabía al mismo tiempo que nadie hace esas cosas sin disponer de las referencias de los modelos. La econometría, los modelos y las predicciones, no son las únicas cosas que se necesitan para actuar pero son herramientas sin las que la actuación puede correr graves riesgos

Era consciente de la falta de estadísticas en algunos casos, de la debilidad de algunas relaciones económicas, de la simplicidad de algunos modelos, de lo falsas y espurias que pueden ser algunas relaciones de dependencia entre variables, y del hecho de que la economía depende del comportamiento de las personas y los fenómenos económicos tienen siempre un grado de aleatoriedad muy elevado. Creía además que porque unas relaciones hayan funcionado muy bien en el pasado no tienen por qué funcionar bien en el futuro. En el interior de los

modelos y en la dinámica de las instituciones de predicción debe haber siempre personas y analistas de categoría. Eso se dijo de su labor, “que en las tripas de todos sus modelos, se encontraba siempre él mismo con sus conocimientos económicos, su experiencia y sus opiniones y criterios”.

## 5.2. Frecuencia de las predicciones y control de los aciertos

Klein creía en ello desde luego, pero al mismo tiempo sabía que los modelos tenían que ser buenos en sus variables, estadísticas y ecuaciones y, sobre todo, en sus predicciones. La justificación del uso de un modelo radicaba, según su opinión, en la exactitud de sus predicciones. En esto no se podía ceder y pensando en ello Klein fue de los primeros que comenzó a llevar un registro de la exactitud de los modelos en sus predicciones con antelaciones diversas. Hoy esa medida de los aciertos o fallos de las predicciones es una práctica común en la actividad de los servicios de predicción. Hay además instituciones independientes que llevan a cabo esas mediciones sobre todas las instituciones de predicción de un país o a nivel internacional. En España, por ejemplo, existe desde hace unos años la llamada “Diana Esade” que incorpora en sus análisis 24 instituciones de predicción<sup>10</sup>. Ver Mariano, R.S. (2002).

La exactitud de las predicciones, por tanto, es un componente fundamental de los modelos, de las predicciones y de los servicios de predicción, lo cual llevó a Klein a reflexionar sobre la cuestión de la frecuencia de la medida de las variables económicas y su publicación. Los primeros modelos utilizaban estadísticas anuales de las variables y anuales siguen siendo muchos modelos nacionales. En lo que se refiere a los Estados Unidos fue a partir de la segunda guerra mundial cuando se comenzaron a publicar estadísticas trimestrales de las variables macroeconómicas, construyéndose unos años más tarde modelos trimestrales de predicción económica nacional. Klein fue de nuevo un impulsor de dichos modelos y en su actividad en WEFA los utilizó ampliamente en paralelo con los modelos de variables anuales.

Más adelante y por motivos diversos, la frecuencia de las variables aumentó y surgieron variables e indicadores publicados mensualmente, semanalmente, diariamente, en muchos casos, y con valor instantáneo en algunos otros. El tipo de cambio de una moneda, por ejemplo, se conoce continuamente y hay indicadores como la venta mensual de automóviles que se conocen en cuestión de días, o incluso horas, tras la finalización del periodo de que se trate. Lo mismo ocurre con las ventas de los grandes almacenes, la venta de viviendas, la de determinados productos industriales, la de producción de energía, y muchos otros. Los indicadores diversos, entre ellos los de agregación, se han desarro-

<sup>10</sup> No está mal decir que CEPREDE el Centro de Predicción Económica de la Universidad Autónoma de Madrid suele ser la mejor de todas esas instituciones en términos de aciertos en sus predicciones.

llado mucho así como las propuestas o sugerencias sobre su relación con los valores de las variables macroeconómicas trimestrales o anuales.

Ha sido un fenómeno ligado a muchos acontecimientos recientes tales como la difusión de las Tecnologías de la Información (TI), la propia Sociedad de la Información en la que vivimos, la afluencia y riqueza acumulada en muchos países, la cohorte de economistas y económicas incorporados a las actividades económicas, el número de instituciones económicas creadas, y, por supuesto, la necesidad de más información y mayor detalle en la formulación de políticas, en los análisis económicos y en los estudios de mercado y, en general, en la toma de decisiones de las empresas. Amén, claro está y como ya hemos insinuado, de la aparición de una economía nueva, la financiera, con inclusión en ella de los bancos, las compañías de seguros y muchas otras instituciones de financiación, así como las bolsas de valores, los fondos de inversión, los “*hedge funds*”, los derivados, y muchos otros instrumentos. Esa “economía financiera” se mueve en el terreno de la actuación inmediata y necesita información muy abundante de variables e indicadores y de sus relaciones con las variables macroeconómicas cuatrimestrales<sup>11</sup>.

Klein tuvo muy tempranamente la visión de que había que entrar en el terreno de la Alta Frecuencia y relacionar además los valores de las variables e indicadores de este tipo con los valores agregados de las variables tradicionales (PIB, Consumo, Inversión; Gasto Público, etc...). En ello intervino también otra intuición de nuestro autor. Se trata del aprendizaje que se obtiene de los procesos de predicción y de las predicciones en sí. Todos los dedicados a la predicción económica analizan, como hemos dicho ya, los aciertos obtenidos en las predicciones y su grado de exactitud. Cada predicción realizada lleva consigo un aprendizaje profundo y una fuerte corrección de errores en todo lo que constituye un modelo econométrico y un servicio de predicción, desde las ecuaciones utilizadas y su estimación, hasta los valores de las variables exógenas, las hipótesis de predicción establecidas y muchos otros aspectos. Es mejor en ese sentido hacer diez predicciones al año que cuatro y todavía mejor hacer una predicción semanal, como hacía en su servicio de predicción de alta frecuencia que llevó a cabo hasta su muerte con la estimable ayuda de Suleyman Özmucur. He recibido durante años el informe semanal de este servicio y siempre me ha parecido notable y extremadamente útil. Ver Klein, L.R. y S. Ozmucur (2004b).

Para mantener estos modelos y hacer predicciones con ellos no sólo tienen que existir variables e indicadores de alta frecuencia sino que los encargados de mantener el modelo deben actuar deprisa y de forma permanente. En la Universidad de Pennsylvania los responsables de este servicio tenían que recoger todos

<sup>11</sup> Luc Bauwens, Winfried Pohlmeier, David Veredas (Eds.) *High Frequency Financial Econometrics Recent Developments*, Physica-Verlagis a part of SpringerScience+BusinessMedia, Physica-Verlag Heidelberg 2008.

los nuevos datos semanales e introducirlos en el modelo a partir del viernes de cada semana. Había que hacer las predicciones durante el fin de semana y distribuir el informe lo antes posible a partir del lunes siguiente. Es decir, que no sólo se trata de tener indicadores publicados con mucha frecuencia, sino de recogerlos y utilizarlos con rapidez. Ver Inada, Yoshihisa (2003).

### 5.3. Algunos componentes de la metodología de los modelos de Alta Frecuencia

Como es fácil de entender, la lista de variables e indicadores de alta frecuencia es lo primero que hay que tener claro en un modelo de AF. Y no sólo eso sino la fuente de cada uno, la fecha de publicación, la forma de acceder a los nuevos valores publicados y otros aspectos que puedan afectar a la rapidez de los procesos de realización de las predicciones y de los informes de predicción. Ver Howrey, E.P. (1991).

En el caso del modelo de AF de Klein la NIPA (en la que se incluyen diversas instituciones) americana publica semanalmente las siguientes variables e indicadores.

**Tabla 3**  
Indicadores del modelo de AF de L.R. Klein

Lado de la demanda proporcionado por la NIPA	Indicadores de alta frecuencia disponibles con rapidez
Automóviles y piezas de recambio.	Vehículos familiares y camiones.
Muebles y equipos para la vivienda.	Ventas al por menor de muebles, electrodomésticos y otros equipos. Ventas de ropa, alimentación, energía y petróleo.
Servicios.	Salud, entretenimiento, alquiler de viviendas otros gastos de refugio para las personas.
Inversión fija.	Maquinaria, progreso de las obras en construcción de edificios y obras civiles, nuevo equipo de transporte (materiales o uso de las personas). Software de ordenadores. Equipos de construcción.
Cambios en los inventarios.	Stocks de viviendas y cambios en los stocks industriales.
Exportaciones.	Estadísticas portuarias.
Importaciones.	Desembarcos, seguros, y estadísticas generales por mar y aire.
Gasto público.	Pagos del estado y de las comunidades locales, incluyendo gastos militares.

Fuente: Elaboración propia a partir de, Klein, L.R. y S. Ozmucur (2002b). "Some Possibilities for Indicator Analysis in Economic Forecasting". Project LINK Fall Meeting. University of Bologna. October 2002. Bologna. Italy (mimeo).

En el libro editado por Klein y publicado en 2009 estaba prevista la inclusión de un modelo de alta frecuencia para la determinación del PIB español anual. Trabajamos en él Alfredo Coutiño, Timoteo Martínez Aguado y yo mismo. De lo realizado entonces se puede extraer la lista de indicadores establecida que se incluye a continuación.

**Tabla 4**  
Indicadores Mensuales Modelo de AF de España

- |     |  |
|-----|--|
| 1.  | Índice Mensual de Producción (IMP).                                    |
| 2.  | Índice Mensual de la Industria de la Construcción (IMC).               |
| 3.  | Índice de Producción Industrial (IPI).                                 |
| 4.  | Índice de Inversión Fija Bruta (IIFB).                                 |
| 5.  | Índice de Ventas al por Mayor (IVPMA).                                 |
| 6.  | Índice de Ventas al por Menor (IVPME).                                 |
| 7.  | Índice de Horas trabajadas en el Sector Manufacturero (IHTSM).         |
| 8.  | Índice de Salarios Reales Promedio en el Sector Manufacturero (ISRSM). |
| 9.  | Tasa de Empleo (TE).   |
| 10. | Suministro de Dinero. M1 (SDM1).                                       |
| 11. | Tasa de Interés (TI).  |
| 12. | Tasa de Tipo de Cambio Euro/Dólar (TTC).                               |
| 13. | Balanza Comercial de Turismo (BCT).                                    |

Fuente: Elaboración propia.

Las matrices de datos de entrada de dichos indicadores no está siempre completa ni todos los indicadores se actualizan en la misma fecha, ya que los datos se van introduciendo a medida que se publican y a medida que se tiene información de ello. Pero el modelo de los indicadores o variables de alta frecuencia puede funcionar perfectamente en esas condiciones.

Tanto este tema de la desigualdad de actualizaciones como el hecho de mezclar dentro de un mismo modelo o un mismo mecanismo, los valores trimestrales de las variables macroeconómicas con las variables de alta frecuencia, es lo que llevó a Klein a trabajar sobre estos modelos.

La idea es relacionar las variables de alta frecuencia con las variables agrupadas trimestrales o anuales. Las ecuaciones que lo realizan se llaman “ecuaciones puente”. Para llevar a cabo tal paso no pueden usarse las variables e indicadores de alta frecuencia ya que lo normal es que dichas variables e indicadores estén fuertemente correlacionados. Para evitar este inconveniente se utiliza la técnica de “componentes principales” una técnica estadística que forma parte o está muy relacionado con el Análisis Factorial. Se trata de un procedimiento estadístico que utiliza transformaciones ortogonales para convertir un conjunto de observaciones sobre las que existe la sospecha de estar correlacionadas en un conjunto de variables no correlacionadas linealmente. A los elementos obtenidos se les llama “componentes principales” los cuales se ordenan de mayor a menor varianza. El primero en la lista es el que recoge la mayor variabilidad de los datos originales.

La variable macroeconómica a ser explicada se obtendrá como combinación lineal de los componentes principales:

$$Y_{it} = a_{i0} + a_{i1} C_{1t} + a_{i2} C_{2t} + a_{i3} C_{3t} + \dots + a_{im} C_{mt} + e_{it}$$

resultando los componentes principales de las relaciones lineales

$$C_{jt} = V_1 X_{1t} + V_2 X_{2t} + V_3 X_{3t} + \dots + V_n X_{nt}$$

Siendo las  $X$ s los valores de los indicadores y ocurriendo siempre que si  $t = 1, 2, 3, \dots, T$ ,  $n$  es igual o menor que  $T$ .

Hay ya en esas relaciones una combinación de las variables de alta frecuencia con las variables normales (trimestrales o anuales), pero además, en la metodología de Klein, se calcula el PIB mediante tres procedimientos distintos: 1) el que acabamos de ver de los componentes principales; 2) el PIB por el lado de la oferta; y 3) el PIB por el lado de la demanda. En el caso de los Estados Unidos en donde se publican datos del PIB calculados por el lado de la oferta y por el lado de la demanda, los cuales no suelen coincidir, se hace un promedio de los valores obtenidos con los tres métodos

Con frecuencia, además, se calculan las variables trimestrales o anuales siguientes utilizando también los componentes principales deducidos de las variables e indicadores de alta frecuencia:

Cuatro ecuaciones de comportamiento.

- Crecimiento del PIB.
- Crecimiento del deflactor del PIB.
- Porcentaje de desempleo.
- Balanza por cuenta corriente/PIB expresado en porcentaje.

Cuatro identidades:

- PIB real en valores constantes.
- Índice de precios.
- PIB nominal medido en precios corrientes.
- Crecimiento nominal del PIB.

## 6. ECONOMETRÍA EN OTRAS ÁREAS DE ACTIVIDAD EMPRESARIAL. MARKETING, BUSINESS INTELLIGENCE, BALANCED SCORECARD

Klein fue un economista y económetra keynesiano y, por ello, orientado a la macroeconomía y al estudio de las leyes económicas que explican las variables económicas agregadas. Siempre se mantuvo en ese terreno a lo largo de toda su carrera profesional. Sus modelos de AF fueron construidos para predecir mejor el PIB, el consumo, la inversión y el resto de grandes variables macroeconómicas. Las variables e indicadores de AF pueden utilizarse para otros cometidos concretos como pueden ser la venta de automóviles o la de los grandes almacenes, y Klein no fue ajeno a esos usos, pero hay que decir que no fue ese su campo de especialización.

Fue por encima de todo un “economista” y el mundo de la gestión, el marketing o la estrategia, nunca constituyó en ningún sentido su área de actividad profesional.

No sabemos cuál habría sido su reacción en cuanto a la tendencia actual, no sólo de cuantificación y análisis estadístico de muchas variables empresariales relacionadas con las ventas, el marketing, las finanzas y otras actividades, sino con algo más nuevo todavía como es el uso abierto de la “econometría” en dichas actividades empresariales.

En WEFA se llegó construir y utilizar en sus buenas épocas un modelo de la industria automovilística y yo mismo construí en su momento un modelo sobre la industria de las telecomunicaciones españolas que fue sometido a la consideración de Klein. Hay que reconocer que aunque no estuviera totalmente en contra de tales ejercicios, no eran excesivamente importantes para él. El nivel de agregación de las variables es fundamental a la hora de establecer dependencias y, especialmente, a la hora de estimar ecuaciones, y tal nivel sólo se da en las variables macroeconómicas.

El proceso de entrada de la econometría en las actividades empresariales, sin embargo, no deja de ser una realidad. Cada vez son más las empresas que hablan en términos económétricos y utilizan la econometría, ya sea en el terreno del marketing, las finanzas o la ventas, como en muchos otros.

Una referencia reciente sobre el empleo de la econometría en el marketing puede ser el artículo de Richard Bateson, un reconocido especialista en marketing, *Econometrics: an able servant, but never the master*. Es un artículo de febrero de 2013 que ha sido reproducido en la revista digital *research*, del 2 de marzo del 2015. En su introducción se dice lo siguiente:

“Las últimas tres décadas han visto un aumento sorprendente en el uso de la econometría para evaluar el éxito de las campañas de marketing. En 2012, la mitad de los documentos presentados por el Instituto de Profesionales (IPA) en Premios a la Eficacia de la Publicidad incluían modelos económétricos - la proporción más alta jamás acontecida”<sup>12</sup>.

En un sentido más amplio puede ser útil también hacer referencia a la entrevista publicada en Internet a Joost Drieman, *Market Intelligence Director Europe at Cisco Systems*. El título es muy significativo: *Cisco's Customer Intelligence & Econometric Models*.

Un apartado de la entrevista lleva por título, *Customer Intelligence guided by econometric models*, y se dice en él lo siguiente:

“Cisco ha desarrollado un conjunto de “reglas del comprador”, que son principios que parecen guiar el comportamiento del cliente en diferentes escenarios.

<sup>12</sup> <http://www.research-live.com/>

El resultado es un modelo econométrico basado en la larga experiencia de Cisco tiene del mercado de soluciones de TI y de sus clientes. Las variables en el modelo incluyen cosas como el número de empleados, número de PCs instalados, número de teléfonos, la distancia entre las oficinas, perfil informático, los patrones de compra, número de ubicaciones remotas, y el patrón de crecimiento de la compañía”<sup>13</sup>.

La entrevista en su conjunto es enormemente interesante ya que se describe en ella con mucha precisión lo que hace el Equipo Europeo de Inteligencia de Mercado de CISCO, el cual ha establecido cinco pilares para su actividad: 1) Macro inteligencia; 2) Visión vertical y sectorial; 3) Inteligencia de clientes; 4) Inteligencia competitiva; y 5) Inteligencia de los canales de distribución.

Es un ejemplo de lo que se suele llamar en inglés como *Business Intelligence*, en el que los datos de todo tipo son identificados, y a veces creados, especialmente los indicadores, medidos, almacenados y analizados de múltiples maneras, incluidas las econométricas.

El nivel de Inteligencia de los Negocios ocupa el lugar intermedio en un Sistemas de Información Empresarial. El primer nivel es el de la recogida de los datos brutos y su almacenamiento, y el tercero es el constituido hoy por la práctica denominada *Balanced Scorecard*, o Cuadro de Mando Integral, en español, en la cual se incluye hoy la elaboración de índices de todo tipo, de los bienes tangibles y de los intangibles, de una empresa.

Todo ello significa que la cuantificación de variables económicas y empresariales, su tratamiento estadístico, su análisis formal mediante técnicas variadas y su estudio econométrico, no ha hecho nada más que empezar en el mundo de la empresa, a pesar de lo muy avanzadas en ello que están algunas compañías.

## 7. EL FUTURO. HUELLA DIGITAL, BIG DATA, ANALYTICS

Y, finalmente, una breve referencia a un mundo mucho más complicado que se nos viene encima, para bien o para mal. Es el de la “Huella Digital” permitido por los nuevos modelos de comunicación y que lleva a un seguimiento milimétrico de personas, actividades y cosas basado en la recogida continua de datos sobre movimientos, actuaciones y comportamientos.

Tal seguimiento lleva a lo que se conoce como *Big Data*, o manejo masivo de todo tipo de datos, su análisis y su interrelación.

Sobre ello se puede recoger de Internet el comentario siguiente:

“Los datos siempre han sido grandes, o numerosos. El único aspecto que difiere ahora, si se compara con el pasado, sería la magnitud y la accesibilidad de

---

<sup>13</sup> Leer más en: <http://www.globalintelligence.com/insights/world-class-market-intelligence/case-interviews/cisco-s-customer-intelligence-econometric-models#ixzz3TFzGgjfd>

los datos, que es el resultado directo de las velocidades súper eficientes en el que los datos ahora se pueden calcular, analizar e interrelacionar. Big Data, por tanto, es un término que lo abarca todo para cualquier colección de grandes conjuntos de datos que antes eran difíciles de procesar”.

Una referencia interesante, por otra parte, es el libro de Bill Schmarzo, *Big Data*<sup>14</sup>.

La econometría aparece, de nuevo, como decisiva en ese mundo y en relación con ello está lo que se conoce como *Analytics*.

El mundo de Google con sus múltiples dimensiones y aplicaciones nos ha hecho entrar a muchos en el terreno de los, o las, *Analytics*. Sabemos lo que son y los utilizamos cada vez más, pero una definición de los mismos según se puede ver en Internet resulta conveniente:

“*Analytics* es el descubrimiento y la comunicación de patrones significativos en los datos. Especialmente valioso en zonas ricas con información grabada, las *Analytics* se basan en la aplicación simultánea de las estadísticas, la programación informática y la cuantificación y medida para optimizar el rendimiento.

Las empresas aplican los *Analytics* a los datos empresariales, para describir, predecir y mejorar el rendimiento empresarial”.

## 8. CONCLUSIONES

La revolución de la información está permitiendo la posibilidad de un uso masivo de datos sobre cualquier actividad humana y una necesidad creciente de técnicas de medida, análisis y correlación de información de todo tipo.

Los matemáticos, estadísticos y económistas han estado implicados desde siempre en la cuantificación, elaboración de estadísticas, medida y búsqueda de relaciones entre variables. Su papel aparece hoy como muy relevante ante el nuevo mundo de uso y tratamiento masivo de datos que se abre paso en nuestras sociedades.

Es verdad que la econometría ha nacido y se ha desarrollado muy pegada a la ciencia económica y al establecimiento de leyes de comportamiento dentro de ella, pero su paso a otras áreas de actividad parece lógico y está ya en marcha por lo que hemos visto en este trabajo.

Lawrence Klein que dedicó su vida a la econometría, como área de conocimientos relacionada con los datos, su medida, su estimación y su interrelación, abrió un camino impresionante de actividad para muchos de los que hemos estado relacionados con su obra, aunque él mismo se mantuviera siempre en el estricto terreno de la teoría económica y de la macroeconomía.

---

<sup>14</sup> Bill Schmarzo, *Big Data. El poder de los datos*, Wiley Anaya, Madrid, 2014.

Su entrada en la Alta Frecuencia, o en el mundo de los datos de AF, para ser más precisos, sin dejar de pensar que para él fue una nueva forma de enfrentarse a la predicción de las variables macroeconómicas, es un paso claro en el uso masivo de información y en la búsqueda de interrelaciones entre datos para un conocimiento más preciso de la realidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ADAMS, GERARD F. (1964). "Consumer Attitudes, Buying Plans, and Purchases of Durable Goods: A Principal Components, Time Series Approach". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 46, NO. 4 (November 1964). 347-355.
- ADAMS, GERARD F. y EDWARD W. GREEN (1965). "Explaining and Predicting Aggregative Consumer Attitudes". *International Economic Review*. Vol. 6, No. 3 (September 1965). 275-293.
- ANDERSON, T.W. (1984). *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis* (2nd ed.). John Wiley. New York.
- BAFFIGI, ALBERTO, ROBERTO GOLINELLI y GIUSEPPE PARIGI (2002). "Real-Time GDP Forecasting in the Euro Area". Project LINK Fall Meeting. University of Bologna, Bologna, Italy, October 7-11, 2002.
- BOLLERSEV, T. (1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Econometrics*, 31 (3), 307-327.
- BOX, G.E.P y G. M. JENKINS (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, rev. ed. Holden-Day. San Francisco.
- CAMBELL, JOHN y ANDREW LO A. CRAIG MACKINLEY (199/) *The Econometrics of Financial Markets*. New Jersey: Princeton University Press..
- CHAN, CHI-SHING (2000). "High Frequency Macroeconomic Forecasting Model for Hong Kong". APEC Study Center. Hong Kong Institute of Economic and Business Strategy, University of Hong Kong. May 2000.
- CLEMENTS, M.P. y D.F. HENDRY (1998). *Forecasting Economic Time Series*. Cambridge University Press. Cambridge.
- CLEMENTS, M.P. y D.F. HENDRY, eds (2002). *A Companion to Economic Forecasting*. Blackwell. Oxford.
- COUTIÑO, ALFREDO (2002). "A High-Frequency Forecasting Model for the Mexican Economy". Submitted unpublished Ph.D. thesis. Autonomous University of Madrid
- COUTIÑO, ALFREDO (2003). "A High-Frequency Model for Mexico". Project LINK web-site.
- DICKEY-FULLER (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive time series with a unit root". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, 427-431.
- DIEBOLD, F.X. (2004). *Elements of Forecasting* (3rded.), South-Western, Ohio.
- DIEBOLD, F.X. y G.D. RUDEBUSCH (1989) "Scoring the leading Indicators" *Journal of Business*, 62, 369-391.
- DIEBOLD, F.X. y R.S. MARIANO (1995). "Comparing Predictive Accuracy". *Journal of Business and Economic Statistics*, 13, 253-265.

- ENGLE, R.F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity, with estimates of the Variance of United Kingdom Inflations". *Econometrica*, Vol. 50, 987-1007.
- ENGLE, R.F. y C.W.J. GRANGER (1987). "Cointegration and error-correction: representation, estimation, and testing". *Econometrica*, Vol. 55, 251-276. 27
- ENGLE, R.F. y C.W.J. GRANGER, eds. (1991). *Long-Run Economic Relationships*. Oxford University Press, Oxford.
- GRANGER, C.W.J. (1969). "Investigating Causal Relationships by Econometric Models and Cross-Spectral Methods". *Econometrica*, 37, 424-438.
- GRANGER, C.W.J. y P. NEWBOLD (1973). "Some Comments on the Evaluation of Economic Forecasts". *Applied Economics*, Vol. 5, 35-47.
- GRANGER, C.W.J. y P. NEWBOLD (1986). *Forecasting Economic Time Series* (2nd ed.). Academic Press. New York.
- GRANGER, C.W.J. y Y. JEON (2003). "Interactions Between large Macro Models and Time Series Analysis". *International Journal of Finance and Economics*, Vol. 8, 1-10.
- HANKE, J. y REITSCH, A. (1998). *Business Forecasting*, ed. 6, New Jersey, Prentice Hall.
- HAMILTON, JAMES D. (1994a). *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton.
- HARVEY, ANDREW C. (1987). "Applications of the Kalman Filter in Econometrics". En T. Bewley (ed.) *Advances in Econometrics*, Fifth World Congress of the Econometric Society, Vol. 1, pp. 285-313.
- HARVEY, ANDREW C. (1989). *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. Cambridge University Press, Cambridge.
- HOWREY, E.P. (1991). "New Methods for Using Monthly data to Improve Forecast Accuracy". En L.R. Klein (ed.) *Comparative Performance of U.S. Econometric Models*. Oxford University Press. New York and Oxford. pp. 227-249.
- INADA, YOSHIHISA (2003). "A High-Frequency Model for Japan. Project LINK" web-site.
- INGETINO, ROBERT y BHARAT TREHAN (1996). "Using Monthly Data to Predict Quarterly Output". *FRBSF Economic Review*, No.3, 3-11.
- KALMAN, R.E. (1960). "A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems". *Journal of Basic Engineering, Transactions ASME*, Series D, Vol. 82, 35-45.
- KALMAN, R.E. (1961). "New Methods in Wiener Filtering Theory". En J.L. Bogdanoff and F. Kozin (eds.), *Proceedings of the First Symposium of Engineering Applications of Random Function Theory and Probability*, Wiley, New York, pp. 270-388.
- KALMAN, R.E. y R.S. BUCY (1961). "New Results in Linear Filtering and Prediction Theory". *Journal of Basic Engineering, Transactions ASME*, Series D, Vol. 83, 95-108.
- KIM, CHANG-JIN y CHARLES R. NELSON (1999). *State-Space Models with Regime Switching*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- KLEIN, L.R. (1971). *An Essay on the Theory of Economic Prediction*. Markham Publishing, Cambridgeshire, United Kingdom.
- KLEIN, L. R. (Editor) (2009). *The Making of National Economic Forecasts*, Edward Elgar Publishing Limited, Northhampton, Massachusetts, 2009.
- KLEIN, L.R. y S. OZMUCUR (2001). "The Use of Surveys in Macroeconomic Forecasting". En W. Welfe (ed.), *Macromodels'2001*. University of Lodz. Poland.

- KLEIN, L.R. y S. OZMUCUR (2002a). "Consumer Behavior under the Influence of Terrorism Within the United States". *The Journal of Entrepreneurial Finance & Business Ventures*, Vol. 7, Issue 3 (Fall 2002), 1-15.
- KLEIN, L.R. y S. OZMUCUR (2002b). "Some Possibilities for Indicator Analysis in Economic Forecasting". Project LINK Fall Meeting. University of Bologna. October 2002. Bologna. Italy (mimeo)
- KLEIN, L.R. y S. OZMUCUR (2003). "The estimation of China's economic growth rate". *Journal of Economic and Social Measurement*, Volume 28, Number 4 / 2002 / 2003, pp. 187-202.
- KLEIN, L.R. y S. OZMUCUR (2004a). "University of Pennsylvania Current Quarter Model of the United States Economy Forecast Summary". April 5, 2004. (mimeo). Project LINK web-site.
- KLEIN, L.R. y S. OZMUCUR (2004b). "University of Pennsylvania Monthly Projections of the United States Economy, Survey Corner". April 2, 2004. (mimeo).
- KLEIN, L.R. y J.YONG PARK (1993). "Economic Forecasting at High-Frequency Intervals". *Journal of Forecasting*, Vol. 12. pp. 301-319.
- KLEIN, L.R. y J.YONG PARK (1995). "The University of Pennsylvania Model for HighFrequency Economic Forecasting". *Economic & Financial Modelling*, Autumn 1995. pp. 95-146.
- KLEIN, P. A. y G.H. MOORE (1991). "Purchasing Management Survey Data: Their Value as Leading Indicators". En K.Lahiri y G.H. Moore (eds.) *Leading Economic Indicators*, New Approaches and Forecasting Records. Cambridge University Press. New York. pp. 403-428.
- KLEIN, L.R. y E. SOJO (1989). "Combinations of High and Low Frequency Data in Macroeconometric Models". En L.R. Klein and J. Marquez (eds.), *Economics in Theory and Practice : An Eclectic Approach*. Kluwer Academic Publishers, pp. 3-16.
- LIU, H. y S.G. HALL (2001). "Creating High-frequency National Accounts with Statespace Modelling: A Monte Carlo Experiment". *Journal of Forecasting*, 20, 441-449.
- LIU, T-C y E-C HWA (1974). "A Monthly Econometric Model of the U.S. Economy", *International Economic Review*, 15, Issue 2 (June 1974), 328-365.
- MACKINNON J. G. (1991). "Critical Values for co-integration tests". En R. Engle y C. W. Granger (eds.) *Long-Run Economic Relationships*. Oxford University Press. Oxford.
- MARIANO, R.S. (2002). "Testing Forecast Accuracy", en Clements, M.P. and D.F. Hendry, eds. *A Companion to Economic Forecasting*. Blackwell. Oxford.
- MARTENS, MARTIN (2002), "Measuring and Forecasting S & P 500 Index-Futures Volatility Using High-Frequency Data". *The Journal of Futures Markets*. Vol. 22, No. 6. 497-518.
- MCGUCKIN, ROBERT H., ATAMAN OZYILDIRIM, VICTOR ZARNOWITZ (2001). "The Composite Index of Leading Economic Indicators: How to Market It More Timely". NBER Working Paper 8430. August 2001. 31
- NAGAR, A.L. y T. RAHMAN (2002). "Measurement of Quality of Life". (mimeo).
- NOVALES, ALFONSO (1996). *Estadística y Econometría*. McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid.
- PAIN, NIGEL y MARTIN WEALE (2001). "The Information Content of Consumer Surveys". *National Institute Economic Review*. No. 178 (October 2001). 44-47.

- PAYNE, DAVID (2000). "Predicting GDP Growth Before the BEA's Advance GDP release". *Business Economics*. April 2000. Pp. 54-63.
- PULIDO, ANTONIO y ANA MARÍA LÓPEZ (1999). *Predicción y simulación aplicada a la economía y gestión de empresas*. Ediciones Pirámide, Madrid.
- PULIDO, ANTONIO y JULIÁN PÉREZ (2001). *Modelos Econométricos*. Ediciones Pirámide, Madrid
- ROTH, H. L (1991). "Leading Indicators of Inflation". En K.Lahiri & G.H. Moore (eds.) *Leading Economic Indicators, New Approaches and Forecasting Records*. Cambridge University Press. New York. pp. 275-301.
- STOCK, J.H. y M.W. WATSON (1991). "A Probability Model of the Coincident Economic Indicators". En K.Lahiri y G.H. Moore (eds.), *Leading Economic Indicators, New Approaches and Forecasting Records*. Cambridge University Press. New York. pp. 63-89.
- STOCK, J.H. y M.W. WATSON (2002). "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes". *Journal of Business & Economic Statistics*, 20, No. 2 (April 2002), 147-162. 32.
- STOCK, JAMES y MARK WATSON (2002), "Has the Business Cycle Changed and Why?". *NBER Working Paper* No. 9127, September.
- STOCK, JAMES y MARK WATSON (2003). *Introduction to Econometrics*. Wiley, New York..
- THEIL, H. (1961). *Economic Forecasts and Policy* (2nd ed.). North-Holland. Amsterdam.
- WALLIS, K. y J.D. WHITLEY (1991). "Sources of Error in Forecasts and Expectations: UK Economic Models, 1984-88". *Journal of Forecasting*, 10, 231-253.