

## **Econometría: ¿Alquimia o Ciencia?**

Por David F. Hendry

Traducción realizada por Ana Inés Morató, Daniela Vázquez, Tatiana Rosa, Javier López, Laura Rivas, Stefanía Luppi y Rosina Nogueira con supervisión de la cátedra de metodología

### **I. Alquimia y Ciencia**

Pese a que hay muchos distinguidos precedentes de conferencias públicas en la *London School of Economics* sobre temas en los que quien diserta es un evidente *amateur*, no intento discutir en profundidad ni el “Método Científico” ni la relación general entre “Alquimia” y “Ciencia”. Sin duda, mis colegas del Departamento de Filosofía y Método Científico se sentirán realmente aliviados. Sin embargo, alguna información de contexto será útil, en especial para distinguir entre los aspectos connotativos y los denotativos de “alquimia” y de “ciencia”.

Alquimia denota el arte de transmutar metales básicos en nobles, posibilidad implícita en las *Teorías Griegas* de la materia; como tal, los *experimentos* alquímicos ayudaron a focalizar el esfuerzo en la química y podrían ser interpretados como un embrión de la química sistemática. En este sentido, mi pregunta es simplemente una cuestión de temporalidad – después de todo, el título no yuxtapone astrología y ciencia!

Las connotaciones más comunes de la alquimia son menos felices, y están bien representadas en la comedia erudita de Ben Jonson “El Alquimista” (1612) con su falso y oscurantista protagonista llamado “Puffer” por su frenético uso de fuelles en los intentos de transmutación llamado “Sutil”. El sentido peyorativo que ahora es dominante puede derivar en parte de la asociación mística de la búsqueda de la “Piedra Filosofal” y en parte de las “recetas” para simular oro usando aleaciones de metales básicos. Con la intención de engañar al público, esas recetas también pueden haber engañado a muchos alquimistas. La relevancia de estos comentarios para el estado actual de la econometría será evidente en breve.

Precisamente lo que “Ciencia” denota es remarcadamente poco claro, pero las presentes asociaciones mentales de objetividad y progreso aseguran que, simplemente usando este epíteto, se le confiera un aire de autoridad. A saber, la Escuela de Londres de Economía y Ciencia Política-¿alguien asistiría a la Escuela de Londres de Economía y Alquimia Política? Haciendo un paréntesis, la implicación de autoridad es bastante rara dado que el renacimiento de la ciencia en Europa occidental del siglo quince fue una reacción contra el argumento de autoridad. En cualquier caso, la elevada reputación de las ciencias físicas puede declinar en la próxima década si las expectativas públicas sobre el control ambiental siguen sin cumplirse; si hay muchos más accidentes nucleares, podríamos aún alegrarnos de ser llamados “economistas políticos” en lugar de “científicos de la economía”.

*¿Qué es esta cosa llamada Ciencia?* (Ver el excelente texto de Chalmers, 1976). En una presentación realizada bajo las sombras de Sir Karl Popper y el difunto Imre Lakatos, cuyas distinguidas contribuciones han revolucionado nuestro entendimiento de la “Ciencia”, hay un claro riesgo de amenaza futura por transgredir un debate que ha florecido desde Francis Bacon (ver Popper, 1968, 1969; y Lakatos, 1974). Tomando en cuenta este peligro, a continuación se presenta una visión adecuada aunque reducida.

La ciencia es un proceso público. Usa sistemas de conceptos llamados teorías para ayudar a interpretar y unificar afirmaciones observacionales llamadas datos, al tiempo que los datos son usados para chequear o “contrastar” las teorías. La creación de la teoría puede ser inductiva, pero la demostración y el contraste (testeo) son deductivos, aunque en disciplinas inexactas, el contraste involucrará inferencia estadística. Las teorías que son a la vez simples, generales y coherentes son valoradas por su ayuda a la práctica científica productiva y precisa. En particular, cuanto mas restrictiva sea aumenta el riesgo de posible rechazo y, por lo tanto, aumenta la “plausibilidad” si no ocurre el rechazo. Aunque la objetividad y la refutabilidad potencial contra los datos son cruciales para la ciencia, en la práctica las observaciones son dependientes de la teoría, los rechazos pueden ser racionalizados (a menudo conducen a degenerar los programas de investigación), y aún cuando la evidencia es altamente desfavorable y existe una teoría alternativa razonable, las visiones usualmente cambian sólo lentamente: después de todo, estamos discutiendo un esfuerzo humano! Como el barón Turgot expresó la cuestión en 1749: “Las suposiciones a las que se ha llegado sobre la base de un pequeño número de hechos poco comprendidos llevan a suposiciones que son menos absurdas, aunque no más verdaderas” (Meek, 1973, p. 45). La historia de las ciencias naturales (por ejemplo, Mason, 1962) provee muchos ejemplos de ideas ridículas en su concepción que se toman como axiomas más tarde, y Kuhn (1962) argumentó que la ciencia realmente progresa a través de cambios “revolucionarios” en sus marcos teóricos básicos debido a fallos acumulativos para resolver problemas. Notemos que en esta caracterización la experimentación puede ser un atributo útil, pero no esencial.

La alquimia pudo bien haber permanecido “científica”-quizás como un programa de investigación degenerativo o como una teoría rechazada- pero, en lugar de eso, parece haberse convertido en misticismo y haberse alejado de la objetividad. Stanislas de Rola (1973) argumenta que la desafortunada connotación de la alquimia no es merecida ya que “ciencia inmadura” es una falsa interpretación de la alquimia y la “verdadera” alquimia es en realidad un arte secreto luchando por el absoluto. Siéntanse libres de elegir el significado de “Alquimia” en mi título!

## **II. Econometría**

Desafortunadamente, debo tratar ahora de explicar lo que la econometría comprende. No confundinan la palabra con “econo-mística”, “econome-trucos”

o tampoco con “ícono-metría”. Mientras podemos dedicarnos a todas estas actividades, no son centrales para la disciplina. Ni tampoco los econométricos están dedicados principalmente en medir el peso de los economistas.

Una idea más exacta de la disciplina se provee en la constitución de la *Econometric Society*, fundada en 1930, que define sus objetivos principales como “el avance de la teoría económica en su relación con la estadística y la matemática” (*Econometrica*, 1933, p. 1). En este sentido amplio, la econometría comienza un análisis de las relaciones entre las variables económicas (como cantidades y precios, ingresos y gastos, etc.) abstrayendo el fenómeno principal de interés y formulando las teorías correspondientes en forma matemática. La utilidad empírica de los “modelos” resultantes es evaluada usando información estadística de supuesta relevancia, y econometría en sentido estricto (usado a partir de aquí) se refiere a la interpretación y el análisis de esos datos en el contexto de la teoría económica “establecida”.

De este modo, la teoría econométrica es el estudio de las propiedades de los procesos generadores de datos, de las técnicas para analizar la información económica, de los métodos de estimación de magnitudes numéricas así como de parámetros con valores desconocidos y procedimientos para contrastar diferentes hipótesis económicas. La misma ha jugado, fundamentalmente, para disciplinas no experimentales, un rol análogo al que juegan las teorías estadísticas en las ciencias experimentales inexactas (por ejemplo: Blalock, 1961). Como fuera expresado por Wold “La econometría puede ser vista como un vehículo para las innovaciones necesarias en el método científico, y por sobre todo, para el desarrollo de procedimientos de predicción en situaciones no experimentales”. Para Wold, la econometría debe superar tanto la carencia de experimentación (que impide que el conocimiento sea reproducible), como la pasividad de las predicciones basadas en métodos de extrapolación.

A menudo, la econometría aplicada y la empírica, son consideradas muchas veces como ramas “ingenieriles” separadas del resto de la disciplina, exclusivamente involucradas en la mera aplicación de métodos estadísticos estándar a la información económica. Si, citando a Frisch, “La esencia de la econometría está en la penetración mutua de las teorías económicas cuantitativas y las observaciones estadísticas”, la mayor pérdida que deriva de nuestra incapacidad de experimentación, puede ser la promoción por parte de esta, de una separación artificial entre aquellos que recolectan la información, aquellos que la usan, los teóricos de la econometría y los matemáticos teóricos.

La necesidad de conocimiento cuantitativo empírico para responder preguntas que involucran cambios en variables económicas, ha sido adecuadamente promulgada por Schumpeter (1933) y Phillips (1956) (el primero argumenta que la economía es realmente la más cuantitativa de todas las ciencias, ya que las cantidades económicas se hacen número a través de la vida misma, mientras otras materias deben inventar sus procesos de medición). Para

predecir las consecuencias de los cambios, predecir probables resultados futuros y controlar variables con el fin de alcanzar un determinado objetivo, los modelos econométricos juegan un rol central en la economía moderna. Muchos recursos han sido destinados a modelos macroeconómicos empíricos, que comprendían cientos e incluso miles, de ecuaciones estadísticas específicamente calibradas, cada una intentando representar alguna faceta autónoma del comportamiento de los agentes económicos, como los consumidores y los productores. Estos modelos intentaban describir, con la mayor precisión posible, la evolución global de la economía.

A pesar de su obvio potencial, la econometría no ha tenido siempre halagos por parte de aquellos que han hecho grandes contribuciones al desarrollo de la economía, empezando por la famosa reseña de Keynes al libro de Tinbergen “Testeando estadísticamente *las teorías de los ciclos de negocios*” (*Statistical testing of Business-Cycle Theories*). En un pasaje de su comentario usualmente citado, Keynes acepta que la aproximación de Tinbergen es objetiva, pero continua diciendo:

“Nadie podría ser más franco, más meticoloso, mas libre de toda subjetividad y parcialidad, o más *parti pris*, que el profesor Tinbergen. Por lo tanto, no hay nadie, hasta donde llega la calidad de humano, a quien sería más seguro confiarle la magia negra. No estoy convencido aún que haya alguien en esta presente etapa a quien pudiera confiársele esto, o que esta alquimia estadística esté madura como para convertirse en una rama de la ciencia. Pero Newton, Boyle y Locke, todos jugaron con la alquimia. Así que dejémoslo continuar. [Keynes, 1940, p.156, mis itálicas]”

Es interesante registrar la siguiente cita de Geoffrey Keynes (1946): “Newton no fue el primero de la Era de la Razón. Fue el último de los magos... un adicto desenfrenado [a la alquimia] ...[durante] los años en los que estaba escribiendo *Principia*” Oh! Si la econometría tuviese un alquimista como Newton! De nuevo, el tema es nuevamente la temporalidad, dado que Keynes, a pesar de su mordaz crítica, *no* compara a la econometría con una lectura sin teoría de vísceras, como muchos parecen pensar. ( Para una completa discusión sobre la visión Keynesiana de la econometría, ver Patinkin, 1976). A pesar de los comentarios de Keynes, Tinbergen compartió posteriormente el primer premio Nobel de economía.

Un eco de este debate se repite a principios de los años 1970. Por ejemplo, siguiendo una dura crítica a la economía matemática que establece que “no tiene conexión con hechos concretos”, Worswick (1972) sugiere que algunos econometristas no están “comprometidos en forjar herramientas que ordenen y midan hechos reales, sino en hacer una selección maravillosa de herramientas *“de mentira”* (mis itálicas). En el mismo número del *Economic Journal*, Phelps Brown (1972) también se manifiesta en contra de la econometría, comentando que “tirar regresiones entre series de tiempo, muy probablemente sólo terminará en un engaño”. Sumadas a estas insinuaciones

de prácticas alquímicas, Leontief (1971) caracterizó a la econometría como “un intento de compensar la debilidad mayúscula de las bases de datos disponibles mediante el mayor uso posible de técnicas estadísticas cada vez más sofisticadas”. Citando a Hicks, “la relevancia de estos métodos [v.g., la econometría] en la economía, no debe darse por sentado;.. [Keynes] no se hubiera sorprendido en encontrarse con que la econometría está hoy en día en algún desorden.”(1979, p.xi). Con el manifestado fracaso de los grandes sistemas macro-económicos empíricos a comienzos de los años 1970, el escepticismo anterior no merece mención.

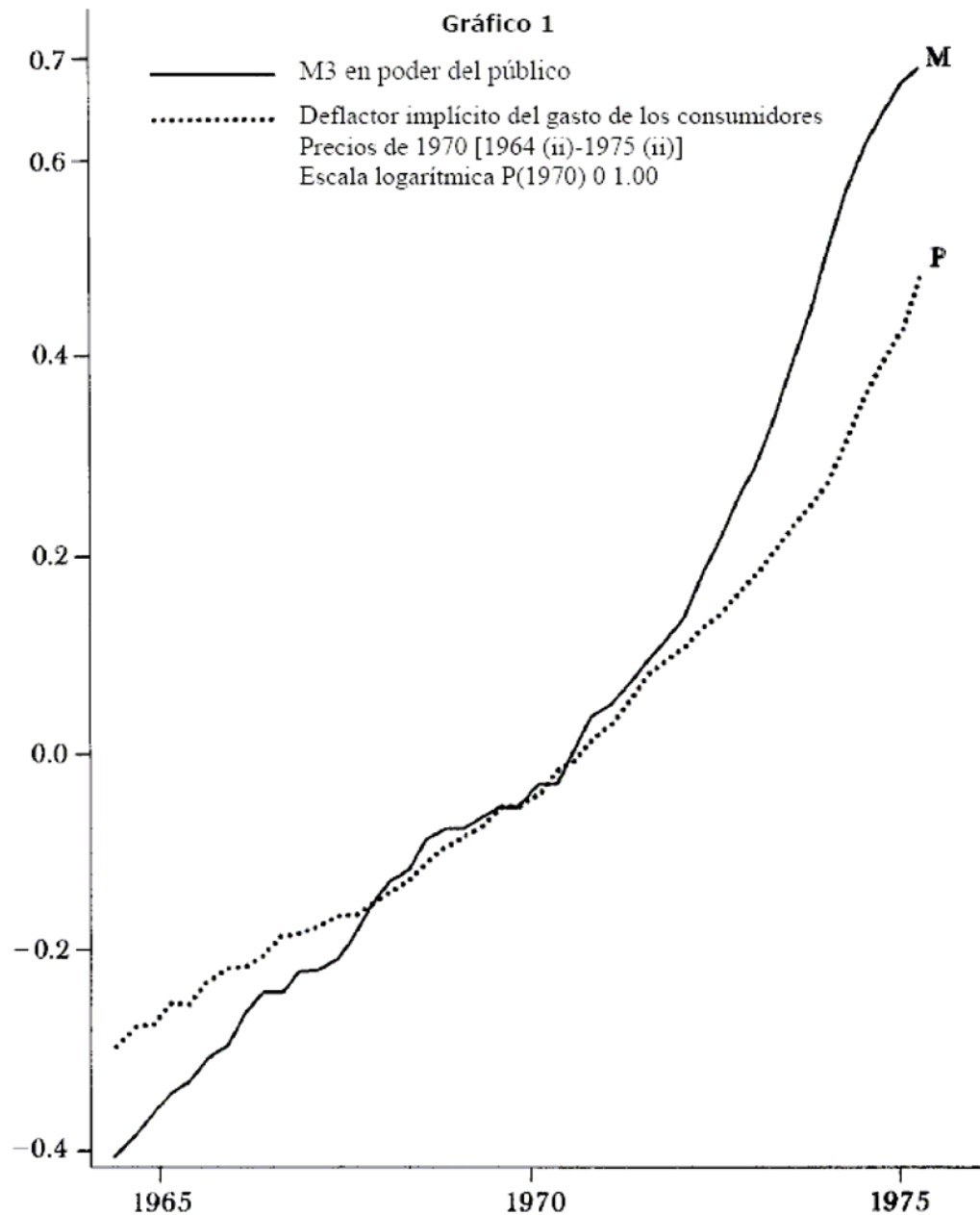
Más que abandonar el estudio de la econometría o contestar estas críticas con citas de autoridades igualmente eminentes, que muestran puntos de vistas más favorables (por ejemplo Koopmans 1957, 1979 y Stone, 1951), demostraré el estatus científico de la econometría, mostrando como funciona la alquimia empíricamente. Esto nos permitiría entender en que sentido las anteriores críticas son válidas, y explicar porqué e varios resultados alquímicos son aparentemente obtenidos *in route*. Mi aproximación nos va a sugerir estrategias constructivas para fomentar el rol del método científico en la econometría.

¡Vayamos a practicar alquimia entonces!

### **III. La econometría como alquimia**

Los econometristas han encontrado su piedra filosofal: se llama análisis de regresión y se ha utilizado para transformar información en resultados “significativos”! El engaño se practica fácilmente, con recetas falsas que buscan simular hallazgos útiles, y la profesión se refiere a estas en forma despectiva como “regresiones sin sentido” (aunque no pude encontrar ningún equivalente de “puffer”, un regresor que ya tiene otro significado).

El Gráfico 1 muestra los datos de series de tiempo trimestrales (desestacionalizadas), para el Reino Unido en el periodo 1964(II) – 1975(II), vinculadas a la antigua y aparentemente no resuelta controversia respecto al efecto del dinero (en este caso M3 en poder del público) sobre los precios (en este caso el Índice de Precios al Consumo); las variables, denominadas M y P, están graficadas en base logarítmica. Una advertencia previa de que podría existir una “alquimia”, se puede desprender de las cartas a *The Times*, entre el 4 y 6 de abril de 1977, donde Lewellyn y Wiltcomb encuentran una mayor correlación entre la inflación anual y los casos de disentería en Escocia (un año antes) que la que Mills obtuvo entre la inflación y la tasa de variación del exceso de oferta de dinero (dos años antes).



El gráfico de M contra P en el Gráfico 2 parece confirmar su relación cercana (la correlación es superior a 0,99). Las estimaciones de regresión de la explicación de P a partir de M dan lugar a los resultados mostrados en el Gráfico 3; el ajuste es impresionante dado que M “explica” el 98 por ciento de la variación de P y tiene un coeficiente significativo (las cantidades en paréntesis son errores estándar).<sup>1</sup> Los residuos son sistemáticos más que

<sup>1</sup> S y d denotan respectivamente los errores estándar y el estadístico de Durbin-Watson. Un coeficiente estimado se llama estadísticamente significativo si el intervalo de más y menos dos errores estándar no incluye al cero; en ese caso, uno puede rechazar con aproximadamente el 95% de confianza la hipótesis de que el coeficiente es igual a cero. Dado que se estima ambos

aleatorios, pero esta llamada “molestia” de autocorrelación (véase Hendry y Mizon, 1978) se puede “eliminar” realizando una modificación apropiada, de forma de introducir valores con rezago de las variables (por ejemplo: los valores de las variables en períodos anteriores, denominadas  $M_{t-1}$ ,  $P_{t-1}$ ): véase el Gráfico 4. La correlación al cuadrado es ahora 0,9985 pero las variables monetarias ya no influyen significativamente sobre P y un test de predicción rechaza la constancia de los parámetros de la ecuación. Evidentemente, podemos hacer que el dinero importe o no mediante la especificación apropiada del modelo, y de esta forma el “(auto?) engaño” es fácil si se selecciona el resultado que “corroborra la teoría”.

Un segundo ejemplo esclarecerá este asunto. La teoría de Hendry sobre la inflación es que una variable determinada (de gran interés en este país) es la “causa real” del alza de precios. Estoy “seguro” que la variable (denominada C) es exógena, que la causalidad es *únicamente* de C a P, y que (en lo que a mí concierne) C está fuera del control del gobierno aunque los datos están fácilmente disponibles en publicaciones del gobierno. El Gráfico 5 muestra las series trimestrales (*desajustadas estacionalmente*) y el Gráfico 6 muestra la relación de C con P (de nuevo en logaritmos). Hay evidentemente una relación cercana pero no lineal, y un análisis de regresión usando una ecuación cuadrática da los resultados del Gráfico 7. Como antes, hay un “buen ajuste”, los coeficientes son significativos, pero la autocorrelación se mantiene y la ecuación predice mal. Sin embargo, si se asume un proceso de error autorregresivo de primer orden<sup>2</sup>, al final produce los resultados que anticipé (véase el Gráfico 8); el ajuste es espectacular, los parámetros son “altamente significativos” (en un test “a simple vista”), y el test de predicción no rechaza el modelo. Mi teoría se desempeña decididamente mejor que la ingenua versión de la monetaria, pero, lamentablemente, todo el ejercicio es en vano así como engañoso, dado que C es simplemente las lluvias acumuladas en el Reino Unido. No tiene sentido hablar sobre “confirmar” teorías cuando se puede obtener resultado espurios tan fácilmente.

---

coeficientes y sus errores estándar y el número obtenido depende del método de estimación, la “significación” de los coeficientes puede cambiar radicalmente con la ecuación especificada, como de hecho ocurre más abajo.

<sup>2</sup> Eso sucede cuando los residuos de un período son proporcionales a los del período anterior más una variable aleatoria; por ejemplo,  $\hat{U}_t = \lambda \hat{U}_{t-1} + \hat{e}_t$ , donde  $\hat{U}_t$  es el t-ésimo residuo.

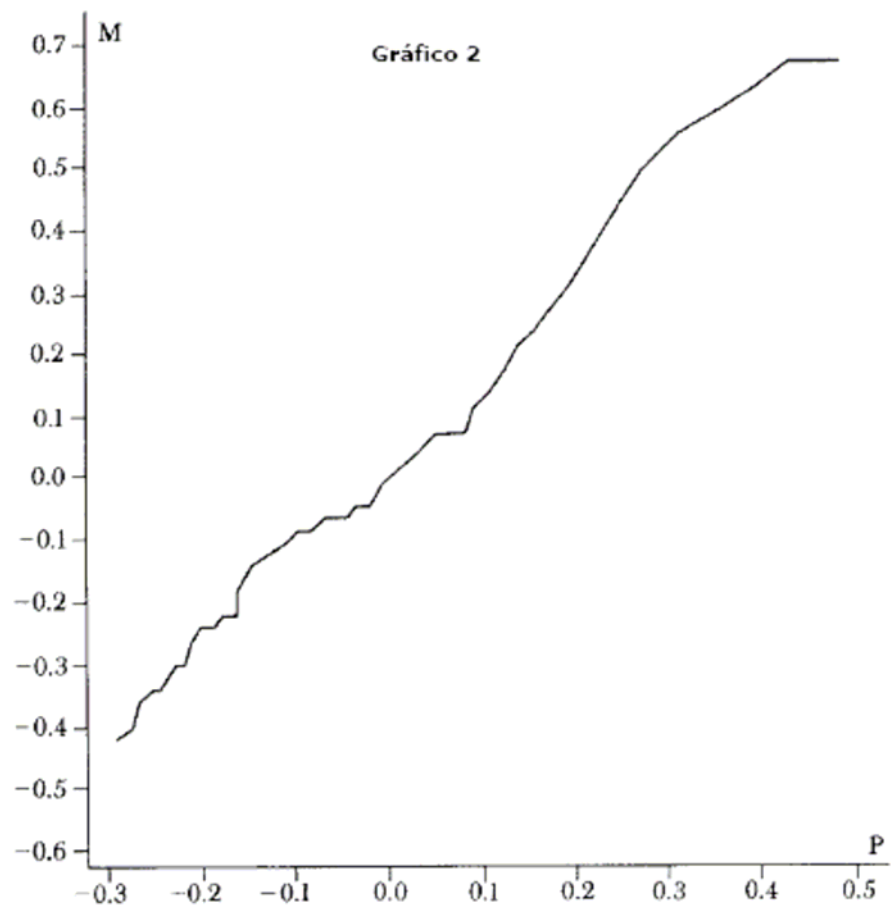
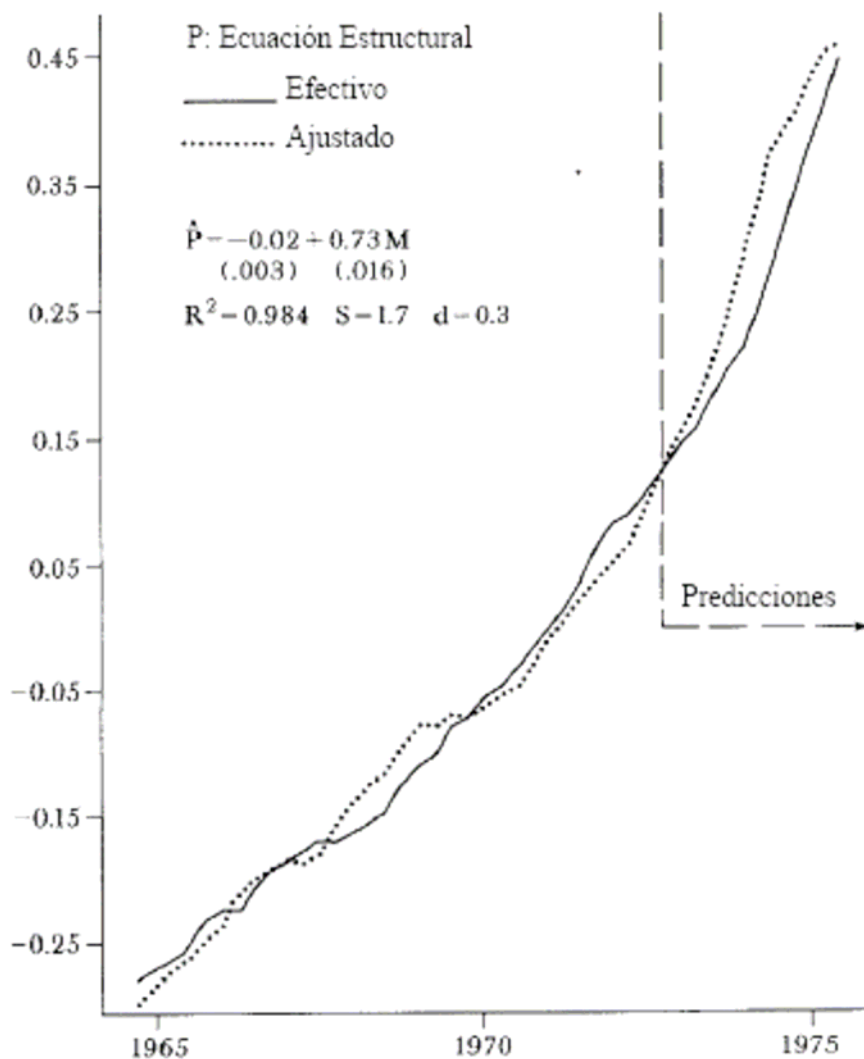




Gráfico 3



Como la correlación no implica dirección alguna de causalidad, ¿quizás la rápida inflación explica nuestro clima húmedo? Se debe lamentar la omisión de una teoría tan importante de lo que, de otra forma, hubiera sido la excelente *Historia de las Teorías de la Lluvia* de Middleton (1965).

Sin duda, muchas de las ecuaciones que conforman el folklore econométrico son un poco menos espúreas que las que presenté. Antes de que se desmotiven ante tan desmotivante tema, el problema estadístico ilustrado anteriormente fue analizado en una de sus manifestaciones por Yule en 1926 y desde entonces fue vuelto a enfatizar en varias oportunidades (ver en particular Granger y Newbold, 1974). El factor crucial de mi argumento es que *antes* de hacer estas regresiones, la teoría relevante me permitía deducir qué podía ocurrir y por ende me permitía construir los ejemplos deseados en mi primer intento - ¿qué podría ser más científico? Entendemos este problema y contamos con varios tests para la validación de los modelos empíricos (esos

que fueron citados pierden debidamente dos de dichos tests<sup>3</sup>). Incluso tenemos teorías que revelan que la predicción no precisa ser un test poderoso de un modelo, ya que los modelos falsos pueden manifestar constancia en los parámetros (Hendry, 1980).

Entender esto es bastante avanzado respecto a la etapa de la alquimia, aunque varios editores puedan ser convencidos de publicar sobre la base del “oro de tontos” econométrico: que el comprador tenga cuidado, pero que no por ello se denigre el tema en su conjunto. Que la química moderna pueda explicar los resultados de la alquimia es una confirmación de su estatus científico, no puesto en duda por cualquier charlatán moderno que pueda usar la teoría química para simular oro. El caso de la econometría científica descansa, por el contrario, en la mejor práctica del trabajo empírico, como Sargan (1964) – un precursor de muchos descubrimientos útiles de la econometría reciente. Mi discusión también enfatiza que un requerimiento esencial de cualquier modelo útil en una disciplina no experimental es que pueda explicar porqué los anteriores modelos *falsos* proveyeron los resultados observados (Davidson *et al.*, 1978).

Para concluir esta sección, se debe resaltar que nada de la evidencia presentada apoya, o pone en duda, a alguna teoría de la determinación de precios, así como tampoco se afirma que las regresiones “sin sentido” del tipo de las presentadas anteriormente constituyen la base de las críticas hechas previamente, punto que se amplía a continuación.

#### **IV. Problemas econométricos**

Para citar a Patinkin (1976), “aunque no todas las críticas de Keynes fueron bien aceptadas... Encuentro de alguna forma deprimente ver cómo muchas de ellas son, en la práctica, relevantes aún hoy”. Cuarenta años después de que Keynes escribió, su obra debería ser de lectura obligatoria para aquellos que pretenden aplicar métodos estadísticos a las observaciones económicas. Tomado literalmente, Keynes se aproxima a afirmar que ninguna teoría económica es testeable, en cuyo caso, por supuesto, la economía dejaría de ser científica – dudo que Keynes haya intentado implicar esto. Sin embargo, sus objeciones constituyen una excelente lista de lo que podrían llamarse “problemas del modelo de regresión lineal”, a saber (en lenguaje moderno): el

---

<sup>3</sup> Los dos valores de chi cuadrado en la gráfica 8 son un test (de máxima verosimilitud) para un factor común y un test de Box-Pierce para autocorrelación de residuos respectivamente –véase Sargan (1975), Mizon y Hendry (1980), Pierce (1971) y Breusch y Pagan (1980)-, ambos rechazan la especificación del modelo.

uso de un conjunto incompleto de factores determinantes (sesgo de variables omitidas); la construcción de modelos con variables inobservables (como las expectativas); estimaciones a partir de datos mal medidos basados en números índices (Keynes llamó a esto la “temible inadecuación de la mayoría de las estadísticas”); la obtención de correlaciones “espúreas” a partir del uso de variables “proxy” y simultaneidad, así como (cito) la “mina (Mr Yule) surgida a partir de los viejos artilugios de los estadísticos optimistas”; ser incapaz de separar los distintos efectos de variables multicolineales; asumir formas funcionales lineales sin conocer las dimensiones adecuadas de los regresores, la mala especificación de las reacciones dinámicas y de la longitud de los rezagos; el incorrecto filtro previo de los datos; la inferencia no válida de causalidad en base a correlaciones; predicción imprecisa (parámetros no constantes); confundir “significación” estadística y económica de los resultados y no relacionar la teoría económica con la econometría. (No puedo resistirme de citar nuevamente a Keynes- “Si el método no puede probar o refutar una teoría cualitativa y si no puede dar una guía cuantitativa para el futuro, ¿vale la pena? Ya que, seguramente, no sea una manera demasiado lúcida de describir el pasado”). A la lista de problemas de Keynes yo le agregaría: mala especificación estocástica, incorrectos supuestos de exogeneidad (ver Koopmans, 1950 y Ingle *et al.*, 1979), inadecuados tamaños muestrales, agregación, falta de identificación estructural e incapacidad para volver a referirse únicamente desde resultados observados empíricamente a cualquier teoría inicial.

Que el tema sea extremadamente complicado no implica que sea digno de perder las esperanzas. Se han hecho considerable progresos en aspectos técnicos tales como estudiar las consecuencias de varios de los problemas recién enumerados, el diseño de modos de detectarlos, el desarrollo de métodos que puedan mitigar algunos de los efectos nocivos o manejar varias complicaciones a la vez, y analizar las propiedades de los estimadores cuando el tamaño de la muestra es pequeño (ver Sargan, 1979; Phillips, 1977, entre otros). Mucho de este trabajo técnico es un trasfondo esencial para interpretar correctamente los hallazgos empíricos y, si bien algunos trabajos han resultado superfluos retrospectivamente, el nivel de técnica cada vez mayor no es un síntoma de alquimia. Tomando prestada la frase de Worswick, si la “escalada econométrica” es o no justificable dependerá de si ésta facilita o no conclusiones más claras u oculta evidencia débil.

La práctica empírica ha tendido a quedarse detrás de la “frontera” de la teoría con consecuencias desafortunadas. Mucho antes de la crisis del petróleo, los críticos sugirieron que los sistemas macroeconómicos estaban seriamente mal especificados, y que por eso manifestarían errores de predicción si cambios en el proceso generador de datos alteraran sólo la estructura de *correlación* de las variables (ver, por ejemplo, la discusión en Hickman, 1972). Muchos de los errores de especificación eran obvios y relativamente fáciles de corregir, y hacerlo podría haber ayudado a prevenir que los modelos hayan fallado tan mal justo cuando eran más necesarios. Aún así, ese cataclismo y

eventos similares inducidos por el gobierno son una de las pocas maneras en la que los modelos falsos pueden ser rechazados- la econometría puede ser la única beneficiaria de la manipulación gubernamental de la economía. Sin querer mirarle los dientes a este caballo regalado, ¿puede uno atreverse a sugerir que los experimentos controlados podrían ser más informativos que aquellos involuntarios e incontrolados?

La experimentación se está dando a nivel micro (por ejemplo en la variación diurna en el consumo de energía con las estructuras de tarifas cambiantes). Lamentablemente, el “control” experimental es escurridizo, especialmente por relaciones y patrones de conducta dinámicos e inerciales. A pesar de esas dificultades, la experimentación en economía merece muchos más recursos que la escasa ración financiera actualmente asignada, permitida por nuestros jefes políticos. Esto *no* es una crítica al Consejo de Investigación de las Ciencias Sociales (Social Science Research Council), el cual ha jugado un rol principal en el apoyo a la investigación econométrica en el Reino Unido a partir de un presupuesto muy limitado aproximadamente igual al interés en el subsidio anual al Consejo de Investigación de las Ciencias (Science Research Council). Como Leontief (1971) expresara el tema, “los científicos tienen sus máquinas mientras que los economistas todavía están esperando por sus datos”. Para mencionar un paso constructivo, la recopilación de datos de panel sería de gran ayuda a la hora de testear teorías económicas a un nivel desagregado.

Los datos económicos son notoriamente no confiables (ver por ejemplo, Morgenstern, 1950) y en un sentido importante la econometría es poco más que un intento de solución a nuestra aguda escasez de datos decentes. Aún así la observación exacta es vital. Para poner un ejemplo importante, una variable como “ingreso personal real disponible” es extremadamente difícil de “medir” con bastante precisión y una serie de precios constantes del “ingreso” personal después de impuestos tiene poca relación con el concepto de los economistas de “ingreso” (como es definido, por ejemplo, por Hicks, 1939, capítulo 14). Desafortunadamente, las discrepancias en la medición del ingreso pueden tener importantes implicaciones de política. Si el ingreso es medido usando tasas de interés *reales* en vez de nominales para asegurar que cambios en la riqueza real son iguales a la diferencia ingreso real menos gasto real, entonces el ratio de (gasto de los consumidores/ingreso ajustado) no ha caído abruptamente de manera particular, a diferencia del ratio de series no ajustadas (ver Hendry y von Ungern-Sternberg, 1980). Por lo tanto, el ratio de ahorro “medido apropiadamente” puede no haber aumentado en absoluto. Algo no obvio es que el gobierno puede no estar en déficit. Un estudio reciente del Banco de Inglaterra (Taylor y Threadgold, 1979), ha hecho la “descomposición de la inflación” apropiada a nivel macro, con resultados dramáticos: si el impuesto implícito creado por la inflación que erosiona el valor real de esos activos financieros que son deuda del sector público se suma al ingreso del gobierno, y se resta de los ahorros del sector privado,

entonces el gobierno ha presentado frecuentemente un superávit real y el sector privado un déficit real (ver su Tabla C).

Se podría anticipar que el préstamo nominal masivo al sector público, ahora aparentemente el objetivo principal de la política gubernamental, ha alterado la “deuda nacional”, y esta expectativa es muy correcta- de manera muy sorprendente. Ciertamente, el nivel nominal de la deuda ha crecido rápidamente, pero como Reid (1977) ha mostrado, el ratio de deuda nacional a ingreso nacional - el cual parece un medida sensata de endeudamiento público real- fue en 1975 similar al valor prevaleciente al final del *último* siglo y de ahí que probablemente cercano a su valor *más bajo* ¡desde las guerras napoleónicas!

Una implicación de estos dos estadísticos (a saber, el superavit gubernamental y el declinante ratio de deuda real) es que el estado del endeudamiento gubernamental *neto* al resto de la economía debe haber cambiado. Hibbert (1979) ha provisto amablemente los órdenes de magnitud que calculó recientemente, y aún con todas las *advertencias* usuales acerca de las definiciones y precisión de datos, los números son impresionantes. En 1957, el sector público era un deudor neto de aproximadamente el 8% del total de la riqueza nacional neta; hacia 1966 se había convertido en un acreedor neto de una magnitud similar, y para 1975 el sector público poseía 26% de la riqueza nacional neta. Las estadísticas encajan consistentemente y revelan cambios reales enormes y muy rápidos detrás del velo monetario. Tal resultado no parece haber sido una consecuencia planeada de alguna política gubernamental de posguerra. Aún así, una implicación adicional de estos datos es que la recesión manifiesta en el alto nivel de desempleo actual podría deberse en parte al superávit gubernamental implícito en las necesidades de financiamiento del sector público, siendo un mero epifenómeno monetario.

Los hechos en esta última conjetura están bastante bien establecidos, aunque la interpretación y las implicaciones de política pueden no ser únicas. Para mis propósitos, la conjetura ni siquiera necesita ser correcta, dado que mi afirmación es que los intentos de reducir el PSBR en la creencia de que es una “causa” de inflación más que una “consecuencia” impondrá costos serios a la sociedad *si esa creencia es errónea*. ¿No habría valido la pena destinar de antemano recursos mayores a la investigación del asunto? Aún así nuestro gobierno ha reducido el presupuesto del SSCR- y en sus cálculos de los “costos del estudiante promedio” valora implícitamente todo el producto de la investigación del sector universitario en cero. Sin embargo, poco podría el gobierno valorar nuestras teorías o evidencia empírica, basar la política en esperanza o en fe es realmente alquimia. Keynes, esta vez en su Teoría General (1936, p.383), nos da la cita más adecuada: “Los hombres prácticos, quienes se creen exentos de cualquier influencia intelectual, son de hecho los esclavos de algún economista muerto”. Dudo en continuar con esta cita- pero él dijo después “Los locos en la autoridad, quienes escuchan voces en el aire, están destilando su histeria de algún garabato académico de algunos años

atrás". Con suerte, ese no será el destino de esta conferencia dentro de unos pocos años.

Extendiendo un poco mi razonamiento acerca del valor de los datos, infinitos millones de dólares han sido gastados en la exploración del espacio por parte del gobierno de Estados Unidos sólo para juntar unas *pocas observaciones* de algunos pedazos de piedra y gas (con kudos secundarios, "derivados técnicos" y ventajas de "defensa" poco fundadas). ¿Qué otro gobierno ha gastado una milésima parte de esto en observación deliberada (experimental o no experimental) o tratado de entender un sistema económico de al menos igual importancia para nuestras vidas?

## **V. Una estructura para la econometría**

Los econométristas son los críticos naturales de los hallazgos empíricos de los economistas, y aunque esa es una forma fácil de hacer enemigos, las contra-críticas a la econometría mencionadas antes no son simplemente la venganza de los agraviados. Sin embargo, su base válida no es la alquimia econométrica, sino una mala asignación de recursos. (Esto no es un tema nuevo; para un debate anterior, véase Orcutt (1952) y la siguiente discusión.)

A lo que debería haber sido un aspecto relativamente menor de la disciplina, es decir, la derivación de los métodos para estimar los parámetros de los modelos conocidos, se le ha otorgado el centro de la escena como se puede confirmar en base a una revisión casual de cualquier libro de texto actual de econometría. El rápido desarrollo de la velocidad de las computadoras y de su capacidad de almacenamiento debería ahora haber relegado la mayor parte de la teoría de la estimación a notas al pie de página sobre aproximaciones numéricas y reorientado la atención hacia todas las cuestiones relacionadas con la metodología, la inferencia, la formulación de modelos y la selección de ecuaciones (ver Griliches, 1974, Leamer, 1978 y Mizon, 1977). Hemos respondido tan rápidamente como Diplodoco solía moverse en una helada mañana y debemos recordar que los Saurischia, una vez dominantes, se han extinguido.

El sistema económico es el resultado de siglos de adaptación de la conducta humana; los agentes parecen optimizar su "estado" dado el medio ambiente, que se adapta en respuesta, tanto social como físicamente. Los "econometristas" conceptualizan este sistema como un complejo no lineal, interdependiente, multivariante, proceso de desequilibrio dinámico dependiente de las expectativas de los agentes y sus ajustes, sujetos a choques aleatorios, y con la participación de muchos fenómenos que son inobservables; las series cronológicas de datos relevantes son inexactas, existen solamente durante cortos períodos y para unas pocas variables importantes; las teorías económicas son abstracciones muy simplificadas, por lo general de estática comparativa, invocando una gran cantidad de cláusulas

*ceteris paribus* (con otras implícitamente requeridas), la mayoría de las cuales no son válidas en aplicaciones empíricas, por lo cual nuestras representaciones macroeconómicas son menos que perfectas.

Esta conceptualización es la base real para la crítica de Keynes \*, pero en lugar de interpretar el punto como uno de "los problemas para el modelo lineal \*\*", cambia la orientación en su cabeza y comienza con una caracterización de la economía que tiene las propiedades relevantes. Como en otros lugares, puede rendir tener una visión general simplificada pero admisible, en lugar de tratar de generalizar un enfoque simple en muchas direcciones diferentes simultáneamente. Una estructura cruda y esquemática de la econometría se presenta en lo que sigue. Para una primera aproximación, después de transformar adecuadamente las variables originales (con todas las no linealidades asignadas a las identidades), muchos procesos de generación de datos en la economía puede ser concebido como (véase, *entre otros*, Richard, 1980):

$$(1) \quad \mathbf{y}_t / \mathbf{z}_t \sim N(\mathbf{\Pi} \mathbf{z}_t, \mathbf{\Omega}) \quad (t = 1, \dots, T) \Big|$$

donde  $\mathbf{y}_t$  es un vector de variables endógenas,  $\mathbf{z}_t$  es un vector de toda la información relevante pasada y presente (de modo que  $E(\mathbf{y}_t / \mathbf{z}_t) = \mathbf{\Pi} \mathbf{z}_t$  donde  $E$  denota el operador de expectativas) y  $\mathbf{x}_t \sim NI(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\Psi})$  denota una variable que es independiente y normalmente distribuida, con una media de  $\boldsymbol{\mu}$  y una matriz de covarianzas  $\boldsymbol{\Sigma}$ . La matriz de parámetros  $(\mathbf{\Pi}, \mathbf{\Omega}) = \mathbf{P}$  se toma como aproximadamente constante trabajando en una suficientemente grande (pero se supone finito) espacio dimensional de parámetros. La normalidad es una ficción conveniente que restringe la atención a la información muestral en los dos primeros momentos de los datos, y la independencia de las sucesivas observaciones se obtiene por construcción. Para un  $T$  suficientemente grande, datos precisos y el conocimiento de las transformaciones de los datos requeridos y de la composición de  $\mathbf{z}_t$ , el enorme número de parámetros de  $\mathbf{P}$  podría estimarse directamente utilizando el hecho de que (1) define la función de verosimilitud:

$$(2) \quad L(\mathbf{P}; \mathbf{y}_t / \mathbf{z}_t). \Big|$$

Una "teoría económica" se corresponde con la afirmación de que  $\mathbf{P}$  depende de sólo un pequeño número de parámetros, indicados por el vector  $\theta$ , y que se escriben como: <sup>4</sup>

$$(3) \quad \mathbf{P} = f(\theta) \quad \theta \in \Theta$$

donde  $\Theta$  es el espacio de los parámetros; si  $\Theta$  es identificable (es decir, únicamente implicado por  $\mathbf{P}$ ), entonces todas las hipótesis como (3) pueden ser contrastadas utilizando el principio debido a Wald (1943).

En términos de mi discusión de "la ciencia", la estimación de  $\mathbf{P}$  difícilmente califica y está lejos de ser un *simple* teoría. Una función importante de la ecuación (3) es limitar el número de variables que deben tenerse en cuenta (que es una cruda aplicación de la navaja de Occam), pero el argumento real contra la "medición sin teoría" ha sido poderosamente presentado por Koopmans (1949) en su conocido debate con Vining. Muchas de mis presentes críticas fueron aportadas por *ambas* partes de ese debate. Aceptando que tenemos que trabajar dentro de los mejores marcos de la teoría económica para contribuir al conocimiento científico, el problema econométrico surge porque la escala del modelo y la escasez de las observaciones disponibles impide la estimación directa de  $\mathbf{P}$  (véanse, sin embargo, Sargent y Sims, 1977) y claramente de  $\theta$ . La atención se centró en submodelos y, por tanto, en las propiedades de exogeneidad débil de las variables "regresoras" en los submodelos. Si  $L(\cdot)$  puede ser factorizada en términos de datos y parámetros de forma que:

$$(4) \quad L(\cdot) = L_1(\theta_1, y_{1t}/y_{2t}, z_t) L_2(\theta_2; y_{2t}/z_t) \quad \text{where} \quad (\theta_1, \theta_2) \in \Theta_1 \times \Theta_2$$

de modo que cualquier cambio en  $\theta_1$  deja *intactos* los otros (para una indicación precisa, véase Engle et al., 1979) y  $\theta_2$  son "los parámetros molestos", entonces  $L_1(\cdot)$  puede analizarse por separado de  $L_2(\cdot)$  (Koopmans,

---

<sup>4</sup> Puede ser útil tener un "fundamento microeconómico" para la macroeconomía pero no es esencial y puede ser contraproducente: "Si fuese necesario en las ecuaciones de hidrodinámica especificar el movimiento de cada molécula de agua, una teoría del océano estaría muy lejana a las posibilidades del siglo XX" (Wilson, 1979)



1950). En tal caso,  $y_2$  se dice que es débilmente exógeno para  $\theta_1$  y  $y_2$ , se pueden tomar como dados a la hora de analizar el submodelo que determina la  $y_{1t}$ . Una implicación interesante es que las variables sobre las que los agentes forman "expectativas racionales" no puede tomarse como débilmente exógenas, ya que, por hipótesis,  $\theta_1$  depende de  $\theta_2$  en esos modelos.

Aún suponiendo que no se han cometido errores en la formulación de  $L_1(\cdot)$  y que la dimensionalidad es tratable, todavía es poco probable que un análisis detallado de la función de verosimilitud sea factible y alguna reducción será esencial (Edwards, 1972). La teoría de la estimación se refiere a las reglas alternativas de asignar los números a  $\theta_1$ , teniendo en cuenta los datos, y esto se puede hacer de muchas (infinitas) formas que pueden tener muy diferentes propiedades. Sin embargo, todo el tema puede ser resuelto teniendo en cuenta que (para  $L = \log_e L$ ):

$$(5) \quad \left. \frac{\partial L_1}{\partial \theta_1} = \mathbf{q}_1(\theta_1) \right|$$

es una ecuación generadora de estimadores en que otros estimadores pueden interpretarse como aproximaciones a la solución de  $\mathbf{q}_1(\theta_1) = \mathbf{0}$  (véase Hendry, 1976, sobre la base de las ideas consideradas por Durbin, 1963). Dado que las computadoras han reducido la necesidad de elegir aproximaciones que reduzcan al mínimo la carga computacional, es posible así resolver el valor más probable de  $\theta_1$ , i.e.  $\hat{\theta}_1$  tal que  $\mathbf{q}_1(\hat{\theta}_1) = \mathbf{0}$  y  $(\partial \mathbf{q}_1 / \partial \theta_1)' \hat{\theta}_1$  es definido negativo (a menos que la función de verosimilitud sea tal que el resumen realizado en (5) sea engañoso). La inferencia es también casi totalmente dependiente de la  $\mathbf{q}(\cdot)$  (Véase, por ejemplo, Rao, 1965, y Breusch y Pagan, 1980), de modo que podemos pasar a otras cuestiones.

Los problemas adicionales que son menos fáciles de resolver son, en primer lugar, que en la actualidad  $\mathbf{f}(\theta)$  se basa en una abstracción idealizada en exceso (lo que es más una guía de cómo el modelo econométrico debe verse si el estado idealizado llegara a ocurrir que un conjunto de restricciones útiles para imponer sobre los datos), y, en segundo lugar, que la estructura y la composición de  $z_t$  son desconocidas. Tenemos así "modelización econométrica", aquella actividad de combinar una versión incorrecta de (3) a una inadecuada representación de (1), utilizando datos insuficientes e inexactos. El compromiso resultante puede ser incómodo, o puede ser una útil aproximación que abarca los resultados anteriores, arrojando luz sobre la teoría económica y es lo suficientemente constante para la predicción, previsión y tal vez incluso la política. Escribir simplemente una "teoría económica", manipulándola en una "forma condensada" (véase el Desai, 1979)

y "calibrar" los parámetros resultantes usando un estimador pseudo-sofisticado sobre la base de datos pobres que el modelo no describe adecuadamente constituye una receta para el desastre, no para simular el oro!. Su único vínculo con la alquimia es el auto-engaño.

Como ejemplo consideremos la demanda de dinero por motivo transacción. En un mundo en equilibrio con tecnología de transacciones constante y expectativas estáticas, se supone que los agentes mantienen un ratio constante entre dinero nominal (real) e ingreso nominal (real):

$$(6) \quad M/PY = K(\cdot)$$

En un mundo definido de esa forma,  $K(\cdot)$  será menor si las tasas de interés ( $r$ ) o la inflación ( $p$ ) aumentan, llevando, por ejemplo a:

$$(7) \quad M = K \cdot PYr^\alpha(1 + p)^\beta \quad \alpha, \beta < 0.$$

A pesar de los fuertes supuestos, (7) incorpora varias ideas útiles (incluyendo la independencia de las variables nominales) que parece razonable exigir a la *solución de equilibrio* de un modelo econométrico. De todos modos, (7) es un *esquema de demanda*, no un *plan de comportamiento*, y no es razonable intentar estimar  $\alpha$  y  $\beta$  directamente. De hecho, intentar hacerlo para  $M_1$  nos lleva a (ver Hendry, 1980):

$$(8) \quad \ln M_t = 7,6 + 0,8 \ln Y_t + 0,84 \ln P_t - 0,12 \ln r_t + 0,17 \Delta \ln P_t$$

$$(2,9) \quad (0,30) \quad (0,17) \quad (0,02) \quad (0,76)$$

$$T = 32 \quad R^2 = 0,75 \quad S = 0,019 \quad d = 0,9 \quad x^2(20) = 399$$

donde  $T$  es el tamaño de la muestra. Estos resultados no se pueden interpretar porque  $d$  indica que existe autocorrelación significativa (de modo que los errores estándar mencionados tienen un fuerte sesgo a la baja) y el modelo es rechazado por el test  $x^2(20)$  para constancia de los parámetros. Los resultados difícilmente "corroboran" la "teoría", por lo que parece que no encontramos la relación que esperábamos por "sentido común" y "teoría económica". Si restringimos los coeficientes de  $Y$  y de  $P$  a la unidad,  $S$  sube a 0,067 y  $d$  baja a 0,45, y la "solución" puede ser rechazada. Incluso negando la posibilidad de que (8) sea otra "regresión espuria", no es posible decidir si la "teoría" fue rechazada, porque es evidente que el modelo no describe

adecuadamente los datos de *desequilibrio*. De todos modos, la ecuación dinámica que puede eventualmente ser elegida como un modelo razonable para los mismos datos arroja un  $S = 0,13$  y por tanto la solución de equilibrio es:

$$(9) \quad \ln (M/PY) = \ln K^* - 0,38 \ln r - 3,67 \ln (1 + p')$$

(0,12)            (1,98)

que es consistente con el *programa de demanda hipotétizado*. Además, los postulados de homogeneidad de largo plazo no pudieron ser rechazados, y tampoco pudo rechazarse la constancia de los parámetros (que también probaba los débiles supuestos de exogeneidad relativos a  $P$ ,  $Y$  y  $r$ ) a pesar del obvio fracaso de (8).

Mi enfoque es admitidamente ad hoc, dado que pese a que la optimización es un principio razonable para la teoría económica, los modelos derivados de ella sólo serán útiles empíricamente si las funciones de criterio asociadas representan adecuadamente los problemas de decisión de los agentes (esto es sus objetivos, costos y restricciones). Las formulaciones presentes no son enteramente satisfactorias. En consecuencia, mi “programa de investigación” empírica ha sido investigar la modelización realizada bajo supuestos mínimos sobre la inteligencia de los agentes y la información de la que disponen, con máxima confiabilidad en los datos y usando guías provistas por la “teoría económica” para restringir la clase de modelos considerados, como en el ejemplo de M1. Los agentes crean planes de contingencia, pero responden como mecanismos frente a cambios en las variables débilmente exógenas (véase, por ejemplo, Philips, 1954). Los modelos de retroalimentación resultantes imitan el comportamiento racional para estados de desequilibrio alrededor de un camino que hubiese sido de crecimiento en estado estacionario y pone de manifiesto aspectos que valdría la pena incorporar en ecuaciones de series de tiempo empíricas basadas en especificaciones más ajustadas teóricamente. El enfoque es complementario tanto con el análisis puro de series de tiempo como con la economía cuantitativa basada en la teoría, y tiene como siguiente paso la introducción de comportamientos de expectativas y adaptación de manera que los agentes puedan aprender a comportarse racionalmente en mundos que no están en el estado estacionario. Afortunadamente, otros están encarando con éxito la modelización desde el punto de vista de la teoría económica (véase Nerlove, 1972) y, en particular, Muellbauer (1979) derivó ecuaciones interesantes empíricamente de teorías explícitamente dinámicas.

## **VI. Es la econometría alquimia o ciencia?**

La facilidad con la que pueden crearse resultados espurios sugiere alquimia pero el estatus científico de la econometría fue ilustrado mostrando que esos engaños son contrastables. En nuestro mundo rápidamente cambiante, las falacias no detectadas se convierten velozmente en instancias positivas de la ley de “Goodhart” (1978) debido a que todos los modelos econométricos fallan cuando se usan a efectos de política.

Es difícil proveer un argumento convincente para la defensa contra las acusaciones de Keynes hace 40 años de que la econometría es alquimia estadística dado que muchas críticas continúan siendo de recibo. La caracterización de la ciencia ofrecida antes no excluyó la econometría a priori simplemente por su dificultad para conducir experimentos controlados. Pero la sustanciación empírica del reclamo de ser una ciencia requiere la existencia de evidencia creíble, es decir hallazgos que sean aceptables independientemente de las creencias políticas o preconceptos acerca de la forma estructural de la economía (para una crítica relacionada realizada por teórico de los sistemas, véase Kalman, 1979). La turbulencia de la década de 1970 facilitó enormemente el rechazo a los “falsos” modelos, y pese a que estamos muy lejos de producir “respuestas”, se han realizado asombrosos progresos desde que Keynes escribió, aunque al costo de transformar la disciplina en altamente técnica y crecientemente no accesible a no especialistas (para una exposición interesante, véase Bray, 1979).

Hicks (1979, p. xi) realizó una argumentación alternativa planteando que “en tanto la economía va más allá de la “estática” se transforma menos en ciencia y se parece más a la historia”. A pesar de que esta afirmación resalta la importancia del contexto histórico y el hecho que hay sólo una realización de cualquier serie de tiempo económica, *no* descarta un enfoque científico para la economía dinámica.

Los econométristas tienden a mirar mucho donde está la luz y muy poco donde la llave puede ser encontrada. Sin embargo, son una ayuda positiva en tratar de reducir la pobre imagen pública de la economía (cuantitativa o de cualquier tipo) como disciplina en la que las cajas vacías se abren asumiendo la existencia de abrelatas para revelar contenidos que 10 economistas cualesquiera interpretarán de 11 maneras.

Si la econometría se mostrará más parecida a la alquimia que a la ciencia o no, dependerá principalmente del espíritu con el que la disciplina sea abordada. Obviamente, no puedo hablar por como otros elegirán usar la econometría pese a que creo que en esta escuela hemos tratado de abordar la disciplina científicamente. Espero que mis ejemplos los persuadan de que eso es, al menos, potencialmente posible. El progreso podría haber sido mucho más rápido si los estudios empíricos proveyeran información mejorada y contrastada que permitiese a los lectores juzgar plausibilidad. Las tres reglas de oro de la econometría son contrastar, contrastar y contrastar (testear,

testear y testear); el hecho que estas tres reglas se rompen regularmente en el trabajo empírico puede remediarse fácilmente. Los modelos rigurosamente testeados, que describen adecuadamente los datos, abarcativos de hallazgos previos y fueron derivados de teorías bien fundamentadas, podrán alcanzar el reclamo de ser científicos.

El estudio de que poca luz econométrica tenemos hasta el momento está lejos de ser una opción fácil, especialmente como se enseña en esta escuela; sin embargo, puede haber pocas disciplinas más recompensadoras intelectualmente y les he comentado su estudio a ustedes.

#### Agradecimientos

Agradezco a mis colegas por su ayuda y consejo al preparar esta conferencia inaugural pero quiero agradecer en particular a Mary Morgan, John Muellbauer y Rija Thompson. La investigación fue parcialmente financiada por el fondo número HR6727/1 del Social Science Research Council para el Estudio de la Historia del Pensamiento Económico en la London School of Economics.

#### Referencias bibliográficas

- BLALOCK, H. M. JR (1961). *Causal Inferences in Nonexperimental Research*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- BRAY, J. (1979). New models of the future. *New Statesman*, 18 May 1979, 710–714.

- BREUSCH, T. S. and PAGAN, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification. *Review of Economic Studies*, **47**, 239–253.
- CHALMERS, A. F. (1976). *What is this Thing Called Science?* Queensland: University of Queensland Press.
- DAVIDSON, J. E. H., HENDRY, D. F., SRBA, F. and YEO, S. (1978). Econometric modelling of the time-series relationship between consumers' expenditure and income in the United Kingdom. *Economic Journal*, **88**, 661–692.
- DESAI, M. J. (1979). Testing monetarism: an econometric analysis of Professor Stein's model of monetarism. Unpublished paper, London School of Economics.
- DURBIN, J. (1963). Maximum likelihood estimation of the parameters of a system of simultaneous regression equations. Paper presented to the Copenhagen Meeting of the Econometric Society.
- EDWARDS, A. W. F. (1972). *Likelihood*. Cambridge: University Press.
- ENGLER, R. F., HENDRY, D. F. and RICHARD, J.-F. (1979). Exogeneity. Unpublished paper, London School of Economics.
- FRISCH, R. (1933). Editorial. *Econometrica*, **1**, 1–4.
- GOODHART, C. A. E. (1978). Problems of monetary management: the UK experience. In *Inflation, Depression and Economic Policy in the West: Lessons from the 1970's*. (A. S. Courakis, ed.). Oxford: Basil Blackwell.
- GRANGER, C. W. J. and NEWBOLD, P. (1974). Spurious regressions in econometrics. *Journal of Econometrics*, **2**, 111–120.
- GRILICHES, Z. (1974). Errors in variables and other unobservables. *Econometrica*, **42**, 979–1002.
- HENDRY, D. F. (1976). The structure of simultaneous equations estimators. *Journal of Econometrics*, **4**, 51–88.
- (1980). Predictive failure and econometric modelling in macro-economics: the transactions demand for money. *Economic Modelling*, (P. Ormerod, ed.), Chapter 9. London: Heinemann Educational Books.
- and MIZON, G. E. (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.
- and VON UNGERN-STERNBERG, T. (1980). Liquidity and inflation effects on consumer's expenditure. In *Essays in the Theory and Measurement of Demand* (A. S. Deaton, ed.). Cambridge University Press.
- HIBBERT, J. (1979). National and sectoral balance sheets in the United Kingdom. Paper presented to the Austrian Meeting of the International Association for Research in Income and Wealth, August 1979.
- HICKMAN, B. G. (1972). *Econometric Models of Cyclical Behaviour*. New York: Columbia University Press.
- HICKS, J. (1939). *Value and Capital: An Enquiry into Some Fundamental Principles of Economic Theory* (2nd ed. 1950). Oxford: Clarendon Press.
- (1979). *Causality in Economics*. Oxford: Basil Blackwell.
- JONSON, BEN (1612). *The Alchemist*. London: Thomas Snodham.
- KALMAN, R. E. (1979). System theoretic critique of dynamic economic models. Unpublished paper, University of Florida, Gainesville.
- KEYNES, G. (1946). Newton, the man. Paper read at the Newton Tercentenary Celebrations at Trinity College, Cambridge; in KEYNES, J. M. (1951), *Essays in Biography*. London: Rupert Hart-Davies.
- KEYNES, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London: Macmillan.
- (1939). Professor Tinbergen's method. *Economic Journal*, **49**, 558–568.
- (1940). Comment, *Economic Journal*, **50**, 154–156.
- KOOPMANS, T. C. (1947). Measurement without theory. *Review of Economics and Statistics*, **29**, 161–179.
- (1949). A reply. *Review of Economics and Statistics*, **31**, 86–91.
- (1950). When is an equation system complete for statistical purposes? *Statistical Inference in Dynamic Economic Models* (T. C. Koopmans, ed.), Chapter 17. New York: John Wiley.
- (1957). *Three Essays on the State of Economic Science*. New York: McGraw-Hill.
- (1979). Economics among the sciences. *American Economic Review*, **69**, 1–13.
- KUHN, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University Press (1970, ed.).



- LAKATOS, I. (1974). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos and A. E. Musgrave, *Criticism and the Growth of Knowledge*, pp. 91–196. Cambridge University Press.
- LEAMER, E. E. (1978). *Specification Searches: Ad Hoc Inference with Nonexperimental Data*. New York: John Wiley.
- LEONTIEF, W. (1971). Theoretical assumptions and nonobserved facts. *American Economic Review*, **61**, 1–7.
- MASON, S. F. (1962). *A History of the Sciences*. New York: Collier Books.
- MEEK, R. L. (ed.) (1973). *Turgot on Progress, Sociology and Economics*. Cambridge: University Press.
- MIDDLETON, K. W. E. (1965). *A History of the Theories of Rain (and other forms of Precipitation)*. London: Oldbourne.
- MIZON, G. E. (1977). Model selection procedures. In *Studies in Modern Economic Analysis* (M. J. Artis and A. R. Nobay, eds). Oxford: Basil Blackwell.
- MIZON, G. E. and HENDRY, D. F. (1980). An empirical application and Monte Carlo analysis of tests of dynamic specification. *Review of Economic Studies*, **47**, 21–46.
- MORGENSTERN, O. (1950). *On the Accuracy of Economic Observations*. Princeton: University Press.
- MUELLBAUER, J. (1979). Are employment decisions based on rational expectations? Unpublished paper, Birkbeck College.
- NERLOVE, M. (1972). On lags in economic behaviour. *Econometrica*, **40**, 221–252.
- ORCUTT, G. H. (1952). Toward a partial redirection of econometrics. *Review of Economics and Statistics*, **34**, 195–213.
- PATINKIN, D. (1976). Keynes and econometrics: on the interaction between macroeconomic revolutions of the interwar period. *Econometrica*, **44**, 1091–1123.
- PHELPS BROWN, E. H. (1972). The underdevelopment of economics. *Economic Journal*, **82**, 1–10.
- PHILLIPS, A. W. (1954). Stabilisation policy in a closed economy. *Economic Journal*, **64**, 290–323.
- (1956). Some notes on the estimation of time-forms of reactions in interdependent dynamic systems. *Economica*, **23**, 99–113.
- PHILLIPS, P. C. B. (1977). Approximations to some finite sample distributions associated with a first order stochastic difference equations. *Econometrica*, **45**, 463–485.
- PIERCE, D. A. (1971). Distribution of residual autocorrelations in the regression model with autoregressive-moving average errors. *Journal of the Royal Statistical Society, B*, **33**, 140–146.
- POPPER, K. R. (1968). *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson.
- (1969). *Conjectures and Refutations*. London: Routledge & Kegan Paul.
- RAO, C. R. (1965). *Linear Statistical Inference and Its Applications*. New York: John Wiley.
- REID, D. J. (1977). Public sector debt. *Economic Trends*, May 1977, 100–107.
- RICHARD, J.-F. (1980). Models with several regimes and changes in exogeneity. *Review of Economic Studies*, **47**, 1–20.
- DE ROLA, S. K. (1973). *Alchemy: The Secret Art*. London: Thames & Hudson.
- SARGAN, J. D. (1964). Wages and prices in the United Kingdom: a study in econometric methodology. In *Econometric Analysis for National Economic Planning*. (P. E. Hart, G. Mills and J. K. Whitaker, eds). London: Butterworths.
- (1975). A suggested technique for computing approximations to Wald criteria with application to testing dynamic specifications. Discussion paper A2, London School of Economics.
- (1976). Econometric estimators and the Edgeworth expansion. *Econometrica*, **44**, 421–428.
- SARGENT, T. J. and SIMS, C. A. (1977). Business cycle modelling without pretending to have too much a priori economic theory. In *New Methods in Business Cycle Research* (C. A. Sims, ed.). Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- SCHUMPETER, J. (1933). The common sense of econometrics. *Econometrica*, **1**, 5–12.
- STONE, R. (1951). *The Role of Measurement in Economics*. Cambridge: University Press.
- TAYLOR, C. T. and THREADGOLD, A. R. (1979). 'Real' national savings and its sectoral composition. Bank of England discussion paper no. 6, 1979.
- TINBERGEN, J. (1939). *A Method and its Application to Investment Activity* (Statistical Testing of Business-Cycle Theories I). Geneva: League of Nations.
- VINING, R. (1949a). Methodological Issues in Quantitative Economics. *Review of Economics and Statistics*, **31**, 77–86.
- (1949b). A rejoinder. *Review of Economics and Statistics*, **31**, 91–94.