UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

Revista de la Facultad de Ciencias Económicas

SUMARIO

SECCION ADMINISTRACION — Pág.

Ricardo Agustín FORNERO, **Procedimientos para la formación del flujo operativo de fondos de un proyecto de inversión** 9

SECCION ECONOMIA

David F. HENDRY, **Econometría ¿Alquimia o ciencia?** 27

Juan A. VEGA y Juan M. VERSTRAETE, **Determinantes de las recaudaciones fiscales en la Argentina** 59

SECCION FILOSOFIA Y SOCIOLOGIA

Francisco LETIZIA, **La situación espiritual del hombre contemporáneo** 81

SECCION MATEMATICAS Y ESTADISTICA

Eliseo César TULIAN, **El máximo rendimiento del interés directo** 91

Año XXXIII, Nº 84, julio-diciembre 1981
MENDOZA (República Argentina)

R E V I S T A
DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Rector: Dr. ENRIQUE J. M. ZULETA ALVAREZ
Decano: Profesor JOSE JORGE MASELLI

Consejo Editorial:	Ing.	ENRIQUE CABEZA (Matemáticas y Estadística)
	Cont.	CARLOS L. DAZIANO (Contabilidad)
	Lic.	COLOMA FERRA (Secretaria Ejecutiva)
	Dr.	FRANCISCO LETIZIA (Filosofía y Sociología)
	Lic.	RECLUS PALMADA (Economía)
	Lic.	JORGE A. PERONE (Administración)
	Prof.	MARIA M. HELUANI DE GILI (Derecho)
Jefe de Publicaciones:	Cont.	URSULA JETTER

Para adquisición y canje de la Revista, dirigirse a la Biblioteca de la Facultad.

La correspondencia debe dirigirse a:

Revista de la Facultad de Ciencias Económicas
de la Universidad Nacional de Cuyo
Centro Universitario
5500 - Mendoza, República Argentina

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

Revista de la Facultad de Ciencias Económicas

SUMARIO

SECCION ADMINISTRACION — Pág.

Ricardo Agustín FORNERO, **Procedimientos para la formación del flujo operativo de fondos de un proyecto de inversión** 9

SECCION ECONOMIA

David F. HENDRY, **Econometría ¿Alquimia o ciencia?** 27

Juan A. VEGA y Juan M. VERSTRAETE, **Determinantes de las recaudaciones fiscales en la Argentina** 59

SECCION FILOSOFIA Y SOCIOLOGIA

Francisco LETIZIA, **La situación espiritual del hombre contemporáneo** 81

SECCION MATEMATICAS Y ESTADISTICA

Eliseo César TULIAN, **El máximo rendimiento del interés directo** 91

Año XXXIII, Nº 84, julio-diciembre 1981
MENDOZA (República Argentina)

Los artículos, notas y comentarios que se publican en la Revista son seleccionados por su significación académica, tanto desde el punto de vista de la investigación como del pedagógico y de extensión universitaria.

Los conceptos y opiniones expresados en los mismos son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

SECCION ADMINISTRACION

PROCEDIMIENTOS PARA LA FORMACION DEL FLUJO OPERATIVO DE FONDOS DE UN PROYECTO DE INVERSION

por RICARDO AGUSTIN FORNERO
Investigador del Departamento de Disciplinas Administrativas, de la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N. de Cuyo.

1. Los dos procedimientos utilizables

La formación del flujo de fondos de un proyecto de inversión implica medir los movimientos de fondos asignables a tal proyecto ubicando los mismos en determinados momentos previamente seleccionados en el eje temporal. Esto significa que, a partir de la selección de los periodos en que quedará dividida la duración total de la inversión, para los fines de su análisis, el flujo se formará considerando los movimientos de fondos previstos para cada uno de los periodos, mediante la atribución a un determinado momento de cada periodo, de la totalidad de los movimientos que se producen durante el mismo. Esta simultaneidad supuesta de los componentes del flujo, torna muy importante la selección del periodo de análisis, tanto en su extensión cuanto en la ubicación temporal relativa de los sucesivos periodos en el eje mencionado.

En otro orden, el flujo de fondos definido por período que caracterizará a un determinado proyecto de inversión, puede descomponerse en dos categorías de flujos:

1) flujo derivado de las operaciones del proyecto, o flujo operativo de fondos, asociado al comportamiento de las operaciones que corresponden a la inversión analizada; se en-

tiende por operaciones todos aquellos aspectos que hacen a la gestión corriente proyectada de la inversión, y que habitualmente se asocian a los aspectos de producción y comercialización en el marco de una estructura financiera, de producción y de comercialización determinada.

2) flujo resultante de los movimientos que se proyectan, con motivo del proyecto, en la estructura financiera, de producción y de comercialización de la institución que analiza la inversión. Este flujo incluye las modificaciones de los activos fijos y asimilables que requiere el proyecto, y los movimientos financieros derivados del mismo (movimientos de las fuentes de fondos externos y sus devoluciones cuando corresponde).

La suma de ambos componentes indicará el flujo total de fondos atribuible al proyecto de inversión bajo estudio. Habitualmente, este flujo total (y, por ende, aquellos componentes) se mide en términos incrementales respecto de la situación que resultaría de la evolución del flujo de fondos esperado de la institución que examina el proyecto, si el mismo no se realiza.

La medida del flujo indicado en el punto (1) anterior es el objeto de la presente exposición. En tal sentido, identificada una estructura de períodos para la medición del flujo total del proyecto de inversión, corresponde plantear una segunda selección concerniente al procedimiento a utilizar para la formación del flujo de fondos operativo así delimitado. Los dos procedimientos básicos para tal cometido son (1):

(a) formulación de estados proyectados,
(b) determinación del movimiento de efectivo.

Al utilizar estados proyectados, se sigue un criterio contable de formulación, con base en la realización de los ingresos y el devengamiento de los costos. Esto implica que el movimiento de fondos que puede inferirse a partir de tales estados proyectados requiere determinadas correcciones a fin de representar adecuadamente el movimiento de efectivo originado en el proyecto. En efecto, la finalidad del análisis estriba en determinar los movimientos de efectivo en cada periodo y a lo

(1) Respecto a la mecánica de trabajo y su significado, *Vid.*, HUNT, Pearson, WILLIAMS, Charles y DONALDSON, Gordon, *Financiación básica de los negocios*, trad. de M. Fernández C. (México, UTEHA, 1964), cap. 9.

largo de la duración total de la inversión, y así deben ajustarse las diferencias que existen entre la medición de tal movimiento con criterio contable, y el efectivo movimiento que puede identificarse. Por el contrario, si se parte directamente de las estimaciones de ingresos y egresos de efectivo, se obtendrá el movimiento buscado sin necesidad de considerar ajustes adicionales. No obstante, con tal proceder no se obtiene información respecto a la situación patrimonial y de resultados en cada periodo del proyecto, lo cual requerirá determinados ajustes a introducir en ocasión de realizar el control de la implementación del proyecto. Debe recordarse que en el proceso de implementación, la recopilación y el análisis de la información se produce a través del sistema contable, y por ello puede resultar conveniente contar con una descripción del proyecto en sus aspectos económicos y financieros que sea compatible con aquella expresión. (2)

1°) Las diferencias de valuación del flujo de fondos que introducen la necesidad de realizar ajustes en el análisis por medio de estados proyectados, tienen su origen en determinados hechos atribuibles al proyecto que de ningún modo pueden ignorarse en el caso de utilizar una estimación directa del movimiento de efectivo. Existen dos niveles de ajustes que es preciso considerar, a fin de adecuar los resultados que se extraen de los estados proyectados, con el requerimiento de determinación del flujo del proyecto. Ambos derivan del hecho consistente en estimar el flujo operativo del proyecto, o flujo de fondos provenientes de las operaciones que configuran la marcha de la inversión, a partir del resultado por periodo que se determina en los estados de resultados proyectados. Es decir, cuando se trabaja con el procedimiento de proyección de estados contables, se considera que:

Fondos provenientes de las operaciones =
= resultado después de impuestos + cargos contables.

El resultado después de impuestos es aquel que se mide con criterio contable en el estado de resultados proyectado para cada periodo, es decir, aquel determinado con la pauta de

(2) Algunos comentarios respecto a la compatibilidad de tales descripciones, y los posibles inconvenientes, en: SOLOMON, Ezra y LAYA, Jaime C., *Medición de la productividad de la empresa: algunos errores sistemáticos cometidos en la tasa de rendimiento contable*, en ROBICHEK, Alexander, *Investigaciones y decisiones financieras y administrativas*, trad. de M. Bracamonte C. (México, Limusa, 1970), págs. 189/218.

devengamiento ya señalada. A su vez, los cargos contables son los practicados a fin de lograr una valuación económica razonable, distribuyendo las inversiones en periodos distintos a aquel en el cual se produce el movimiento de efectivo, o incluso a aquel en el cual se consideran realizados los ingresos o devengados los costos que se explicitan en el estado en cuestión. En definitiva, son cargos contables tanto las distribuciones de cargos diferidos o las depreciaciones de bienes de uso, cuanto los elementos de previsiones en sentido contable que influyen en la medición de la ganancia o la pérdida, por el comportamiento de ingresos y egresos (créditos incobrables, indemnizaciones por despido, etc.).

Este primer nivel de ajuste no introduce mayores problemas en el análisis, por ser una corrección de una valuación explícita del resultado. Por el contrario, en el segundo nivel de ajustes es necesario tener en cuenta la influencia del proceso operativo implícito en la inversión; este proceso afecta los fondos comprometidos en el trabajo, y más precisamente, en la variación del capital de trabajo imputable al proyecto. En efecto, la valuación contable del resultado antes señalado, implica incluir en el mismo las variaciones del capital de trabajo con un criterio de devengamiento que traslada movimientos efectivos de fondos de un periodo a otro, midiendo este traslado en función de las diferencias entre aquello que se imputa como devengado y aquello que afecta el movimiento de efectivo. Concretamente, esto hace necesario explicitar las variaciones del capital de trabajo fuera de los resultados que reflejan los hechos que se consideran devengados en el periodo y que deben ser ajustados en función del movimiento de fondos a que dan lugar los mismos. (3)

Los requerimientos de fondos originados en las variaciones del capital de trabajo, entonces, se consideran el segundo ajuste a introducir para llevar el resultado que se mide con criterio contable a una expresión equiparable al movimiento operativo de fondos en cada periodo. Pero estos requerimientos deben ser tenidos en cuenta explícitamente también cuando

(3) Las características del proceso productivo que originan los requerimientos de capital de trabajo, y la medida del efecto financiero (efecto en el flujo de fondos) de los mismos que autoriza a considerar las efectivas variaciones del capital de trabajo se pueden ver en: FORNERO, Ricardo A., *Formación del flujo de fondos para evaluación de proyectos de inversión*, serie cuadernos, Sección Administración, N° 49 (Mendoza, FCE, UN Cuyo, 1980), especialmente págs. 259/296.

se realiza la estimación directa del movimiento de efectivo por periodo, ya que los mismos afectan los niveles de ingresos y egresos que se incluirán en cada caso. Se advierte así que el sustento real de tales requerimientos introduce el imperativo de su incorporación en el flujo de fondos, sea a través del reconocimiento de las características peculiares de la valuación contable del resultado, sea midiendo el efecto diferencial que los mismos surten en el movimiento de efectivo por periodo del proyecto.

En definitiva, lo anterior se resume diciendo:

Flujo operativo determinado con el pronóstico directo del movimiento de efectivo = ingresos y egresos operativos de efectivo = fondos provenientes de las operaciones + variaciones del capital de trabajo.

y esto explicita el modo en que quedan medidos los distintos componentes del movimiento operativo de fondos. Adicionalmente, una relación de cruzamiento similar existe en el caso de las inversiones, ya que al partir de los estados proyectados se consideran como inversiones todos los incrementos de activos, sea que involucren activos fijos o rubros corrientes que habitualmente se asocian con el capital de trabajo. Por ello, todas esas variaciones forman la inversión de base del proyecto. Por el contrario, cuando se estima de modo directo el movimiento de efectivo, se puede dividir el mismo según corresponda a movimiento de elementos fijos (o no corrientes) activos o pasivos, y a movimientos de fondos atribuibles a las operaciones corrientes del proyecto. Y con esto se indica que las variaciones del capital de trabajo están incluidas en el segundo componente, y serán consideradas inversiones de base tan solo las que se incluyen en el primer componente del flujo total.

Este conjunto de aspectos relacionados con la medición del flujo puede advertirse en el siguiente ejemplo simplificado. Si en un proyecto se estiman ventas de $ 150 por periodo, que se cobran en el periodo siguiente al de su realización, y costos de $ 100 para esas ventas, que se pagan en el periodo en que se producen los mismos, el movimiento de efectivo durante los tres periodos de duración será:

	1	2	3	4
Ingresos por cobros		150	150	150
Pagos por compras	100	100	100	
Flujo computable	(100)	50	50	150

Si este movimiento se quiere extraer de estados proyectados, deben formularse los estados de resultados, haciendo:

	1	2	3
Ventas	150	150	150
Costos de ventas	100	100	100
Ganancia	50	50	50

Con el movimiento simplificado que se presenta, la ganancia determinada coincide con el flujo de fondos provenientes de las operaciones que se definió antes. Para llegar al flujo total del proyecto, debe agregarse el movimiento de inversiones, que en este caso corresponden a capital de trabajo, y concretamente a los requerimientos de fondos necesarios para pagar los costos antes de cobrar las ventas. Por ello, en el periodo 1 no deben considerarse ingresos por $ 150, ya que ellos forman las cuentas a cobrar el periodo siguiente. Pero tampoco debe considerarse que los $ 150 significan un requerimiento de fondos en el periodo 1, puesto que sólo deben invertirse $ 100 para obtener esa cifra de ventas. A su vez, esa inversión se recupera en el periodo 4, ya que en ese periodo se cobran las ventas del periodo 3, y no se realizan ventas que originan costos a considerar como inversiones en cuentas a cobrar. Por todo esto, el flujo a computar será:

	1	2	3	4
Fondos provenientes de las operaciones	50	50	50	
Inversión en cuentas a cobrar (desembolso efectivo)	(100)			
Ajuste por valuación del resultado (margen sobre ventas no cobradas)	(50)			
Recuperación de la inversión en capital de trabajo y sus ajustes				150
Flujo computable	(100)	50	50	150

Queda claro el sentido de los ajustes mencionados, con los cuales se trasforma una medición en otra. Dado el esquema de proyecto simplificado, no existen diferencias. En otros casos, y por variaciones en el interior de los periodos, podrán existir pequeñas discrepancias en los resultados finales de los dos procedimientos.

2°) Corresponde considerar ahora el segundo aspecto básico a tener en cuenta en ambos procedimientos; el mismo se plantea en torno a la problemática de los impuestos a las ganancias y al capital. En general, la valuación que se realiza con criterio contable, formando los estados proyectados, es la base del cálculo de ambos impuestos, procediendo a ajustar los resultados contables con las diferencias impositivas que puedan existir, de modo similar a la forma de trabajo en la determinación de impuestos sobre estados históricos. Sin embargo, en el análisis de proyectos se introduce la magnitud relacionada con el periodo utilizado, que puede no coincidir con el periodo impositivo. En estos casos, será necesario formular estados proyectados para tales periodos impositivos, y a fin de determinar los impuestos mencionados sobre su correspondiente base. Este requerimiento de cálculo de estados proyectados para la determinación de impuestos se presenta también en el caso de trabajar sobre la estimación directa de los ingresos y egresos de efectivo, a fin de considerar el movimiento de efectivo derivado de ambos tributos. Se observa entonces la relación operativa que existe en la aplicación de los dos procedimientos de proyección, de acuerdo a los requerimientos de información necesarios en cada caso.

2. *Los efectos inflacionarios*

Al realizar el análisis de inversiones en condiciones de deterioro monetario, deben considerarse los efectos del mismo en los distintos componentes del flujo de fondos (4). Al problema general, común a ámbitos con o sin inflación, de estimación de la posible evolución de los precios relativos de los distintos conceptos del análisis, se agrega el correspondiente a la estimación del deterioro monetario mismo, que permitirá establecer los efectos diferenciales a incluir.

La estimación de las variaciones en los precios rela-

(4) Sobre esto, *Vid.*, GASPAR, Oscar P., *El deterioro monetario y la evaluación de proyectos*, serie cuadernos, sección Administración, N° 32 (Mendoza, FCE, UN Cuyo, 1978).

tivos implica evitar el supuesto simplista referido a la estabilidad de la estructura de precios inicial del proyecto, para todos los periodos del mismo. Es justamente en los cambios que pueden preverse de los precios de los distintos elementos de los ingresos y egresos atribuibles al proyecto, donde se advertirá el efecto económico de iniciar una inversión; si el supuesto que nada cambia es viable y sostenible en un momento, la conducta acorde al mismo producirá cambios que afectarán las conclusiones del análisis que se realiza. Es por ello que resulta necesario enfrentar tal situación con un esquema de previsión de los cambios posibles que los considere de modo activo.

Cualquiera sea la modalidad adoptada para la estimación de los componentes del flujo de fondos, hace al análisis general de los aspectos técnicos y económicos del proyecto, previos a la formulación del flujo de fondos. El estudio de esta formación incluye, en los aspectos relativos al deterioro monetario, la estimación de los efectos sobre los ingresos y los egresos de efectivo, en función de la composición de los mismos y su ubicación temporal. Esto implica determinar el efecto de los desfasajes temporales en el flujo de fondos, en función de la medición de sus componentes como términos nominales sujetos a deterioro monetario durante un cierto lapso.

Cuando se trabaja a partir de estados proyectados, el deterioro monetario mencionado puede determinarse en sus efectos utilizando en procedimiento de cálculo de resultado por exposición a la inflación desarrollado por la técnica contable. Con el mismo se sustituye la determinación de los efectos inflacionarios sobre los ítems de ingresos y egresos, por el cómputo que considera los saldos monetarios relevantes, sujetos a deterioro monetario. La determinación de ese resultado puede realizarse con procedimientos de partición de los componentes expuestos a la inflación, con lo cual se simplifica la operatoria de cálculo.

Utilizando el mismo planteo del ejemplo anterior, se puede determinar el flujo de fondos computable por periodo, si durante cada periodo existe un deterioro monetario equivalente a 10%. Se advierte que al mantener la estructura de ingresos y egresos en todos los periodos, se ha asumido que no existen cambios en sus medidas relativas, dejando de lado por ello ese problema de estimación. Corresponde concentrar el análisis en el mecanismo con el cual se refleja el deterioro monetario de las cuentas a cobrar, que están expuestas a la inflación por un periodo, lo cual significa que en un periodo se venden $ 150 (expresados en pesos iniciales) y en el periodo siguiente se co-

bra ese mismo importe nominal, pero en moneda que se ha deteriorado en 10%, es decir, en pesos iniciales también, se cobrará el equivalente a:

$$\$ \frac{150}{1,1} = \$ 136,4.$$

Por su parte, los costos se pagan al contado y se mantienen en $ 100 (en moneda inicial) en todos los periodos; por ello, no corresponde reflejar efecto de deterioro alguno en los pagos.

Con estas premisas, el movimiento de efectivo será:

	1	2	3	4
Ingresos por cobros		136,4	136,4	136,4
Pagos por compras	100	100	100	
Flujo computable	(100)	36,4	36,4	136,4

y este flujo está medido en pesos del momento inicial, incorporando los efectos de nominalidad de los cobros.

En los estados de resultados proyectados, a partir de los cuales se determina el flujo de fondos de las operaciones, será necesario introducir el resultado por la exposición del activo corriente representado por las cuentas a cobrar. Este resultado se determina considerando el lapso de exposición, que en el ejemplo es un periodo, y por ello la pérdida por exposición de ese activo será:

$$\$ 150 - \frac{\$ 150}{1,1} = \$ 13,6$$

y con ello se ajusta el resultado por periodo con el efecto inflacionario:

	1	2	3
Ventas	150	150	150
Costo de ventas	100	100	100
Ganancia	50	50	50
Pérdida por exposición a la inflación		13,6	13,6
Ganancia final	50	36,4	36,4

Como se advierte, el resultado por exposición a la inflación tiene un efecto real sobre el flujo de fondos, es decir, no resulta un cargo contable sino que representa un movimiento de fondos atribuible a cada periodo, bajo la forma de una disminución de los ingresos representados a su vez por las ventas. Por este motivo, es claro que en cada caso deberá determinarse la parte del resultado por exposición a la inflación que tiene esa característica, y principalmente el periodo en el cual ella se hace efectiva sobre el flujo de fondos.

Para llegar al flujo final computable, es necesario incorporar la magnitud de la inversión antes vista, y a su vez tener en cuenta que los activos representados por las cuentas a cobrar se recuperan en el periodo 4, luego de haber estado expuestos por un periodo al deterioro monetario. Es decir, se recuperan, en términos de pesos iniciales, $ 136,4 por $ 150 existentes en cuentas a cobrar nominales. En función de esto, el cálculo es:

	1	2	3	4
Fondos provenientes de las operaciones	50	36,4	36,4	
Inversión en cuentas a cobrar (desembolso)	(100)			
Ajuste por valuación del resultado	(50)			
Recuperación de la inversión en cuentas a cobrar				136,4
Flujo computable	(100)	36,4	36,4	136,4

Se advierte que en los términos simples del ejemplo planteado coinciden los flujos determinados con los dos procedimientos. En otras situaciones, las medidas en el interior de los periodos pueden diferir, produciendo pequeñas diferencias entre los flujos establecidos con uno u otro esquema de trabajo.

El ejemplo ha sido resuelto utilizando un criterio de homogeneización previa de los importes por periodo, es decir, trabajando con importes ya corregidos en función de la inflación estimada entre el momento inicial y aquel en el cual se considera el componente del flujo en cuestión. Un mecanismo alternativo para la preparación de las estimaciones del flujo

consiste en utilizar importes expresados en moneda del periodo al cual corresponden, lo cual requiere luego corregir el flujo final en función de la inflación estimada para el lapso comprendido entre el momento inicial y el respectivo periodo (5). Con el planteo simplificado anterior, el movimiento efectivo de fondos se calcula:

	1	2	3	4
Ingresos por ventas		165	181,5	199,7
Pagos por compras	110	121	133,1	
Flujo computable en moneda de cada periodo	(110)	44	48,4	199,7

Se advierte que se ha incrementado cada partida en 10% por periodo; los costos, medidos en moneda inicial (momento 0) son $ 100, y por ello en el momento 1 se pagan:

$ 100 x 1,1 = $ 110,

y para el periodo 2, el pago a computar en ese momento es:

$ 110 x 1,1 = $ 121,

procediéndose de modo similar en el periodo 3.

Por su parte, las ventas equivalen a $ 150 medidos en pesos iniciales, y por ello en el periodo 1 se venden:

$ 150 x 1,1 = $ 165,

que se cobran en el periodo 2. Del mismo modo se calculan las ventas y respectivos cobros en los dos periodos siguientes. Corrigiendo el flujo anterior con los respectivos coeficientes, se determina:

(5) Es preciso tener en cuenta que esta homogeneización final será necesaria en el caso en que se desee la expresión del flujo en términos de pesos iniciales, que es el requisito habitual en estos casos. Adicionalmente, esto depende de la forma en que venga medida la tasa a utilizar para la evaluación: consistentemente, ella debe expresarse en términos reales.

	1	2	3	4
Flujo computable en pesos iniciales	(100)	36,4	36,4	136,4

A un resultado similar se puede llegar utilizando el procedimiento de preparación de estados proyectados. Para el caso planteado, el resultado en cada periodo medido en pesos de ese momento se determina:

	1	2	3
Ventas	165	181,5	199,7
Costo de ventas	110	121	133,1
Ganancia	55	60,5	66,6
Pérdida por exposición a la inflación		16,5	18,2
Ganancia final	55	44	48,4

Cabe advertir que el resultado por exposición a la inflación debe determinarse cuidando la expresión del mismo en la correspondiente moneda. En efecto, las cuentas a cobrar iniciales del periodo 2 son $ 165, lo cual implica un resultado por exposición de:

$$\$\ 15 = \$\ 165 - \frac{\$\ 165}{1,1},$$

que por la forma del cálculo está medido en pesos de periodo base (en este caso, el periodo 1 al que corresponde el saldo de cuentas a cobrar). Por ello, para llegar a una pérdida por exposición expresada en pesos del momento 2, debe considerarse la inflación correspondiente, es decir,

$$\$\ 15 \times 1,1 = \$\ 16,5\ .$$

Este importe es precisamente la diferencia entre dos expresiones nominales sucesivas de las cuentas a cobrar, y como ellas se mantienen constantes en términos reales, tal diferencia es la pérdida por exposición expresada en pesos del periodo correspondiente a la imputación del resultado.

Para llegar al flujo final en este caso, debe conside-

rarse también la inversión y los ajustes y recuperaciones, en pesos del momento correspondiente. Con esto, el cálculo será:

	1	2	3	4
Fondos provenientes de las operaciones	55	44	48,4	
Inversión en cuentas a cobrar (efectiva)	(110)			
Ajuste por valuación del resultado	(55)			
Recuperación de inversión en cuentas a cobrar (total)				199,7
Flujo computable en pesos corrientes	(110)	44	48,4	199,7
Flujo computable en pesos iniciales	(100)	36,4	36,4	136,4

Es necesario tener en cuenta el efecto de la extensión de los periodos al trabajar con este criterio de expresión de valores de los componentes del flujo. En efecto, el mecanismo habitualmente denominado de expresión en "pesos corrientes" de cada periodo, supone que todos los importes del periodo están sometidos a la misma inflación; este hecho se advierte cuando se homogeneiza el flujo final para llevarlo a pesos del momento inicial. Sin embargo, cuando los periodos son relativamente extensos (por ejemplo, análisis en periodos de extensión anual) se presentan problemas de promedios de exposición, los cuales se resuelven en cada componente individual que se homogeneiza al trabajar con un flujo expresado en pesos iniciales. Por ello, con el segundo criterio será necesario introducir correcciones en la expresión en pesos corrientes, en función de la ubicación relativa del flujo asignable al componente en cuestión, respecto del promedio utilizado de inflación en el periodo. Con esto se indica que, para utilizar un deflactor común para todos los importes ubicados en un determinado periodo, es preciso introducir modificaciones en los importes individuales, en función de la propia situación de exposición y de la estricta nominalidad de los pesos corrientes en que se expresa, Así, supóngase un pago de $ 100 ubicable en el mes 4 de un determinado año de evaluación. El coeficiente utilizado para el año completo es 1,1 respecto del año anterior. Los $ 100 nomi-

nales están expresados en pesos del mes 4, y no del mes 12 del año, suponiendo asociado el coeficiente al último mes del año. Para expresarlo en pesos iniciales, debería hacerse:

$$\frac{\$\ 100}{1,0322} = \$\ 96,88$$

donde el coeficiente es

$$1,0322 = (1,1)^{4/12},$$

y por lo tanto, si se desea incorporar ese pago en un flujo que posteriormente será corregido con el coeficiente 1,1 señalado para el periodo, el importe a considerar será:

$$\$\ 100 \times 1,0657 = \$\ 106,57$$

donde el coeficiente es:

$$1,0657 = (1,1)^{8/12},$$

con lo cual, el importe homogeneizado posteriormente como parte de ese flujo del periodo que tiene asociado el coeficiente 1,1 será:

$$\frac{\$\ 106,57}{1,1} = \$\ 96,88$$

coincidiendo con la homogeneización parcial inicial.

Con estos comentarios, se advierte la importancia del tratamiento individual de los componentes, ya sea de modo estrictamente subperiódico, o en función de promedios de movimiento en el interior de periodos como los señalados. Cuando la extensión de periodo utilizada es del orden mensual o trimestral, para bajas tasas de inflación las diferencias señaladas se atenúan sensiblemente.

3. *Dos formas de presentación de los componentes del flujo de fondos*

El flujo de fondos operativo que se mencionó en el punto 1, adicionalmente al procedimiento de cálculo que se aplique para la valuación de sus componentes, puede ser presentado en el detalle de tales componentes bajo dos formas que no deben confundirse con los procedimientos de cálculo anteriores. En líneas generales, tal detalle puede revestir la forma de:

a) estado de resultados,

b) movimiento de ingresos y egresos operativos.

Cuando se utiliza la forma de estados de resultados, se ordenan los componentes del movimiento operativo que se reconoce con el esquema de un estado contable de resultados, es decir, se llega a una utilidad o pérdida operativa después de impuestos. Por el contrario, al emplear la forma de movimiento de ingresos y egresos de efectivo, la presentación reviste la forma de un presupuesto financiero operativo, del cual surge el déficit o superávit por periodo del movimiento operativo. En uno y otro caso, a este movimiento se adiciona el correspondiente a los flujos por inversiones y pagos de capital que existan.

De este modo, se puede decir que las relaciones posibles entre los procedimientos utilizables para la valuación, y las formas posibles de presentación serán:

Formas de presentación	Procedimiento de valuación
Estado de resultados	Según estados de resultados proyectados con criterio contable, ajustando las variaciones del capital de trabajo que resultan de los estados patrimoniales proyectados conexos a ellos.
Ingresos y egresos operativos de efectivo.	Según flujos previstos con criterio financiero.

La forma de presentación, con esto, tiene como finalidad explicitar los componentes del flujo que se consideran, y la forma de valuación condicionará los ajustes a introducir por los criterios implícitos de cálculo. Se advierte que la diferencia básica que introduce la forma de presentación es la referida a los movimientos del capital de trabajo. Dado que en la presentación como estado de resultados no pueden hacerse explícitos los requerimientos de capital de trabajo, es necesario incluir tal ajuste posteriormente a la determinación de la ganancia, juntamente con la eliminación de los cargos contables incluidos que no representan un movimiento de los fondos provenientes de las operaciones. Con esto se soluciona el desfasaje que introduce la diferencia de activos pertinentes, al incluir el movimiento operativo en función del efectivo cobro o pago de los elementos operativos que se consideran. Como es claro, esta situación afecta los componentes del capital de trabajo que no tienen un reconocimiento explícito en el estado de resultados sino en un momento distinto al efectivo desembolso, como es el caso de los bienes de cambio en stock y las disponibilidades. Por el contrario, el movimiento por compras o

ventas (cuentas a cobrar y cuentas a pagar) ya queda explicitado en la valuación de costo de ventas y ventas. Es decir, del conjunto de pagos necesarios para las operaciones, se distingue aquel que corresponde a elementos que forman las ventas en el respectivo periodo, de aquel que implica una formación de stock. Estas observaciones, por supuesto, son válidas para los reconocimientos intermedios de las variaciones del capital de trabajo, ya que las modificaciones de la situación inicial en cada periodo que respondan a alteraciones de la inversión considerada en capital de trabajo, afecta el stock de cada uno de sus componentes, y por ello requiere el ajuste indicado. Esto porque el estado de resultados indicará la ganancia o la pérdida por periodo, reflejando sólo los efectos de los traslados de cobros o pagos por ellas motivados.

SECCION ECONOMIA

ECONOMETRIA: ¿ALQUIMIA O CIENCIA? (*)

por DAVID F. HENDRY
The London School of Economics.

1. Alquimia y ciencia

A pesar de haber muchos antecedentes distinguidos para dictar conferencias públicas en esta Escuela, en las que el discursante es un verdadero aficionado, yo no pretendo discutir con detenimiento ni "el método científico" ni la relación general entre "alquimia" y "ciencia". Sin lugar a dudas mis colegas de los departamentos de Filosofía y Metodología Científica se sentirán sumamente aliviados. Sin embargo, algún conocimiento del tema será útil, especialmente, para distinguir los aspectos connotativos de los denotativos de "alquimia" y "ciencia".

Alquimia se refiere al supuesto arte de transmutar metales básicos en metales nobles, una posibilidad implícita en las *teorías* griegas de la materia y, como tales, los *experimentos* alquímicos nos ayudan a enfocar la investigación química y pueden ser interpretados como el embrión de la química sistemática. En este sentido, mi pregunta es simplemente una cuestión de distribución temporal;¡después de todo, el título no yuxtapone astrología y ciencia!

La connotación popular de alquimia es menos feliz, y está bien representada en la erudita comedia *The Alchemist*

(*) Traducción realizada en 1981 por Juan M. Verstraete, revisada por Sergio López, del artículo en inglés: *Econometrics-Alchemy or Science?* por David F. Hendry, publicado en "Economica", noviembre 1980, vol. 47, págs. 387/406.

(1612) de Ben Jonson, con sus falsos y obscurantistas "sopladores" (así llamados por el uso frenético de fuelles en los intentos de transmutación), a quienes se denominaba *Subtle* (astutos). Que actualmente sea predominante el sentido peyorativo puede ser consecuencia, en parte, de las implicancias místicas de la búsqueda de la "Piedra Filosofal" y, también de las "recetas" para simular oro usando aleaciones de metales básicos. Al tratar de engañar al público muchas recetas pueden muy bien haber llegado a engañar a los alquimistas mismos. La importancia de estos comentarios con relación al estado actual de la econometría será evidenciada más adelante.

Lo que "ciencia" significa con precisión es notablemente poco claro, pero las relaciones mentales actuales con los términos objetividad y progreso, nos aseguran que el simple uso de este prestigioso epíteto nos otorga un aire de autoridad; que nos diga, si no, la *London School of Economics and Political Science* si asistiría alquien a la *London School of Economics and Political Alchemy*. Dicho sea de paso esta implicancia de autoridad es más bien extraña, dado que el resurgimiento de la ciencia en Europa Occidental en el siglo quince fue una reacción contra el autoritarismo. De cualquier forma, la gran reputación de las ciencias físicas puede declinar en la próxima década si las expectativas sobre el control ambiental quedaran insatisfechas; si hay muchos más accidentes nucleares, podremos aún estar contentos de ser llamados lisa y llanamente "economistas políticos" antes que "economistas científicos".

¿Qué es lo que llamamos ciencia? (véase el excelente texto de Charlmers, 1976).

En una charla que se da bajo la presencia espiritual del Sr. Karl Popper y la difunta Imre Lakatos, cuya distinguida contribución ha revolucionado nuestro concepto de "ciencia", hay un riesgo inequívoco de agitar algunos fantasmas como premio por incurrir en un debate que ha crecido vigorosamente desde Francis Bacon (véase Popper, 1968, 1969; y Lakatos, 1974). A pesar de este peligro, una apreciación adecuada, si bien resumida, puede ser la siguiente.

La ciencia es un proceso público. Usa sistemas de conceptos llamados teorías a fin de ayudar a interpretar y unificar observaciones relacionadas, llamadas datos; a su vez los datos son usados para verificar y "testar" las teorías. La elaboración de teorías puede ser inductiva, pero demostrar y testar son operaciones deductivas, aunque en materias inexactas; el testar implicará el uso de la estadística inferencial.

Algunas teorías que son al mismo tiempo simples, generales y coherentes son consideradas y apreciadas como ayudas productivas y precisas en la práctica científica. En particular, las restricciones aumentan la posibilidad de rechazos y por lo tanto aumentan la "aceptabilidad", si no se presenta una falta de confirmación. Aunque la objetividad y la falsificabilidad potencial de los datos es crucial para la ciencia, en la práctica las observaciones son dependientes de la teoría, los rechazos pueden ser racionalizados (lo que nos lleva a menudo a degradar los programas de investigación), y aun cuando la evidencia sea altamente desfavorable y existan teorías alternativas razonables, los puntos de vista se modifican por lo general sólo lentamente: ¡después de todo, nosotros estamos discutiendo un esfuerzo *humano*! Como lo expresaba el Barón Turgot al respecto: "Supuestos a los que llegamos sobre la base de un número pequeño de datos pobremente comprendidos se transforman en suposiciones, las cuales son menos absurdas, aunque no más verdaderas" (Meek, 1973, pág. 45).

La historia de las ciencias naturales (por ejemplo, Mason, 1962) nos suministra muchos ejemplos de ideas derivadas de conceptos que posteriormente son tomadas como axiomáticas, y Khun (1962) ha argumentado que la ciencia progresa actualmente a través de cambios "revolucionarios" en el marco de la teoría básica, ocasionados por fracasos sucesivos en la resolución de problemas. Nótese que en esta caracterización la experimentación puede ser un elemento útil, pero no es esencial.

La alquimia bien podría haber permanecido "científica" tal vez como un programa de investigación venido a menos o una teoría rechazada pero en cambio parece haberse vuelto hacia el misticismo y haberse apartado de la objetividad. Stalisnas de Rola (1973) argumenta que la poco feliz connotación de alquimia, es inmerecida desde que la "ciencia inmatura" es una falsa interpretación de la alquimia y la "verdadera" alquimia es actualmente un arte secreto que lucha por lo "absoluto". ¡El lector es libre de escoger el sentido que se le quiso dar a "alquimia" en el título!

II. Econometría

Infortunadamente, tengo que tratar de explicar lo que significa "*econometrics*". No debe confundirse esta palabra con "*econo-mystics*"; ni con "*econome-tricks*"; ni siquiera con "*iconometrics*"(*). Aun cuando podemos entregarnos a todas estas ac-

(*) *N. del T.* Este juego de palabras pierde, al traducirlo, el

tividades, ellas no son los aspectos principales de la disciplina. Tampoco están los econometristas empeñados principalmente en medir la estatura de los economistas. Una idea más exacta del tema, nos la suministran los estatutos de la *Econometric Society*, fundada en 1930, la cual define su objetivo principal 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 con un análisis de las relaciones entre las variables económicas (tales como cantidades, precios, ingresos y gastos, etc.) abstrayendo el fenómeno principal que interesa, para establecer de esa manera las teorías en forma matemática. La utilidad empírica de los "modelos" resultantes se evalúa usando información estadística que se supone relevante, y a la econometría en sentido estricto (que usaremos de aquí en adelante), concierne la interpretación y el análisis de esos datos en el contexto de una teoría económica "establecida".

Entonces, la teoría econométrica es el estudio de las propiedades de los procesos de generación de datos, de las técnicas para analizar datos económicos, de los métodos para estimar numéricamente la magnitud de los parámetros con valores desconocidos, y de los procedimientos para testar hipótesis económicas; juega un papel análogo, primordialmente en disciplinas no experimentales, a aquel que la teoría estadística juega en los experimentos de las ciencias inexactamente experimentales (por ejemplo, Blalock, 1961). Como expresa Wold (1969) "la econometría es vista como un vehículo para innovaciones fundamentales en el método científico, sobre todo en el desarrollo de procedimientos operativos de predicción en situaciones no experimentales". Desde el punto de vista de Wold, la econometría tiene que superar tanto una falta de experimentación (que excluye el conocimiento reproducible), como la pasividad que implica predecir basándose en métodos extrapolativos.

La econometría aplicada y empírica es a veces considerada como una rama de la "ingeniería" separada de la materia, lo que implica literalmente la simple aplicación de los métodos estadísticos clásicos a los datos económicos, ya que, citando a Frisch (1933), "la mutua interacción de la teoría económica cuantitativa y la observación estadística es la esencia de la econometría" El mayor perjuicio provocado por nuestra imposibi-

---

sentido humorístico que el autor ha querido darle. La traducción de estas cuatro expresiones respectivamente serían: "econometría". "mística económica", "trucos económicos" y "medición de imágenes".

lidad para experimentar puede ser las divisiones artificiales que se promueven entre los colectores de datos, los que los usan, los teóricos econométricos y los economistas matemáticos.

La necesidad de conocimiento empírico cuantitativo para responder a preguntas que involucran cambios en las variables económicas fue señalada, adecuadamente, por Schumpeter (1933) y Phillips (1956) (el primero argumentaba que la economía es realmente la más cuantitativa de *todas* las ciencias, dado que las magnitudes económicas son expresadas numéricamente por la vida misma, mientras que otras disciplinas tienen que *inventar* sus procesos de medición). Para predecir las consecuencias de cambios, y de probables resultados futuros y controlar las variables a fin de obtener los objetivos, los modelos econométricos juegan un papel principal en la economía moderna. Ingentes recursos han sido dedicados a modelos empíricos macroeconométricos que comprenden cientos y aun miles de ecuaciones estadísticamente calibradas, cada una pretendiendo representar alguna faceta autónoma del comportamiento de los agentes económicos, tales como consumidores y productores, mientras que el conjunto trata de describir con precisión la evolución general de la economía.

A pesar de sus potencialidades obvias, la econometría no ha gozado del favor de muchos de los que han hecho contribuciones importantes al desarrollo de la economía, comenzando con Keynes en su famosa reseña del libro de Tinbergen, *Statistical Testing of Business-Cycle Theories*, hecha en 1939. En un pasaje citado a menudo en su comentario (1940, p. 156) Keynes acepta que el enfoque de Tinbergen es correcto, pero continúa:

> "Nadie podría ser más franco, más esmerado, más libre de sesgos subjetivos o *parti pris* que el Profesor Tinbergen. No hay nadie, por eso, hasta donde las cualidades humanas llegan, en quien fuese más seguro confiar tratándose de magia negra; que haya uno en quien confiaría, dado el presente estado en que se encuentra la materia o que esta rama de la *alquimia estadística* esté madura para transformarse en una rama de la ciencia, aún no estoy persuadido. Pero Newton, Boyle y Locke jugaron con la alquimia. Por eso dejémoslo que continúe". (Keynes, 1940, p. 156; las itálicas son mías).

Es interesante recordar la acotación de Geoffrey Keynes (1946): "Newton *no* era el primero de la Era de la Ra-

zón. El era el último de los mágicos...un descontrolado adicto [a la alquimia]...[durante] los muchos años en que estaba escribiendo su *Principia*. ¡Oh si los econometristas tuvieran alquimistas como Newton! De nuevo el problema consiste en regular el tiempo, dado que Keynes, a pesar de su aguda crítica, *no* gustaba de las lecturas econométricas como un galimatías sin contenido teórico, según algunos parecen creer. (Para una discusión más completa de los puntos de vista de Keynes sobre la econometría, véase Patinkin, 1976). A pesar de los comentarios de Keynes, Tinbergen fue posteriormente galardonado con el primer Premio Nobel (compartido) de *economía*. Un eco de este debate se escuchó a principios de la década del 70. Por ejemplo, siguiendo con la aguda crítica a la economía matemática, según la cual ésta "no tiene ninguna relación con los hechos concretos", Worswick (1972) sugiere que algunos econometristas no están "comprometidos en forjar instrumentos para adaptar y medir hechos actuales, sino haciendo un orden maravilloso de *así pretendidos instrumentos*" (itálicas mías). En la misma edición del *Economic Journal*, Phelps Brown (1972) también concluye en contra de la econometría, comentando que "realizar regresiones entre series de tiempo sólo puede ser un engaño". Sumándose a estas insinuaciones de prácticas "alquímicas", Leontief (1971) ha definido a la econometría como "una tentativa para compensar debilidades evidentes de los datos de base disponibles, a través del uso generalizado de cada vez más alambicadas técnicas estadísticas". Citando a Hicks, "la relevancia de estos métodos (i.e. econométricos) para la economía no debe ser dada por sentada ... (Keynes) no estaría sorprendido de encontrar que ... la econometría está ahora en cierto desorden" (1979, p. xi). Con el fracaso manifiesto, en los comienzos de los años 1970, de los grandes sistemas empíricos macroeconométricos, el escepticismo de otras personas no tiene nombre.

Antes de abandonar el estudio de la econometría o replicar a estas críticas mencionando igualmente a eminentes autoridades que sostenían una opinión más favorable (por ejemplo, Koopmans, 1957, 1979; Stone, 1957) preferiría demostrar el status científico de la econometría, en primer lugar, mostrando a la alquimia trabajando empíricamente. Esto nos permitirá comprender el sentido en el cual la crítica mencionada es válida, y al explicar por qué varios resultados aparentemente alquimistas son obtenidos *en route* (sobre la marcha), mi enfoque sugerirá estrategias constructivas para realzar el papel del método científico en la econometría. ¡Por lo tanto, practiquemos alquimia!

III. La econometría como alquimia

¡Los econometristas han encontrado su Piedra Filosofal; ésta es llamada análisis de regresión y es usada para

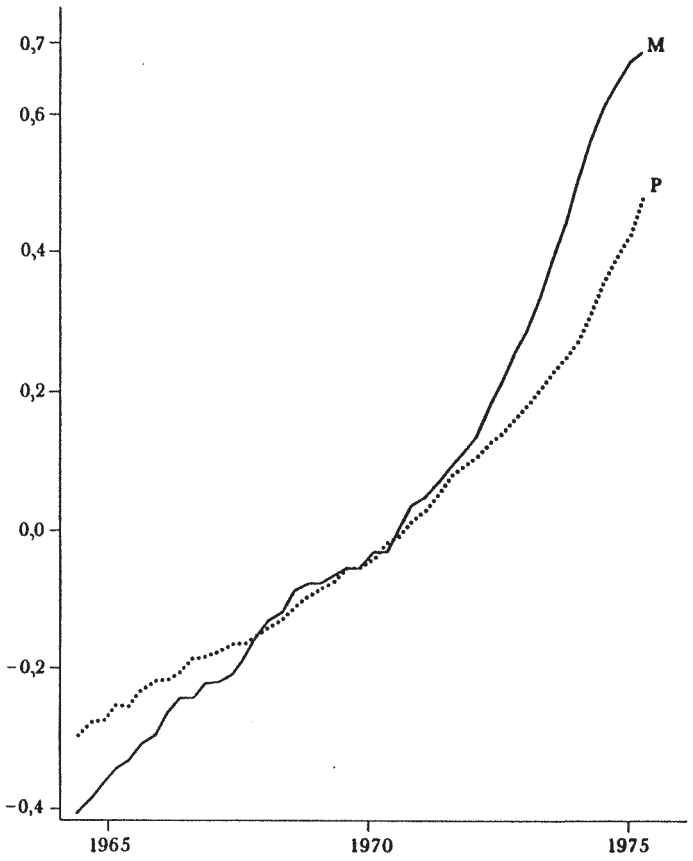
transformar datos en resultados "significativos"! El engaño se practica fácilmente a partir de recetas falsas, que intentan simular descubrimientos útiles, y éstos son despreciativamente considerados por la profesión como "regresiones sin sentido" (aunque yo no podría encontrar un equivalente del "soplador", teniendo ya otro significado la palabra "regresor").

En la figura 1 se presentan datos ajustados estacionalmente de una serie de tiempo cuatrimestral para el Reino Unido que cubren el período 1964 (II) - 1975 (II), y relacionan la antigua y aparentemente no resuelta controversia concerniente a los efectos de la moneda (aquí sector privado M3) sobre los precios (aquí índice de precios al consumidor); las variables, designadas con M y P, son trazadas sobre una escala logarítmica.

Las advertencias anticipadas sobre la probable presencia de la alquimia pueden ser detectadas en las cartas dirigidas a *The Times*, 4-6 de abril 1977, donde Llewellyn y Witcomb establecen una mayor correlación entre la inflación anual y los casos de disentería en Escocia (producidos un año antes), que lo obtenido por Mills entre inflación y la tasa de cambio en el exceso de oferta monetaria (de dos años antes). El trazado de M en relación a P en la figura 2 parece confirmar su estrecha relación (la correlación es de más de 0,99). Los estimadores de la regresión que explican los resultados de la relación de P con M se muestran en la figura 3; el ajuste es impresionante dado que M "explica" el 98 por ciento de las variaciones de P y tiene un coeficiente "significativo" (las cantidades entre paréntesis son errores estándar estimados) (1). Los residuos son sistemáticos antes que aleatorios, pero la llamada "interferencia" de autocorrelación (véase Hendry y Mizon, 1978) puede ser "eliminada" transformando sutilmente la ecuación al introducir valores rezagados de las variables (i.e.

(1) S y *d* respectivamente denotan el error estándar y la estadística Durbin-Watson de la ecuación. Un coeficiente estimado es llamado convencionalmente significativo si en el intervalo de más menos dos veces los errores estándar no incluyen cero; en este caso se puede rechazar con aproximadamente 95 por ciento de confianza la hipótesis de que el coeficiente es cero. Desde que ambos coeficientes y sus errores estándar son estimados, y los números obtenidos dependen del método de estimación y del modelo escogido, la "significatividad" de los coeficientes puede cambiar radicalmente con la especificación de la ecuación, como realmente ocurre abajo.

Figura 1



——— Mantenimiento de M3 por el sector privado

····· Deflactor implícito de los gastos de los consumidores en precios de 1970 [1964 (ii) 1975 (ii)]
Escala log P (1970) = 1,00

por los valores de las variables en períodos anteriores, denominados: M_{t-1}, P_{t-1}): véase figura 4. La correlación al cuadrado es ahora de 0,9985, pero la variable moneda ya no influye en forma significativa a P y un test de predicción rechaza la constancia del parámetro de la ecuación. Evidentemente, podemos hacer que la moneda importe o no a través de una especificación apropiada del modelo y, por lo tanto el "autoengaño" es fácil al seleccionar cualquier descubrimiento que "corrobore nuestra

teoría".

Un segundo ejemplo aclarará este punto. La teoría de Hendry sobre la inflación es que cierta variable (de mucha importancia en este país) es la "causa real" del crecimiento en los precios. Estoy "seguro" que la variable (denominada C) es exógena, que la causalidad es de C hacia P *solamente* (hasta donde estoy enterado), que C está fuera del control gubernamental, aunque los datos están fácilmente disponibles en las publicaciones gubernamentales. La figura 5 nos muestra la serie de tiempo cuatrimestral (*no* ajustada estacionalmente) y la figura 6 el diseño cruzado (cross-plot) de P frente a C (de nuevo en log). Hay evidentemente una relación no lineal muy estrecha, y el análisis de regresión, presumiendo una ecuación cuadrática, nos lleva a los resultados de la figura 7. Como anteriormente, existe un "buen ajuste", los coeficientes son "significativos", pero la autocorrelación permanece y la ecuación no permite predecir correctamente. Sin embargo, presumiendo un proceso autoregresivo de primer orden para los errores (2), se producen finalmente los resultados anticipados (véase figura 8); el ajuste es espectacular, los parámetros son "altamente significativos", no hay una autocorrelación obvia entre los residuos (en un test hecho "a ojo"), y el test predictivo no rechaza el modelo. Mi teoría, decididamente funciona mejor que la ingenua versión monetaria, pero, ¡ay!, el ejercicio en su totalidad es fútil, así como también engañoso, ya que C es simplemente la *estadística pluvial acumulativa* en el Reino Unido. Es un despropósito hablar sobre la confirmación de teorías cuando se obtiene resultados espurios tan fácilmente.

Puesto que la correlación no vincula ninguna dirección de causalidad, ¿tal vez la rápida inflación explica nuestro tiempo húmedo? Se debe lamentar la omisión de una teoría tan importante en la, por lo demás, excelente *History of the Theories of Rain*, de Middleton (1965).

Dudosamente alguna ecuación *ex-ante* en el folklore econométrico pueda ser algo menos espuria que aquella que he presentado. Antes de desesperar con este tema desesperanzado, el problema estadístico recientemente ilustrado fue analizado en una de sus manifestaciones por Yule en 1926 y se lo ha

(2) Esto es, donde los residuos en un período son proporcionales a los residuos de un período anterior más una variable aleatoria, i.e. $\hat{u}_t = \lambda \hat{u}_{t-1} + \hat{e}_t$, donde $\hat{u}_t$ es el t-ésimo residuo.

Figura 2

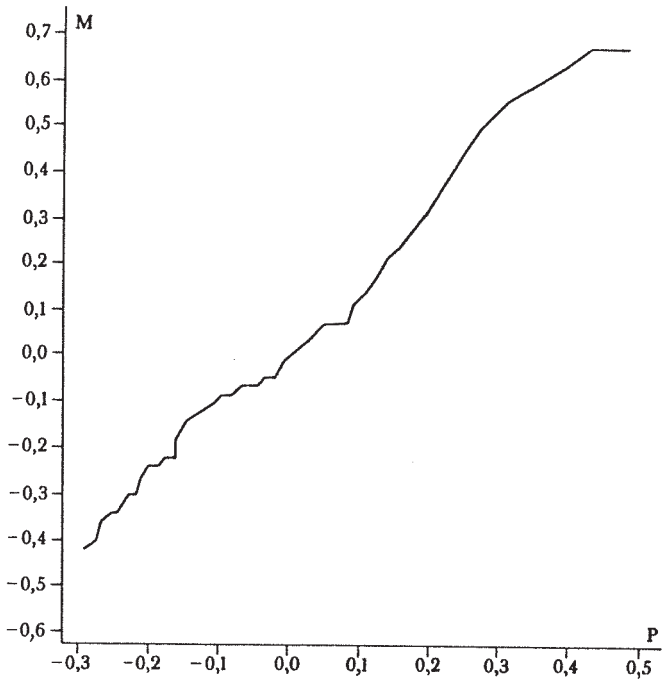


Figura 3

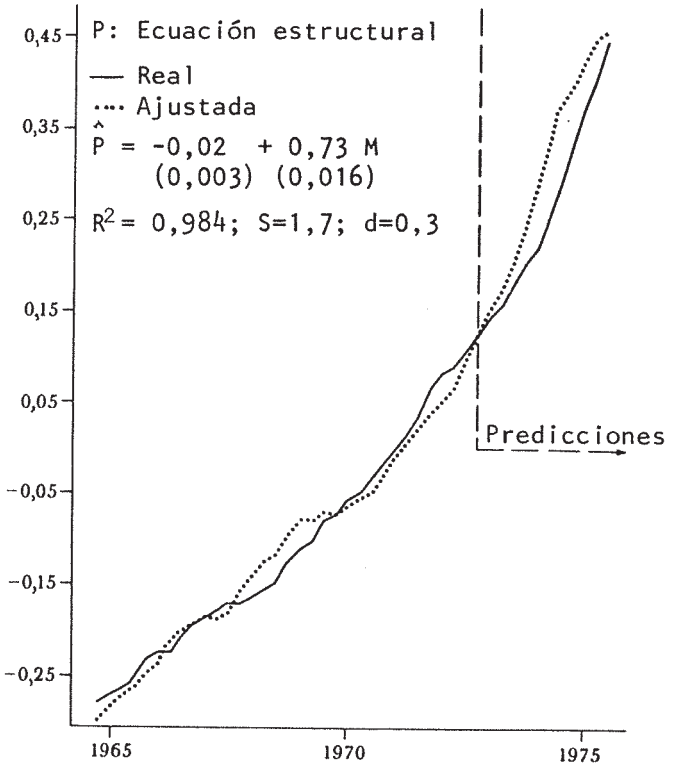
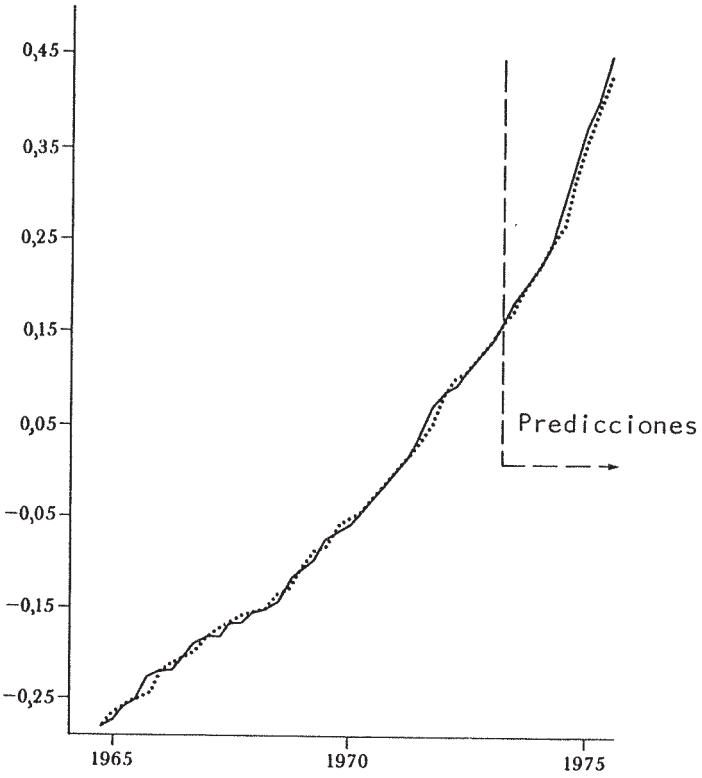


Figura 4



P: Ecuación dinámica $P_t = 0{,}02 + 0{,}995\ P_{t-1} - 0{,}00\ M_t + 0{,}02\ M_{t-1}$
(0,003) (0,057) (0,097) (0,094)
—— Real
····· Ajustada
$R^2 = 0{,}999$; S = 0,5; d = 1,6

Figura 5

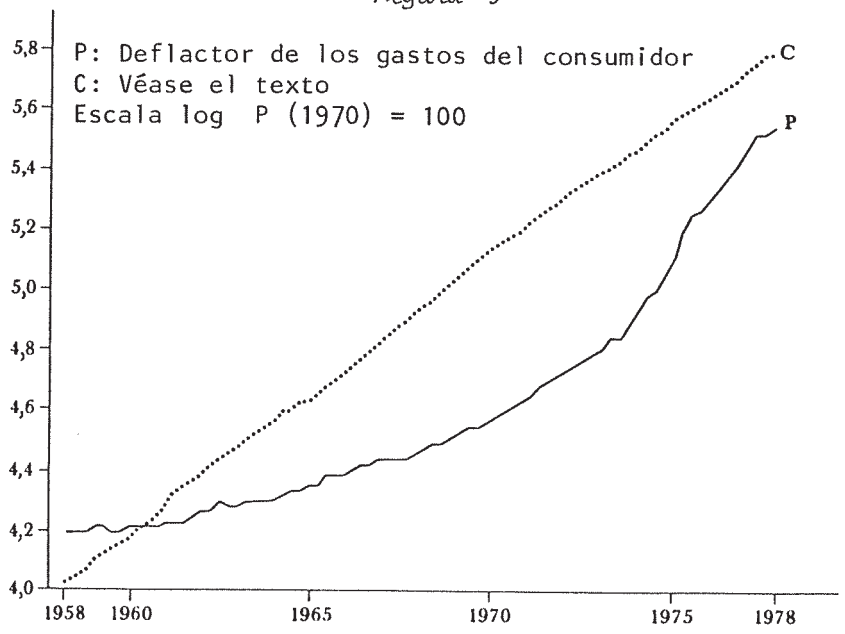


Figura 6

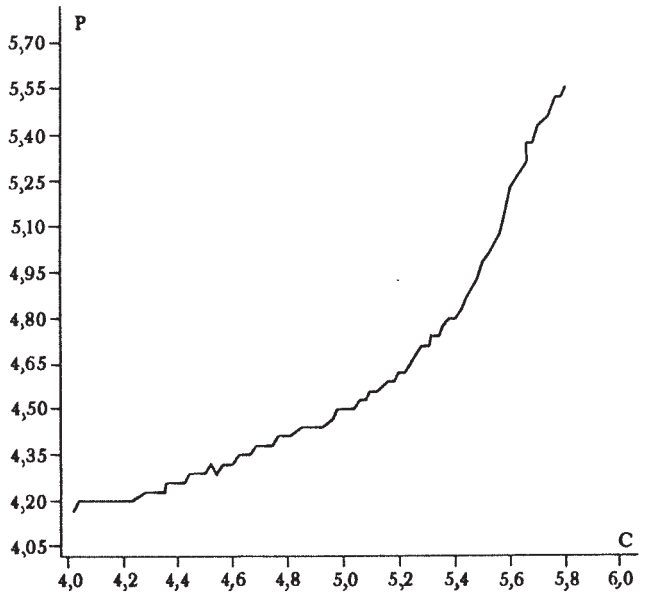


Figura 7

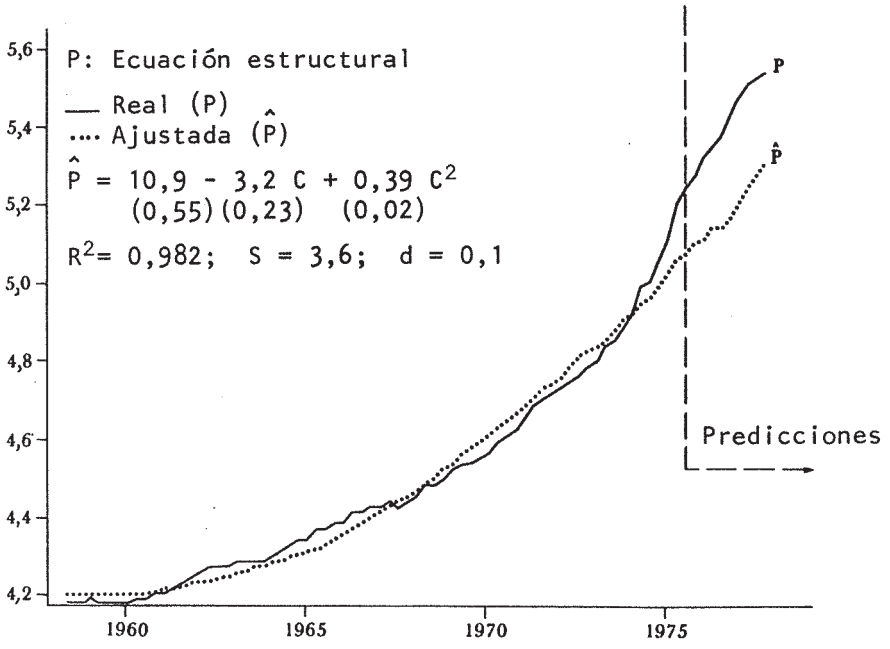
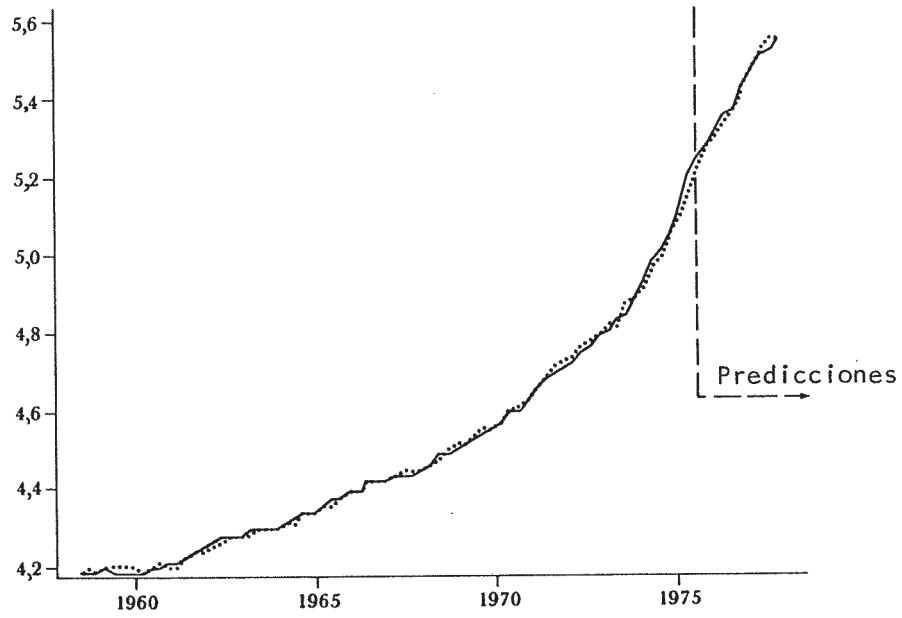


Figura 8



P: Ecuación autorregresiva
—— Real
····· Ajustada

$$\hat{P}_t = \underset{(3,6)}{21,1} - \underset{(1,4)}{7,2C_t} + \underset{(0,13)}{0,78\ C_t^2} + \underset{(0,02)}{0,94\ \hat{U}_{t-1}}$$

$R^2 = 0,998$; $S = 1,2$

$\chi^2_1 = 25$; $\chi^2_{11} = 35$; $F^{10}_{65} = 1,1$

vuelto a enfatizar muchas veces desde entonces (véase en particular Granger y Newbold, 1974). El factor crucial para mi argumento es que *antes* de hacer estas regresiones la teoría relevante me permite *deducir* qué ocurrirá y por consiguiente construir el ejemplo deseado de primera intención; ¿qué puede ser más científico? Comprendemos este problema y tenemos muchos tests que prueban la validez de los modelos empíricos (los recientemente citados fallan en dos de esos tests (3). Hasta te-

(3) Los dos valores de chi-cuadrado en la figura 8 son (razón de verosimilitud) de un test de un factor común (χ^2_1) y un test "Box-Pierce" para autocorrelación de residuos (χ^2_{11}),

nemos teorías que revelan que la predicción no necesita ser una prueba poderosa para un modelo, dado que algunos modelos falsos pueden manifestar constancia en sus parámetros (Hendry, 1980).

Semejante compresión está bastante más allá de la etapa de la alquimia, aun cuando algunos editores pueden ser persuadidos a publicar los falsos descubrimientos que algunos economistas tontos les proveen: *caveat emptor*, pero no denigran la materia como un todo. Que la moderna química pueda explicar los resultados de la alquimia es una confirmación de su estatus científico, cosa que no puede poner en duda ningún charlatán moderno que usase la teoría química para simular oro.

El caso de la econometría científica se basa, en cambio, en practicar de *la mejor forma* el trabajo empírico, así como hizo Sargan (1964), un precursor de muchos desarrollos útiles en la reciente econometría. Mi argumentación también destaca que un requerimiento esencial de cualquier modelo útil en un tema *no experimental* es que pueda explicar por qué otros modelos previos *falsos* nos proveen de ciertos resultados observados (Davidson *et al.*, 1978).

Para concluir con esta sección, debe recalcarse que ninguna de las evidencias presentadas apoyan ni ponen en duda teoría alguna de determinación de precios agregados, ni se afirma que regresiones "sin sentido" del tipo ilustrado constituyan la base para las críticas mencionadas anteriormente, punto éste que se amplía a continuación.

IV. Problemas econométricos

Para citar a Patinkin (1976), "si bien no todas las críticas de Keynes fueron tomadas a bien ... encuentro algo deprimente ver cuántas de ellas en la práctica son aún relevantes hoy día". Cuarenta años después que Keynes la expuso, su trabajo debería ser aún de lectura obligatoria para todos aquellos que buscan aplicar métodos estadísticos a las observaciones económicas. Tomándolo literalmente, Keynes llega casi a afirmar que ninguna teoría económica es jamás testable, en cuyo caso, por supuesto la economía como tal deja de ser científica. Dudo si Keynes pensó en esta implicancia. Sin embargo sus objeciones forman una excelente lista de los que pueden ser

---

respectivamente, los cuales rechazan la especificación del modelo (véase Sargan 1975; Mizon y Hendry, 1980; Pierce, 1971; y Breusch y Pagan, 1980).

llamados "problemas de los modelos de regresión lineal", esto es (en lenguaje moderno): usar un conjunto incompleto de factores determinantes (sesgado por variables omitidas), construir modelos con variables no observables (tales como las expectativas), estimadas a partir de datos basados en mediciones imperfectamente realizadas, basadas en números índices, a los que Keynes llama la "temerosa insuficiencia de la mayoría de las estadísticas"; obtener correlaciones "espurias" del uso de variables "*proxy*" y simultaneidad, así como (cito) "mi salto bajo los artificios de los estadísticos optimistas"; ser incapaces de separar los distintos efectos de variables multicolineales; suponer una forma funcional lineal sin conocer las dimensiones apropiadas de los regresandos; especificar mal las reacciones dinámicas y la extensión de los retardos; usar datos incorrectamente prefiltrados; inferir incorrectamente causas a partir de correlaciones; predecir incorrectamente (parámetros no constantes); confundir "significatividad" estadística con "significatividad" económica de los resultados y fallar al relacionar teoría económica con econometría.(No puedo resistir mencionar de nuevo 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? Porque sin duda no es una forma muy lúcida de describir el pasado"). A la lista de los problemas de Keynes, yo agregaría la mala especificación estocástica, presunciones exógenas incorrectas (véase Koopmans, 1950 y Engle *et. al.*, 1979), tamaño inadecuado de las muestras, agregación, falta de identificación estructural y la incapacidad para vincular en forma unívoca los resultados empíricos observados con la teoría inicial estipulada.

Que el tema sea excesivamente complicado no implica que sea desesperado. Algunos progresos considerables se hicieron en los aspectos técnicos, así como estudiando las consecuencias de los varios problemas recientemente enumerados, ideando medios para detectar éstos, desarrollando métodos para mitigar alguno de sus efectos nocivos, tratando varias complicaciones a la vez y analizando las propiedades de los estimadores cuando el tamaño de la muestra es pequeña (véase Sargan, 1976; Phillips, 1977, *inter alia*). Mucho de este trabajo técnico es una base esencial para la comprensión y la correcta interpretación de los resultados empíricos y, aunque algún trabajo puede haber llegado a resultar superfluo visto retrospectivamente, el incremento constante en el nivel de las técnicas no es un síntoma de alquimia. Tomando prestada la frase de Worswick, si la "escalada econométrica es o no justificable dependerá de si facilita hallazgos más claros o encubre evidencias tenues".

La práctica empírica ha tendido a estar rezagada frente a la "frontera" de la teoría, con consecuencias desafortunadas. Bastante antes de la crisis del petróleo, los críticos sugerían que los sistemas macroeconómicos estaban seriamente mal especificados, y por lo tanto manifestarían fallas predictivas si algunos cambios en el proceso de generar los datos simplemente alteraran la estructura de *correlación* de las variables (véase, por ejemplo, la discusión de Hickman, 1972). Muchos de los errores de especificación eran obvios y relativamente fáciles de corregir, y haber procedido así puede haber ayudado a prevenir que los modelos fallaran tan desastrosamente justo cuando más necesarios eran. Aun así, este cataclismo y eventos similares gubernamentalmente inducidos son uno de los pocos caminos para rechazar modelos falsos. La econometría puede ser la única beneficiaria de las manipulaciones gubernamentales de la economía. Sin desear menospreciar algo que no es dado "de arriba" en este caso, ¿se atrevería alguien a sugerir que los experimentos controlados pueden ser más informativos que los inadvertidos no controlados?

A un nivel micro, se está produciendo la experimentación (por ejemplo con la variación diurna en el consumo de energía con relación a cambios en la estructura tarifaria). Lamentablemente, el "control" experimental resulta ser elusivo, especialmente en caso de existir patrones relativos y dinámicos y patrones inerciales de conducta. A pesar de estas dificultades, la experimentación en la economía merece muchos más recursos que la magra ración financiera que corrientemente le es adjudicada y permitida por nuestros diestros políticos. Esta *no* es una crítica al *Social Science Research Council* (SSRC), que ha jugado un papel importante al apoyar la investigación econométrica en el Reino Unido a partir de un presupuesto muy limitado, aproximadamente igual a los intereses sobre la donación anual al *Science Research Council*. Como expresa Leontief (1971): "los científicos tienen ya sus máquinas mientras los economistas aún están esperando sus datos". Para mencionar un paso constructivo, la recolección de datos a través de encuestas sería de gran ayuda en la comprobación de teorías económicas a nivel desagregado. Los datos económicos son notoriamente indignos de confianza (véase por ejemplo, Morgenstern, 1950) y en gran medida, la econometría es poco más que un intento de solución a nuestra aguda falta de datos decentes. Sin embargo, la observación minuciosa es vital. Para dar un ejemplo importante, una variable como el "ingreso personal disponible real" es extremadamente difícil de ser "medida" minuciosamente, y una serie de precios constantes, después del impuesto al "ingreso" del sector privado, tiene poca relación con el concepto del economista acerca del "ingreso" (como ha sido definido, por ejemplo, por Hicks, 1939, capítulo

14). Desafortunadamente, las discrepancias en la forma de medir el ingreso pueden tener implicancias políticas considerables. Si es medido usando la tasa de interés *real* en lugar de la nominal, a fin de asegurar que los cambios en la riqueza real sean iguales al ingreso real menos el gasto real, entonces la proporción de los gastos de los consumidores con respecto a su ingreso ajustado no ha caído agudamente (véase Hendry y von Ungern-Sternberg, 1980). Luego, la proporción del ahorro, "medida correctamente" no debe haber crecido en absoluto. Un caso inverso, no obvio, es que el gobierno puede no estar en déficit. En un reciente estudio del Banco de Inglaterra (Taylor and Threadgold, 1979), han hecho la apropiada "inflación contable" a nivel macro-económico, con resultados dramáticos: si el impuesto implícito creado por la inflación, al erosionar los valores reales de aquellos activos financieros que pertenecen al sector de la deuda pública, es agregado al ingreso del gobierno, y restado de los ahorros del sector privado, entonces el gobierno ha estado, frecuentemente, con un superávit real y el sector privado con un déficit real (véase *op.cit.*, tabla C).

Se puede anticipar que el tomar prestado nominalmente en forma masiva por parte del sector público, que es aparentemente el principal enfoque de la política gubernamental actual, ha alterado la deuda nacional y esta expectativa es bastante correcta de una manera muy sorprendente. Ciertamente, el nivel nominal de la deuda se ha incrementado rápidamente, pero como Reid (1977) ha demostrado, la proporción de la deuda nacional con respecto al ingreso nacional -lo que parece ser una medida sensata del endeudamiento público- era en 1975 similar a los valores prevalecientes a fines del siglo *pasado;* ¡y por lo tanto cerca del valor *más bajo* desde las guerras Napoleónicas!

Una implicancia de estas dos estadísticas (a saber, el superávit real del gobierno y la caída de la proporción de la deuda pública real) es que la situación de endeudamiento *neto* del gobierno con respecto al resto de la economía debe haber estado cambiando. Hibbert (1979) nos ha provisto, con mucha amabilidad, de las cifras que ha calculado recientemente, y aun con todas las *advertencias* acerca de las definiciones y la precisión de los datos, los números son aplastantes. En 1957 el sector público era un deudor neto por una suma cercana al 8 por ciento del total de la riqueza nacional; en 1966 se volvió un acreedor neto en una medida similar, y para 1975 el sector público poseía el 25% de la riqueza nacional. Las estadísticas se entrelazan constantemente y revelan cambios enormes y muy rápidos detrás del velo monetario. Semejante resultado no parece haber sido una consecuencia intencional de ninguna polí-

tica de gobiernos posteriores a la guerra. Sin embargo una implicancia adicional de estos datos es que la recesión manifestada en el alto nivel de desempleo puede ser debida en parte, al superávit implícito gubernamental con el *Public Sector Borrowing Requirement* (PSBR) (Necesidades de préstamos por parte del sector público), siendo éste meramente un epifenómeno monetario.

Los hechos en esta última conjetura están bastante bien establecidos aunque la interpretación y las implicancias políticas pueden no ser únicas. Para mi propósito, la conjetura no necesita ni siquiera ser correcta, ya que mi punto es que los intentos para reducir el PSBR, creyendo que ésta es la "causa" de la inflación antes que una "consecuencia" de la recesión, impondrán mayores costos a la sociedad *si esta creencia es errónea*. ¿No habría valido la pena dedicar mayores recursos para investigar de antemano el tema? No obstante, nuestro gobierno ha reducido el presupuesto del SSRC -y en sus cálculos del "costo medio estudiantil" implícitamente valúa el producto de la investigación en su totalidad en el sector universitario como cero. Sin embargo, aunque sea poco, el gobierno debe valorar nuestras teorías o evidencias empíricas, para basar su política creyendo realmente que es alquimia. Keynes, esta vez en su *General Theory* (1936, p.383), nos provee de la cita más adecuada: "Hombres prácticos, que creen que están bastante exentos de cualquier influencia intelectual, son actualmente los esclavos de algún economista difunto". Titubeo en continuar con su cita - pero dijo después: "Locos en la autoridad, que oyen voces en el aire, están destilando su frenesí de algunos escribas académicos de hace algunos años". Espero que éste no será el caso con esta charla dentro de poco tiempo.

Ampliando algo mi argumento sobre el valor de los datos, un sinfín de billones de dólares ha sido gastado en la exploración espacial por el gobierno de los Estados Unidos sólo para juntar *unas pocas observaciones* sobre algunos pedazos de rocas y gas (además de un poco de prestigio, algunos "manejos técnicos" y una "tenue" ventaja defensiva). ¿Qué gobierno en cualquier parte del mundo ha gastado tanto como mil millones de dólares en observar deliberadamente (en forma experimental o no), en tratar de comprender un sistema económico, que es por lo menos tan importante como lo anterior para nuestras vidas?

V. Una estructura para la econometría

Los econometristas son los críticos naturales de los descubrimientos empíricos de los economistas, y aunque ésta es

una manera fácil de hacerse de enemigos, la contracrítica a la econometría, mencionada antes, no es simplemente la revancha de un oprimido.

Sin embargo, la base válida de tales contracríticas *no* es la alquimia econométrica sino la mala asignación de los recursos. (Este no es un tema nuevo; sobre un debate anterior, véase Orcutt (1952) y las discusiones posteriores).

A lo que debería haberse convertido en un aspecto relativamente menor de la materia, es decir derivar métodos para estimar los parámetros de modelos conocidos, se le ha otorgado el centro del escenario, como confirmará una lectura cuidadosa de cualquier libro corriente de texto de econometría. El rápido desarrollo de la velocidad y capacidad de almacenamiento de los ordenadores debería ya haber relegado la mayor parte de la teoría de las estimaciones a notas de pie de página sobre aproximaciones numéricas, y reenfocar la atención sobre todos aquellos tópicos concernientes a la metodología, inferencia, formulación de modelos y selección de ecuaciones (véase Griliches, 1974; Leamer, 1978; Mizon, 1977). Nosotros hemos respondido tan rápidamente como acostumbraba el diplodocus a moverse en una mañana helada y deberíamos recordar que los grandes saurios, una vez dominantes, ahora están extintos.

El sistema económico es el resultado de siglos de adaptación de la conducta humana; los agentes parecen optimizar su "estado" dado un cierto medio ambiente, "al que se adaptan como respuesta tanto social como físicamente". Los econometristas conceptualizan este sistema como un complejo proceso no lineal, interdependiente, multivariable de desequilibrio dinámico, que depende de las expectativas de los agentes y sus ajustes, sujeto a imprevistas variaciones, y que incluye muchos fenómenos que no son observables. En tal proceso los datos de series de tiempo relevantes son imprecisos, existen sólo para períodos cortos y para unas pocas variables, que son las más importantes. Las teorías económicas son abstracciones altamente simplificadas, usualmente presentadas en forma de estática comparativa, para las que se invocan muchas cláusulas explícitas de *ceteris paribus* (además de otras implícitamente requeridas), la mayoría de las cuales no son válidas en la aplicación empírica; poco extraño es entonces, que nuestras representaciones macroeconómicas sean menos que perfectas.

Estos conceptos son la base real para la crítica de Keynes, pero éste en vez de presentar el punto en discusión como si se tratase de "problemas del modelo lineal", da vuelta el asunto cabeza abajo y comienza con la caracterización de la

economía que sí tiene las propiedades relevantes. Como respecto de cualquier otra investigación, puede dar resultado comenzar por una visión general y simplificarla luego, si es posible, antes que tratar de generalizar un enfoque simple simultáneamente en muchas direcciones diferentes. Una estructura econométrica esquemática tosca es como sigue. En una primera aproximación después de haber transformado correspondientemente las variables originales (con todas las no linealidades distribuidas como entidades), muchos procesos de generación de datos en economía pueden ser concebidos como si (véase, *inter alia*, Richard, 1980):

$$y_t/z_t \sim N(\pi z_t, \Omega) \qquad (t = 1,\ldots,T) \qquad [1]$$

donde y_t es un vector de variables endógenas, z_t es un vector de toda la información relevante pasada y presente (de forma que $E(y_t/z_t) = \pi z_t$ donde E denota el operador de expectativas) y $x_t \sim NI(\mu,\psi)$, denota una variable que está distribuida normal e independientemente, con media igual a μ y una matriz de covariancia igual a Σ. La matriz de parámetros $(\pi,\Omega) = P$, es tomada como aproximadamente constante, por trabajar en un espacio paramétrico de dimensión suficientemente grande (pero supuesto como finito). La normalidad es una ficción conveniente que restringe la atención a la información de la muestra en los dos primeros momentos de los datos, y la independencia de las observaciones sucesivas se obtiene por construcción.

Para T suficientemente grandes, con datos exactos y conocida tanto la necesaria transformación de los mismos como la composición de z_t, el enorme número de parámetros en P puede ser estimado directamente usando el hecho que [1] define la función de verosimilitud:

$$L(P;y_t/z_t). \qquad [2]$$

La "teoría económica" afirma que P depende en realidad de un número menor de parámetros, denotado por el vector θ, y puede escribirse como (4):

(4) Puede ser útil tener una "base microeconómica" para macroeconomía pero no es esencial y hasta puede ser contraproducente: "Si fuese necesario en una ecuación hidrodinámica, especificar el movimiento de cada molécula de agua, una teoría sobre las olas del mar estaría lejos de las posibilidades de la ciencia del siglo XX" (Wilson, 1979).

$$P = f(\theta) \quad \theta \in \Theta \qquad [3]$$

donde Θ es el espacio paramétrico; si θ es identificable (i.e. vinculada unívocamente por P), entonces todas las hipótesis como [3] pueden ser testadas usando el principio debido a Wald (1943).

En los términos de mi discusión acerca de lo que es "ciencia" la estimación de P difícilmente alcanza esa calificación y está lejos de proveernos de una teoría *simple*. El principal papel de la ecuación [3] es limitar el número de variables que tienen que ser consideradas (lo cual es una tosca aplicación del Occam's Razor), pero el argumento más contundente contra la "medición sin teoría" ha sido poderosamente presentado por Koopmans (1949) en su bien conocido debate con Vining.

Muchas de mis presentes críticas fueron notadas por *ambas* partes en ese debate. Aceptando que debemos trabajar dentro del marco de la mejor teoría económica a nuestro alcance, a fin de contribuir al conocimiento científico, los problemas econométricos surgen porque la escala del modelo y la carencia de observaciones disponibles imposibilita la estimación directa de P (pero véase Sargent y Sims, 1977) y, de hecho, de θ. De ese modo la atención se centra en submodelos y por lo tanto sobre las débiles propiedades exógenas de las variables "regresoras" de éstos. Si L(.) puede ser factorizado en términos tanto de datos como de parámetros, de modo tal que:

$$L(.) = L_1(\theta_1, y_{1t}/y_{2t}, z_t) L_2(\theta_2; y_{2t}/z_t) \qquad [4]$$

donde

$$(\theta_1, \theta_2) \in \Theta_1 \times \Theta_2,$$

de manera que cualquier cambio en cualquier θ_1 deja los otros *inafectados* (para un desarrollo más riguroso, véase Engle *et. al.*, 1979), y θ_2 son "parámetros que producen interferencia", entonces $L_1(.)$ puede ser analizado independientemente de $L_2(.)$ (Koopmans, 1950). En tal caso, a y_2 se la llama una variable exógena débil para θ_1 e y_{2t} puede ser tomada como dada cuando analizamos el submodelo que determina y_{1t}. Una implicancia interesante es que la variable acerca de la cual el agente se forma "expectativas racionales" no puede ser tomada como débil exógena, ya que por hipótesis, en estos modelos θ_1 depende de θ_2.

Aun suponiendo que no se han cometido errores al formular $L_1(.)$ y que la dimensionabilidad es manejable, es improbable que un análisis detallado de la función de verosimilitud sea factible y se harán indispensables algunas recapitulaciones (Edwards, 1972). La teoría de la *estimación* concierne a las reglas alternativas de la atribución de los números a θ_1 dados los datos, y esto puede ser hecho de muchas (infinitas) maneras que pueden tener propiedades muy diferentes. Sin embargo, el tópico, en su totalidad, puede ser resuelto al notar que (para $L = \log_e L$):

$$\frac{\partial L_1}{\partial \theta_1} = q_1(\theta_1) \qquad /5/$$

es un *estimador generador ecuacional*, dentro del cual otros estimadores pueden ser interpretados como *aproximaciones* resolviéndolos para $q_1(\theta_1) = 0$ (véase Hendry, 1976, basado en ideas consideradas por Durbin, 1963). Dado que los ordenadores han aliviado grandemente la necesidad de escoger aproximaciones que minimicen el trabajo de la computación, podemos también resolver para el valor más prometedor de θ_1, i.e. $\hat{\theta}_1$ de tal forma que $q_1(\hat{\theta}_1) = 0$ y $(\partial q_1/\partial \theta_1')|\theta_1$ es negativo definido (a menos que la función de verosimilitud sea tal que el resumen en /5/ sea engañoso). La inferencia es también casi completamente dependiente de $q(.)$ (véase por ejemplo, Rao, 1965 y Breusch y Pagan 1980). Podemos ahora proseguir con otros temas.

Algunos problemas adicionales menos fáciles de resolver son: primero, que actualmente $f(\theta)$ se basa en una abstracción excesivamente ideal (lo cual es más una guía de lo que parecería el modelo econométrico en condiciones ideales, que un conjunto útil de restricciones para imponer a los datos); y, segundo, que la estructura y composición de z_t es desconocida. Así tenemos la construcción de "modelos econométricos", que conducen a que una versión incorrecta de /3/ se ajuste a una representación inadecuada de /1/, usando datos imprecisos e insuficientes. El compromiso resultante puede ser embarazoso, o puede ser una útil aproximación que abarca los resultados previos y que echa luz sobre la teoría económica y es lo suficientemente constante para permitir hacer predicciones, y tal vez aun para ser utilizada en política económica. Simplemente, el escribir una "teoría económica", manipulándola hasta darle una "forma condensada" (véase Desai, 1979) y "calibrando" los pa-

rámetros resultantes (5), usando estimadores pseudo alambicados basados en datos pobres que el modelo no describe adecuadamente, ¡constituye una receta para el desastre, no para simular oro! La única relación con la alquimia es el engaño a sí mismo.

Como ilustración, considérese la demanda de dinero por transacciones. En un mundo en equilibrio, con cambios constantes en la tecnología y expectativas estáticas, se presume que los agentes mantienen una proporción constante entre dinero nominal (real) e ingreso nominal (real):

$$M/PY = K(.) \; . \qquad [6]$$

En ese mundo, K(.) será más bajo si las tasas de interés (r) o la inflación ($\dot{p}$) son más altas, resultando, por ejemplo:

$$M = K^{*}PY r^{\alpha}(1 + \dot{p})^{\beta} \quad \text{donde } \alpha,\beta < 0. \qquad [7]$$

A pesar de los limitados supuestos, [7] incorpora un número de ideas útiles (incluyendo la independencia de las unidades de las variables nominales), lo cual parece razonable requerir de un modelo econométrico resuelto *en forma de equilibrio*. Sin embargo [7] es una *forma de demanda, no un plan de comportamiento*, y no tiene sentido tratar una estimación *directa* de α y β. En efecto, tratar de hacerlo para M_1 resulta (véase Hendry, 1980):

$$\underset{t}{\ln M} = \underset{(2,9)}{7,6} + \underset{(0,30)}{0,18} \ln Y_t + \underset{(0,17)}{0,84} \ln P_t - \underset{(0,02)}{0,12} \ln r_t + \qquad [8]$$

$$+ \underset{(0,76)}{0,17} \Delta \ln P_t$$

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

donde T es el tamaño de la muestra. Tales resultados no son interpretables, dado que d indica una autocorrelación significativa (de forma que los errores estándares mencionados están muy

(5) O, citando a Hicks (1979, p. xi): "decorados con mínimos cuadrados e intervalos de confianza".

sesgados hacia abajo) y el test de $\chi^2(20)$ rechaza al modelo en la constancia de sus parámetros. Los resultados difícilmente "corroboran" la "teoría", o sea que no encontramos ninguna relación donde, tanto sobre la base del "sentido común" como de la "teoría económica" podríamos suponer que la encontraríamos. Restringiendo los coeficientes de Y y P a la unidad, S aumenta a 0,067 y d disminuye hasta 0,45 de forma que la "solución" puede ser rechazada. Aun abandonando la posibilidad de que [8] sea solamente otra "regresión espuria", no es posible decidir si la "teoría" ha sido rechazada o no ya que el modelo obviamente no describe adecuadamente los datos correspondientes a la *situación de desequilibrio*. Sin embargo, la ecuación dinámica, escogida eventualmente como un modelo razonable de la misma serie de datos, tenía un S = 0,13 y obtenía una solución de "equilibrio":

$$\ln (M/PY) = \ln K^* - \underset{(0,12)}{0,38} \ln r - \underset{(1,98)}{3,67} \ln (1+\dot{p}), \qquad [9]$$

la cual es consistente con la *formulada hipótesis de la tabla de demanda*. Además, ni los postulados de homogeneidad de largo plazo ni la constancia en los parámetros pudieron ser rechazados (lo cual también probó la suposición de la débil exogeneidad concerniente a P, Y y r) a pesar del fracaso obvio de [8].

Mi enfoque es *ad hoc*, desde que, si bien concedo que la "optimización" es un principio razonable para organizar la teoría económica, los modelos derivados serán *empíricamente* útiles sólo si las funciones de criterio relacionadas representan adecuadamente los problemas de decisión de los agentes (esto es, sus objetivos, costos y restricciones). La presente formulación no es completamente satisfactoria. Consecuentemente, mi propio "programa de investigación" empírica ha estado explorando la construcción de modelos basada en presunciones *mínimas* sobre la inteligencia de los agentes y la información disponible para ellos, con una máxima confianza en los datos, usando normas de "teoría económica" para restringir la clase de modelos a considerar, como en el ejemplo de M_1. Los agentes hacen planes contingentes, pero responden como servomecanismos ante cambios débiles en variables exógenas (véase por ejemplo, Phillips, 1954). Los resultantes modelos de retroalimentación, simulan el comportamiento "racional" en estados de desequilibrio a lo largo de un camino que, por lo demás, es de crecimiento permanentemente constante; y arrojan luz sobre características interesantes que parecen valer la pena incorporar en las ecuaciones empíricas de series de tiempo basadas sobre

especificaciones teóricas más ajustadas. El enfoque es complementario tanto del análisis puro de series de tiempo como de la economía cuantitativa, y tiene como siguiente etapa la introducción del comportamiento adaptativo y de expectativa, de forma que los agentes pueden aprender a reaccionar racionalmente en un mundo no estacionario. Afortunadamente, otros econometristas tienen éxito atacando la construcción de modelos desde el punto de vista de la teoría económica (véase Nerlove, 1972) y, en particular Muellbauer (1979), ha derivado ecuaciones empíricas interesantes a partir de teorías explícitamente dinámicas.

VI. ¿Es la econometría alquimia o ciencia?

La facilidad con que pueden crearse resultados espurios sugiere alquimia, pero ya se ilustró el estatus científico de la econometría, al mostrar que tales engaños son detectables. En nuestro mundo rápidamente cambiante, las falacias no detectadas se transforman con prontitud en ejemplos positivos de la ley de Goodhart (1978), hasta que en realidad todos los modelos econométricos se desbaratan cuando son usados para política económica. Es difícil ofrecer un caso convincente para una defensa contra las acusaciones de Keynes, de hace casi cuarenta años, en el sentido que la econometría es *alquimia estadística,* porque muchas de sus críticas son aún válidas. Las características atribuibles a la ciencia, que hemos descripto anteriormente, no excluyen la econometría *a priori* simplemente por su incapacidad para hacer experimentos controlados. Pero la substanciación empírica de la pretensión de ser una ciencia requiere la existencia de una credibilidad evidente, es decir, descubrimientos que sean aceptablemente independientes de creencias políticas o preconceptos sobre la forma estructural de la economía (para una crítica relativa a este punto, formulada por un teórico de sistemas, véase Kalman, 1979). La turbulencia de la década del 70 de nuestro siglo, ha facilitado grandemente el rechazo de modelos "falsos" y aunque estemos aún lejos de poder dar "respuestas", se ha obtenido un notable progreso desde la época de Keynes, aunque al costo de hacer la materia altamente técnica y cada vez más inaccesible a los no especialistas (véase una interesante exposición en Bray, 1979).

Hicks afirmaba, por otra parte (1979, p. xi.) que "cuando la economía va más allá de la 'estática' se vuelve menos científica y más histórica". Si bien esta frase ilumina correctamente tanto la importancia del contexto histórico como el hecho que hay una sola interpretación de cualquier serie económica de tiempo, *no* se excluye un enfoque científico de

la economía dinámica.

Es posible que los econometristas tiendan a mirar demasiado donde está la luz y demasiado poco donde se puede encontrar la llave. Sin embargo, constituye una ayuda positiva para tratar de despejar la pobre imagen pública de la economía (cuantitativa o en otros aspectos), como una materia en la cual se abren cajas vacías, suponiendo la existencia de abridores de latas, para revelar un contenido que 10 economistas interpretarán de 11 maneras diferentes.

Si la econometría probará ser más semejante a la alquimia que a la ciencia, depende básicamente del espíritu con el cual se trate el tema. Obviamente, no puedo hablar de la forma en que otros escogerán usar la econometría, aunque creo que en esta Escuela hemos intentado abordar científicamente esta materia.

Espero que mis ejemplos puedan persuadirlos de que ello es por lo menos potencialmente posible. Podría haber un progreso mucho más rápido si todos los estudios empíricos nos proveyeran de grandes mejoras en los tests de información usada en los experimentos, a fin de permitir al lector juzgar correctamente su plausibilidad. Las tres reglas de oro de la econometría son: testar, testar y testar (6); que las tres sean regularmente violadas en las aplicaciones empíricas, es algo afortunadamente fácil de remediar. Los modelos rigurosamente testados, que describan adecuadamente los datos disponibles, que se ajusten a descubrimientos previos y que hayan sido derivados de teorías bien fundadas, realzarían considerablemente cualquier pretensión de jerarquía científica.

El estudio de lo poco que sabemos en econometría está lejos de ser una opción fácil, especialmente como se lo enseña en esta Escuela. Sin embargo, pueden haber pocas materias más interesantes o intelectualmente gratificantes y por eso les recomiendo a ustedes su estudio.

Reconocimientos

Estoy en deuda con muchos de mis colegas por su ayuda y consejos al preparar esta clase inaugural, pero desearía agradecer en particular a Mary Morgan, John Muellbauer, Frank Srba y Raija Thomson. La investigación fue financiada en parte

(6) A pesar de las dificultades en calcular y controlar los errores del tipo I y II.

por la Subvención Número HR 6727/1 del Social Science Research Council to the Study of Econometric Thought de la London School of Economics.

Referencias

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), *Maximun 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.

ENGLE, 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 sectorial 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, Gainsville.

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 statiscal 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.), Osford: 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 autorregressive-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), *Conjetures 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 Kingom: 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*, Cambridde 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.

WALD, A. (1943), *Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large*, "Transactions of the American Mathematical Society", 54, 426-482.

WILSON, K. G. (1979), *Problems in physics with many scales of length*, "Scientific American", 241 (August), 140-157.

WOLD, H.O. (1969), *Econometrics as pioneering in non-experimental model building*, "Econometrica", 37, 369-381.

WORSWICK, G.D.N. (1972), *Is progress in economic science possible?* "Economic Journal", 82, 73-86.

YULE, G.U. (1926), *Why do we sometimes get nonsense-correlations between time-series? - A study in sampling and the nature of time-series*, "Journal of the Royal Statistical Society", 89, 1-64.

DETERMINANTES DE LAS RECAUDACIONES FISCALES EN LA ARGENTINA *

por JUAN A. VEGA
Profesor titular de Finanzas Públicas II de la Facultad de Ciencias Económicas de la U. N. de Cuyo e Investigador del CONICET

y JUAN M. VERSTRAETE
Investigador del CONICET en la U. N. de Cuyo.

I. Introducción

El presente trabajo intenta establecer una alternativa para la explicación del comportamiento de las recaudaciones fiscales en la Argentina. (1)

Partiendo de las cuentas nacionales se consideran las recaudaciones fiscales del gobierno general (nación, provincias y municipios, incluidos los ingresos del sistema de seguridad social), agrupándolas en dos rubros: impuestos directos e impuestos indirectos. Para los efectos del trabajo se los denomina impuestos sobre la renta e impuestos sobre el consumo.

---

* Los autores agradecen al profesor Luis Fornero por sus comentarios y sugerencias sobre aspectos econométricos; al profesor Enrique Zabos por su apoyo en programación y al estudiante Néstor Avalle por su participación en la realización de los cálculos.

(1) Ver VEGA, Juan A., *La adecuación en el sistema tributario interno (Argentina, 1935-1964)*, en Serie Cuadernos "Sección Economía", N° 88 (Mendoza, UNC-FCE, 1970).

La recaudación total es relacionada con el ingreso privado interno, las transferencias -ambos en términos reales- y la tasa de interés real, analizando previamente las relaciones de identidad de las cuentas nacionales y especificando dos ecuaciones estructurales: en la primera, el ingreso privado interno se determina por medio de una función de producción CES, y en la segunda, el consumo privado por medio de una función lineal. Estas ecuaciones estructurales permiten especificar, finalmente, funciones impositivas alternativas. Los resultados obtenidos son comparados y analizados a fin de determinar la consistencia requerida en todo modelo econométrico.

Las estimaciones se realizan a través de regresiones lineales por el método de los mínimos cuadrados, las que proporcionan buenos estimadores de los coeficientes de las variables explicativas. El período considerado es 1950-1973 y los datos se obtuvieron de las cuentas nacionales.

II. Modelo teórico

A. *Estructura y definición de variables*

A los efectos de simplificar, se supone que existen sólo dos tipos de impuestos: sobre el consumo y sobre la renta.

Los impuestos sobre el consumo son los "que se cobran a los productores en relación con la producción, venta, compra o uso de mercancías y servicios, que han de cargarse a los gastos de producción" (2). "Ejemplos típicos son los derechos de importación y exportación, al consumo, sobre las ventas, espectáculos, apuestas, las licencias comerciales, de sellos y sobre bienes raíces, salvo que en este último su aplicación se considere como un procedimiento administrativo para el cobro de un impuesto sobre la renta" (3). En las cuentas nacionales figuran bajo la denominación de *impuestos indirectos* (cuenta 4.7).

Como impuestos sobre la renta se han considerado:

a) los impuestos directos de sociedades anónimas, sea que graven "las utilidades, el capital o el valor neto de

(2) BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *Sistema de cuentas del producto e ingreso de la Argentina*, Vol. I (1975), pág. 20.
(3) *Ibidem*, pág. 29.

estas empresas" (4) y sea su origen nacional o provincial (cuenta 4.8);

b) los impuestos directos de las familias, como los que gravan la renta personal: réditos, ganancias, impuestos de emergencia, etc. (cuenta 4.9), y

c) los aportes jubilatorios, o sea, las contribuciones de empleadores y asalariados al sistema de previsión social (cuenta 4.10). Los impuestos sobre el patrimonio quedan, por lo tanto, aquí incluidos ya que pueden considerarse como un impuesto a la renta esperada actualizada de ese patrimonio.

Las variables a utilizar responden a las siguientes definiciones, todas ellas expresadas en términos reales, a precios de 1960, utilizando como deflactor el índice de precios implícitos en el producto bruto interno (PBI):

t_y = recaudación de la imposición sobre la renta de personas y empresas (cuentas 4.8 + 4.9 + 4.10).

t_c = recaudación de los impuestos sobre el consumo privado (cuenta 4.7).

t = recaudación total.

Y^I_{Pr} = renta neta interna del sector privado.

w = remuneración de los asalariados, incluidas las contribuciones al sistema de previsión social (cuenta 2.1).

R = ingreso obtenido por las familias procedente de la propiedad y empresas no constituidas en sociedades anónimas, incluido los ingresos de profesionales, otros trabajadores autónomos y de activos financieros y físicos (cuenta 2.2).

S_{sa} = ahorro de las sociedades anónimas (cuenta 2.3).

t_{sa} = impuestos directos de las sociedades anónimas (cuenta 4.8).

R_e = ingresos netos por factores de producción recibidos del resto del mundo (cuenta 2.9).

(4) BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *op. cit.*, pág. 23.

Y_p^D = renta personal disponible.

TC_f = transferencias corrientes a las familias (cuenta 4.4), incluye jubilaciones, pensiones, retiros, etc.

t_{y_p} = impuestos directos a las personas (cuentas 4.9 + 4.10).

C_p = gasto privado en consumo (cuenta 3.1).

S_p = ahorro de las familias (cuenta 3.5).

π = índice de precios implícitos en el PBI a costo de factores.

ρ = tasa de interés real.

r_y = tasa efectiva de la imposición sobre la renta del sector privado.

r_c = tasa efectiva de la imposición al consumo privado.

K_{Pr} = capital efectivamente utilizado en el sector privado.

L_{Pr} = mano de obra empleada en el sector privado.

B. Desarrollo matemático

1. Presentación del modelo

Al considerar sólo dos tipos de impuestos es:

$$t = t_y + t_c \ . \qquad /1/$$

Por el lado de la generación del producto se puede definir:

$$Y_{Pr}^I \equiv w + R + S_{sa} + t_{sa} \ , \qquad /2/$$

$$Y_p^D \equiv Y_{Pr}^I - (t_{yp} + t_{sa}) - S_{sa} + TC_f + R_e \ . \qquad [3]$$

Sustituyendo [2] en [3]:

$$Y_p^D \equiv w + R - t_{y_p} + TC_f + R_e \ . \qquad [4]$$

Además,

$$t_y = t_{yp} + t_{sa} \ . \qquad [5]$$

Por el lado de la utilización del producto, se puede definir:

$$Y_p^D = C_p + S_p \ . \qquad [6]$$

Especificando los componentes de [6], puede aceptarse que:

$$Y_p^D = C_p \ (Y_p^D, \rho) + S_p \ (Y_p^D, \rho) \ , \qquad [6']$$

donde

$$\rho = \frac{i - \dot{p}}{1 + \dot{p}} \ ,$$

siendo i la tasa de interés nominal y $\dot{p}$ la tasa de crecimiento en el nivel de precios.

Las recaudaciones de los impuestos son, respectivamente:

$$t_y = r_y \ Y_{Pr}^I \ , \qquad [7]$$

$$t_c = r_c \ C_p \ . \qquad [8]$$

Reemplazando /7/ y /8/ en /1/, queda:

$$t = r_y \, Y^I_{Pr} + r_c \, C_p \, . \qquad /9/$$

2. *Ecuaciones estructurales*

Especificando /2/ con una función de producción CES,

$$Y^I_{Pr} = \gamma \left[\delta \, K^{-\phi}_{Pr} + (1-\delta) \, L^{-\phi}_{Pr} \right]^{-\frac{1}{\phi}} \qquad /10/$$

Derivando respecto de L_{Pr} y suponiendo equilibrio y competencia perfecta en los mercados de factores, se tiene:

$$Y^I_{Pr} = w^{\sigma} \; (1-\delta)^{-\sigma} \; \gamma^{1-\sigma} \, L_{pr} \, , \qquad /11/$$

donde σ es la elasticidad de sustitución entre factores.

Haciendo $(1-\delta)^{-\sigma} \; \gamma^{(1-\sigma)} = A$, se obtiene la función a estimar:

$$Y^I_{Pr} = A \, w^{\sigma} \, L_{Pr} . \qquad /12/$$

Especificando C_p de /6'/ en forma lineal, se tiene:

$$C_p = a + b \, Y^D_p + c \, \rho \, . \qquad /13/$$

Sustituyendo Y^D_p de /3/ en /13/ y considerando /5/, es:

$$C_p = a + b \, (Y^I_{Pr} - t_y - S_{sa} + TC_f + R_e) + c \, \rho \, .$$

Haciendo:

$$Z = TC_f + R_e - S_{sa} \text{ , queda:}$$

$$C_p = a + b\,(Y^I_{Pr} - t_y + Z) + c\,\rho\,. \qquad /14/$$

3. *Funciones impositivas*

Reemplazando C_p de /14/ en /9/ y considerando /7/, es:

$$t = r_y\,Y^I_{Pr} + r_c\left[a + b\,(Y^I_{pr} - r_y\,Y^I_{Pr} + Z) + c\rho\right] ,$$

$$t = a\,r_c + \left[r_y + b\,r_c(1-r_y)\right] Y^I_{Pr} + b\,r_c\,Z + c\,r_c\rho\,. \qquad /15/$$

Alternativamente, /15/ puede expresarse de la siguiente forma:

$$t = \alpha + \beta\,Y^I_{Pr} + \varepsilon\,Z + \psi\,\rho, \qquad /15'/$$

que es una de las funciones impositivas a estudiar.

En esta ecuación α, β, ε y ψ son consideradas constantes a los efectos de su estimación.

Sin embargo, como surge de /15/, todos estos coeficientes son, en realidad, funciones de r_c, r_y o ambas, las cuales varían a través del tiempo.

Esto conduce a que el modelo, compuesto por las ecuaciones estructurales /12/ y /14/ y la ecuación impositiva /15/ esté subdeterminado en los coeficientes.

Si bien /15'/ puede ser estimada independientemente de las ecuaciones estructurales, sus coeficientes, al ser influidos por r_c y r_y variables, resultarán sesgados en sus va-

lores esperados y en su confiabilidad. En consecuencia, estos coeficientes no necesariamente serán consistentes con los coeficientes de las ecuaciones estructurales.

Además en /15/ y /15'/, se puede observar que α, β, ε, ψ no son independientes entre sí. De otro modo, utilizando los coeficientes estimados de las funciones estructurales, podrían surgir de los coeficientes de /15'/, los valores ponderados de r_c y r_y (promedios).

Debido a lo expuesto anteriormente, se opta por plantear funciones impositivas alternativas.

En primer lugar, partiendo de /15/, se reordenan los términos con el fin de definir las nuevas variables que resultarán de la combinación de las originales con r_c y r_y. Así,

$$t = a\, r_c + r_y\, Y^I_{Pr} + b\, r_c \left[(1-r_y)\, Y^I_{Pr} + Z \right] + c\, r_c\, \rho. \qquad /15''/$$

En la estimación de /15"/ deberá considerarse lo siguiente:

1) a, b, c no deben ser significativamente distintos de los coeficientes de la ecuación estructural /14/;

2) el coeficiente de $r_y\, Y^I_{Pr}$ no debe ser significativamente distinto de la unidad;

3) la constante de la ecuación ajustada no debe ser significativamente distinta de cero. (5)

La segunda alternativa consiste en considerar sólo la recaudación del impuesto sobre el consumo como variable dependiente. Partiendo de /15"/:

$$t_c = t - r_y\, Y^I_{Pr} = a\, r_c + b\, r_c \left[(1-r_y)\, Y^I_{Pr} + Z \right] + c\, r_c \rho. \qquad /15''\text{'}/$$

(5) En el momento de realizar este trabajo no se contaban con facilidades de computación que permitieran imponer restricciones a los ajustes.

Al ajustarse /15''/ los coeficientes a, b y c no deberían ser significativamente distintos de los de la ecuación estructural /14/ y la constante de la estimación, no significativamente distinta de cero.

Por otra parte, es posible obtener una serie de valores calculados de t, sin recurrir a ajustes, esto es, utilizando los resultados de la estimación de las ecuaciones estructurales /12/ y /14/.

Finalmente, cabe destacar que en las funciones impositivas precedentes no ha sido considerada la ecuación estructural /12/.

Sin embargo, dada la importancia de la misma para propósitos de política económica y de predicción, puede ser útil sustituir, en las funciones impositivas, Y^{I}_{Pr} por $\hat{Y}^{I}_{Pr}$, obtenible del ajuste de /12/.

III. Estimaciones

A. *Ecuaciones estructurales*

Partiendo de /12/, en la que se especifica una función de producción CES de la forma:

$$Y^{I}_{Pr} = A\, w^{\sigma}\, L_{Pr} .$$

A los efectos de la estimación se tiene:

$$\ln \left(\frac{Y^{I}_{Pr}}{L_{Pr}}\right) = \ln A + \sigma \ln w + u_t .$$

Los resultados obtenidos por el método de mínimos cuadrados son:

$$\ln \left(\frac{\hat{Y}^{I}_{Pr}}{L_{Pr}}\right) = \underset{\substack{(0,863)\\ \{2,300\}}}{1,986} + \underset{\substack{(0,132)\\ \{6,474\}}}{0,856}\ \ln w.$$

$$R^2 = 0{,}656; \quad S^2 = 0{,}009; \quad DW = 2{,}825; \quad gl = 22. \quad (6)$$

Ambos coeficientes de regresión son significativos. Los datos utilizados se muestran en la tabla I.

En /14/ se adopta una función de consumo lineal:

$$C_p = a + b\,(Y^I_{Pr} - t_y + Z) + c\,\rho + u'_t\ .$$

Los resultados de la estimación son:

$$\underset{\substack{(198{,}018)\\ \{2{,}563\}}}{\hat{C}_p = 507{,}547} + \underset{\substack{(0{,}020)\\ \{40{,}829\}}}{0{,}826}\,(Y^I_{Pr} - t_y + Z) + \underset{\substack{(460{,}634)\\ \{2{,}654\}}}{1.222{,}921}\,\rho\ ;$$

$$R^2 = 0{,}987; \quad S^2 = 61.930{,}374; \quad DW = 2{,}266; \quad gl = 21\ .$$

Los tres coeficientes de regresión son significativos. El signo del coeficiente de ρ resulta contrario a lo esperado habitualmente, pero debe notarse que ρ tiene valores predominantemente negativos a lo largo del período considerado.

Las tablas I y II contienen los datos utilizados.

B. Funciones impositivas

1. Estimación de /15'/

$$t = \alpha + \beta\, Y^I_{Pr} + \varepsilon\, Z + \psi\, \rho + v_t\ ;$$

(6) Con fines predictivos las variables exógenas L_{Pr} y K_{Pr} de la ecuación /10/ pueden ser estimadas independientemente a partir de la evolución de la población activa y del esquema de inversiones netas del sector privado. Al respecto ver VERSTRAETE, Juan M., *An Estimate of the Capital Stock for the Belgian Industrial Sector*, "European Economic Review", Vol. 8, 1979, págs. 33/49.

$$\hat{t} = \underset{\substack{(176,207)\\ \{0,707\}}}{124,571} + \underset{\substack{(0,021)\\ \{8,966\}}}{0,188\ Y^{I}_{Pr}} + \underset{\substack{(0,571)\\ \{1,215\}}}{0,694\ Z} + \underset{\substack{(437,655)\\ \{2,990\}}}{1.308,732\ \rho}\ ;$$

$R^2 = 0,898$; $S^2 = 40.677,999$; $DW = 2,454$; $gl = 20$.

Puede observarse que $\hat{\beta}$ y $\hat{\psi}$ son significativos en tanto no ocurre lo mismo con $\hat{\alpha}$ y $\hat{\varepsilon}$. Por otra parte, los coeficientes no son consistentes con los estimados en la función consumo, como ya se explicó en la parte II.

Los datos utilizados figuran en las tablas I, II y III.

2. Estimación de [15"]

$$t = \alpha_1 + a\ r_c + \beta_1\ r_y\ Y^{I}_{Pr} + b\ r_c \left[(1-r_y)\ Y^{I}_{Pr} + Z \right] +$$

$$+ c\ r_c\ \rho + v'_t\ ;$$

$$\hat{t}_1 = \underset{\substack{(121,489)\\ \{-1,393\}}}{-\ 169,300} + \underset{\substack{(948,709)\\ \{1,922\}}}{1.823,674\ r_c} + \underset{\substack{(0,117)\\ \{7,717\}}}{0,908\ r_y\ Y^{I}_{Pr}} +$$

$$+ \underset{\substack{(0,049)\\ \{17,380\}}}{0,868\ r_c \left[(1-r_y)\ Y^{I}_{Pr} + Z \right]} + \underset{\substack{(897,667)\\ \{1,012\}}}{908,681\ r_c\ \rho}\ ;$$

$R^2 = 0,994$; $S^2 = 2.469,157$; $DW = 1,977$; $gl = 19$.

Para verificar si los coeficientes cumplen las condiciones establecidas al formularse [15"], debe notarse:

1) $\hat{a}$, $\hat{b}$ y $\hat{c}$ de esta regresión no son significativamente distintos de los coeficientes estimados de la función

consumo, según puede probarse; (7)

2) $\hat{\beta}_1$ no es significativamente distinto de 1;

3) $\hat{\alpha}_1$ no es significativamente distinto de cero.

En la tabla III se muestran los datos que sirvieron de base a los cálculos.

3. *Estimación de* [15'''']

$$t_c = t - t_y = \alpha_2 + a\, r_c + b\, r_c \left[(1-r_y)\, Y^I_{Pr} + Z \right] +$$

$$+ c\, r_c\, \rho + v''_t \text{ , donde } t_y = r_y\, Y^I_{Pr} ;$$

$$\hat{t}_c = \underset{\substack{(113,798)\\ \{-1,753\}}}{-\ 199,502} + \underset{\substack{(934,124)\\ \{1,869\}}}{1.746,117}\ r_c +$$

$$+ \underset{\substack{(0,033)\\ \{25,361\}}}{0,840}\ r_c \left[(1-r_y)\, Y^I_{Pr} + Z \right] + \underset{\substack{(882,577)\\ \{0,933\}}}{823,906}\ r_c\, \rho ;$$

$R^2 = 0,988$; $S^2 = 2.420,993$; $DW = 1,928$; $gl = 20$.

En la misma puede observarse:

1) $\hat{\alpha}_2$ no es significativamente distinta de cero, aunque esta afirmación dependerá del margen de error que se acepte;

2) $\hat{a}$, $\hat{b}$ y $\hat{c}$ no son significativamente distintos de los coeficientes de la función consumo.

Los datos básicos figuran en las tablas III y IV.

(7) BROWNLEE, K. A., *Statistical Theory and Methodology* (New York, Wiley, 1965), págs. 349/50.

4. Cálculo de t a partir de los coeficientes estructurales

A partir de los resultados de la estimación de las ecuaciones estructurales se puede calcular una serie de valores de la recaudación total. A partir de /15/:

$$\hat{\hat{t}} = \hat{a}\, r_c + \left[r_y + \hat{b}\, r_c\, (1-r_y) \right] \hat{Y}^I_{Pr} + \hat{b}\, r_c + \hat{c}\, r_c\, \rho ;$$

$$\hat{\hat{t}} = 507{,}547\, r_c + \left[r_y + 0{,}826\, r_c\, (1-r_y) \right] \hat{Y}^I_{Pr} +$$

$$+ 0{,}826\, r_c\, Z + 1.222{,}921\, r_c\, \rho .$$

Los resultados del cálculo figuran en la tabla IV y pueden ser utilizados con fines predictivos.

C. Función impositiva considerando $\hat{Y}^I_{Pr}$

1. Estimación de /15'/

$$t = \alpha_3 + \beta_3\, \hat{Y}^I_{Pr} + \varepsilon_3\, Z + \psi_3\, \rho + w_t ;$$

$$\hat{t}' = \underset{(152{,}994)\ \{-0{,}725\}}{-111{,}009} + \underset{(0{,}017)\ \{11{,}452\}}{0{,}198}\, \hat{Y}^I_{Pr} + \underset{(0{,}439)\ \{2{,}386\}}{1{,}049}\, Z + \underset{(343{,}484)\ \{2{,}440\}}{838{,}291}\, \rho ;$$

$$R^2 = 0{,}932; \quad S^2 = 27.017{,}405; \quad DW = 2{,}3; \quad gl = 20 .$$

La constante no es significativamente distinta de cero, en tanto todos los otros coeficientes de la regresión sí lo son.

2. Estimación de [15"]

$$t = \alpha_1' + a\, r_c + \beta_1' r_y \hat{Y}^I_{Pr} + b\, r_c \left[(1-r_y)\, \hat{Y}^I_{Pr} + Z \right] +$$

$$+ c\, r_c\, \rho + w_t' ;$$

$$\hat{t}_1' = \underset{\substack{(172,255)\\ \{2,365\}}}{407,448} + \underset{\substack{(1.361,505)\\ \{0,062\}}}{84,553}\, r_c - \underset{\substack{(0,121)\\ \{-1,471\}}}{0,179}\, r_y \hat{Y}^I_{Pr} +$$

$$+ \underset{\substack{(0,066)\\ \{20,062\}}}{1,336}\, r_c \left[(1-r_y)\, \hat{Y}^I_{Pr} + Z \right] + \underset{\substack{(1.241,585)\\ \{1,125\}}}{1.397,201}\, r_c\, \rho ;$$

$$R^2 = 0,988; \quad S^2 = 4.688,829; \quad DW = 2,13; \quad gl = 19;$$

El único coeficiente significativo, $\hat{b}$, alcanza un valor inconsistente con los resultados de la estimación de la función consumo, por lo que debe desecharse este ajuste.

3. Estimación de [15"']

$$t_c^* = t - r_y \hat{Y}^I_{Pr} = \alpha_2' + a\, r_c + b\, r_c \left[(1-r_y)\, \hat{Y}^I_{Pr} + Z \right] +$$

$$+ c\, r_c\, \rho + w_t'' ;$$

$$\hat{t}_c^* = \underset{\substack{(383,769)\\ \{0,434\}}}{-166,779} + \underset{\substack{(3.228,004)\\ \{0,213\}}}{688,325}\, r_c +$$

$$+ \underset{\substack{(0,118)\\ \{7,679\}}}{0,911}\, r_c \left[(1-r_y)\, \hat{Y}^I_{Pr} + Z \right] - \underset{\substack{(2.886.831)\\ \{-0,366\}}}{1.056,787}\, r_c\, \rho ;$$

$R^2 = 0,885$; $S^2 = 26.434,325$; DW = 2,734; gl = 20.

IV. Conclusiones

En las distintas estimaciones presentadas se puede observar la consistencia entre los coeficientes de las ecuaciones estructurales y las impositivas.

Si bien la especificación de una función impositiva agregada es plausible desde el punto de vista teórico, su estimación en este caso enfrenta dificultades derivadas, principalmente, de la construcción del modelo adoptado y de la agregación con que los datos aparecen en las cuentas nacionales.

Al especificarse las funciones impositivas debe notarse que el ingreso real es una variable exógena proveniente de la pre-estimación de la función de producción de /10/. De esta forma las funciones impositivas dependen de la renta real privada como así también de los valores efectivos de r_c y r_y.

Dado que r_c y r_y son valores efectivos calculados y, además, variables exógenas, se enfrenta la imposibilidad de calcular los coeficientes estructurales a partir de la función impositiva. Esto trata de obviarse en la forma ya explicada al final de la parte II.

Una alternativa al uso de las tasas impositivas efectivas, hubiera sido utilizar tasas legales, pero esto fue imposible por la agregación con que aparecen los datos en las cuentas nacionales, ya que en cada tipo de impuesto se incluyen gravámenes que, si bien pueden considerarse que son de la misma naturaleza, hacen perder precisión a la determinación de los coeficientes (v.g.: impuestos que gravan el consumo interno junto con los aranceles sobre el comercio exterior). (8)

Por otra parte, el uso de las tasas efectivas está justificado por el hecho de existir un grado desconocido de evasión impositiva, mostrándose de esta forma la real carga tributaria que soporta la economía.

No obstante lo expuesto, de los resultados de las estimaciones realizadas puede aceptarse que el modelo es viable

(8) En el trabajo citado en la nota (1) se utilizan tasas legales en funciones impositivas que comprenden sólo el sistema tributario interno.

y que puede ser utilizado con propósitos predictivos para el análisis de las políticas económicas que se adopten.

Sin embargo, quedan abiertas varias vías de investigación futura que podrían orientarse a la solución de algunos interrogantes que quedan planteados. Entre ellos están la profundización en el análisis de la especificación de las funciones estructurales (eventualmente variables omitidas) y errores de medición en las variables utilizadas (por ejemplo, considerar el impuesto implícito sobre activos no indexados contra el Estado que se produce por la existencia de inflación).

Bibliografía

BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *Sistema de cuentas del producto e ingreso de la Argentina*, Vol. I, II y IV (Buenos Aires, 1975/76).

BROWNLEE, K. A., *Statistical Theory and Methodology* (New York, Wiley, 1965).

GOLDBERGER, A. S., *Econometric Theory* (New York, Wiley, 1964).

JOHNSTON, J., *Métodos de econometría*, 3a. ed., trad. de J.M. Otero M. (Barcelona, Vicens-Vives, 1965).

TORANZOS, F.I. y URBISAIA, H.L., *Elementos de econometría* (Buenos Aires, Macchi-Club de Estudio, 1976).

VEGA, J.A., *La adecuación en el sistema tributario interno (Argentina, 1935-1964)*, Serie Cuadernos "Sección Economía", N° 38 (Mendoza, UNC-FCE, 1970).

VERSTRAETE, J. M., *An Estimate of the Capital Stock for the Belgian Industrial Sector*, en "European Economic Review", Vol. 8, 1979.

Tabla I

Año	Y^{I}_{Pr} millones de $ de 1960	L_{Pr} miles	w $ de 1960	Y^{I}_{Pr} millones de $ de 1960
1950	6.518,4	4.232,4	619,7	7.566,3736
1951	6.804,0	4.428,6	597,0	7.668,5553
1952	6.438,0	4.221,6	612,8	7.474,9613
1953	6.810,1	4.409,0	610,9	7.786,5092
1954	7.041,5	4.426,9	641,7	8.154,2909
1955	7.549,5	4.510,4	630,0	8.177,8604
1956	7.757,4	4.521,0	620,3	8.089,5890
1957	8.175,1	4.643,3	624,3	8.354,2472
1958	8.871,3	4.790,6	648,4	8.903,1078
1959	8.251,1	4.647,3	530,6	7.274,9076
1960	8.897,5	4.644,0	571,3	7.744,0186
1961	9.358,1	4.669,7	646,3	8.655,0204
1962	9.170,8	4.538,0	622,7	8.146,8481
1963	8.914,9	4.456,4	616,1	7.927,8826
1964	9.883,9	4.657,8	649,8	8.672,7677
1965	10.858,0	4.838,1	711,5	9.735,3811
1966	10.806,7	4.830,6	766,6	10.361,6906
1967	11.034,3	5.044,2	784,6	11.036,2334
1968	11.339,2	5.143,1	794,9	11.378,2169
1969	12.268,9	5.446,9	815,3	12.315,9033
1970	12.940,4	5.633,7	860,6	13.340,5881
1971	13.682,5	5.715,6	906,1	14.144,7565
1972	14.392,6	5.887,6	833,6	13.567,7163
1973	15.403,3	6.079,5	920,6	15.251,3371

FUENTE: BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *Sistema de Cuentas del producto e ingreso en la Argentina*, Vol.II, 1975 y elaboración propia.

Tabla II

Año	C_p millones de $ de 1960	Z millones de $ 1960	i	π 1960=100	ρ
1950	5.204,3	128,3	0,0700	9,2	-0,1210
1951	5.604,0	117,8	0,0700	12,4	-0,2061
1952	5.361,3	150,3	0,0750	15,5	-0,1400
1953	5.356,5	173,2	0,0850	16,8	0,0010
1954	5.677,9	263,5	0,0850	18,1	0,0071
1955	6.184,5	309,0	0,0850	20,0	-0,0181
1956	6.562,2	298,8	0,0841	25,1	-0,1362
1957	7.032,5	252,1	0,0865	30,5	-0,1059
1958	7.037,9	231,6	0,0978	41,7	-0,1971
1959	6.708,7	199,9	0,1000	84,3	-0,4559
1960	7.138,0	213,1	0,1013	100,0	-0,0716
1961	7.878,7	231,1	0,1012	109,7	0,0038
1962	7.369,9	249,6	0,1491	141,0	-0,1060
1963	7.399,8	330,0	0,1490	180,8	-0,1039
1964	8.112,4	306,9	0,1488	230,5	-0,0989
1965	8.724,7	341,3	0,1488	293,5	-0,0978
1966	8.822,8	371,4	0,1498	359,9	-0,0623
1967	9.326,8	478,1	0,1496	447,7	-0,0759
1968	9.876,5	486,6	0,1500	491,0	0,0486
1969	10.569,1	417,0	0,1442	535,9	0,0483
1970	11.000,2	366,4	0,1400	599,3	0,0194
1971	11.517,9	450,7	0,1567	811,9	-0,1462
1972	11.595,0	272,9	0,2150	1.315,4	-0,2501
1973	11.743,7	212,0	0,2092	2.063,1	-0,2290

FUENTE: BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *Sistema de Cuentas del producto e ingreso en la Argentina*, Vol. II, 1975 y elaboración propia.
i es la tasa de interés activa nominal para el descuento de listas de pagarés (información obtenida del BCRA).

Tabla III

Año	t millones de $ 1960	r_c	r_y	$t_y = r_y Y^I_{Pr}$	$r_c\left[(1-r_y)Y^I_{Pr} + Z\right]$	r_{c^p}
1950	1.384,8	0,1291	0,1094	713,0435	766,0350	-0,01562
1951	1.595,2	0,1538	0,1077	733,0645	951,8275	-0,03170
1952	1.359,4	0,1183	0,1126	725,1613	693,6093	-0,01656
1953	1.539,9	0,1458	0,1114	758,9286	907,5134	0,00015
1954	1.651,9	0,1475	0,1157	814,3646	957,3687	0,00105
1955	1.683,5	0,1365	0,1112	839,5000	958,0935	-0,00247
1956	1.512,7	0,1286	0,1115	864,9402	924,7960	-0,01751
1957	1.752,8	0,1394	0,0945	772,7869	1.067,0251	-0,01476
1958	1.495,2	0,1085	0,0833	731,4149	898,5411	-0,02138
1959	1.352,0	0,1158	0,0697	574,9703	912,0442	-0,05279
1960	1.770,2	0,1500	0,0786	699,4000	1.261,6800	-0,01074
1961	2.149,6	0,1646	0,0911	852,8715	1.437,9997	0,00062
1962	1.637,2	0,1381	0,0676	619,5035	1.215,4038	-0,01464
1963	1.633,7	0,1325	0,0733	653,2080	1.138,3992	-0,01377
1964	1.668,7	0,1199	0,0705	696,3991	1.138,3787	-0,01186
1965	2.020,4	0,1325	0,0796	864,1567	1.369,4064	-0,01296
1966	2.265,8	0,1504	0,0868	937,8716	1.540,1304	-0,00937
1967	2.788,7	0,1771	0,1030	1.137,0114	1.837,4813	-0,01344
1968	2.851,9	0,1806	0,0942	1.067,7800	1.942,8262	0,00878
1969	2.892,2	0,1716	0,0879	1.078,4475	1.991,8388	0,00829
1970	2.964,6	0,1670	0,0871	1.127,2151	2.033,9907	0,00324
1971	2.861,3	0,1505	0,0824	1.127,8236	1.957,3091	-0,02200
1972	2.613,5	0,1412	0,0678	975,8705	1.932,9757	-0,03531
1973	2.955,4	0,1484	0,0787	1.212,8787	2.137,3193	-0,03398

FUENTE: BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *Sistema de cuentas del producto e ingreso en la Argentina*, Vol. II, 1975 y elaboración propia.

Tabla IV

Año	t_c	$\hat{\hat{t}}$	$\left[r_y+\hat{b}r_c(1-r_y)\right]\hat{Y}^I_{Pr}$	r_cZ	t^*_c
1950	671,7565	1607,4	1.547,3234	16,5635	557,0387
1951	862,1355	1750,6	1.696,2844	18,1176	769,2966
1952	634,2387	1545,0	1.490,5073	17,7805	517,7194
1953	780,9714	1797,2	1.702,1309	25,2526	672,4829
1954	873,5354	1931,6	1.823,2994	38,8662	708,4485
1955	844,0000	1830,8	1.729,6175	42,1785	774,1219
1956	647,7598	1741,3	1.665,6464	38,4257	610,7108
1957	980,0131	1743,4	1.661,6598	35,1427	963,3236
1958	763,7851	1523,2	1.473,4643	25,1286	753,5711
1959	777,0297	1168,6	1.155,2553	23,1484	844,9389
1960	1.070,8000	1583,2	1.493,8212	31,9650	1.161,5201
1961	1.296,7285	1974,9	1.859,0984	38,0391	1.361,1276
1962	1.017,6965	1499,1	1.418,3663	34,4698	1.086,4731
1963	980,4920	1473,2	1.386,5867	43,7250	1.052,5862
1964	972,3009	1487,0	1.410,1920	36,7973	1.057,2699
1965	1.156,2433	1846,0	1.757,2363	45,2222	1.245,4637
1966	1.327,9284	2187,6	2.076,4828	55,8586	1.366,4053
1967	1.651,6886	2729,2	2.585,7895	84,6715	1.651,9680
1968	1.784,1200	2785,1	2.610,1630	87,8077	1.780.0720
1969	1.813,7525	2832,6	2.676,2458	71,5572	1.809,6321
1970	1.837,3849	2983,5	2.844,2134	61,1888	1.802,6348
1971	1.733,4764	2885,0	2.779,4447	67,8303	1.695,7721
1972	1.637,6295	2457,8	2.397,4155	38,5335	1.693,6088
1973	1.742,5213	2983,5	2.923,6813	31,4608	1.755,1198

FUENTE: BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA ARGENTINA, *Sistema de cuentas del producto e ingreso en la Argentina*, Vol. II, 1975 y elaboración propia.

SECCION FILOSOFIA Y SOCIOLOGIA

LA SITUACION ESPIRITUAL DEL HOMBRE CONTEMPORANEO

por FRANCISCO LETIZIA
Profesor titular de Filosofía y Director del Departamento de Disciplinas Humanísticas de la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N. de Cuyo.

El desarrollo del mundo occidental durante este siglo se ha efectuado bajo el signo de un progreso externo fundado en los conocimientos de las ciencias naturales, en los avances asombrosos de la técnica y en la utilización de unos y otros en el campo de la industria y de la economía. Pero, al mismo tiempo y en creciente medida, el hombre ha tomado conciencia de que, pese al avance de las conquistas exteriores, su vida interior se ha ido empobreciendo cada vez más.

Es innegable que esta conciencia de "desorientación vital"-como decía Ortega y Gasset - se halla influida por múltiples factores externos, pero no es menos cierto que el sentimiento de agobiante desazón y malestar creciente no puede explicarse ni comprenderse exclusivamente como resultado de esos únicos factores. El germen nuclear de esta sensación de agobio hay que buscarlo en un terreno mucho más hondo.

La conciencia de una grave crisis y el sentimiento de la amenaza que se cierne sobre las posibilidades futuras de la existencia humana han llegado a un estado de culminación aguda y angustiosa. Urge, pues, que el hombre de hoy vuelva sobre sí mismo y baje hacia las más íntimas profundidades de su ser, si quiere encontrar las energías necesarias para superar su crisis existencial.

La desgracia de nuestra época es la de haber aprendido muchas cosas y de habernos olvidado de vivir humanamente. Necesitamos con urgencia un poco de "sensatez" y ésta se logra solo mediante el hábito de una serena reflexión. El pensamiento filosófico-religioso de Occidente y Oriente considera que el hombre, sin la actividad meditativa, sin el quehacer reflexivo, no puede estabilizarse, ni ser dueño de sí mismo. Si "el hombre de hoy es un desequilibrado" -como decía Sciacca- ello se debe a que ha perdido -agregamos nosotros- el hábito de la serena meditación sin la cual es imposible domeñar esas monstruosas fuerzas instintivas que anidan en la zona más profunda y obscura de nuestra naturaleza.

Hay que volver a la propia intimidad y por eso, al esforzarse en analizar la situación espiritual del hombre contemporáneo, vamos a tener presente la experiencia de San Agustín, el metafísico de la interioridad.

Ya a fines de la Edad Antigua el hombre había sentido la necesidad de replegarse en su espíritu para liberarse del ámbito opresivo del mundo exterior. En efecto, Plotino habla de una filosofía que "penetra en el propio centro del alma", y aconseja:

"Entra en tí mismo y ve". (1)

Pero, en realidad, es San Agustín quien aporta a los hombres el sentido pleno de la interioridad y pocos temas aparecen en el "*Corpus Augustinianum*" con tanta insistencia como este llamamiento a la intimidad. Sumergido en una profunda y dolorosísima crisis espiritual, Agustín supo encontrar la fuerza para superarla, indicándonos, así, el camino a seguir en esta grave encrucijada de nuestra historia.

Por de pronto, el Padre de la Iglesia se maravilla de cómo los hombres se preocupan por tantas cosas y "se olvidan de sí mismos". Viajan los hombres para admirar la belleza y la grandiosidad de las cosas, "*et relinquunt se ipsos*". (2)

La antropología agustiniana es el primer intento de comprender al hombre desde su interioridad en lugar de considerarlo desde afuera, como una cosa entre las demás. La tendencia griega a concebir el mundo como un espacio encerrado en un

(1) PLOTINO, *Enneadas*, I, 6, 8.
(2) AUGUSTINUS, *Confessionum libri tredecim*, X, 8, 15.

sistema geométrico de esferas y dentro de él al hombre, no tiene eco en el pensamiento agustiniano. Con el Cristianismo el hombre aparece como un ser mucho más misterioso y complejo que en la antropología griega. El hombre es *imago et similitudo Dei* y este nuevo punto de partida da un nuevo sentido a la ontología del hombre, puesto que analiza su ser como imagen divina. Conviene tener presente, además, que la interioridad agustiniana no se reduce a una momentánea actividad introspectiva sino que es una interioridad metafísica, puesto que constituye un acto esencial del espíritu.

Ahora bien, Plotino había dicho "entra y ve" y Agustín repite "*intravi et vidi*", pero agrega dos palabras más: "*duce te*"; es decir que inicia el camino de la interioridad bajo la guía divina.

> "Y admonestado a volver a mi mismo, entré en mi interior, guiado por ti; y lo pude hacer porque tú te hiciste mi ayuda. Entré y vi con el ojo de mi alma...una luz inconmutable...No estaba sobre mi mente como se encuentra el aceite sobre el agua o el cielo sobre la tierra, sino que estaba sobre mi, por hacerme hecho y yo estaba debajo por ser criatura suya". (3)

Al recogerse en su propia interioridad el hombre descubre que es un "*ens ab alio*", por lo tanto, una criatura, un ente finito y limitado que *es por participación* y que depende del "*Ens a Se*", fuente de todo ser y de toda bondad. Se percata, pues, de la existencia de un ligamento irrompible de la creatura con el Creador. Y agrega:

> "*Intravi in intima mea, duce Te*". (4)

Entró en lo más íntimo de su ser bajo la guía divina y al salir de la oscura tiniebla de la vulgaridad, la luz se le vino a los ojos como si se hubiese desgarrado un velo y un rostro nunca visto le hubiera salido al encuentro. Entró en esa nueva morada y descubrió que existe un vínculo secreto entre la creatura y su creador y que el hombre sin Dios deja de ser hombre.

Así que para Agustín el conocimiento de sí mismo está íntimamente relacionado con el descubrimiento de Dios. El

(3) *Ibidem*, VII, 10, 16.
(4) *Ibidem*, VII, 8, 10.

conocimiento de sí mismo, si es verdadero, debe remontarse a Dios. Y mientras este tránsito no se lleve a cabo, el hombre no logrará comprender su íntima esencia y, por ende, no podrá resolver su crisis.

Se inicia, pues, la filosofía del *hombre interior*, que dio impulso no solo a la filosofía medieval, sino también al quehacer filosófico posterior.

Conviene recordar que la expresión *hombre interior* ha sido tomada de la filosofía neoplatónica y ya en tiempos de San Pablo había ingresado en el lenguaje corriente para indicar al hombre que no sigue los impulsos desordenados de sus instintos, sino el dictamen de la razón que gobierna esos impulsos por la fuerza del Espíritu Santo.

¿Dónde comienza la interioridad propiamente dicha? Se puede decir que comienza allí donde termina lo que el hombre tiene en común con el animal; allí empieza la interioridad.

> "Subiendo, pues, hacia adentro, como por cierta escala de consideración de las diversas partes del alma, al llegar a lo que no tenemos en común con las bestias, allí comienza la razón, donde ya puede reconocerse al hombre interior". (5)

Es decir que el *hombre interior* es el *hombre espiritual* porque solo el espíritu tiene la facultad de *recogerse en sí mismo*. (6)

Pero no hay que creer que al fijar San Agustín esa frontera entre el hombre interior y el exterior se constituyen dos regiones separadas o independientes sin ninguna comunicación entre sí. Esta manera de concebir las cosas nos llevaría a un dualismo inadmisible y contrario al pensamiento agustiniano. Para él lo interior y lo exterior son dos esferas comunicantes. El hombre exterior -dice Capánaga (7)- irrumpe en

(5) AUGUSTINUS, *De Trinitate*, XIII, 8, 13.
(6) El Padre de la Iglesia usa, a este respecto, varias expresiones como *"semetipsum in semetipsum colligere"*, *"ad se convertere"*, *"mens et semetipsum per seipsam novit"*, *"sentire animun"*, *"se nosse"*, *"se scire"*, *"in seipsum redire"*, *"in seipsum converti"* *"interiora cogitare"*. Cfr. *De Trinitate*, libros VIII, IX, X.
(7) Cfr. CAPANAGA, V., *Agustín de Hipona* (Madrid, B.A.C., 1974).

el interior y lo exterioriza, y al contrario, el interior espiritualiza al exterior. En virtud de esto, una acción externa puede estar llena de profunda intimidad. Este es un aspecto importante de las relaciones entre cuerpo y alma y todos sabemos que, por ejemplo, en una mirada puede concentrarse toda la vida íntima de una persona.

En otra de sus obras, el Obispo de Hipona aclara aun más la formación del hombre interior, que se debe a un *segundo nacimiento*, por el cual se forma el "*homo novus*", el "*homo interior*", el "*homo caelestis* (8). Como se puede ver, se trata del nuevo nacimiento que Cristo anuncia a Nicodemo (9). Es el nacimiento en el mundo del espíritu.

Ahora bien, el hombre es "*imago Dei*" y solo a la luz de esta verdad puede resolver su crisis. Si el hombre es imagen de Dios, la medida de su despliegue perfectivo corresponderá a esa semejanza; es decir que el hombre alcanzará su más alta perfección cuando su carácter de imagen divina sea más nítido y perfecto. El hombre será una verdadera imagen divina cuando el carácter de "*imago*" haya impregnado toda su conducta.

> "El que sabe amarse, ama a Dios; el que no ama a Dios, aunque se ame a sí mismo, puede decirse, sin inconvenientes, que se aborrece a sí mismo". (10)

En otras palabras, no puede haber oposición entre el *amor desinteresado hacia Dios* y el *amor hacia sí mismo* debido a que el amor desinteresado para Dios constituye la mejor manera que tiene el hombre de amarse a sí mismo. Por otra parte, ese amor desinteresado hacia Dios conduce al hombre a amar a los demás, quienes también son imágenes divinas.

Sin embargo el hombre, por su libertad, puede obrar como si no fuera una "*similitudo Dei* " y, en este caso, puede destruir deliberadamente el "*ordo amoris*". El "*amor Dei*" y el "*amor sui*" son los dos "*pondera*" o fuerzas que atraen al hombre desde Adán. Dos amores en un alma: a veces vence el "*pondus charitatis*" y otras el "*pondus cupiditatis*". De ahí la tragedia humana: la división de los hombres en dos grandes bandos: los seguidores de Caín y los de Abel. Pero lo peor es que el mismo hombre obra, a veces, como Caín y otras como Abel. En

(8) AUGUSTINUS, *De vera religione*, 26, 48.
(9) JUAN, 3, 3.
(10) AUGUSTINUS, *De Trinitate*, XIV, 14, 18.

ciertas circunstancias el "*amor Dei*" nos impulsa a vivir hasta el desprecio de nosotros mismos, mientras que en otras el "*amor sui*" nos impulsa a vivir hasta el desprecio a Dios y de nuestros semejantes. En la existencia de estos dos amores se inserta la doctrina del "*uti-frui*".

> "Los buenos usan del mundo para gozar de Dios; y los malos al contrario, quieren usar de Dios para gozar del mundo". (11)

Esta alternativa se proyecta también sobre la dimensión social de la vida humana: dos amores engendran dos ciudades o sociedades (12). La guerra y la violencia tienen comienzo en el corazón perturbado del hombre, revuelto de soberbia y de concupiscencia. Comienza la guerra cuando el hombre no sabe dominar sus pasiones. Pero también la paz, en su camino silencioso, se inicia en el mismo corazón.

Para lograr la paz, que es la "*tranquillitas ordinis*" (13), es indispensable que ella reine en cada miembro del estado y ello se logra solo por el camino de la virtud y del verdadero amor que nos impulsa a amar a los demás como a nosotros mismos. Solo a través de la vida virtuosa se logra la verdadera paz. Solo a través del respeto recíproco se logra el orden y la justicia.

La idea de "*orden*" es como una piedra angular que sostiene toda la doctrina filosófica-teológica agustiniana. Todo el universo es un conjunto de perfecciones escalonadas armónicamente que revela un orden riguroso, el cual se manifiesta "*ab angelo ad vermiculum*". Este orden se manifiesta también en el mundo humano y cuando Agustín quiere definir la "*virtud*", acuña su célebre expresión "*ordo amoris*". (14)

El amor es el principio y el fin de todas las obras y la virtud no es más que el orden, la armonía debe existir en esas obras. Sin orden no puede haber vida biológica ni espiritual ni oral, y cuando el Padre de la Iglesia define la paz

---

(11) AUGUSTINUS, *De Civitate Dei*, VII 1: "*Boni quippe ad hac utuntur mundo ut fruantur Deo; mali autem, contra, ut fruantur mundo, uti volunt Deo*".
(12) *Ibidem*, 14, 28: "*Fecerunt itaque civitates duas, amores duo*".
(13) *Ibidem*, 13.
(14) *Ibidem*, XV, 22: "*Unde mihi videtur quod definitio brevis et vera virtutis, ordo est amoris*".

como "*tranquillitas ordinis*" no hace otra cosa que especificar aun más la idea del orden, sin el cual tampoco puede reinar la paz en la sociedad humana.

Dios ha creado todo "*in numero, pondere et mensura*" (15), es decir, en orden, y sin éste el hombre tampoco puede edificar su mundo.

Toda vida espiritual es *amor ordenado* y la virtud consiste en "*diligere quod diligendum est*". Si la virtud es "*ordo amoris*", el orden consiste en "*uti*" (usar) de los medios y en "*frui*" (gozar) del único fin, de ahí que "*solo Deo fruendum*". (16)

Pero, para ello, es indispensable que el hombre baje a su interioridad para volver a recobrar el centro íntimo y profundo de su ser.

Solo de esta manera el hombre contemporáneo podrá sentir reverencia frente a las cosas, frente a los demás hombres y frente a sí mismo. Solo así podrá resolver su propia crisis.

(15) *Sapientia*, 11, 21.
(16) AUGUSTINUS, *De doctrina christiana*, I, 22, 20.

SECCION MATEMATICA Y ESTADISTICA

EL MAXIMO RENDIMIENTO DEL INTERES DIRECTO

por ELISEO CESAR TULIAN
Profesor Adjunto de Matemática II y Asociado a cargo de Introducción al Procesamiento de Datos de la Facultad de Ciencias Económicas de la U. N. de Cuyo.

A. *Introducción*

Entre los sistemas de amortización de deudas, la práctica comercial y financiera ha instituido un modelo híbrido que se ha dado en llamar "interés directo".

En este sistema de cuota constante, al valor actual de la deuda se cargan intereses proporcionales al número de cuotas, a partir de una tasa llamada "tasa directa". El importe de la cuota resulta de dividir la suma de la deuda más los intereses por el número de cuotas:

$$c = \frac{V\ (1+i_d\ n)}{n} \qquad \text{(A.1)}$$

Es fácil observar que la tasa directa i_d no determina "intereses sobre saldo". Es posible, entonces, asociar con cada tasa directa i_d una tasa de interés sobre saldo i.

Al tratarse de una amortización con pagos constantes, el interés sobre saldo dará lugar a un sistema de amortización

progresiva (1), conocido también como "sistema francés".

En consecuencia, la relación entre la tasa directa y la tasa de interés (2) deberá establecerse a partir de la expresión:

$$V = c \frac{(1+i)^n - 1}{i\ (1+i)^n} = c\ a_{\overline{n}|}.$$

donde la cuota c está determinada según la expresión /A.1/:

$$V = \frac{V\ (1+i_d\ n)}{n}\ a_{\overline{n}|},$$

observándose que la relación entre las dos tasas es independiente del valor de la deuda V:

$$\left[\frac{1}{n} + i_d\right] a_{\overline{n}|} = 1. \qquad /A.2/$$

B. Rendimiento del interés directo

Para el caso extremo de n = 1 las dos tasas deben ser iguales. A partir de /A.2/:

$$(1+i_d)\ (1+i)^{-1} = 1.$$

(1) Se denomina así, pues las amortizaciones contenidas en las cuotas constituyen una progresión geométrica de razón (1+i):

$$t_{k+1} = t_k\ (1+i),$$

donde t_k es la cantidad amortizada en el período k e i la tasa periódica.

(2) Como resulta obvio que el interés debe ser "sobre saldo", a la tasa correspondiente la denominaremos en adelante simplemente "tasa de interés".

Conceptualmente es así, pues el saldo de la deuda sólo toma dos valores: el inicial V y el final 0 y las dos tasas se aplican por un período.

Para n = 2 la situación es distinta. A partir de /A.2/:

$$\left[\frac{1}{2} + i_d\right] \frac{(1+i)^2 - 1}{i\,(1+i)^2} = 1,$$

$$\left[\frac{1}{2} + i_d\right] \frac{2 + i}{(1+i)^2} = 1,$$

$$\left[\frac{1}{2} + i_d\right] (2+i) = (1+i)^2,$$

$$\frac{1}{2}\, i + i_d\,(2+i) = i\,(2+i).$$

Si admitimos que i sólo toma valores positivos, resulta inmediata la desigualdad:

$$i_d < i.$$

Y a medida que n crece, la desigualdad se acentúa, pues la diferencia entre la tasa directa y la tasa de interés tiene que ver con la cantidad de variaciones que experimenta el saldo.

Trataremos ahora de investigar si el crecimiento de i a medida que n aumenta es indefinido o no. Planteado el problema de otra forma, veremos si es posible determinar un valor de n tal que haga máxima la tasa i para un determinado valor de i_d.

Si entendemos por rendimiento la tasa efectiva anual y siendo ésta una función de la tasa periódica y del número de períodos contenidos en un año, la solución del problema arriba planteado, si existe, nos dará el máximo rendimiento del interés directo.

C. El máximo rendimiento

La expresión /A.2/ puede definirse como una función de tres variables:

$$F\ (i\ ,\ n\ ,\ i_d) = 0\ .$$

Para investigar el máximo valor de i para una tasa directa dada, debemos suponer constante i_d y maximizar F con una variable independiente: n.

1. El problema dual

Las dificultades que presenta explicitar la variable dependiente i nos lleva a plantear el problema en otros términos: calcular el valor de n que minimice i_d para un valor de i dado. Minimizar la tasa directa para un rendimiento dado es el problema dual del de maximizar el rendimiento para una tasa directa dada.

De la expresión /A.2/ resulta:

$$i_d = a_{\overline{n}|}^{-1} - \frac{1}{n}\ .$$

Si el rendimiento de i_d crece cuando aumenta n, podemos decir que para un mismo rendimiento, i_d debe disminuir cuando crece n. Si simbolizamos con $i_d(n)$ e $i_d(n+1)$ las tasas directas para n y n+1 períodos, respectivamente, la variación de la tasa directa estará dada por:

$$\Delta i_d = i_d(n+1) - i_d(n)\ ,$$

$$\Delta i_d = a_{\overline{n+1}|} - \frac{1}{n+1} - a_{\overline{n}|} + \frac{1}{n}\ ,$$

$$\Delta i_d = \frac{a_{\overline{n}|} - a_{\overline{n+1}|}}{a_{\overline{n}|}\ a_{\overline{n+1}|}} + \frac{n+1-n}{n(n+1)}\ ,$$

$$\Delta i_d = \frac{a_{\overline{n}|} - a_{\overline{n}|} \; - \; (1+i)^{-n-1}}{a_{\overline{n}|} \; a_{\overline{n+1}|}} + \frac{1}{n\,(n+1)} \,,$$

$$\Delta i_d = \frac{1}{n\,(n+1)} \; - \frac{1}{a_{\overline{n}|} \; s_{\overline{n+1}|}} \,. \qquad \boxed{C.1}\,(3)(4)$$

Si la tasa directa fuera una función monótona decreciente de n, para una tasa i dada, la expresión $\boxed{C.1}$ sería siempre negativa. Para probar nuestra hipótesis de que hay una tasa directa mínima, deberemos demostrar que la expresión $\boxed{C.1}$ puede tomar valores negativos o positivos, pasando por el valor nulo, que corresponderá al mínimo. Para ello planteamos las dos siguientes desigualdades:

$$n \geqslant a_{\overline{n}|} \,,$$

$$n + 1 \leqslant s_{\overline{n+1}|} \,,$$

cuya demostración consideramos obvia para valores positivos de i (5). Si se multiplican miembro a miembro dos desigualdades de distinto sentido el resultado es indeterminado: puede resultar una desigualdad de cualquier sentido o una igualdad.

Si $n\,(n+1)$ es mayor que $a_{\overline{n}|} \; s_{\overline{n+1}|}$ la expresión $\boxed{C.1}$ será negativa e i_d decrecerá. Si $n\,(n+1)$ es menor que $a_{\overline{n}|} \; s_{\overline{n+1}|}$, Δi_d será positivo y, en consecuencia, i_d crecerá. En caso de igualdad, la tasa directa será mínima.

---

(3) En el numerador de la primera fracción se ha tenido en cuenta la expresión recursiva:

$$a_{\overline{n+1}|} = a_{\overline{n}|} + (1+i)^{-n-1}.$$

(4) Con $s_{\overline{n+1}|}$ simbolizamos una imposición de cuota unitaria para n + 1 períodos:

$$s_{\overline{n+1}|} = \frac{(1+i)^{n+1} - 1}{i} \,.$$

(5) La igualdad se da para i = 0.

2. *Determinación del mínimo de* i_d

El mínimo de i_d, según hemos visto, se da cuando

$$n\,(n+1) = a_{\overline{n}|}\, s_{\overline{n+1}|}. \qquad \text{C.2}$$

Ante la imposibilidad de resolver algebraicamente esta ecuación, hemos recurrido al cálculo numérico.

Para distintos valores de i y a partir de un valor inicial de n lo suficientemente pequeño, hemos incrementado esta última variable en una unidad, teniendo en cuenta que la solución de nuestro problema sólo tiene sentido para valores enteros de n.

Para los valores iniciales de n el primer miembro de la expresión C.2 es mayor que el segundo y en consecuencia la tasa directa es decreciente. El primer valor de n que cambia el sentido de esta desigualdad fue registrado y se consigna en el cuadro N° 1. (6)

En la primera columna de dicha tabla se fijan distintos valores de i, tasa periódica de interés sobre saldo. En la segunda columna se consignan los valores de n que minimizan la tasa directa asociada con cada tasa i.

Cuadro N° 1

i	n	i	n
0,01	25	0,11	8
0,02	17	0,12	7
0,03	14	0,13	7
0,04	12	0,14	7
0,05	11	0,15	7
0,06	10	0,16	6
0,07	9	0,17	6
0,08	9	0,18	6
0,09	8	0,19	6
0,10	8	0,20	6

(6) En éste y los siguientes procesamientos de datos hemos contado con la valiosa colaboración de la Prof. Beatriz Loubet.

Daremos a continuación tres ejemplos para corroborar los datos de la tabla.

Dada la tasa i = 0,01 determinaremos las tasas directas para 24, 25 y 26 períodos.

$$a_{\overline{n}|} = \frac{(1+i)^n - 1}{i\,(1+i)^n} = \frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \quad ,$$

$$i_d(n) = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} - \frac{1}{n} \, ,$$

$$i_d(24) = \frac{0,01}{1 - 1,01^{-24}} - \frac{1}{24} = 0,0054068 \, ;$$

$$i_d(25) = \frac{0,01}{1 - 1,01^{-25}} - \frac{1}{25} = 0,0054067 \, ;$$

$$i_d(26) = \frac{0,01}{1 - 1,01^{-26}} - \frac{1}{26} = 0,0054073 \, .$$

En forma análoga se obtienen los resultados para otros dos valores de i, detallados en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2

i	n	i_d
0,10	7	0,062548
	8	0,062444
	9	0,062529
0,20	5	0,134380
	6	0,134039
	7	0,134567

3. Determinación del máximo de i

En el punto anterior vimos que para un determinado valor de i es posible encontrar un valor de n que haga mínima la tasa directa.

Analizaremos ahora la determinación del máximo i a partir de:

$$i_d = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} - \frac{1}{n},$$

que en forma implícita es:

$$i_d\, n - i_d\, n\, (1+i)^{-n} - n\, i + 1 + (1+i)^{-n} = 0.$$

$$n\,(i - i_d) + (1+i)^{-n}\,(1 + i_d\, n) - 1 = 0\ .$$

Al ser esta una función del tipo $F(n,i) = 0$, si existe la derivada de i con respecto a n, ésta será nula cuando la derivada parcial de F con respecto a n sea 0, permaneciendo constante i:

$$i - i_d - (1+i)^{-n} \ln (1+i)\,(1+i_d\, n) + i_d\,(1+i)^{-n} = 0,$$

$$-i_d \left[1 - (1+i)^{-n}\right] + i - (1+i)^{-n} \ln (1+i)\,(1+i_d\, n) = 0,$$

$$i \left[1 - i_d\, a_{\overline{n}|}\right] = (1+i)^{-n}\, \frac{n}{a_{\overline{n}|}} \ln (1+i),$$

$$i\, \frac{a_{\overline{n}|}}{n} = (1+i)^{-n}\, \frac{n}{a_{\overline{n}|}} \ln (1+i),$$

$$\frac{\left[1 - (1+i)^{-n}\right]^2 (1+i)^n}{n^2} = i \ln (1+i),$$

$$\frac{(1+i)^n + (1+i)^{-n} - 2}{n^2} = i \ln (1+i) . \qquad \boxed{C.3}$$

Para los pares de valores (n,i) que satisfacen la igualdad C.3 la tasa i es máxima.

En el problema dual se llega a la misma relación entre i y n si se minimiza la tasa directa derivando la función explícita.

$$i_d = \frac{i}{1 - (1+i)^{-n}} - \frac{1}{n},$$

$$\frac{-i (1+i)^{-n} \ln (1+i)}{\left[1 - (1+i)^{-n}\right]^2} + \frac{1}{n^2} = 0,$$

$$\left[1 - (1+i)^{-n}\right]^2 = i n^2 (1+i)^{-n} \ln (1+i),$$

$$\left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{n}\right]^2 (1+i)^n = i \ln (1+i).$$

Esto comprueba que la relación (n,i) que maximiza i para una tasa directa dada, es la misma relación que minimiza la tasa directa para un rendimiento dado.

La imposibilidad de resolver algebraicamente esta ecuación nos lleva a proponer la solución desarrollada en el punto siguiente.

4. Determinación de una función de ajuste

En el Gráfico N° 1 hemos representado los pares de valores (n,i) del Cuadro N° 1. De la observación de los puntos puede inferirse que la función

$$n = a\ i^{b}$$

puede resultar un buen ajuste. Si en lugar de tomar los valores de i y n se toman sus logaritmos, el problema se resuelve como una regresión lineal de la forma

$$N = A + B\ I,$$

donde N = ln n; I = lni; A = ln a y B = b.

Para la regresión hemos considerado 200 pares de valores (n,i). Hicimos variar la tasa de 0,001 a 0,2 con incrementos de un milésimo. Para cada valor de i hemos determinado el valor de n que satisface con mayor aproximación la igualdad /C.3/. (7)

Los coeficientes obtenidos de la regresión permiten especificar la función:

$$n = 2{,}629771\ \ i^{-0{,}484213}. \qquad /C.4/$$

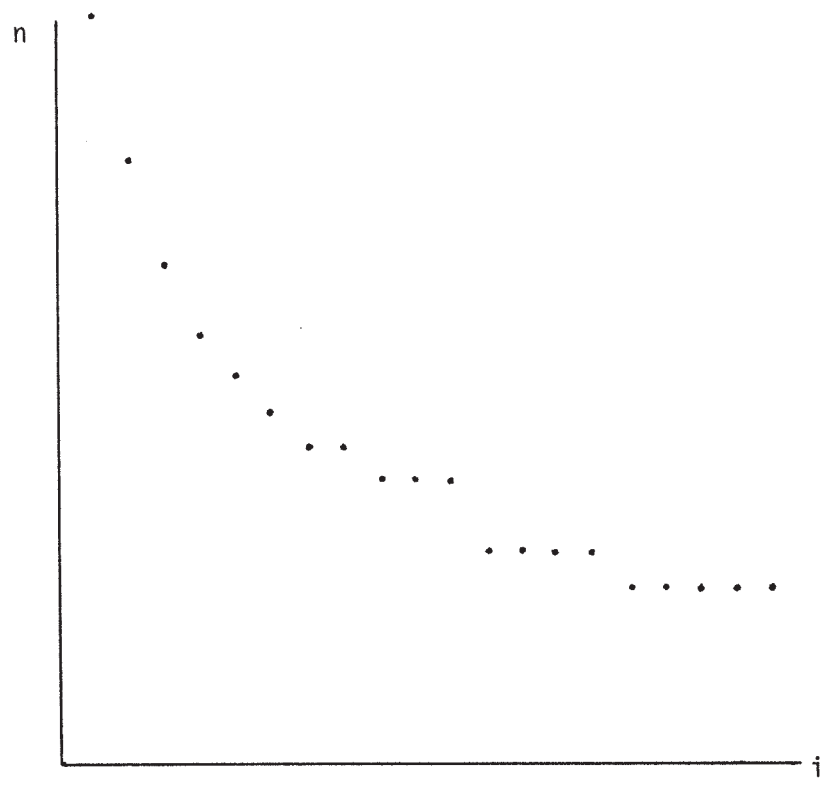
La bondad del ajuste queda reflejada en el alto valor del coeficiente de correlación obtenido:

$$r = -\ 0{,}999865.$$

A excepción de los tres primeros valores de i, en los restantes la diferencia entre el valor de n que resuelve la ecuación /C.3/ y el que resulta de la función /C.4/ es menor

(7) Si bien la solución del problema que estamos analizando sólo tiene sentido para valores enteros de n, a los fines de la regresión hemos tomado valores con dos decimales.

Gráfico N° 1



que 1, mientras que si se excluyen los 10 primeros valores, dicha diferencia nunca es superior a 0,1. (8)

D. Desarrollo de casos

A continuación presentaremos algunos casos para ilustrar la aplicación de la función /C.4/.

Si bien es común entender por rendimiento la tasa efectiva anual, con el objeto de facilitar la solución de los casos, asimilaremos a este concepto la tasa periódica de interés sobre saldo (i), teniendo en cuenta que, para un mismo pe-

(8) Ver apéndice.

ríodo, a mayor tasa periódica corresponde mayor rendimiento y viceversa.

La tasa i asociada con una i_d determinada se puede obtener en forma inmediata si se dispone de una calculadora especializada en financiera. De lo contrario, podrá recurrirse a alguno de los métodos de aproximaciones sucesivas conocidos. En una u otra situación, deberá tenerse en cuenta la relación /A.2/ según la cual, a la deuda V = 1 corresponde la cuota $c = \frac{1}{n} + i_d$.

1. Mínima tasa directa para un rendimiento dado

En este caso se da como dato el rendimiento y se busca el número de cuotas que minimiza la tasa directa.

Se pregunta, por ejemplo, ¿qué cantidad de cuotas hace mínima la tasa directa para una tasa de interés sobre saldo del 10%?

En la expresión /C.4/ se remplaza la tasa por el valor 0,10 y resulta n = 8,02 que, redondeado al entero más cercano, determina 8 cuotas. En tal caso, la tasa directa será:

$$i_d = \frac{0,1}{1 - 1,1^{-8}} - \frac{1}{8} = 0,06244 .$$

Para otro valor de n, resulta una tasa directa mayor. (9)

2. Máximo rendimiento para una tasa directa dada

En este caso la solución no es inmediata. Sea, por ejemplo, una tasa directa del 5% aplicada a planes de 10 pagos. En tal situación el rendimiento resulta:

$$i(10) = 0,0814416.$$

(9) $i_d(7) = 0,0625483$; $i_d(9) = 0,0625294$.

Si se remplaza este valor en la expresión /C.4/ resulta n = 8,86. Si redondeamos a 9, el nuevo rendimiento será:

$$i(9) = 0,0815658.$$

En consecuencia, el 5% directo da un rendimiento máximo para 9 cuotas. (10)

3. Disminución de la tasa directa aumentando el número de cuotas

En esta situación se trata de bajar la tasa directa aumentando el número de cuotas sin disminuir el rendimiento.

Sea una tasa directa del 8% para planes de 4 cuotas. Veremos si puede reducirse la tasa, aumentando el número de cuotas sin perder rendimiento.

El rendimiento para 4 cuotas al 8% directo será:

$$i(4) = 0,1211036.$$

A partir de este valor resulta de la expresión /C.4/ el valor n = 7,31. Tomando el entero inmediato anterior:

$$i_d(7) = \frac{0,1211036}{1 - 1,1211036^{-7}} - \frac{1}{7} = 0,0770279.$$

Se observa que la tasa directa puede disminuir del 8 al 7,7% manteniendo el mismo rendimiento y facilitando mayor número de cuotas.

4. Aumento del número de cuotas manteniendo la tasa directa y el rendimiento

Sea una tasa directa del 6% aplicada a un plan de 6 cuotas. Veremos si se puede incrementar este número con la misma tasa directa, sin menoscabar el rendimiento.

(10) $i(8) = 0,0815043$; $i(10) = 0,0814416$.

El rendimiento para 6 cuotas será:

$$i(6) = 0{,}0956178.$$

El valor de n correspondiente a esta tasa según la expresión /C.4/ es 8,19. En consecuencia, manteniendo el 6% directo, puede incrementarse a 8 el número de cuotas sin disminuir el rendimiento. (11)

Apéndice

En la siguiente tabla, el valor de (n) resuelve la ecuación /C.3/, mientras (n') resulta de la función de ajuste /C.4/.

i	n	n'	i	n	n'
0,001	77,48	74,57	0,026	15,32	15,40
0,002	54,81	53,31	0,027	15,03	15,12
0,003	44,76	43,80	0,028	14,77	14,85
0,004	38,78	38,11	0,029	14,51	14,60
0,005	34,70	34,21	0,030	14,28	14,36
0,006	31,68	31,31	0,031	14,05	14,14
0,007	29,34	29,06	0,032	13,83	13,92
0,008	27,46	27,24	0,033	13,62	13,72
0,009	25,89	25,73	0,034	13,43	13,52
0,010	24,57	24,45	0,035	13,24	13,33
0,011	23,44	23,35	0,036	13,06	13,15
0,012	22,45	22,39	0,037	12,88	12,98
0,013	21,57	21,54	0,038	12,72	12,81
0,014	20,79	20,78	0,039	12,56	12,65
0,015	20,09	20,09	0,040	12,40	12,50
0,016	19,46	19,48	0,041	12,25	12,35
0,017	18,89	18,91	0,042	12,11	12,20
0,018	18,36	18,40	0,043	11,97	12,07
0,019	17,88	17,92	0,044	11,84	11,93
0,020	17,43	17,48	0,045	11,71	11,80
0,021	17,01	17,07	0,046	11,59	11,68
0,022	16,63	16,69	0,047	11,46	11,56
0,023	16,27	16,34	0,048	11,35	11,44
0,024	15,93	16,00	0,049	11,24	11,33
0,025	15,61	15,69	0,050	11,13	11,22

(11) En este caso el rendimiento se incrementó: $i(8) = 0{,}0964081$.

Apéndice (continuación)

i	n	n'	i	n	n'
0,051	11,02	11,11	0,091	8,35	8,39
0,052	10,92	11,00	0,092	8,31	8,35
0,053	10,82	10,90	0,093	8,26	8,30
0,054	10,72	10,81	0,094	8,22	8,26
0,055	10,62	10,71	0,095	8,18	8,22
0,056	10,53	10,64	0,096	8,14	8,18
0,057	10,44	10,53	0,097	8,10	8,14
0,058	10,35	10,44	0,098	8,06	8,10
0,059	10,27	10,35	0,099	8,02	8,06
0,060	10,19	10,27	0,100	7,98	8,02
0,061	10,11	10,19	0,101	7,95	7,98
0,062	10,03	10,11	0,102	7,91	7,94
0,063	9,95	10,03	0,103	7,87	7,90
0,064	9,88	9,95	0,104	7,84	7,87
0,065	9,80	9,88	0,105	7,80	7,83
0,066	9,73	9,80	0,106	7,77	7,80
0,067	9,66	9,74	0,107	7,73	7,76
0,068	9,59	9,66	0,108	7,70	7,72
0,069	9,53	9,60	0,109	7,67	7,69
0,070	9,46	9,53	0,110	7,64	7,66
0,071	9,40	9,46	0,111	7,60	7,62
0,072	9,33	9,40	0,112	7,57	7,59
0,073	9,27	9,34	0,113	7,54	7,56
0,074	9,21	9,28	0,114	7,51	7,53
0,075	9,15	9,22	0,115	7,48	7,49
0,076	9,09	9,16	0,116	7,45	7,46
0,077	9,04	9,10	0,117	7,42	7,43
0,078	8,98	9,04	0,118	7,39	7,40
0,079	8,93	8,99	0,119	7,36	7,37
0,080	8,87	8,93	0,120	7,33	7,34
0,081	8,82	8,88	0,121	7,30	7,31
0,082	8,77	8,83	0,122	7,28	7,28
0,083	8,72	8,78	0,123	7,25	7,25
0,084	8,67	8,73	0,124	7,22	7,22
0,085	8,62	8,67	0,125	7,19	7,20
0,086	8,57	8,63	0,126	7,17	7,17
0,087	8,53	8,58	0,127	7,14	7,14
0,088	8,48	8,53	0,128	7,11	7,11
0,089	8,44	8,48	0,129	7,09	7,09
0,090	8,39	8,44	0,130	7,06	7,06

Apéndice (continuación)

i	n	n'	i	n	n'
0,131	7,04	7,04	0,166	6,31	6,27
0,132	7,01	7,01	0,167	6,30	6,26
0,133	6,99	6,98	0,168	6,28	6,24
0,134	6,97	6,96	0,169	6,26	6,22
0,135	6,94	6,93	0,170	6,25	6,20
0,136	6,92	6,91	0,171	6,23	6,18
0,137	6,89	6,88	0,172	6,21	6,17
0,138	6,87	6,86	0,173	6,20	6,15
0,139	6,85	6,84	0,174	6,18	6,13
0,140	6,83	6,81	0,175	6,17	6,12
0,141	6,80	6,79	0,176	6,15	6,10
0,142	6,78	6,77	0,177	6,13	6,08
0,143	6,76	6,74	0,178	6,12	6,06
0,144	6,74	6,72	0,179	6,10	6,05
0,145	6,72	6,70	0,180	6,09	6,03
0,146	6,70	6,68	0,181	6,07	6,02
0,147	6,67	6,65	0,182	6,06	6,00
0,148	6,65	6,63	0,183	6,04	5,98
0,149	6,63	6,61	0,184	6,03	5,97
0,150	6,61	6,59	0,185	6,01	5,95
0,151	6,59	6,57	0,186	6,00	5,94
0,152	6,57	6,55	0,187	5,98	5,92
0,153	6,55	6,53	0,188	5,97	5,91
0,154	6,53	6,51	0,189	5,96	5,89
0,155	6,51	6,48	0,190	5,94	5,88
0,156	6,50	6,46	0,191	5,93	5,86
0,157	6,48	6,44	0,192	5,91	5,85
0,158	6,46	6,42	0,193	5,90	5,83
0,159	6,44	6,41	0,194	5,89	5,82
0,160	6,42	6,39	0,195	5,87	5,80
0,161	6,40	6,37	0,196	5,86	5,79
0,162	6,39	6,35	0,197	5,85	5,77
0,163	6,37	6,33	0,198	5,83	5,76
0,164	6,35	6,31	0,199	5,82	5,75
0,165	6,33	6,29	0,200	5,81	5,73

Este trabajo se terminó de imprimir en los talleres gráficos de la División Publicaciones de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza (República Argentina) en diciembre de 1981.

Para adquisición y canje de la Revista, dirigirse a la Biblioteca de la Facultad.

La correspondencia debe dirigirse a:

Revista de la Facultad de Ciencias Económicas
de la Universidad Nacional de Cuyo
Centro Universitario
5500 - Mendoza, República Argentina