

ESTUDIOS DE ECONOMÍA APLICADA

VI Reunión Anual de ASEPELT-ESPAÑA

VOLUMEN 1



UNIVERSIDAD DE GRANADA

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

4 y 5 de junio de 1992

ISBN: 84 - 87901 - 42 - 5 / 84 - 87901 - 44 - 1

DEPOSITO LEGAL: CA - 823 - 1992

IMPRIME: GRAFIBERICA - JEREZ

INTRODUCCION

Es un verdadero placer para mí, como responsable del Comité Organizador de la VI Reunión Anual de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT - ESPAÑA), el poder presentar los trabajos, recibidos para su debate, en esta publicación, por muchos y variados motivos, entre los que deseamos destacar:

- En primer lugar la **cantidad** de trabajos, que sobrepasa la mas optimista de las estimaciones, como revelan las 192 ponencias que han sido presentadas.

- En segundo lugar su **variedad** temática, que abarca prácticamente la mayoría de las subáreas de conocimiento que están sumergidas dentro de la Economía Aplicada.

- En tercer lugar la **calidad** de las comunicaciones y la **heterogeneidad espacial** de los autores, que cubre todo el territorio español, peninsular e insular.

Todo ello, y el tiempo limitado dedicado a la Reunión, nos ha obligado a planificar unas sesiones de trabajo excesivamente paralelas, por la confluencia temporal de al menos siete mesas simultáneas, que han producido intersecciones en la presentación de comunicaciones, por lo que los asistentes se han visto obligados a seleccionar una de las mesas de entre las varias que pudieran serles de interés.

Finalmente queremos aquí y ahora agradecer públicamente y por escrito, todas las ayudas y colaboraciones, tanto materiales como personales que las distintas entidades patrocinadoras, colaboradoras y miembros de los Comités de Honor y Organizador, han prestado a la realización de esta VI Reunión de ASEPELT - ESPAÑA e igualmente a todos los asistentes a la misma, sin los cuales hubiera sido imposible llevarla a cabo. A todos, muy sinceramente, nuestras mas expresivas GRACIAS.

Rafael Herrerías
Presidente Comité
Organizador.

COMITE DE HONOR DE LA VI REUNION DE ASEPELT - ESPAÑA.

Excmo. y Magnco. Sr. D. Lorenzo Morillas Cueva
Rector de la Universidad de Granada

Excmo. Sr. D. Antonio Pascual Acosta
Consejero de Educación y Ciencia de la
Junta de Andalucía

Excmo. Sr. D. José Olea Varón
Presidente de la Diputación Provincial de Granada

Ilmo. Sr. D. José María Quintana González
Presidente del Consejo Social de la
Universidad de Granada

Ilmo. Sr. D. Manuel Martín Rodríguez
Presidente de la Caja de Ahorros "La General"

Ilmo. Sr. D. Julio Rodríguez López
Presidente del Banco Hipotecario de España

Ilmo. Sr. D. Gregorio Núñez Romero-Balmas
Decano de la Facultad de CC. Económicas y
Empresariales de Granada

Ilmo. Sr. D. Agustín Muñoz Vázquez
Decano de la Facultad de CC. Sociales y
Jurídicas de Jaén

COMITE ORGANIZADOR DE LA VI REUNION DE ASEPELT - ESPAÑA.

Prof. Dr. D. Rafael Herrerías Pleguezuelo
PRESIDENTE

Prof. Dr. D. Carlos Sánchez González
SECRETARÍA

Prof. Dr. D. Agustín Hernández Bastida
Infraestructura

Prof. Dr. D. Mariano Valderrama Bonnet
Administración

Prof. D. Eduardo Pérez Rodríguez
Resúmenes

Profª Dª Noelina Rodríguez Ferrero
Relaciones Institucionales

Prof. D. Jorge Chica Olmo
Trabajos Definitivos

Prof. D. Rafael Cano Guervós
Ordenación Trabajos

Profª Dª Teresa Castellano Montes
Supervisión y Ordenación de Sesiones

Prof. D. José Callejón Céspedes
Información

Sr. D. José Osorio Viedma
Normalización Informática

Sr. D. Juan Castillo Jiménez
Alojamiento

Srta. Dª María del Carmen Lizarraga Mollinedo

Srta. Dª María Mercedes García López

Srta. Dª María del Mar Fuentes Fuentes

Srta. Dª María del Carmen Román Vacas
Relaciones congresistas

INDICE

SEGUNDA SESION

MESA 21:	Econometría y Modelos Econométricos II	13
	Análisis de la Demanda de Educación Superior en España	15
	Efectos del Capital Humano sobre el Consumo	23
	Aproximación al perfil de la Familia Propietaria de una Vivienda de Veraneo en la Costa Murciana.	35
	Un Modelo LOGIT de Selección de Almacén	45
	Tratamiento de la Deuda Pública en el Modelo WHARTON-UAM	57
MESA 22:	Modelos Económicos II	69
	Consideraciones Económicas de la Variante Tecnológica: Estrategias Defensivas	71
	Cuantificación del Esfuerzo Publicitario y su Relación con el Nivel de Concentración de Mercado	81
	Concentración en el Sector del Cava: Análisis de la Adecuación de los Índices	91
	Una Reflexión de los Nuevos enfoques económicos en materia de I+D	101
	Equilibrio General Competitivo y Cambio Tecnológico	109
	Estimación de la Eficiencia Técnica de las Empresas Industriales del Grupo I.N.I. (Periodo 1.984 - 1.989)	113
	Modelización de las Funciones de Demanda de los Consumidores Mediante Técnicas SPLINES	129
	Una Optimización del Volumen de Producción Monoproducto y Monoepático, con Demanda Estocástica	141
MESA 23:	Modelos de Inversión para la Empresa II	153
	Estudio Cuantitativo del Índice IBEX-35	155
	El dominio Estocástico y el Método de MEDIA-VARIANZA	165
	Utilización del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) en la Ponderación de los Criterios Empleados en la Selección de Carteras	175
	Modelos de Selección de Carteras Eficientes y Cuasieicientes. Una Comparación	187
MESA 24:	Análisis de Datos II	197
	Aplicación de Redes Neuronales a la Predicción de Ventas ante situaciones Fluctuantes de los Precios	199
	Predicción Multivariante y Multiperiodo Mediante una Red Neuronal: Estudio de un Caso	209
	Primeras Aproximaciones a una Función de Consumo para Canarias	217
	Análisis de Séries de Turismo en Tenerife	227
	Análisis de la Representatividad del I.P.I. Agregado	237
	Procesos Logarítmicos Normales Multidimensionales con Factores Exógenos Versus.	247
	Análisis de Series Temporales. Análisis del Gasto Sanitario	255
	Volatilidad y Predicción en Séries Financieras	263
	Volatilidad de los tipos de Cambio: Un enfoque no Paramétrico	263

MESA 25:	Optimación y Programación Matemática II	273
	Aplicación de un Algoritmo Genético a un Problema de Localización-Producción	275
	Localización Competitiva de un Centro de Servicio con Distancia Rectangular	283
	Formas Temporales de las Funciones de Utilidad p Cóncavas	293
	Resolución de Problemas de Control óptimo mediante parametrización de Controles y Funciones de Penalización	315
	Funciones Cuasiconvexas. Aplicaciones en Problemas de Optimación Matemática	323
	Programación Matemática en la Optimación de Procesos de POISSON	333
MESA 26:	Tablas INPUT-OUTPUT	339
	Propuesta Metodológica para el Diseño de un modelo de análisis Regional Integrado con Desagregación Sectorial	341
	Input-Output y Energía	357
	Emisión de CO ₂ y su problemática Comunitaria. Un Método de Estimación General	369
	Determinación de Sectores Importantes en la Economía Española (1.980 y 1.985)	379
	El Multiplicador Estructural Correspondiente a la Tabla Input-Output Española de 1986	391
	Desindustrialización del Empleo y Mercado Unico	411
	El Multiplicador Estructural	421
	Dotación Factorial y Competitividad del Comercio de Manufacturas.	
	Efectos de la Integración de la C.E.E.	431
MESA 27:	Economía Española y Regional	443
	Comercio Intraindustrial: Un nuevo Enfoque para su medición	445
	Criterios de Cualificación Sectorial para la Industria Manufacturera Española	451
	La Marginalidad Económica en la España de los Noventa	463
	Los Nuevos Ejes del Crecimiento Económico de España en la Década de los 80:	
	El Eje Mediterraneo	471
	La Determinación de los Salarios en España: La influencia de las Fuerzas Competitivas y de las Institucionales	481
	La Industria Andaluza En la Década de los Ochenta. Factores Determinantes del Crecimiento y la productividad	489
MESA 28:	Informática	505
	El Papel de las Nuevas Tecnologías de la Información en la Economía del Turismo	507
	Implicaciones del Economista en los Proyectos Informáticos	511
	Los Sistemas Telemáticos: Un reto Para el Economista	521
	Nuevos Sistemas Informáticos de Ayuda a la Decisión en el Contexto Económico-Empresarial.	
	Sistemas Decisionales Integrales	529

NOTAS SOBRE LA ASOCIACION CIENTIFICO EUROPEA DE ECONOMIA APLICADA (ASEPELT - ESPAÑA).

Rafael Herrerías Pleguezuelo
Secretario General

Hay dos preguntas que se repiten por los nuevos asociados y aún por algún veterano de la misma, y son: ¿Qué significado tienen las siglas ASEPELT? y ¿Cuál ha sido la génesis y evolución en nuestro país? Estas notas nacen con el propósito de aclarar, desde la perspectiva de un asociado del año 1988, estas dos cuestiones.

En primer lugar, el significado de las siglas ASEPELT: Association Scientifique Européenne Pour Etudes Long Terme.

En cuanto a la segunda pregunta cabe señalar que el capítulo español de ASEPELT nace en Barcelona, el 23 de Junio de 1987, en el marco de las segundas jornadas sobre "Modelización Económica", para llenar el vacío existente en el ámbito de la Economía Aplicada de reuniones periódicas de especialistas en esta área, puesto en evidencia y a la vez sentido en las Primeras Jornadas realizadas el año anterior en la sede central del I.N.E. de Madrid, por una veintena de profesionales dedicados al estudio e investigación en este campo económico.

En este sentido, estas Segundas Jornadas de Barcelona pueden considerarse la Primera Reunión Anual de la Asociación ASEPELT -España y en ellas se alumbra el primer compendio de trabajos presentados a las mismas [1], organizadas por el Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española de la Universidad de Barcelona y coordinadas por el Prof. Dr. D. Manuel Artis Ortuño.

Un año después, es el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Valladolid quien organiza la Segunda Reunión Anual, bajo la dirección de la Profª. Dra. Dª. Josefa Eugenia Fernández Arufe, editándose los trabajos presentados un año más tarde [2].

La organización de la Tercera Reunión recae sobre el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Sevilla coordinada por el Prof. Dr. D. Jesús Basulto Santos, viendo la luz en el presente año las comunicaciones defendidas [3].

El Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía de la Universidad de Murcia es el encargado de organizar la IV Reunión Anual, siendo el responsable de la coordinación el Prof. Dr. D. Joaquín Aranda Gallego; estando pendiente, en la actualidad, la publicación de los trabajos presentados, [4].

El pasado año, el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Las Palmas, bajo la coordinación de la Profª. Dra. Dª. Beatriz González López-Valcarcel, organiza la V Reunión; se entrega la publicación de los trabajos presentados al comienzo de la Reunión [5] y [6].

En la presente obra, se recogen los trabajos presentados en esta VI Reunión Anual, ordenados de acuerdo con las mesas de trabajo dentro de las que fueron incluidos.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Finalmente, para los amantes de los datos, ofrecemos el siguiente cuadro, que muestra perfectamente la tendencia creciente, tanto del número de asociados como de trabajos presentados en las sucesivas reuniones. Creemos que un vistazo al mismo suple los comentarios, y sólo cabe felicitarnos por el éxito obtenido en tan pocos años, que ha permitido y promovido el intercambio de conocimientos y experiencias a una buena parte de los profesores y estudiosos de la Economía Aplicada del país.

	Barcelona 1987	Valladolid 1988	Sevilla 1989	Murcia 1990	Las Palmas 1991	Granada 1992
Nº Trabajos Presentados	23	35	53	97	175	192
Nº Autores de Trabajos	32	54	96	164	221	301
Nº Socios Individuales	40	85	127	181	209	259
Nº Socios Institucionales	2	3	4	6	13	15
Jornadas Congreso Mes	22 y 23 Junio	20 y 21 Junio	19 y 20 Junio	19 y 20 Junio	20 y 21 Junio	4 y 5 Junio

REFERENCIAS.

- [1] ARTIS ORTUÑO, M. y SURINACH CARALT, J. Editores (1989). Comunicaciones a las Segundas Jornadas sobre Modelización Económica. Publicaciones Universidad de Barcelona.
- [2] Estudios de Economía Aplicada (1989). Secretaría de Publicaciones de la Universidad de Valladolid.
- [3] Ponencias de la III Reunión Anual de la Asociación Científica Europea de Economía Aplicada. ASEPELT-ESPAÑA. Patronato de Asesoramiento Económico. Diputación de Sevilla. Sevilla, 1992.
- [4] Programa IV Reunión Anual ASEPELT-ESPAÑA. Murcia 1990.
- [5] Actas de la V Reunión Anual ASEPELT-ESPAÑA. Las Palmas de Gran Canaria (1991).
- [6] Actas: Libro 2. Las Palmas de Gran Canaria (1991).

ECONOMETRIA Y MODELOS ECONOMETRICOS II

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Bernardo Pena Trapero Presidencia de la mesa:

ANALISIS DE LA DEMANDA DE EDUCACION SUPERIOR EN ESPAÑA

Matilde ARRANZ PEREZ
M^a Jesús FREIRE SEOANE
UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA

1.- INTRODUCCION

Este trabajo supone una primera aproximación al análisis de la demanda en Educación Superior en España durante las dos últimas décadas, con la intención de poder, más adelante, completarlo con el análisis de la adecuación entre la demanda de estudios universitarios y la oferta de titulados en el mercado de trabajo.

Inicialmente hemos considerado las, teóricamente, principales variables económicas explicativas de la demanda de Educación Universitaria: renta, tasas de matrícula y nivel de empleo.

Además, hemos restringido este primer análisis a los estudios de ciclo largo, por una parte, y a los alumnos de matrícula oficial pública ordinaria, por otra. Es decir, consideramos únicamente, la demanda de Educación Pública en Facultades y Escuelas Técnicas Superiores, excluida la UNED.

2.- VARIABLES UTILIZADAS

Para la especificación econométrica del modelo, las variables han sido concretadas de la siguiente manera:

Renta: hemos utilizado la serie de Renta Real Bruta Disponible Familiar Per Cápita elaborada por el CEPREDE (YDH80N).

Tasas: las tasas de matrícula, en pesetas corrientes, nos han sido facilitadas por el Consejo de Universidades diferenciando entre tasas de carreras experimentales de aquellas que no tienen dicha consideración.

Ante la gran complejidad para separar año tras año, los centros considerados experimentales, y el número de alumnos matriculados en ellos, hemos optado en este momento, por considerar una media aritmética simple de los valores de tasas en centros experimentales y no experimentales como variable explicativa del coste directo de matrícula en los centros universitarios públicos ordinarios de ciclo largo. Esta variable la hemos transformado a valores reales del año 80, utilizando el Deflactor del Consumo Privado Interior elaborado por el CEPREDE (PCPI) y que es el utilizado para deflactar la renta.

Empleo: la fuente de datos para las variables relacionadas con el empleo ha sido la Encuesta de Población Activa. Hemos utilizado el dato correspondiente al segundo trimestre, por considerarlo el más cercano al período de matrícula en centros universitarios, situado en torno al tercer/cuarto trimestre de cada año. Ha de señalarse, no obstante, que para los años 70 a 76 los datos EPA hacen referencia al primer semestre.

Desde el año 72 existe la clasificación de ocupados por grupos de edad, pero al no coincidir exactamente los grupos, con la realizada a partir del año 76, sólo hemos podido disponer de la serie completa para los ocupados juveniles (hasta 19 años) y para el total de ocupados.

Además de las tres variables mencionadas, hemos incluido como explicativa de nuestros modelos el **número de alumnos matriculados en el Curso de Orientación Universitaria**, puesto que dicha variable permite medir el número de alumnos que, potencialmente, podrían acceder a los centros universitarios.

Los datos para esta variable han sido recogidos de las estadísticas del INE para los años 71 a 79 y del Anuario 1990 de Estadística Universitaria del Consejo de Universidades para los años 80 a 87. Los datos son homogéneos para las dos publicaciones.

Esta serie presenta una distorsión importante en los cursos 76/77 y 77/78. El Decreto 2459/1970 de 22 de Agosto desarrolla el calendario de implantación gradual de la Ley General de Educación. Según este calendario, en el curso 78/79 harán COU por vez primera los alumnos que han estudiado los tres cursos del Bachillerato Unificado Polivalente (BUP). Esto significa, que el curso anterior (77/78) es vacío para COU de alumnos de curso "normal" siendo los matriculados en este año alumnos del antiguo plan de Bachillerato. Sin embargo, el curso anterior, esto es, el 76/77 presenta un incremento mayor del usual en el número de alumnos de COU matriculados, quizá por el interés de los bachilleres, que ven su plan a extinguir, a superar este tipo de curso.

Para explicar las variaciones de la demanda de Educación Superior en los centros del tipo ya señalado, hemos utilizado, en un primer momento, una variable "proxy" al número de alumnos que se matriculan por primera vez en la Universidad en la modalidad de matrícula ordinaria (DMT) obtenida como diferencia entre el número total de matriculados en un curso y el número total de los alumnos que continúan del curso anterior; a su vez, estos últimos los obtuvimos como diferencia entre el número de alumnos matriculados en el curso anterior y los que en ese mismo curso acabaron sus estudios:

$$DMT_t = MT_t - [MT_{t-1} - ALIC_{t-1}]$$

Las variables

MT: número de alumnos de matrícula ordinaria en centros de ciclo largo.

ALIC: número de alumnos, de entre los anteriores, que terminan su carrera (alumnos que se licencian).

han sido obtenidas, para los años 70 a 80, de la Estadística Universitaria Española de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, y para los años 81 a 89 de los Anuarios de Estadística Universitaria del Consejo de Universidades.

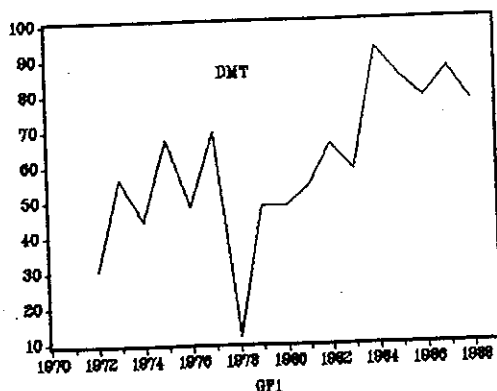
Es obvio que la variable DMT, así obtenida, sería una aproximación al número de alumnos nuevos en los centros universitarios, pues para obtener este dato habría que añadirle al valor de DMT el número de abandonos que se producen a lo largo del curso anterior:

$$ALN_t = DMT_t + ALAB_{t-1}.$$

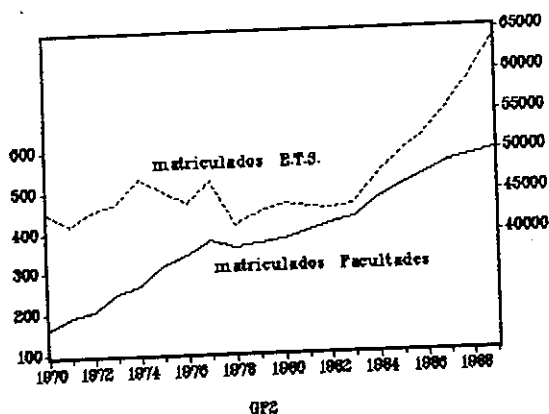
ALN: número de alumnos de nueva entrada.

ALAB: número de alumnos que abandonan los estudios.

El gráfico obtenido para DMT y el mal comportamiento de las variables exógenas en la explicación de sus variaciones hace pensar que la influencia de los abandonos es grande e irregular de año en año. Tampoco mejoran los resultados al considerar la proporción entre DMT y la cohorte de edad de 18 años.



Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, hemos decidido utilizar, como medida de la demanda, el número total de matriculados en cada año. La variable MT ha sido obtenida como suma de las variables MF (número de alumnos de matrícula ordinaria en Facultades) y ME (número de alumnos de matrícula ordinaria en E.T.S.). Estas dos últimas variables son de comportamiento bastante diferente, teniendo la primera una evolución creciente en todo el período, mientras que para la segunda, hasta el año 83 la evolución ha sido muy irregular.



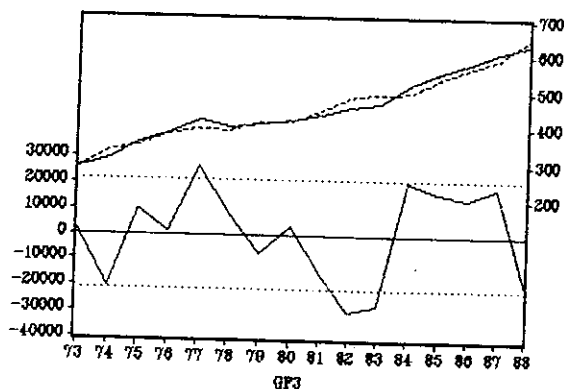
3.- MODELOS ESPECIFICADOS

Primeramente hemos estimado por MCO, para el período 73-88 una relación funcional lineal entre las variables dependiente y predeterminadas mencionadas obteniendo los siguientes resultados:

$$MT_t = -748204.56 + 3403.86RFPC80_t + 401170.74TU16_{t-1} + 0.207COU_{t-1} - 0.12TASAM80_t$$

(555.38) (79579.21) (0.19) (2.18)

$$R^2 = 0.96868 \quad DW = 1.469378$$



RFPC80: renta real bruta disponible familiar per cápita en miles de pesetas del 80.

TU16: tasa de desempleo juvenil (hasta 19 años).

COU: número de alumnos matriculados en COU.

TASAM80: tasa media real de matrícula en los centro universitarios en pesetas del 80.

Hemos utilizado un retardo para la variable empleo por suponer que el alumno que decide matricularse en COU tiene realmente intención de continuar si lo supera. De hecho, al estimar la misma función sin el indicado retardo los resultados empeoran sensiblemente a pesar de disponer de una observación más.

$$MT_t = -645848.21 + 2991.25RFPC80_t + 333179.74TU16_{t-1} + 0.33COU_{t-1} + 0.64TASAM80_t$$

(778.23) (124473.81) (0.25) (3.65)

$$R^2 = 0.941685 \quad DW = 0.671124$$

En algunos trabajos se han utilizado dos retardos para el empleo, y al hacerlo así en este caso, los resultados del ajuste mejoraron ligeramente, si bien el valor del parámetro estimado para la tasa presenta signo inadecuado.

$$MT_t = -493582.77 + 2529.61RFPC80_t + 358963.43TU16_{t-2} + 0.21COU_{t-1} + 1.95TASAM80_t$$

(465.26) (57652.31) (0.17) (1.64)

$$R^2 = 0.974667 \quad DW = 1.598648$$

Aún siendo los resultados del ajuste en (1) bastante aceptables, algunas de las variables se muestran no significativas debido a las relaciones lineales entre ellas.

Esta situación no mejora considerando como variable dependiente la proporción de matriculados en cada curso respecto a la cohorte de edad correspondiente (17 a 22 años hasta el curso 78/79 y 18 a 23 para los restantes)

Tampoco se nota mejoría introduciendo una variable ficticia con valor 1 en los cursos atípicos para la serie del número de alumnos matriculados.

Después de realizar diversas pruebas hemos comprobado que las variables referentes a renta y empleo se muestran, con generalidad, significativas. Teniendo esta segunda un mayor poder explicativo que la primera. Utilizando únicamente estas dos variables los resultados mejoran si se introduce la variable ficticia.

Un segundo tipo de modelos lineales considerados han sido aquellos en que se ha tenido en cuenta, entre las predeterminadas, la propia endógena desplazada como medida de la tendencia y la capacidad de la oferta de centros universitarios del tipo considerado.

Los resultados del ajuste mejoran al considerar la renta, el empleo y el número de matriculados en el período anterior, pero la alta correlación entre estas dos últimas variables distorsionan ligeramente los resultados.

Prescindiendo de la renta se obtienen unos resultados muy aceptables

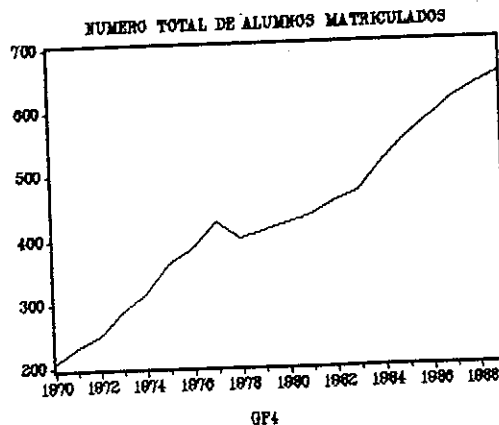
$$MT_t = -188869.02 + 122718.56TU_{16,t-1} + 0.94MT_{t-1} - 3.37TASAM80_t$$

(45888.75) (0.08) (1.67)

$$R^2 = 0.984365 \quad DW = 2.42631$$

aunque el valor explicativo del modelo sea menor. No obstante la SCE en la predicción ex-post para los años 86-89, hemos constatado que es más pequeña en este modelo que en algunos de los anteriormente mencionados y que incluyen la renta como variable explicativa del total de alumnos matriculados.

El tercer supuesto de modelo para la mejor explicación del comportamiento de la variable MT, y dada su evolución fuertemente creciente entre los años 70-76 y 84-89 ha sido el exponencial.

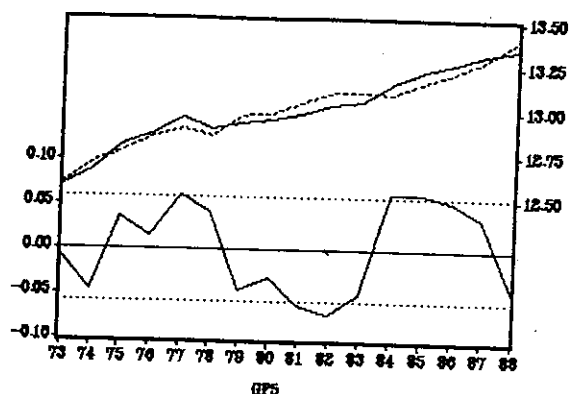


La estimación MCO del modelo logarítmico de las variables expresadas en la ecuación (1) ha dado los siguientes resultados:

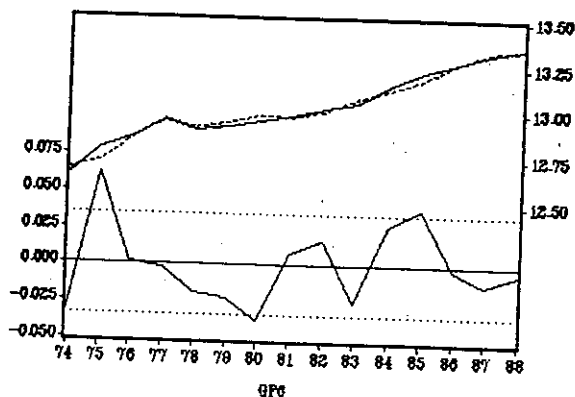
$$LMT_t = -0.13 + 2.16LRFPC80_t + 0.226LTU16_{t-1} + 0.0988LCOU_{t-1} - 0.012LTASAM80_t$$

(0.46) (0.056) (0.83) (0.076)

$$R^2 = 0.951011 \quad DW = 1.072310$$



Este modelo presenta un coeficiente estimado de autocorrelación de las perturbaciones de 0.95538 y el ajuste mejora al hacer la estimación por el método de Cochrane-Orcutt.



4.- CONTRASTE DE ESPECIFICACION

A la vista de los resultados obtenidos en las ecuaciones (1) y (5) hemos querido contrastar cuál de las dos especificaciones es preferible para modelizar la demanda de educación superior. Puesto que el primero es un modelo lineal y el segundo es exponencial, utilizamos el test de Pesaran y Deaton (1978) para modelos uniecuacionales no lineales y no anidados.

Dicho contraste se realiza a través del estadístico $N_0 = T_0 / (V(T_0))^{1/2}$ que, bajo la hipótesis nula, se distribuye como una $N(0,1)$. El cálculo de N_0 se realiza a través de las expresiones:

$$T_0 = T/2 \ln (\sigma^2 / \sigma_{10}^2)$$

$$V(\bar{T}_0) = \sigma^2 \cdot S_2 / \sigma_{10}^4$$

$$s_{10}^2 = \sigma^2 + S_1 / T$$

$$s_0^2 = \text{SCE}_0 / T$$

$$s_1^2 = \text{SCE}_1 / T$$

Siendo SCE_0 la suma de cuadrados de los errores de la estimación del modelo correspondiente a la hipótesis nula.

SCE_1 : suma de cuadrados de errores de la estimación del modelo correspondiente a la hipótesis alternativa.

S_1 : suma de cuadrados de errores de la estimación del modelo correspondiente a la hipótesis alternativa, utilizando como regresando el vector de sus valores estimados bajo la hipótesis nula.

S_2 : suma de cuadrados de errores de la regresión de los residuos de la estimación efectuada para la obtención de S_1 respecto a los regresores de la hipótesis nula.

El contraste de la hipótesis nula H_0 : modelo lineal, frente a la alternativa H_1 : modelo exponencial, ha dado los siguientes resultados:

SCE_0	SCE_1	S_1	S_2	T_0	$V(T_0)$	N_0
4.86E+9	8.71E+9	1.29E+9	1.18E+9	2.78	2.4025	1.78

Puesto que 1.78 está a la derecha del valor -1.64, la hipótesis H_0 ha de ser aceptada.

Para contrastar la hipótesis nula H_1 : modelo exponencial frente a la alternativa H_0 : modelo lineal, se ha de obtener el estadístico N_1 a través de las expresiones:

$$T_1 = T/2 \ln (\sigma^2 / \sigma_{01}^2)$$

$$V(T_1) = \sigma^2 \cdot S_4 / \sigma_{01}^4$$

Siendo S_4 la suma de cuadrados de errores de la regresión de los residuos correspondientes a la estimación del modelo lineal (H_0), sustituyendo el regresando por su estimación bajo la hipótesis alternativa (modelo exponencial), y utilizando como variables explicativas las derivadas parciales del modelo exponencial con respecto a cada uno de los parámetros.

SCE_0	SCE_1	S_4	T_1	$V(T_1)$	N_1
4.86E+9	8.71E+9	26638245	-1.88	0.097969	-6.006

Por estar el estadístico N_1 a la izquierda del punto crítico para este contraste (-1.64), hemos de rechazar la hipótesis nula que, en este caso, es el modelo exponencial.

5.- CONCLUSIONES

A la vista de los resultados del contraste de especificación realizado se puede concluir que la forma funcional más adecuada para la explicación del comportamiento de la demanda de Educación Superior Pública de ciclo largo es la lineal.

A través de ella, y utilizando como variables explicativas las variables de tipo económico más importantes, se recoge la mayor parte de la variabilidad de la variable número total de matriculados en los centros universitarios del tipo mencionado.

No obstante, las relaciones lineales entre variables explicativas, y la no inclusión en estos modelos de variables de otro tipo, tales como gustos y características personales de los alumnos, distancia entre residencia familiar y centro universitario, etc, son causa de que ningún modelo de los aquí tratados sea claramente superior a todos los demás.

BIBLIOGRAFIA

CAMPBELL, R. y B. SIEGEL (1967). "The demand for higher education in the United States, 1919-1964". *American Economic Review*, nº 57, págs. 482-494.

LEHR, D. y J. NEWTON (1978). "Time series and cross-sectional investigations of demand for higher Education". *Economic Inquiry*, vol. 16, págs. 411-422.

MORA RUIZ, J.G. (1990). *La demanda de Educación Superior*. Consejo de Universidades. Secretaría General. Madrid.

PESARAN, M.H. y A.S. DEATON (1978). "Testing non-nested nonlinear regression models". *Econometrica*, vol. 46, págs. 677-694.

PISSARIDES, C.H. (1982). "From school to University: the demand for post-compulsory education in Britain". *Economic Journal*, vol. 92, págs. 654-667.

EFFECTOS DEL CAPITAL HUMANO SOBRE EL CONSUMO

M^a Lucía NAVARRO GOMEZ
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA Y ECONOMETRIA
UNIVERSIDAD DE MALAGA

INTRODUCCIÓN

Para la teoría del capital humano (ver Schultz, 1963, Becker, 1964 o Mincer, 1974), la educación afecta de manera positiva a la productividad mercantil de los individuos y por consiguiente a las rentas que ellos mismos perciben en el mercado de trabajo. En el marco de esta corriente de investigación, las decisiones individuales de inversión en formación vienen motivadas por el rendimiento monetario esperado del acto educativo que, de acuerdo con la teoría clásica de la inversión de Fisher (1930), resulta de la comparación de los costes directos y de los costes de oportunidad ligados a la decisión de inversión en las personas, con las rentas futuras que éstas pueden esperar obtener a lo largo de su vida activa.

Sin embargo, parece lógico pensar que la formación no interviene únicamente en el marco de las actividades laborales que realizan los individuos y, así, los aspectos monetarios que acabamos de señalar no reflejan nada más que una parte del rendimiento total de la educación. En efecto, al contrario que el capital físico, el stock de capital humano tiene la propiedad de estar incorporado en el individuo y por esta razón no se puede disociar de la persona que lo posee. Esta característica implica por consiguiente que si el nivel de formación influye favorablemente sobre la productividad del tiempo asignado al mercado de trabajo, también debe actuar positivamente sobre otras actividades y en particular sobre las actividades de consumo de los individuos.

Esta idea, desarrollada especialmente por Michael (1972) en el marco de la nueva teoría del consumidor (ver Becker, 1965 y Lancaster, 1966), conduce a suponer que los hogares más educados saben combinar mejor los bienes que compran con el tiempo de que disponen, para producir los servicios de consumo que entran en su función de utilidad. Dicho de otra manera, este enfoque consiste en conjeturar que el stock de capital humano constituye un factor de eficiencia en el proceso de producción doméstica, lo cual permite a los hogares que disponen de un stock de capital humano importante abaratar los costes de producción de sus actividades de consumo y, así, elevar su renta real.

El objetivo de nuestro trabajo es verificar la validez de estas hipótesis en el ámbito de la sociedad española y, por consiguiente, ofrecer una estimación del rendimiento no monetario del stock de capital humano en España.

1. ENFOQUE TEÓRICO

Frente a la teoría tradicional del consumidor, que podríamos interpretar sucintamente como una teoría de asignación del dinero¹, la denominada nueva teoría del consumidor (ver Becker, 1965 y Lancaster, 1966) puede considerarse como una teoría de asignación del tiempo, además del dinero. El interés esencial de esta extensión del enfoque reside en que se da más importancia a las diferencias de precios y de rentas, merced a una medida más correcta de estas magnitudes, haciendo menos necesarias las explicaciones en términos de los gustos.

Para reducir el papel atribuido a los gustos, la nueva teoría del consumidor supone la existencia de una tecnología de consumo, que explicita que la combinación de los factores necesarios para la obtención del bien final, verdadero objeto de satisfacción para el individuo, se realiza mediante una relación técnica. Así nace la llamada función de producción doméstica y la consideración del consumo como una actividad productiva, donde se introduce el propio tiempo usado por el consumidor como un nuevo input, junto a los bienes mercantiles, en el proceso de transformación realizado para la obtención del bien consuntivo.

La introducción del tiempo en el consumo de bienes y servicios provoca una ampliación de las nociones habituales de renta y de precios. La renta monetaria no es una medida completa de los recursos de las familias, ni el precio monetario mide fielmente el verdadero coste del consumo. El tiempo libre, al ser un factor escaso, tiene un precio implícito, al igual que los productos mercantiles tienen un precio monetario. Así, el precio completo de un consumo es la suma de su precio monetario y del valor del tiempo necesario para consumir la unidad de ese bien.

En este contexto, la teoría de la producción doméstica da un lugar simétrico a los distintos factores (principalmente a los productos mercantiles y a los tiempos de producción doméstica) que concurren en la producción de bienes finales, entre los que los individuos expresan sus preferencias y que les procuran una utilidad. El comportamiento racional, por otra parte, consiste en maximizar la utilidad, teniendo en cuenta las restricciones técnicas y de recursos existentes.

En conformidad con la nueva teoría del consumidor, las actividades de consumo Z_i de los individuos se generan a partir de las siguientes funciones de producción:

$$Z_i = F_i(x_i, t_i; H) \quad i = 1, \dots, n$$

donde x_i representan los bienes y servicios mercantiles que entran en la elaboración de la actividad de consumo Z_i , t_i es el tiempo dedicado por el individuo o el hogar a la producción de dicha actividad, y H representa la cantidad de capital humano de la que dispone el productor de la actividad.

Esta última variable, que puede considerarse como un factor de entorno, influye en la producción de los bienes Z_i , actuando sobre las propias condiciones de esta producción. Dicho de otra manera, el stock de capital humano se considera como un factor de eficiencia que afecta a la naturaleza del proceso productivo y a la cantidad de bienes mercantiles y de tiempo que es necesario asociar en la elaboración de las actividades de consumo Z_i .

Desde el punto de vista matemático, el efecto del capital humano sobre la producción de un bien dado Z_i se obtiene diferenciando su función de producción respecto a la variable H , manteniendo constante el nivel de factores X_i y t_i utilizados.

Realizando desarrollos sucesivos, llegamos al modelo de neutralidad siguiente:

$$x_i = \eta_i \bar{Y}_c - \bar{Y}_c = \bar{Y}_c (\eta_i - 1) \quad (I)$$

Según esta ecuación, se puede predecir que si Z_i es un bien de primera necesidad (de lujo) entonces el consumidor reduce (aumenta) su gasto en x_i , de manera que su gasto total permanezca constante. En otras palabras:

$$\text{si } \eta_i \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 1 \quad \text{entonces } x_i \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0$$

La ecuación de demanda anterior permite también predecir el efecto de la educación sobre la renta real. En efecto, multiplicando cada miembro de la relación (I) por H se obtiene la misma en términos de elasticidades, es decir:

$$\frac{dx_i}{dH} \frac{H}{x_i} = \frac{dY_c}{dH} \frac{H}{Y_c} (\eta_i - 1)$$

De donde se puede deducir la relación siguiente:

$$\phi_{YcH} = \phi_{xiH} / (\eta_i - 1) \quad (II)$$

que expresa la elasticidad de la renta real respecto a la educación en función de la elasticidad de la demanda del bien mercantil respecto a la educación, y de la elasticidad de la demanda respecto a la renta.

A partir de las estimaciones de ϕ_{xiH} y η_i se puede calcular el valor de la elasticidad ϕ_{YcH} mediante la expresión:

$$\phi_{xiH} = K (\eta_i - 1) \quad (III)$$

siendo K la estimación de ϕ_{YcH} , que indica el efecto de la educación sobre la renta real debido a los cambios en la productividad no mercantil y proporciona una medida del rendimiento no pecuniario del stock de capital humano.

2. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO EMPÍRICO

La verificación del modelo teórico que acabamos de presentar se funda en el ajuste de una serie de curvas de Engel, conocidas también en la literatura como curvas de gastos-renta, que relacionan los gastos anuales que asignan los hogares españoles a la compra de diferentes grupos de bienes mercantiles con sus rentas, su stock de capital humano y un conjunto de características socioeconómicas que intervienen aquí como factores de control del comportamiento de las familias.

Nuestras estimaciones se basan en los datos individuales de la última encuesta de Presupuestos Familiares realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 1983). Los resultados se refieren a una muestra de 23.909 observaciones² representativas de los algo más de 10 millones de hogares que componen la sociedad española actual. La naturaleza transversal de esta fuente de información implica que la estimación del rendimiento no monetario del capital humano al que procedemos se fundamenta, conforme a la teoría estática de la demanda, en la hipótesis de que los precios de los bienes son constantes, lo que conduce a ignorar, por consiguiente, los efectos de sustitución provocados por las diferencias de precios de los artículos de consumo.

Las curvas de Engel que ajustamos en este contexto tienen la forma general siguiente:

$$X_i = f_i(Y, H, E, T, M)$$

donde:

X_i representa el gasto de la familia en el bien i . Distinguimos de forma simple las compras de los hogares en bienes de las compras en servicios.

Y es el nivel de renta de la familia, aproximado por el gasto total de consumo del hogar.

H representa el stock de capital humano de tipo formal del sustentador principal, medido de forma continua.

E es la edad del cabeza de familia.

T simboliza el tamaño familiar.

M representa el tamaño del municipio de residencia del hogar, representado aquí por tres variables ficticias $M1$, $M2$ y $M3$ ³.

3. VERIFICACIÓN EMPÍRICA

Para obtener los valores de los parámetros desconocidos del sistema de demanda y verificar al mismo tiempo la hipótesis impuesta por el modelo de neutralidad, las formas libre y restringida de las ecuaciones de gastos, que son en realidad aparentemente no relacionadas, se estiman por el método de Zellner (1962), y la aceptación o el rechazo de dicha hipótesis se realiza comparando la diferencia de la suma de los cuadrados de los residuos de ambas especificaciones con una X^2 con $(K-Q)$ grados de libertad, tanto como restricciones impuestas al sistema.

La especificación de las ecuaciones libres del sistema de demanda viene guiada por la preocupación de simplificar la versión restringida del modelo de gastos. La forma logarítmico-lineal responde perfectamente a este objetivo, en la medida en que el cálculo de las elasticidades es inmediato, lo que facilita la incorporación de la restricción en la especificación original. Por otra parte, la elección de esta forma no se hace en detrimento de la calidad de las estimaciones, puesto que en general esta función ajusta mejor que otras los gastos realizados en la mayoría de los bienes (ver Prais y Houthakker, 1955 o Brown y Deaton, 1972).

En esta sección presentamos los resultados de los distintos ajustes del modelo de consumo, a partir de los cuales estimamos el rendimiento no pecuniario del capital humano en España. Nuestra verificación empírica se fundamenta, en primer lugar, en una dicotomía simple de las compras de los hogares que opone la categoría de los bienes a la de los servicios y, en segundo lugar, en la tipología en veinte grupos de artículos que ha sido establecida anteriormente.

La tabla 1 reproduce los resultados del ajuste de los sistemas no restringido y restringido de demanda en su versión logarítmico lineal, por el método SURE de Zellner.

Antes de analizar y de confrontar estos resultados verificamos, en primer lugar, la hipótesis de homoscedasticidad sobre la cual descansan nuestros ajustes. Por razones prácticas construimos el test de White (1980), sólo en el caso del sistema libre de demanda, suponiendo que sus conclusiones pueden generalizarse también al sistema restringido, a la vista de la similitud de los resultados entre ambas especificaciones del modelo de consumo (tabla 1).

Tabla 1
Estimación del modelo logarítmico lineal de consumo^a

Grupos	Variables explicativas										
	Kte.	Y	E	H	T	M ₁	M ₂	M ₃	R ²	K	$\frac{2}{H}$
SISTEMA NO RESTRINGIDO											
Bienes	1,251	0,856	0,0003	-0,047	0,196	-0,027	-0,052	-0,098	0,75	0,329	394
	0,0673	0,0045	0,0084	0,0059	0,0058	0,0070	0,0065	0,0074		..	..
	(18,59)	(189,40)	(0,03)	(-7,99)	(33,69)	(-3,91)	(-8,04)	(-13,17)		..	..
Servicios	-10,623	1,641	-0,244	0,202	-0,101	0,158	0,160	0,288	0,51	0,316	271
	0,2214	0,0149	0,0277	0,0194	0,0191	0,0230	0,0213	0,0245		..	..
	(-47,98)	(110,31)	(-8,82)	(10,42)	(-5,29)	(6,89)	(7,52)	(11,78)		..	..
SISTEMA RESTRINGIDO											
Bienes	1,254	0,856	0,0006	-0,046	0,196	-0,027	-0,052	-0,098	0,75	0,320	..
	(18,89)	(207,62)	(0,07)	(-11,53)	(34,40)	(-3,90)	(-8,07)	(-13,25)		..	..
Servicios	-10,617	1,640	-0,244	0,205	-0,100	0,158	0,160	0,288	0,51	0,320	..
	(-48,19)	(113,85)	(-8,83)	..	(-5,29)	(6,90)	(7,51)	(11,79)		..	..

Nota: a.Las cifras situadas debajo de los coeficientes representan sus desviaciones estándares. Los valores entre paréntesis corresponden a los estadísticos t.

En la versión no restringida del sistema de demanda el valor del parámetro K está naturalmente calculado expost y no estimado.

Según nuestros resultados (ver la última columna de la tabla 1), el test de White rechaza la hipótesis de homoscedasticidad, puesto que al nivel de significación del 5% el valor del X^2 con 28 grados de libertad es igual a 41,34.

A la vista de esta conclusión, la tabla 2 corrige los efectos de la heteroscedasticidad en el modelo libre de consumo considerado, en base a las estimaciones consistentes de las variancias de los coeficientes obtenidas por el método de White y da también los valores asintóticos de los estadísticos de Student correspondientes.

Según las informaciones contenidas en esta tabla, se comprueba que los valores asintóticos de los estadísticos t son sistemáticamente más pequeños que los obtenidos bajo la hipótesis previa de homoscedasticidad. A pesar de ello, el análisis comparativo de los resultados indica que la estimación del sistema de demanda bajo la hipótesis de homoscedasticidad no conduce a modificar en unas proporciones importantes las conclusiones del modelo; el fenómeno de heteroscedasticidad no es lo suficientemente importante como para distorsionar los niveles de significatividad de las variables incluidas en el análisis de la tecnología de consumo de los hogares.

Tabla 2

Estimación del modelo logarítmico lineal de consumo^a
- sistema no restringido corregido de la heteroscedasticidad -

Grupos	Variables explicativas										
	Kte.	Y	E	H	T	M ₁	M ₂	M ₃	R ²	F	K
Bienes	1,251	0,856	0,0003	-0,047	0,196	-0,027	-0,052	-0,098	0,75	10433	0,329
	0,1129	0,0086	0,0094	0,0078	0,0081	0,0082	0,0073	0,0088			..
	(11,08)	(99,53)	(0,032)	(-6,03)	(24,20)	(-3,29)	(-7,12)	(-11,14)			..
Servicios	-10,623	1,641	-0,244	0,202	-0,101	0,158	0,160	0,288	0,51	3542	0,316
	0,3279	0,0242	0,0311	0,0282	0,0269	0,085	0,0255	0,0310			..
	(-32,40)	(67,81)	(-7,85)	(7,16)	(-3,75)	(5,54)	(6,27)	(9,29)			..

Nota: a. Las cifras situadas debajo de los coeficientes representan sus desviaciones estándares consistentes. Los valores entre paréntesis corresponden a los estadísticos t asintóticos. En esta versión no restringida del sistema de demanda el valor del parámetro K está naturalmente calculado *ex post* y no estimado.

Con el fin de verificar ahora la posible interdependencia de los regresores, la tabla 3 que viene a continuación reproduce el valor de los índices de condición y descompone, al mismo tiempo, la variación de los coeficientes, sobre la cual se fundamenta el diagnóstico de la multicolinealidad propuesto por Belsey, Kuh y Welsch (1980).

Según estos resultados, el séptimo y el octavo índices de condición exceden el valor crítico de 30, más allá del cual se considera que existe una considerable dependencia lineal entre los regresores. El último de estos dos índices es el dominante y revela que las estimaciones del término constante y del coeficiente de la renta están posiblemente afectados por la colinealidad⁴. Sin embargo, el séptimo índice de condición indica que el fenómeno de interdependencia de los factores no altera solamente a estos parámetros, sino que es susceptible de distorsionar también el valor estimado del coeficiente de la edad.

Tabla 3
Diagnóstico de la multicolinealidad según el test de BKW

Descomposición de la variancia de los coeficientes (en proporciones)									
Nº	Indices de condición	Kte.	Y	E	H	T	M ₂	M ₂	M ₃
1	1,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0014	0,0031	0,0042	0,0051	0,0039
2	2,3526	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,3306	0,0037	0,2282
3	2,3566	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0841	0,2631	0,1597
4	4,6182	0,0001	0,0001	0,0006	0,0008	0,0353	0,5548	0,6437	0,4806
5	6,5439	0,0006	0,0003	0,0047	0,0138	0,6158	0,0100	0,0269	0,0382
6	10,7491	0,0014	0,0007	0,0175	0,7323	0,0019	0,0002	0,0339	0,0605
7	39,1774	0,0443	0,1483	0,7856	0,2208	0,2351	0,0157	0,0156	0,0085
8	85,4424	0,9535	0,8505	0,1914	0,0308	0,1088	0,0004	0,0081	0,0203

Una manera de determinar la peligrosidad de las dependencias observadas entre los regresores consiste en combinar estos resultados con los procedentes del test s/n de Belsey (1982). El fruto de esta combinación figura en la tabla 4 siguiente, la cual presenta los valores calculados del estadístico ϕ^2 (respecto al origen, $\beta_2^*=0$) para cada coeficiente considerado individualmente ($k_2=0$)⁵ y asocia a éstos los resultados del test de multicolinealidad de BKW.

Según esta tabla, la presencia de la multicolinealidad hace solamente incierta la estimación del efecto de la edad sobre la demanda de bienes, puesto que esta variable es la única que tiene un ϕ^2 inferior al valor teórico de la F elegido aquí⁶. A la vista de estos resultados, se comprueba que la estimación del efecto del ciclo de vida sobre el consumo de servicios y la de la elasticidad de la demanda de bienes y de servicios respecto al nivel de renta no se ven perjudicadas por la existencia de la multicolinealidad⁷. Dos coeficientes, el relativo a la primera modalidad de la variable de residencia en la ecuación de los bienes y al tamaño familiar en la ecuación de los servicios, revelan una inadecuación del test s/n , aunque sus estimaciones no están afectadas por

Tabla 4

Adecuación del test s/n y resultados del test de multicolinealidad

$$-k_2=1, \beta^{*2}=0, =0,999, F_{1,1000}^{0,05}=24,5 -$$

Variables explicativas

V.explicada	Kte.	Y	E	H	T	M ₁	M ₂	M ₃
Bienes								
ϕ^2	122,8	9906,0	0,001	36,4	585,6	10,8	50,7	124,1
Colinealidad	Si	Si	Si	No	No	No	No	No
Servicios								
ϕ^2	1049,8	4596,8	61,6	51,3	14,1	30,7	39,3	86,3
Colinealidad	Si	Si	Si	No	No	No	No	No

la presencia de la multicolinealidad. El resto de los parámetros no presentan ningún problema y todo deja pensar que se puede confiar en la calidad de sus estimaciones.

Los contrastes de heteroscedasticidad y de multicolinealidad que acaban de desarrollarse muestran, sin lugar a dudas, que los resultados del ajuste de las versiones libre y restringida del modelo de consumo, presentados en la tabla 1, son suficientemente fiables, y que las variables esenciales sobre las cuales descansa nuestro análisis, o sea la renta y el stock de capital humano, no generan problemas particulares de estimación que pudieran dificultar la verificación empírica del papel de la educación en el reparto de las actividades de consumo de los hogares entre bienes y servicios.

La observación de estos resultados permite decir, en primer lugar, que no se puede rechazar la hipótesis de neutralidad del stock de capital humano que habíamos admitido teóricamente. En efecto, el valor calculado del test de la X^2 es igual a:

$$T^0 = nS_R - nS_L = 47802,07 - 47802,00 = 0,07$$

cantidad que, al nivel de significación del 5%, es inferior al valor teórico de la X^2 con un grado de libertad⁸.

La estimación del sistema restringido de demanda nos conduce a admitir que, en el caso de los bienes y de los servicios, la rentabilidad no pecuniaria de la educación, medida por la elasticidad de la renta real respecto al stock de capital humano es del orden de 0,32. Dicho de otra manera, este resultado implica que un aumento de un 1% del nivel de educación se traduce, gracias a la mejora de la productividad no mercantil que supone, en un crecimiento del orden del 0,32% de la renta real de los hogares. Según otras estimaciones no reproducidas aquí, este rendimiento no pecuniario del capital humano resulta inferior a la rentabilidad de la formación sobre el mercado de trabajo. En efecto, en base a los mismos datos, el ajuste del modelo de escolaridad que relaciona en una forma semilogarítmica las rentas del trabajo de los individuos con su nivel de educación (ver por ejemplo, Mincer 1979) revela una elasticidad del salario respecto al stock de capital humano del orden de 0,71, lo cual indica que el rendimiento monetario de la formación es aproximadamente el doble que su rendimiento no monetario.

REFERENCIAS

Barten, A.P. (1977): "The Systems of Consumer Demand Functions Approach: A Review", *Econometrica*, Vol.45, 23-51.

Becker, G.S. (1964): *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis With Special Reference to Education*, National Bureau of Economic Research.

Becker, G.S. (1965): "A Theory of the Allocation of Time", *Economic Journal*, Septiembre, Vol.75, 493-517.

Belsey, D.A. (1982): "Assessing the Presence of Harmful Collinearity and other Forms of Weak Data through a Test for Signal-to-Noise", *Journal of Econometrics*, 20, 211-253.

Belsey, D.A., Kuh, E. y Welsch, R.E. (1980): *Regression Diagnostic: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*, New York, Wiley.

Brown, J.A.C. y Deaton, A. (1972): "Surveys in Applied Economics: Models of

Consumer Behaviour”, *Economic Journal*, Diciembre, Vol.82, 1145-1236.

Fisher, I. (1930): *The Theory of Interest*, Mc Millan and Co.

INE (1983): *Encuesta de Presupuestos Familiares 1980-1981*, Madrid.

Lancaster, K. (1966): “A New Approach to Consumer Theory”, *Journal of Political Economy*, Abril, Vol.74, 132-157.

Michael, R. (1972): *The Effect of Education on Efficiency in Consumption*, New York, Columbia University Press.

Mincer, J. (1974): *Schooling, Experience and Earnings*, National Bureau of Economic Research.

Mincer, J. (1979): “Human Capital and Earnings” in *Economic Dimension of Education*, Washington, National Academy of Education.

Prais, S.J. y Houthakker, H.S. (1955): *The Analysis of family budgets*, Cambridge, Cambridge University Press.

Schultz, T.W. (1963): *The Economic Value of Education*, New York, Columbia University Press.

White, H. (1980): “A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity”, *Econometrica*, Vol.48, 817-838.

Zellner, A. (1962): “An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias”, *Journal of the American Statistical Association*, nº57, 348-368.

¹ Donde se ignora totalmente el tiempo.

² Después de eliminar de la encuesta las observaciones aberrantes y en particular los hogares que tienen un consumo total nulo.

³ M1 simboliza los hogares que viven en municipios de menos de 10.000 habitantes, M2 los de 10.000 a 50.000 habitantes y M3 los de más de 50.000 habitantes.

⁴ En efecto, estos dos regresores están asociados con unas proporciones de sus variantes superiores a 0,5.

⁵ El test descansa en la estimación del modelo de consumo, bajo la hipótesis de heteroscedasticidad.

⁶ El efecto perverso que ejerce la multicolinealidad sobre la estimación del coeficiente de la edad se verifica también para un valor más moderado de γ . Así, para $\gamma=0,90$ el valor teórico de $F^{0,05}_{1,1000}$ es igual a 10,9, lo que es todavía superior al valor calculado de ϕ^2 .

⁷ En estos casos, los efectos de la multicolinealidad están atenuados por el pequeño valor de la variancia de los estimadores en relación a los valores estimados de estos parámetros.

⁸ Al nivel de significación del 5%, el valor teórico de la X^2 con un grado de libertad es igual a 3,841.

APROXIMACION AL PERFIL DE LA FAMILIA PROPIETARIA DE UNA VIVIENDA DE VERANEO EN LA COSTA MURCIANA.

Valentina ALACID CARCELES

PROFESORA AYUDANTE DE ESCUELA DEL DEPARTAMENTO DE METODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA. E.U. DE ESTUDIOS EMPRESARIALES DE MURCIA.

1.- INTRODUCCION

Existen diversos trabajos en la literatura econométrica en los que, a partir de características socioeconómicas de las familias, se construyen modelos que explican la elección entre vivienda en propiedad o arrendada, o la elección de lugar de residencia, por parte de las familias, utilizando para ello la herramienta de los modelos de respuesta cualitativa. Véanse por ejemplo David (1975), Li (1977) y Ellickson (1981).

En todos estos trabajos aparecen repetidamente como variables explicativas la renta de la familia, el número de personas que la componen, el número de hijos menores de edad, la edad del cabeza de familia y la raza. Siguiendo este método hemos utilizado estas variables (excepto la variable raza, por razones obvias) para formular un modelo que nos explique la elección entre vivienda propia o alquilada de veraneo, para familias que veranean en la costa murciana. En concreto, el modelo nos dará la probabilidad de poseer una vivienda en la costa de Murcia para familias que pasan sus vacaciones de veraneo en dicha costa. De esta forma veremos como las variables consideradas determinan la decisión de las familias de adquirir una segunda vivienda y llegaremos al perfil de la familia propietaria de una vivienda de veraneo en la costa murciana.

En la sección 2 describimos la muestra y las variables utilizadas. En la sección 3 construimos una serie de modelos anidados que estimamos y llevamos a cabo la selección del que presenta un mejor ajuste a los datos. A continuación, en la sección 4, comentamos los resultados obtenidos, en concreto el signo de los parámetros y la significatividad de cada variable, y trabajando sobre el modelo seleccionado, calculando la probabilidad de vivienda en propiedad para distintos valores de las variables utilizadas llegaremos al perfil de la familia propietaria de una vivienda en las playas de nuestra región.

2.- MUESTRA Y VARIABLES UTILIZADAS

Para realizar nuestro análisis disponemos de las características socioeconómicas de 1110 familias que pasaron sus vacaciones de verano en 1989 en nuestra costa. Los datos provienen de una encuesta, realizada en los meses de julio y agosto de 1989, utilizada en el trabajo "El turismo en Murcia: situación y perspectivas de desarrollo", de los profesores del departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía de la Universidad de Murcia, D. Joaquín Aranda Gallego, D. Antonio Calvo-Flores Segura y Dña. Arielle Beyaert Stevens y subvencionado por la Consejería de Cultura, Educación y Turismo de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Las variables que hemos utilizado en nuestros modelos son las siguientes:

PROPALQ.- Es la variable dependiente de los modelos. Toma el valor 1 si la familia es propietaria de la vivienda en la que veranea. Toma el valor 0 si la familia pasa sus vacaciones en un vivienda alquilada.

RESIDEN.- Es, como la anterior, una variable ficticia. Vale 1 cuando la familia de la que se trata reside durante el resto del año en la región de Murcia. Vale 0 si la familia no es residente habitual de nuestra región.

RENTA.- Se trata de la renta mensual de la familia expresada en miles de pesetas.

PERSONAS.- Número de personas que componen la unidad familiar.

MENORES.- Número de personas menores de edad que forman parte de la familia.

CABFAM.- Se trata de una estimación de la edad del cabeza de familia.

En el cuadro 1 incluimos un conjunto de estadísticos descriptivos de estas variables.

Aunque no mostramos aquí las tablas correspondientes, hemos analizado como se distribuyen las variables por intervalos, lo que nos sirve para acercarnos más a la realidad que estudiamos. Describimos brevemente los resultados obtenidos.

El 63% de las familias encuestadas pasaban sus vacaciones en viviendas de las que eran

Variable	Mean	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
PROPALQ	.63063	.48285	-.54108	1.2919	.0000	1.000
RESIDEN	.54595	.49811	-.18448	1.0331	.0000	1.000
RENTA	177.95	70.979	.44538	2.1957	75.00	300.0
PERSONAS	4.7901	1.5701	.31424	4.5733	2.000	15.00
MENORES	1.5018	1.2474	.52556	2.7926	.0000	6.000
CABFAM	46.421	11.644	.25539	2.2442	23.00	70.00

ESTADISTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES (1)

propietarias. Esta proporción aumenta hasta un 77% para el caso de familias murcianas y baja hasta un 47% si las familias son de fuera de esta región. Seguramente la variable RESIDEN va a ser un claro determinante en la propiedad de una vivienda en la costa murciana. El fenómeno del alquiler de casa para el verano es importante en nuestras costas pues un 37% de las familias que veranean en ellas, y lo hacen en una vivienda, se valen de este sistema para hacerlo.

En cuanto a la procedencia de los visitantes que recibe la costa murciana, se reparte casi a partes iguales entre habitantes de la propia región y de fuera de ésta. El 54,5% de las familias era residente habitual de Murcia, por tanto el 45,5% no lo era.

El valor de la renta media de las familias de la muestra es de 178.000 pts. al mes. El 55,5% de dicha muestra está formada por familias que disponen cada mes de unos ingresos entre 100.000 y 200.000 pts. lo que nos viene a decir que la mayoría de las familias son de renta media-baja. Un 12% de las familias dispone de menos de 100.000 pts. al mes y sólo un 17% de más de 250.000.

La variable PERSONAS se reparte muy regularmente entre sus distintos valores. Corresponde aproximadamente un 20% de la muestra a familias de 2 o 3 personas y proporciones similares a familias de 4 y 5 componentes. El porcentaje de familias de 6 componentes es del 27%.

En lo que se refiere a la variable MENORES, un 27% de las familias tienen dos menores de edad y destacamos también que en más del 21% de las familias convivían 3 menores o más.

La variable CABFAM en el 43% de la muestra se encuentra entre 35 y 50 años. Casi un 19% está formado por familias muy jóvenes cuya cabeza no sobrepasa los 35 años.

3.- ESTIMACIONES

Aunque hemos realizado estimaciones logit y probit máximo verosímiles de nuestros modelos, puesto que los resultados obtenidos por ambos procedimientos no difieren significativamente, MADDALA (1983), aquí únicamente mostraremos los obtenidos para las estimaciones probit.

En el primer modelo estimado aparecen como variables explicativas las cinco características que conocemos de las familias. El modelo es el siguiente:

MODELO 1

$$P[\text{PROPALQ}=1] = F[\beta^0 + \beta^1 \text{RESIDEN} + \beta^2 \text{RENTA} + \beta^3 \text{PERSONAS} + \beta^4 \text{MENORES} + \beta^5 \text{CABFAM}]$$

donde F es la función de distribución de una variable normal $N(0,1)$.

Los valores de los parámetros estimados aparecen en el cuadro 2. Junto con estos valores podemos ver en este cuadro la desviación típica estimada de cada parámetro, así como el resultado de la aplicación a cada coeficiente del test de significatividad de la T de Student. En la parte superior del citado cuadro aparece el valor de la verosimilitud estimada y el nivel de significatividad total del modelo comparado con aquel en el que todos los coeficientes se anulan, aplicando el test del cociente de verosimilitud.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

MODELO 1

Log-Likelihood.....	-639.16
Restricted (Slopes=0 Log-L....	-731.07
Chi-Squared (5).....	183.81
Significance Level.....	.32173E-13

Varia.	Coeffic.	Std. Error	T-ratio (Sig.Lv1)	Mean X	Std.Dev.X
ONE	-1.41391	.231937	-6.096 (.00000)	1.0000	.00000
RESIDEN	.781282	.817978E-01	9.551 (.00000)	.54595	.49811
RENTA	.124167E-02	.611799E-03	2.030 (.04240)	177.95	70.979
PERSONAS	.217468	.331944E-01	6.551 (.00000)	4.7901	1.5701
MENORES	-.142867	.420507E-01	-3.397 (.00068)	1.5018	1.2474
CABFAM	.694423E-02	.387622E-02	1.791 (.07321)	46.421	11.644

RESULTADOS DE LA ESTIMACION DEL MODELO 1 (2)

Todas las variables han resultado ser significativas a un nivel al menos del 90%. Con el fin de poder elegir entre distintos modelos el que presente un mejor ajuste a los datos, formulamos algunos modelos más, que obtenemos en cada caso eliminando del modelo anterior la variable que resultó menos significativa. Repetiremos el proceso hasta que todas las variables que intervengan alcancen un nivel de significatividad del 99%. Siguiendo este procedimiento en el segundo modelo estimado aparecen como explicativas todas las variables menos la edad del cabeza de familia (CABFAM). Los resultados de las estimaciones correspondientes se pueden ver en el cuadro 3.

MODELO 2

Log-Likelihood.....	-640.77
Restricted (Slopes=0) Log-L....	-731.07
Chi-Squared (5).....	180.60
Significance Level.....	.32173E-13

Varia.	Coeffic.	Std. Error	T-ratio (Sig.Lv1)	Mean X	Std.Dev.X
ONE	-1.10594	.154332	-7.166 (.00000)	1.0000	.00000
RESIDEN	.782348	.817228E-01	9.573 (.00000)	.54595	.49811
RENTA	.109700E-02	.605649E-03	1.811 (.07010)	177.95	70.979
PERSONAS	.235545	.316434E-01	7.444 (.00000)	4.7901	1.5701
MENORES	-.174327	.381608E-01	-4.568 (.00000)	1.5018	1.2474

RESULTADOS DE LA ESTIMACION DEL MODELO 2 (3)

Ahora es la variable RENTA la menos significativa. Prescindiendo de ella construimos el tercer modelo. Los valores obtenidos en la estimación del mismo aparecen en el cuadro 4.

MODELO 3	Log-Likelihood.....	-642.41
	Restricted (Slopes=0) Log-L....	-731.07
	Chi-Squared (5).....	177.31
	Significance Level.....	.32173E-13

Varia.	Coeffic.	Std. Error	T-ratio (Sig.Lvl)	Mean X	Std.Dev.X
ONE	-.970844	.134674	-7.209 (.00000)	1.0000	.00000
RESIDEN	.766766	.811329E-01	9.451 (.00000)	.54595	.49811
PERSONAS	.249401	.307963E-01	8.098 (.00000)	4.7901	1.5701
MENORES	-.173074	.381259E-01	-4.540 (.00001)	1.5018	1.2474

RESULTADOS DE LA ESTIMACION DEL MODELO 3 (4)

En este último modelo todas las variables han resultado de una significatividad total, por lo tanto ya no estimamos más modelos. La significatividad de cada uno de los modelos es muy alta. Como se trata de tres modelos anidados para elegir entre ellos podemos usar el citado criterio para modelos anidados. También hemos calculado el valor del estadístico AIC para cada modelo, de forma que la elección resulte más clara.

En los cuadros 5 y 6 tenemos el resultado de aplicar estos tests a nuestros modelos.

Hipótesis Alternativa	Hipótesis Nula	$2\text{Ln}(L_1/L_0)$	Grados Libertad	Valor Crítico 90%
MODELO 1	MODELO 2	3.22	1	2.71
	MODELO 3	6.50	2	4.61
MODELO 2	MODELO 3	3.28	1	2.71

TEST DEL COCIENTE DE VEROSIMILITUD (5)

MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
1.1625	1.1635	1.1647

CRITERIO DE AKAIKE (6)

No cabe duda a la vista de estos cuadros que es el modelo 1 el que presenta un mejor ajuste a los datos. Así, este es el modelo seleccionado para explicar la decisión de compra de una casa de veraneo en la costa murciana. Por tanto el modelo que elegimos para representar la realidad que reflejan los datos tiene la forma siguiente:

$$P[\text{PROPALQ} = 1] = F[-1,4114 + 0,7813 \text{ RESIDEN} + 0,001242 \text{ RENTA} + 0,2175 \text{ PERSONAS} - 0,1429 \text{ MENORES} + 0,006944 \text{ CABFAM}]$$

donde F es la función de distribución de una $N(0,1)$.

4.- RESULTADOS

En primer lugar analizamos el signo de los parámetros estimados y la significatividad de las variables.

Las variables RESIDEN aparece como muy significativa y con un coeficiente con signo positivo, como era de esperar. Esto es, la probabilidad de veranear en casa propia es mayor para familias de Murcia que para familias foráneas. Este resultado nos parece totalmente lógico; cuando una familia decide la adquisición de una segunda vivienda le interesa que la distancia de ésta al lugar de residencia habitual no sea muy grande lo que permitirá un mejor aprovechamiento de la inversión.

El coeficiente que acompaña a la variable RENTA también es positivo. Como era de suponer la probabilidad de veranear en vivienda propia aumenta con la renta de la familia. Se podría esperar que esta variable fuera más significativa de lo que ha resultado, quizás no ha sido así por la poca dispersión que presenta la misma sobre la muestra. Recordemos que la mayoría de las familias tiene una renta mensual entre 100.000 y 200.000 pts.

Algo que a primera vista si puede resultar sorprendente es el signo y, sobretudo, la significatividad del parámetro que multiplica a la variable PERSONAS. Si nos detenemos un poco en el modelo vemos que estos resultados son totalmente lógicos. Démonos cuenta que el modelo está formulado utilizando datos de un conjunto de familias que se desplazaron a la costa murciana a pasar sus vacaciones de veraneo en 1989. No se trata de una muestra aleatoria de familias cualesquiera. Por tanto, el modelo nos dice que dentro de las familias que "veranean" la probabilidad de hacerlo en una vivienda propia aumenta paralelamente al número de componentes de la unidad familiar. Debajo de este resultado se encuentra el hecho de que cuando el número de personas que componen la familia crece se hace difícil encontrar una vivienda que alquilar para el verano, quizás por motivos de espacio y/o económicos, y, por consiguiente, en muchas ocasiones, si no se posee una vivienda en propiedad, se opte por no desplazarse durante el verano.

La variable MENORES también ha resultado muy significativa. Esta vez el signo del parámetro correspondiente es negativo. Por tanto, la probabilidad de pasar las vacaciones en una casa propia disminuye cuando aumenta el número de personas menores de edad en la familia. Este es un hecho totalmente de acuerdo con lo que esperábamos. Cuando en la familia hay menores, primero, los padres son normalmente jóvenes y aún no han tenido tiempo de adquirir una segunda vivienda, y segundo, si en la familia hay niños pequeños, pensamos que muchos padres hacen el esfuerzo de alquilar una casa en la costa para que estos disfruten y se beneficien del mar.

La variable CABFAM (estimación de la edad del cabeza de familia) ha resultado algo menos significativa de lo que preveíamos antes de realizar las estimaciones, aunque el signo positivo del parámetro de esta variable está conforme a lo que esperábamos. La probabilidad de que se veranee en una casa propiedad de la familia aumenta con la edad del cabeza de familia. Aquí aparece un factor de dispersión formado por la gran afluencia de personas mayores a las playas del Mar Menor. De no existir este factor la significatividad de la variable hubiera sido mayor.

Nos ocupamos ahora del principal objetivo de nuestro trabajo: buscar el perfil de la familia propietaria de una vivienda en la costa murciana. Para ayudarnos en nuestra tarea hemos confeccionado 6 gráficos que nos muestran la probabilidad de veranear en una vivienda propia para familias con diferentes valores de las características consideradas en nuestro modelo. Los gráficos 1, 3 y 5 corresponden a familias de Murcia y el 2, 4 y 6 a foráneas.

En los gráficos 1 y 2 hemos calculado esta probabilidad, para familias murcianas y no murcianas respectivamente, según distintos valores de la variable PERSONAS y según 3 niveles de renta: 100.000, 200.000 y 300.000 pts. al mes. La variable CABFAM mantiene un valor constante igual a 47 (su valor medio). La variable MENORES toma el valor 0 si PERSONAS vale 2, el valor 1 si PERSONAS es igual a 3 y vale 2 si PERSONAS es mayor que 3. Los gráficos 3 y 4 muestran probabilidades según los niveles de renta anteriores para distintas edades del cabeza de familia. En los gráficos 5 y 6 aparecen las probabilidades asociadas a distintos niveles de ingresos y para 3 tipos de composiciones familiares: 1) 3 personas, un menor, 2) 5 personas, 2 menores, 3) 7 personas, 2 menores.

Observamos en primer lugar que la probabilidad para familias murcianas se mantiene en todo momento por encima del 50%. Parece, que en general a una familia de la propia región, si piensa en desplazarse a la costa durante el verano en años sucesivos, le compensa realizar el esfuerzo de comprar una segunda vivienda. En todo caso, parece que la oferta de alquileres es algo que a las familias murcianas no les interesa. Nos consta, además, que hay muchas familias que hacen desplazamientos frecuentes de un día de duración a las playas, pero siguen durante el verano en su residencia habitual. Recordamos que estas familias no aparecen en la muestra.

Que el número de personas en la familia es lo que principalmente determina que una familia habite una vivienda de alquiler durante el verano queda patente en los gráficos 1, 2, 5 y 6. En los dos primeros se observa que las probabilidades crecen de una manera considerable con la variable, de forma que para valores muy grandes de la misma la distancia entre las líneas correspondientes a familias de Murcia y foráneas se acorta, eliminando casi el efecto de la variable RESIDEN, y acercándose todas las probabilidades a 1. En los gráficos 5 y 6 esta significatividad se detecta en la distancia entre las líneas correspondientes a distintas composiciones familiares.

La influencia moderada de la variable RENTA se observa en todas las representaciones. La cercanía de las líneas asociadas a distintos niveles de renta en las 4 primeras y la escasa pendiente de las líneas de probabilidades en los gráficos 5 y 6 la ponen de manifiesto.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

La pendiente de las líneas representadas en los gráficos 3 y 4 nos indican que tampoco la influencia de la variable CABFAM es muy importante.

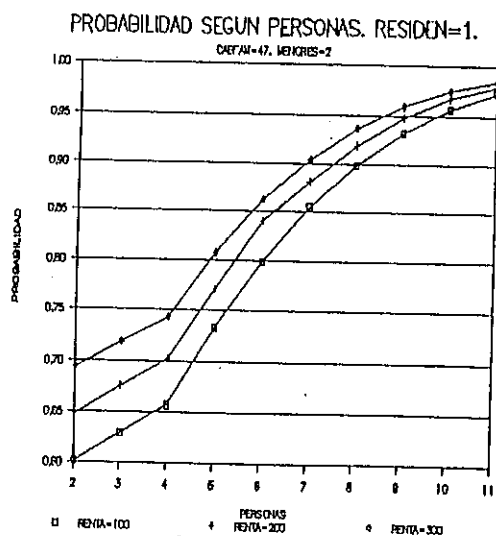


GRAFICO 1

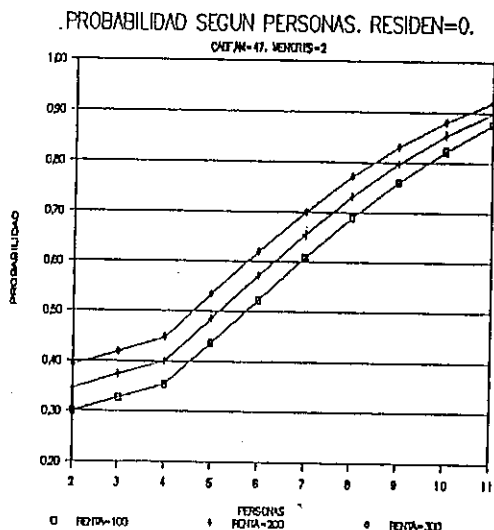


GRAFICO 2

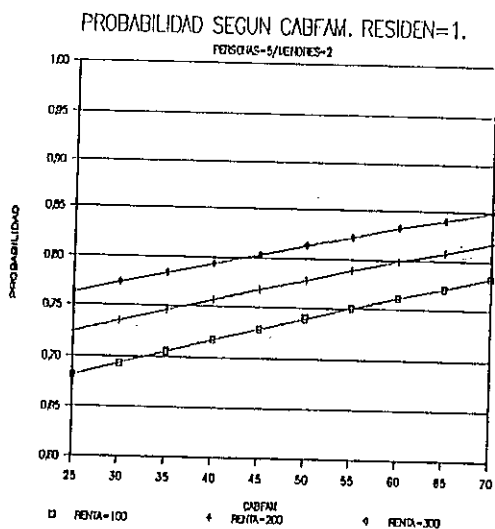


GRAFICO 3

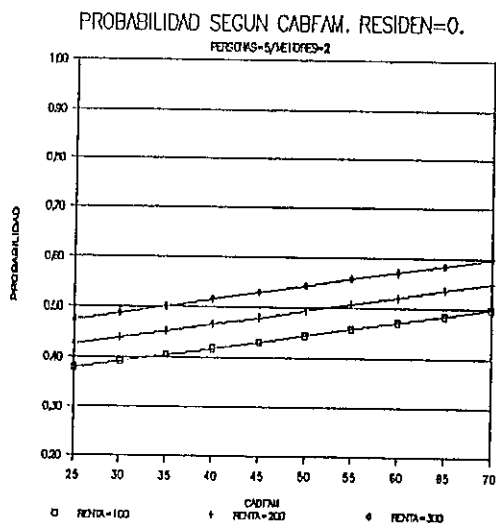
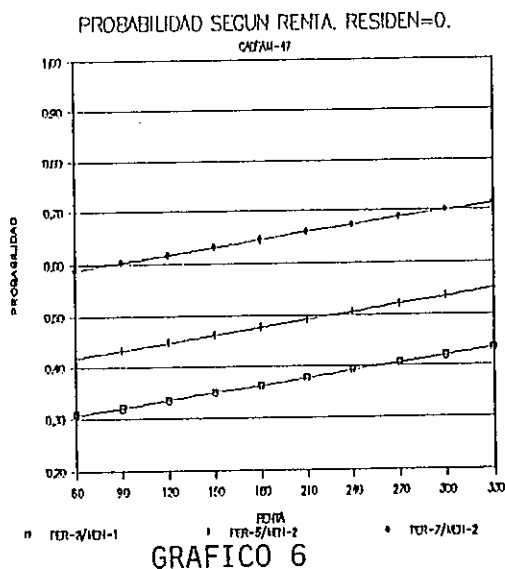
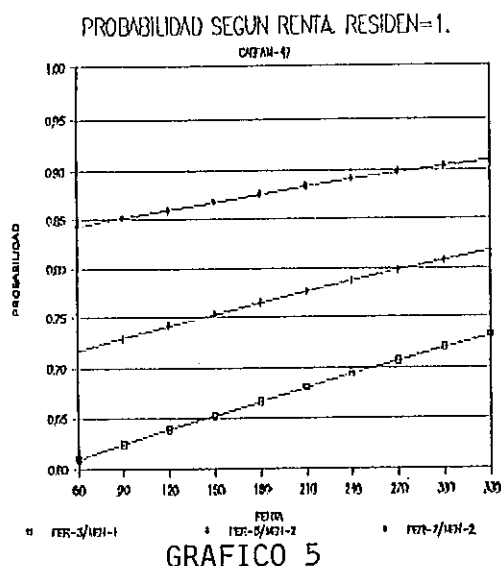


GRAFICO 4



Podemos resumir nuestras conclusiones en los siguientes puntos:

1) La gran influencia de la distancia al lugar de residencia habitual hace que haya una gran diferencia entre las familias propietarias murcianas y no murcianas.

2) Si hablamos de familias de la propia región, parece que una amplia mayoría de las familias murcianas que se desplazan a las playas durante el verano, lo hace a una vivienda de su propiedad, y además no las podemos clasificar en determinados niveles de renta o según la edad del cabeza de familia. Si hablamos de familias murcianas, no podemos hablar de un perfil de familia propietaria, parece que tener una vivienda en la costa interesa a casi cualquier familia que se lo puede permitir. Naturalmente esta posibilidad es más factible a familias con rentas altas y conforme el cabeza de familia lleva más años trabajando (es decir, cuando aumenta su edad).

3) Para las familias de fuera de Murcia la situación es bien distinta. La notable importancia de la variable PERSONAS y el coeficiente negativo de MENORES nos indican que las familias propietarias están formadas en su mayoría por 5 o más personas, con algunos hijos mayores de edad, y por consiguiente la edad del cabeza de familia superando los 45 o 50 años. La renta de la familia propietaria podemos decir que es superior en general a 225.000 pts. al mes, como puede comprobarse en los distintos gráficos que hemos confeccionado. Las familias de 2, 3 o 4 personas por lo general no son propietarias de la casa que habitan.

BIBLIOGRAFIA

AKAIKE, H. (1973). "Information Theory and extension of the Maximum Likelihood Principle" en *Second international Symposium on Information Theory*. Petro, B.N. y Csaki, F. eds. Pags (267-281).

ARANDA GALLEGO, J., CALVO-FLORES SEGURA, A. Y STEVENS, A. (1990). "El turismo en Murcia: situación y perspectivas de desarrollo". No publicado.

DAVID, J.M. Y LEGG, W.E. (1975). "An aplicacion of Multivariate Probit to the demand of housing:..." *American Statistical Asociation Proceeding of the Business and Economic and Statistics Section*. Pags. 295-300.

ELLICKSON, B. (1981). "An alternative test of the hedonic theory of housing markets". *Journal of Urban Economics*. No. 9. Pags. 56-79.

LI, M.M. (1977). "A Logit Model of Homeownership". *Econometrica*, Vol 45, No. 5. Pags. 1081-1097.

MADDALA, G.S. (1983). "*Limited dependent and qualitative variables in econometrics*". Cambridge University Press.

UN MODELO LOGIT DE SELECCION DE ALMACEN

Isabel P. ALBALADEJO PINA
Angel SANCHEZ SANCHEZ-VIZCAINO
Dpto. METODOS CUANTITATIVOS
FACULTAD ECONOMICAS DE MURCIA

1.- INTRODUCCION

La literatura de mercado está dominada por la investigación de dos tipos de elecciones, que normalmente realiza el consumidor: la elección de marca y la elección de almacén o punto de venta. Estos dos tipos de elecciones se diferencian esencialmente en el carácter espacial de la elección de almacén, frente al carácter no espacial de la elección de marca. A pesar de ello, los procesos de decisión, que conllevan estas dos elecciones, son similares, y se pueden investigar de la misma forma general.

Los modelos de elección discreta son los que se han utilizado, comunmente, para modelizar estas situaciones de elección. El proceso de decisión, tanto en una situación de elección espacial como en una de elección no espacial, es un fenómeno discreto, esto es, un consumidor selecciona una alternativa o no, pero no existen posibilidades intermedias.

El más popular de los modelos de elección discreta es el modelo logit multinomial, del que se encuentran múltiples aplicaciones en toda la teoría de elección. A pesar de su aceptación, este modelo presenta al menos dos problemas. El primero y más común, es que posee la propiedad de independencia de las alternativas irrelevantes, según la cual, las probabilidades de elección son independientes del tamaño y composición del conjunto de elección, y consecuentemente no incorporan efectos de sustitución.

El segundo problema, que se presenta con este modelo, es en su aplicación a situaciones de elección espacial. Siguiendo argumentos similares a los de Fotheringham (1983), este modelo de elección discreta no es sensible a efectos de estructura espacial, en la que, al menos, se han de distinguir dos tipos de efectos: efectos de competición y efectos de aglomeración.

En este artículo presentamos un modelo de elección que es una extensión del logit multinomial, y que es capaz de contener efectos de sustitución y de estructura espacial (apartado 2).

En la sección 3 simulamos un conjunto de datos, que en el apartado 4, estimamos con el modelo propuesto para tres diferentes medidas de disimilaridad. De esta forma, además de determinar la extensión del modelo de elección a una situación espacial, se compara como las diferentes medidas de disimilaridad consideradas, influyen en las probabilidades de elección. En el último apartado se muestran las conclusiones.

2.- EL MODELO DE ELECCION

Especialmente durante los años ochenta, se han desarrollado muchos modelos de elección, que son capaces de contener efectos de sustitución y de estructura espacial. Prueba de ello son los modelos propuestos por: Kamakura y Srivastaka (1984), Borgers y Timmermans (1987), Cooper y Nakanishi (1983), Meyer y Eagle (1982), Fotheringham (1988) y otros.

En este artículo, nos centraremos unicamente en una clase de estos modelos, que no es sino una extensión del Logit Multinomial. Extensión que se obtiene introduciendo, en la formulación de este último, una variable que permite contener los efectos de sustitución y/o estructura espacial. De forma general, dicha formulación viene dada por la expresión siguiente:

$$p_{ij} = \frac{R_j \exp(V_{ij})}{\sum_k R_k \exp(V_{ik})}$$

donde, p_{ij} es la probabilidad de que un individuo i elija una alternativa j ; V_{ij} es la utilidad que al individuo i le proporciona la alternativa j ; y R_j es una medida positiva del grado medio de desemejanza entre la alternativa j y las otras alternativas.

Los modelos, dentro de la clase que nos ocupa, se diferencian unicamente en la definición de la medida R_j . Actualmente existen, basicamente, dos desarrollos para esta medida. Uno de ellos considera, que ésta viene dada por una función de determinadas características o atributos de las alternativas. La razón de este desarrollo es que el grado con que una alternativa posee una característica, afecta a la probabilidad de que un individuo la considere o no.

Se han sugerido diferentes formulaciones con este tipo de medida. Las más conocidas son las debidas a Batsell (1981), Meyer y Eagle (1982) y a Borgers y Timmermans (1987).

El otro desarrollo para R_j es más aplicable a elección espacial, reconoce que aquellas elecciones geográficamente más próximas, tienen mayor probabilidad de ser sustitutas que aquellas situadas a mayor distancia.

En este contexto existen dos formulaciones bastante similares. Una debida a Fotheringham (1983), en la que R_j es simplemente una función de las distancias entre las alternativas ponderadas de alguna forma. Y la otra se debe a Borgers y Timmermans (1987), quienes sugirieron una expresión más simple que la anterior, en la que se eliminan las ponderaciones. La formulación

de esta última medida viene dada a continuación, pues será utilizada a posteriori:

$$R_j = \left(\frac{1}{J-1} \sum_k d_{jk} \right)^\theta \quad (1)$$

donde J es el número de alternativas, y d_{jk} es la distancia entre la elección j y la k.

Es evidente que la introducción de la variable R_j en el Logit Multinomial se ha hecho bajo una consistencia teórica: es necesario agregar en el modelo efectos de sustitución y/o estructura espacial. Sin embargo es importante constatar este hecho empíricamente, que sin grandes pretensiones, es lo que en este artículo se muestra.

Consideramos la extensión del modelo logit multinomial, en la que R_j está definida según la expresión espacial de Borgers y Timmermans (1987), y V_{ij} como una función lineal de las características de los individuos y de las alternativas:

$$V_{ij} = \beta' X_{ij} \quad (2)$$

donde x_{ij} es el vector de características de los individuos y de las alternativas, y β es un vector de J parámetros.

Pero si R_j es definida como en (1), y se conoce la situación espacial para cada alternativa, se han de calcular las distancias: d_{jk} , para todo j y k del conjunto de elección. Evidentemente, el valor de R_j variara según la medida d_{jk} utilizada. Es por ello, que se utilizan tres diferentes medidas de distancia en la definición de R_j , todas referidas a la métrica de Minkowski. Estas medidas vienen dadas a continuación en su expresión binomial, para una mejor comprensión:

Distancia de Euclides (d2):

$$d2(x, y) = ((x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2)^{\frac{1}{2}}$$

donde, $x=(x_1, x_2)$ e $y=(y_1, y_2)$ son los vectores que indican la localización o situación de un individuo o alternativa.

Distancia de City Block (d1):

$$d1(x, y) = |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2|$$

Distancia de Chebycheff (dMax):

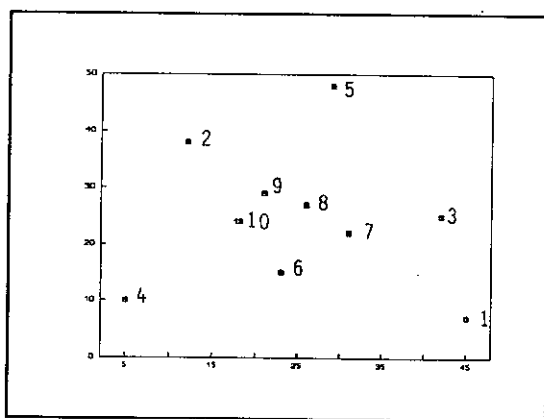
$$dMax(x, y) = \max \{ |x_1 - y_1|, |x_2 - y_2| \}$$

Por tanto, podemos analizar no solo la influencia de la variable R_j en la estimación del modelo, sino también si existen diferencias considerando las tres distancias dadas.

Para efectuar este análisis se realiza, en primer lugar, una simulación, tal y como se muestra en el siguiente apartado. Con ella generamos un conjunto de datos, que en la sección 5, se utiliza para estimar el modelo de elección propuesto con cada una de las medidas d_{jk} enunciadas.

3.- SIMULACION

Construimos una simulación con la que se genera un conjunto de datos. Esta generación se desarrolla en un contexto espacial de elección de almacén. Para este propósito, se construye una ciudad imaginaria en un área de 50 por 50 unidades de distancia. En ella, tal y como se muestra en la gráfica 1, suponemos que existen dos grandes centros comerciales situados en los extremos (el número 1, y el 2), cinco almacenes pequeños en el centro de la ciudad (los números 6, 7, 8, 9, 10), y otros tres de tamaño medio distribuidos aleatoriamente (3, 4, 5). En la tabla 1, se recogen las localizaciones y características (tamaño y nivel de precios) de los centros comerciales. Para que el comportamiento de elección de almacén sea lo más parecido posible al mundo real, no se ha usado ningún principio que determine las características y localizaciones de esos centros.



Gráfica 1

Elaboramos el experimento de simulación para 600 consumidores. De cada individuo vamos a determinar: la localización de su residencia, la distancia entre ésta y los distintos centros comerciales, y el almacén que resulta elegido. Para ello se utilizan las siguientes reglas:

(1) La localización de residencia se obtiene generando dos números aleatorios entre 0 y 50. Estos dos números constituyen las coordenadas "x" e "y" de la residencia del consumidor.

(2) Una vez conocida la localización de la residencia del individuo, el valor de la distancia de ésta a cada centro comercial, se calcula mediante la distancia euclídea.

(3) Y, por último, el almacén que cada individuo elige se determina como sigue. En primer lugar calculamos la componente determinística de la utilidad, V_{ij} , para cada individuo i y para cada alternativa j , según la expresión (2). Los valores de los parámetros utilizados son -0.3, -0.2, 0.01, para tamaño, nivel de precios y distancia entre residencia y centro comercial, respectivamente. En segundo lugar, se genera una componente de la utilidad aleatoria para cada alternativa e individuo, siguiendo una distribución normal con media cero y varianza unidad. Entonces, la alternativa elegida se decide sumando las dos componentes de la utilidad, y seleccionando la que produce un valor mayor.

Por tanto, el conjunto de datos, que hemos reproducido, contiene las características de las alternativas (tamaño y nivel de precios), de los individuos (distancia de su residencia al centro comercial) y la elección realizada.

Tabla 1
Características de los centros comerciales

Centro	Coord-x	Coord-y	Tamaño Centro	Nivel Precios
1	45	7	5	100
2	12	38	6	90
3	42	25	7	60
4	5	10	7	55
5	29	48	8	50
6	23	15	8	25
7	31	22	8	30
8	26	27	9	30
9	21	29	10	20
10	18	24	9	25

4.- ESTIMACION

En este apartado, utilizando el conjunto de datos simulado en la sección previa, se muestran los resultados de la estimación del modelo propuesto con cada una de las diferentes medidas R_j .

Las estimaciones de los parámetros del modelo de elección se realizan con el programa de ordenador "LIMDEP". Este programa utiliza el método de Máxima Verosimilitud para calcular los valores de los parámetros estimados, según el cual, los valores obtenidos son los siguientes:

Modelo 1: Estimación de un logit multinomial.

Variable	Coefficient	Std. Error	T-ratio (Sig.Lvl)
Precio	.459712E-01	.273803	.168 (.86666)
Tamaño	.980249E-02	.146090E-01	.671 (.50223)
Distancia	-.421271E-02	.154105E-01	-.273 (.78457)

Log-Likelihood..... -137.00

Modelo 2: Estimación de la extensión Logit Multinomial con la medida

$$R_j = \left(\frac{1}{J-1} \sum_k d2_{jk} \right)^\theta$$

Variable	Coefficient	Std. Error	T-ratio (Sig.Lvl)
Precio	.232806	.286462	.813 (.41639)
Tamaño	.801057E-03	.159028E-01	.050 (.95983)
Distancia	-.169551E-01	.154940E-	-1.094 (.27382)
R_j	2.49474	.819212	3.045 (.00232)

Log-Likelihood..... -132.47

Modelo 3: Estimación de la extensión Logit Multinomial con la medida

$$R_j = \left(\frac{1}{J-1} \sum_k d1_{jk} \right)^\theta$$

Variable	Coefficient	Std. Error	T-ratio (Sig.Lvl)
Precio	.183863	.283454	.649 (.51656)
Tamaño	-.470396E-03	.156768E-01	-.030 (.97606)
Distancia	-.177464E-01	.156249E-01	-1.136 (.25605)
R_j	2.57519	.831477	3.097 (.00195)

Log-Likelihood..... -132.47

Modelo 4: Estimación de la extensión Logit Multinomial con la medida

$$R_j = \left(\frac{1}{J-1} \sum_k dMAX_{jk} \right)^\theta$$

Variable	Coefficient	Std. Error	T-ratio	(Sig.Lvl)
Precio	.468585	.312356	1.500	(.13357)
Tamaño	.202798E-01	.157240E-01	1.290	(.19714)
Distancia	-.158268E-01	.155339E-01	-1.019	(.30827)
R _j	2.19781	.747018	2.942	(.00326)

Log-Likelihood..... -132.86

Como se puede observar la estimación de los parámetros de las variables precio, tamaño y distancia varia al incluir la medida R_j . Del modelo 1 al 2 se encuentra un aumento de la significatividad de las variables precio y distancia del individuo al almacén. Sin embargo la significatividad de la variable tamaño del centro comercial disminuye. Esta situación también se adapta a la comparación del modelo 1 con el 3. Pero, donde todas las variables presentan una mayor significatividad es en el modelo 4.

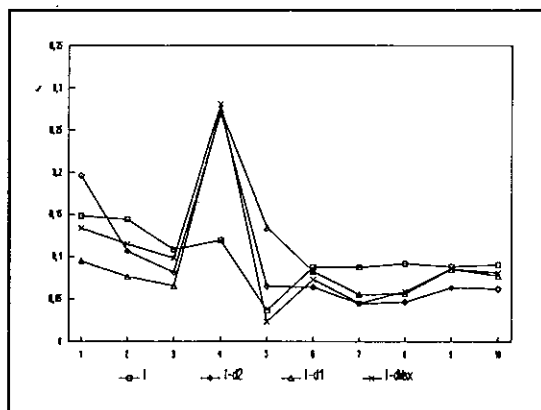
5.- CONCLUSIONES.

En este apartado se intenta interpretar y comparar, los resultados obtenidos para cada uno de los modelos estimados. Se consideran individuos residentes en diferentes zonas de la ciudad, y se calculan las probabilidades de que estos compren en uno de los diez almacenes existentes.

Para cada consumidor los valores de las probabilidades así obtenidas, se representan en una gráfica. Esta constará de cuatro curvas, una por cada modelo de elección estimado.

En esta gráfica 2 suponemos un consumidor que reside en la parte sudoeste de la ciudad, esto es, próximo al almacén número 4. En ella se pone de manifiesto que independientemente del modelo utilizado, este consumidor tiene una probabilidad alta de comprar en el almacén 4. Aunque esta probabilidad se eleva en cualquiera de los tres modelos logit extendidos, de forma más considerable que en el logit normal, donde el centro comercial número uno tiene mayor probabilidad de ser elegido.

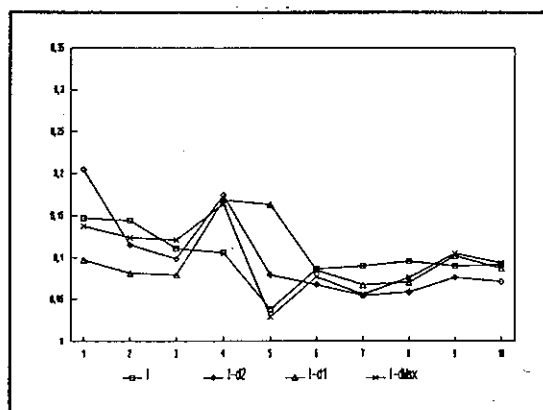
Referente al quinto almacén, que es el más lejano al individuo, se puede decir que las probabilidades de elección son pequeñas para todos los modelos considerados. En cuanto al resto de los almacenes, sus probabilidades de selección fluctúan de forma similar en los cuatro modelos, produciéndose unas oscilaciones mínimas desde el sexto al décimo centro comercial. Y siendo el logit el que les dota de mayor probabilidad.



Gráfica 2

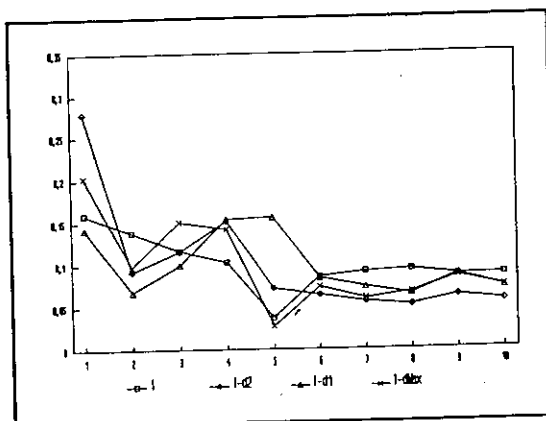
Consideremos ahora un consumidor con residencia en el centro de la ciudad. El hecho más sobresaliente en la gráfica 3 es que disminuyen las oscilaciones de las curvas. Este individuo que vive en el centro urbano, no se inclina especialmente por ningún almacén, aunque según el modelo utilizado hay ciertas preferencias por el primero y el cuarto.

Como en el caso anterior, las curvas de los tres modelos logit extendido, se mantienen por encima de la del logit para el cuarto y el quinto almacén. Y para el resto, suele ser al contrario o sino la diferencia es muy pequeña.



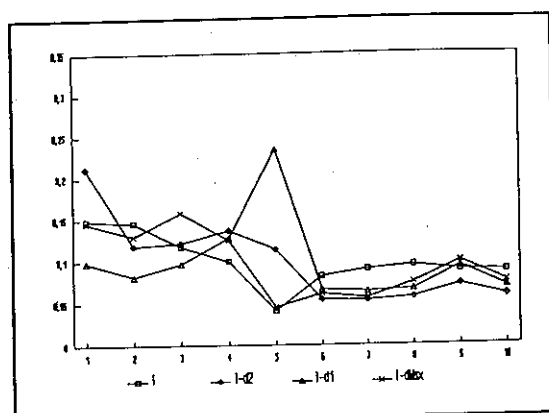
Gráfica 3

Para un individuo situado en el sudeste, gráfica 4, las probabilidades de elección sufren un aumento para el primer y tercer almacén, hecho normal, pues se trata de los más próximos. Y al igual que para los otros individuos la mayor diferencia entre los modelos extendidos y el no extendido se produce para los almacenes cuarto y quinto.



Gráfica 4

Si el individuo reside en el nordeste de la ciudad, gráfica 5, se elevan las probabilidades de elegir el almacén número cinco, que dada su situación es el que le corresponde. Pero también se mantienen altas las de elección de los centros comerciales 1, 2 y 3, que mantienen niveles de precios bajos con tamaños de los almacenes relativamente grandes, y no están excesivamente retirados.

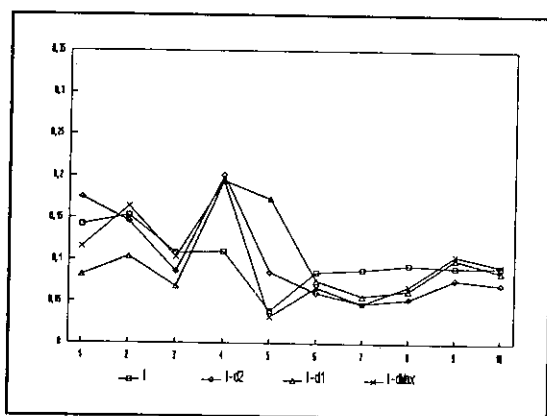


Gráfica 5

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

En lo referente a los otros almacenes se puede decir que se mantiene la tónica general.

Por último se supone un individuo con residencia en el noroeste, gráfica 6. Así que su almacén es el segundo, y en éste se elevan las probabilidades de elección. Sin embargo para este individuo las probabilidades de selección de los otros centros siguen manteniéndose en el contexto general.



Gráfica 6

Por tanto se puede concluir, que en general las curvas de los modelos extendidos, mantienen las probabilidades de elección para los centros 4 y 5, por encima de los valores obtenidos para las probabilidades mediante el modelo logit. Es decir, la inclusión de la medida R_j hace que se eleven las probabilidades de elegir los centros comerciales de características medias. Hecho que puede deberse a que la medida R_j toma valores mayores para estos almacenes que para el resto, independientemente de la distancia utilizada.

Sin embargo para los demás almacenes, parece mantenerse la tendencia general de que las probabilidades de selección del logit, muestran valores superiores que las obtenidas en los modelos extendidos, a excepción de cuando se trata del almacén más cercano al consumidor. Luego se puede afirmar, que la introducción de la medida R_j , produce un aumento en las probabilidades de elección de los almacenes más cercanos al individuo, y una disminución de los más lejanos. Esto es, al incluir esta medida se ponderan más positivamente las distancias pequeñas y más negativamente las distancias grandes.

En conclusión, tal y como tratábamos de probar, la inclusión de una variable R_j en el modelo Logit Multinomial afecta a los valores de las probabilidades estimadas. Además las variaciones se producen dependiendo del significado de la medida de desemejanza.

BIBLIOGRAFIA:

- BORGERS, A. y TIMMERMANS, H. (1987), *Choice Model Especification, Substitution and Spatial Structure Effects: A Simulation Experiment*, forthcoming in *Regional Science and Urban Economic*.
- COOPER, L.G. y NAKANISHI, M. (1983), *Standardizing Variables in Multiplicative Choice Models*, *Journal of Consumer Research*, 10, 96-108.
- FOTHERINGHAM, A.S. (1983), *A New Set of Spatial Interaction Models: The Theory of Competing Destinations*, *Environment and Planning A*, 15, 15-36.
- FOTHERINGHAM, A.S. (1988), *Consumer Store Choice and Choice Set Definition*, *Marketing Science*, vol 7, 3, 299-310.
- KAMAKURA, W.A. y SRIVASTAKA, R.K. (1984), *Predicting Choice Shares Under Conditions of Brand Interdependence*, *Journal of Marketing Research*, 21, 420-434.
- McFADDEN, D. (1974), *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior* in *Frontiers in Econometrics*, P. Zarembka (ed.), Academic Press: New York, pages. 105-142.
- MEYER, R.J. y EAGLE, T.C. (1982), *Context-Induced Parameter instability in a Disaggregate-Stochastic Model of Store Choice*, *Journal Marketing Research*, 19, 62-71.

TRATAMIENTO DE LA DEUDA PUBLICA EN EL MODELO WHARTON-UAM

Julián PEREZ
INSTITUTO "LAWRENCE R. KLEIN"
Antonio PULIDO
INSTITUTO "LAWRENCE R. KLEIN"

INTRODUCCION

La justificación última de este documento se encuentra en la necesidad de incorporar al Modelo Wharton-UAM un submodelo o conjunto de ecuaciones que recogiera el comportamiento de la deuda pública española, y sus interacciones con el conjunto de la economía.

Actualmente, el modelo Wharton-UAM está perfectamente desarrollado en lo que podríamos denominar la economía física, teniendo aún ciertas carencias en cuanto a la dimensión financiera de la misma.

Esta carencias vienen justificadas por el planteamiento inicial, que se realizó hace ya más de diez años¹, y que dio fruto a la primera versión del Modelo Wharton-UAM en la que se especificaba un modelo físico de corte keynesiano, determinándose el P.I.B. por el lado del gasto y su distribución en los distintos componentes de la renta.

Este modelo inicial tenía además como objetivo básico la predicción a medio y largo plazo, ámbito este en el que los factores monetarios y financieros tienen menos relevancia que si se tratara de un modelo a corto plazo.

Esta primera versión ha ido ampliándose a lo largo de los años por las distintas personas que pertenecen, o han participado en el pasado en el equipo de Investigación, hoy convertido en Instituto Universitario "Lawrence R. Klein", que dirige el Catedrático de Economía Aplicada D. Antonio Pulido, en la Facultad de Económicas de la UAM.

El fruto de esta constante labor de perfeccionamiento es la versión 5 del modelo Wharton-UAM, que proporciona predicciones continuadas de la economía española de un conjunto de más de 700 variables y un horizonte de predicción de cinco años.

El modelo Wharton-UAM/5 consta de seis bloques o conjuntos de variables que hacen referencia a distintos aspectos del análisis macroeconómico. Estos bloques son los siguientes:

- **TIPOS DE CAMBIO:** Con especificación de once tipos de cambio de la peseta con respecto a las principales monedas.

- **TIPOS DE INTERES:** Obteniéndose dos tipos de interes a L.P. y dos a C.P., tanto nominales como reales.

- **PRECIOS Y SALARIOS:** En este bloque se determinan todos los deflatores, tanto de oferta como de demanda, del conjunto de variables macroeconómicas que integran el resto de los bloques, así como el volumen de salarios reales y precios de producción.

- **DEMANDA:** Calculándose todas las variables que integran el P.I.B. en su especificación keynesiana, considerando dos categorías de consumo privado, una de consumo público, nueve partidas de inversión, y ocho partidas de cada uno de los componentes del sector exterior, junto con un tratamiento bastante exhaustivo de la balanza por cuenta de capital.

- **RENTAS:** En este quinto bloque se determina la distribución de la renta en base a cada uno de los componentes que recoge la Contabilidad Nacional de España.

- **VALORES AÑADIDOS Y EMPLEO:** Con desagregación de nueve ramas productivas, población ocupada por sectores y población activa distribuida por sexos y tramos de edad.

A partir de esta breve descripción del modelo puede deducirse que si bien están considerados determinados aspectos de la economía financiera, éstos están tratados de una forma ciertamente residual, utilizándose únicamente como instrumentos para la determinación de distintas macromagnitudes sin considerarse su análisis "per se".

Este tipo de planteamiento no debe entenderse, ni mucho menos, como una consideración secundaria de la economía financiera, de cuya creciente y fundamental influencia sobre el conjunto de la economía somos plenamente conscientes como analistas de la realidad económica española.

De hecho, existían con anterioridad determinados sistemas de estimación de algunas de las variables ahora contempladas que se realizaba de forma externa al modelo. Tal es el caso del sistema de extrapolación de los saldos vivos de letras, pagarés y obligaciones del Estado, desarrollado por Socorro Pascual en 1988, y que proporcionaba la información necesaria que se incorporaba posteriormente al modelo.

La justificación, por tanto, de esta carencia se encuentra, muy a pesar nuestro, en las propias y humanas limitaciones que nos obligan a abordar los distintos aspectos en etapas progresivas, debiendo realizar una ordenación de tales aspectos para irlos incorporando paulatinamente en nuestro modelo.

Por otra parte debemos reseñar en nuestro descargo las propias limitaciones técnicas y, fundamentalmente, de análisis y comprensión de grandes modelos econométricos, que pueden llegar a perder validez si se sobredimensionan en exceso.

En este marco general es en el que se encuadra el submodelo que ahora presentamos, cuyo objetivo es el de analizar de la forma más exhaustiva posible el comportamiento macroeconómico de la deuda pública y su conexión con la actividad económica global, fundamentalmente con los grandes agregados del sector público.

Hasta el momento se estaban utilizando algunas variables relacionadas con estos temas, tales como volumen total de deuda, pagos por intereses o deuda amortizada, como explicativas de determinadas magnitudes analizadas en el modelo, (Tipos de interés, renta del sector público, etc.) pero no se las daba un tratamiento conjunto, estimándose con meras ecuaciones de extrapolación temporal, en el mejor de los casos, o bien considerándose como variables predeterminadas o exógenas, obteniéndose sus valores al margen del modelo en su conjunto.

Adicionalmente a la justificación de ampliación del modelo comentada con anterioridad, se ha producido recientemente un hecho que nos ha obligado a abordar seriamente la modelización de estas variables.

El hecho al que hacemos referencia es la firma, el pasado mes de diciembre, de los

acuerdos de convergencia económica de los países de la C.E.E. de cara a la plena integración que se realizó en el transcurso de la Cumbre de Jefes de Estado y de Gobierno celebrada en la localidad holandesa de Maastricht.

En estos acuerdos se recogían una serie condiciones que debían cumplir antes de 1997 todos aquellos países que aspiran a integrarse en la U.E.M..

Estas condiciones, además de fijar los límites máximos de tipos de interés y precios, junto con una estabilidad cambiaria, van encaminadas hacia la consecución de un saneamiento de la finanzas públicas de dichos países.

En este sentido se fijan tres parámetros para definir este saneamiento :

- 1.- Mantenimiento de un déficit, medido a través de las necesidades de financiación del sector público, que no supere en ningún caso el 3 % del P.I.B.
- 2.- El volumen de deuda pública en circulación no podrá exceder el 60 % del P.I.B.
- 3.- No se podrán realizar apelaciones a los bancos centrales para cubrir las necesidades de financiación.

Dado que España deberá tender a integrarse en esta Unión Económica y Monetaria, y teniendo en cuenta que en la actualidad se encuentra fuera de estos márgenes exigidos, se hace necesaria la toma de una serie de medidas de política económica en los próximos años, que inevitablemente van a condicionar nuestro crecimiento económico.

Por tanto, si el objetivo de nuestro modelo es el de realizar predicciones y simulaciones de la economía española, sería un error no considerar estas variables como un instrumento de calibrado y análisis de las distintas medidas a adoptar y sus repercusiones reales.

ESPECIFICACION Y ESTIMACION DEL MODELO

A la hora de diseñar el submodelo de deuda ha sido necesario realizar un estudio previo de la especificación actual del Modelo Wharton-UAM, para tratar de aprovechar al máximo la labor ya realizada, utilizando la mayor cantidad posible de las variables ya integradas en el mismo y cuyo seguimiento y actualización se viene realizando regularmente.

De esta forma y puesto que debe ser un modelo actualizable permanentemente y de una dimensión ya considerable, se tratará de especificar el nuevo submodelo de forma que se optimice la relación entre la potencialidad añadida al modelo global y el esfuerzo de mantenimiento y actualización del mismo.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

- Relaciones del submodelo de deuda con los bloques actuales del Modelo Wharton-UAM.

Es este apartado se recoge la situación actual de los dos principales bloques que afectan al nuevo submodelo, como son el Bloque de Rentas y el de Tipos de Interés, pues, si bien éste se relaciona con todo el modelo en su conjunto, es en estos dos bloques donde se producen las principales interrelaciones con el mismo.

- Bloque de tipos de interés².

En este bloque se modelizan cuatro tipos de intereses diferentes tanto nominales como reales correspondiendo a las siguientes denominaciones y descripciones:

- TCSP y TCSP80: Tipo de interés real y nominal interbancario a tres meses.
- TCPAGA y TCPAGA80: Tipo de interés real y nominal medio de letras y pagares del tesoro a C.P.
- TLSP y TLSP80: Tipo de interés real y nominal (Rendimiento de la deuda pública a más de dos años).
- TLBANC y TLBANC80: Tipo de interés real y nominal de créditos bancarios a largo plazo.

El sistema de determinación de los distintos tipos parte del cálculo de un tipo de interés internacional obtenido como ponderación de los tipos de los principales países de la OCDE.

Una vez determinado este tipo medio, se estima el tipo de interés real interbancario a tres meses (TCSP80) en función de el tipo internacional, la tasa de crecimiento real del P.I.B., la tasa de crecimiento del deflactor del consumo privado y una variable que mide la presión del déficit público sobre los tipos de interés.

Esta variable de presión, denominada DEUDA, se calcula como la tasa de crecimiento del cociente entre el total de deuda viva de las administraciones públicas (DEUDAVIV) y el conjunto del ahorro nacional privado (SCP + SH).

Una vez determinado el TCSP80, se estiman el resto de los tipos de intereses reales en función de éste, calculándose posteriormente los tipos nominales añadiendo a estos tipos reales la tasa de inflación.

Según esta especificación existe una doble relación entre el volumen total de pasivos financieros (deuda viva) y los tipos de interés ya que, por un lado, si se aumenta el volumen de pasivos financieros se aumentarán los tipos de interés, y por otro, un aumento de los tipos de interés hará aumentar el pago por intereses y por tanto el déficit público, traduciéndose de nuevo en un crecimiento del volumen de pasivos financieros.

- Bloque de Rentas³.

El esquema general del bloque de rentas está basado en la determinación de las cuentas de renta de la Contabilidad Nacional, calculándose tanto la renta nacional bruta disponible como las rentas de las familias y del sector público.

A partir de estas rentas y de la determinación del excedente bruto de explotación de las

empresas, se calcula el ahorro nacional bruto y su distribución entre los distintos agentes, para pasar finalmente a la estimación de la capacidad o necesidad de financiación de cada uno de ellos.

Es este bloque, por tanto, el que mayor relación guarda con el submodelo de deuda, siendo de hecho en el que se ha integrado, y aunque de nuevo este relacionado con la totalidad del bloque, es especialmente la parte de determinación de las necesidades de financiación del sector público la que en mayor medida se va a ver afectada por la inclusión del nuevo modelo y merece, por tanto, una atención especial.

El hecho de se haya desarrollado el modelo de deuda no implica que con anterioridad no se contemplaran ninguna de las variables que se recogen en el mismo, de hecho variables como la necesidades de financiación, volumen de deuda viva o pagos por intereses, estaban obviamente incorporadas en el bloque de rentas, aunque si bien su tratamiento se realizaba de forma aislada y en algunos casos residual, pues, o bien se consideraban como exógenas o, en el mejor de los casos, se modelizaban a través de sencillas, aunque eficaces, ecuaciones de ajuste.

Una vez determinadas las interrelaciones del modelo de deuda con el resto de los bloques que componen el Modelo Wharton-UAM, vamos a pasar a definir las nuevas variables incorporadas para posteriormente especificar las ecuaciones e identidades que lo componen.

- **ACFING:** Saldo de la cuenta de Activos financieros de las Administraciones públicas expresado en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

- **DEUDAVIV:** Saldo de la cuenta de Pasivos financieros de las Administraciones públicas expresado en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

- **DCP:** Saldo de la partida 4 de pasivos financieros de las Administraciones públicas: Valores a Corto Plazo, expresada en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

- **DLP:** Saldo de la partida 5 de pasivos financieros de las Administraciones públicas: Obligaciones, expresada en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

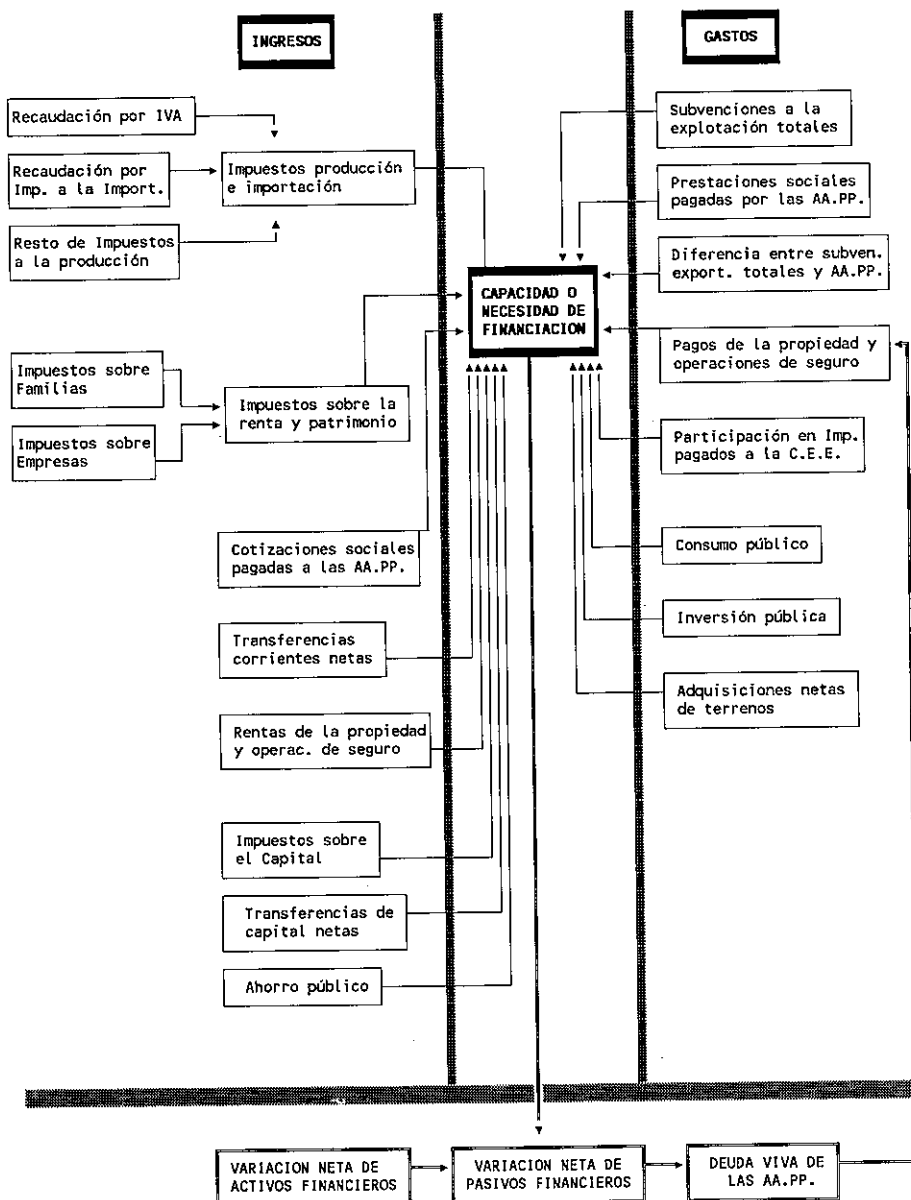
- **CI:** Saldo de la partida 7.3 de pasivos financieros de las Administraciones públicas: Valores no negociables, expresada en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

- **CPTA:** Saldo de la partida 7.1 de pasivos financieros de las Administraciones públicas: Créditos en pesetas, expresada en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

- **CEXT:** Saldo de la partida 7.2 de pasivos financieros de las Administraciones públicas: Créditos en moneda extranjera, expresada en miles de millones de pesetas. FUENTE: Cuentas Financieras de la Economía Española. Banco de España.

- **RBE:** Recurso del Estado al Banco de España expresado en miles de millones de pesetas. FUENTE: Boletín estadístico del Banco de España.

ESQUEMA DE DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE FINANCIACION DEL SECTOR PUBLICO Y SU RELACION CON EL MODELO DE DEUDA



- **IDCP:** Pagos por intereses efectivos de títulos a corto plazo de las Administraciones Públicas expresados en miles de millones de Pesetas. FUENTE: Boletín de Información Estadística del Sector Público. I.G.A.E.

- **IDLP:** Pagos por intereses efectivos de títulos a medio y largo plazo de las Administraciones Públicas expresados en miles de millones de Pesetas. FUENTE: Boletín de Información Estadística del Sector Público. I.G.A.E.

- **ICPTA:** Pagos por intereses efectivos de las Administraciones Públicas de préstamos del interior expresados en miles de millones de Pesetas. FUENTE: Boletín de Información Estadística del Sector Público. I.G.A.E.

- **ICEXT:** Pagos por intereses efectivos de las Administraciones Públicas de préstamos del exterior expresados en miles de millones de Pesetas. FUENTE: Boletín de Información Estadística del Sector Público. I.G.A.E.

- **ICI:** Pagos por intereses efectivos de Cédulas para inversión de las Administraciones Públicas, expresados en miles de millones de Pesetas. FUENTE: Boletín de Información Estadística del Sector Público. I.G.A.E.

- Especificación del modelo.

1ª) Determinación del volumen total de pasivos financieros.

Partiendo de la identidad contable en la que las necesidades de financiación más la variación de activos financieros debe ser igual a la variación de los pasivos financieros (destino y origen de la financiación), se determinará esta variación de pasivos para cada período:

$$\begin{aligned} \text{VACFING} &= \text{ACFING}_t - \text{ACFING}_{t-1} \\ \text{VPAFING} &= \text{DEUDAVIV}_t - \text{DEUDAVIV}_{t-1} \\ &\quad - \text{FING} + \text{VACFING} = \text{VPAFIN} \end{aligned}$$

La variable FING esta definida con signo positivo cuando existe capacidad de financiación y signo negativo cuando hay necesidad de financiación por lo que en la ecuación de equilibrio contable esta variable debe aparecer con signo negativo.

El saldo total de activos financieros se determinara mediante una regresión en la que se hace depender del valor en el período anterior, que recoge la inercia propia de las variables de stock, de la capacidad o necesidad de financiación, como una medida del poder adquisitivo del sector público, y de un tipo de interés, que recogería la mayor o menor rentabilidad de los activos.

$$\text{ACFING} = f(\text{ACFING}_{t-1}, \text{FING}, \text{TCSP80})$$

2ª) Cálculo de las distintas partidas integrantes del saldo de pasivos financieros.

Para una correcta determinación de los pagos por intereses derivados de la deuda ha sido necesaria la diferenciación entre los distintos tipos de pasivos que integran el total.

Con esta finalidad se ha realizado un agrupación de las distintas partidas en siete grupos que aparentemente deben tener comportamientos homogéneos entre si de cara a la determinación de sus respectivos costes. Estos grupos son los siguientes:

- Pasivos sin gastos: En este grupo se han incluido aquellos pasivos que inicialmente no generan pagos por intereses, como son el efectivo y los depósitos, incluyéndose además la partida de otros pasivos que al ser una partida de ajuste no tiene un sentido económico claro y por tanto

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

no se puede determinar su posible coste.

- Recurso del estado al Banco de España: Aunque esta partida tampoco es generadora de pagos por intereses se ha optado por diferenciarla del resto, dadas sus características especiales y la necesidad de su desaparición impuesta por los acuerdos de la Cumbre de Maastricht.

- Deuda a corto plazo.
- Deuda a medio y largo plazo.
- Créditos en pesetas.
- Créditos en moneda extranjera.
- Cédula para inversión: Deuda no negociable.

El cálculo de cada una de estas partidas se realiza mediante un sistema de participaciones sobre el total de pasivos, suponiendo que la estructura de la deuda es una variable de decisión de la propias AA.PP., teniendo un carácter de variable exógena en el modelo y considerando inicialmente que esta estructura se va a mantener constante hacia futuro de cara a la elaboración de predicciones.

Esta estructura queda recogida en un conjunto de variables denominadas Q_i , siendo i cada uno de los grupos de pasivos considerados: $Q_i = (\text{Pasivo tipo } i / \text{Total de pasivos}) * 100$

De esta forma, una vez determinado el valor total de pasivos financieros (DEUDAVIV) y aplicando estas participaciones se obtendrá el valor del saldo de cada uno de los pasivos generadores de pagos por intereses.

$$DCP = (DEUDAVIV * QDCP) / 100$$

$$DLP = (DEUDAVIV * QDLP) / 100$$

$$CPTA = (DEUDAVIV * QCPTA) / 100$$

$$CEXT = (DEUDAVIV * QCEXT) / 100$$

$$CI = (DEUDAVIV * QCI) / 100$$

3º) Determinación de los pagos por intereses

La procedimiento óptimo de determinación de los pagos por intereses consistiría en aplicar los tipos nominales específicos a cada una de las partidas. Ahora bien, tal y como veíamos en el cuadro de análisis de los pagos por intereses y tipos implícitos, este procedimiento se haría bastante complejo por la necesidad del conocimiento de los vencimientos y amortizaciones específicos de cada emisión o crédito de las AA.PP.

Para evitar este inconveniente se ha diseñado un sistema de modelización de los distintos pagos por intereses en función de unos pagos teóricos que se deducirían de aplicar a las distintas partidas de pasivos los tipos nominales correspondientes estimados en el bloque de tipos de interés.

Si llamamos TI_i a los pagos por intereses teóricos de cada tipo de pasivo i , e I_i a los pagos reales por cada tipo de pasivo i , podremos definir el siguiente sistema de ecuaciones:

- Pagos teóricos:

$$TIDCP = DCP * TCPAG / 100$$

$$TIDL P = DLP * TLSP / 100$$

$$TICPTA = CPTA * TLBANC / 100$$

$$TICEXT = CEXT * TLINTE / 100$$

$$TICI = CI * TLSP / 100$$

- Pagos reales:

$$IDCP = f (TIDCP)$$

$$IDL P = f (TIDL P)$$

$$ICPTA = f (TICPTA)$$

$$ICEXT = f (TICEXT)$$

$$ICI = f (TICI)$$

Una vez determinados los pagos por intereses de cada una de las partidas, podremos obtener el valor de la variable de Pagos rentas de la propiedad y operaciones de seguro (GINTE) como suma de todos los pagos parciales más una variable que recoge la discrepancia existente entre los valores de contabilidad nacional y los suministrados por la I.G.A.E.

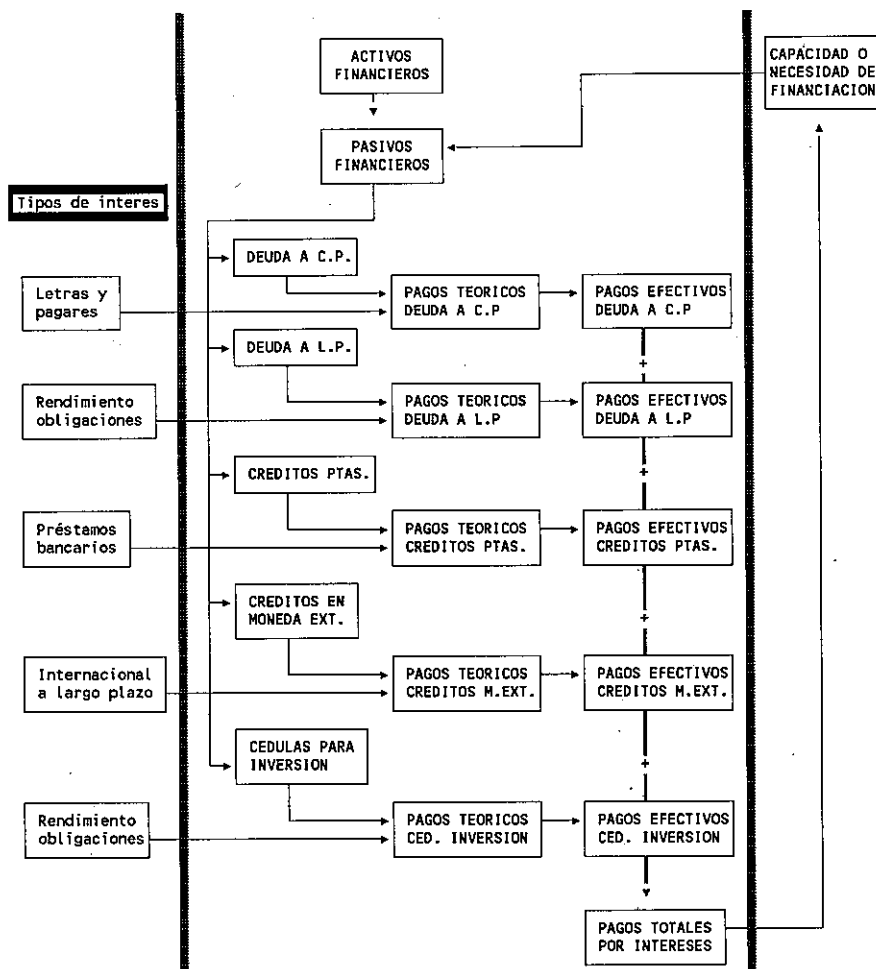
$$GINTE = IDCP + IDLP + ICPTA + ICEXT + ICI + SDGINT$$

Esta variable de pagos por intereses entra a formar parte del déficit de las AA.PP. como un gasto mas, afectando de nuevo a la determinación del volumen de pasivos financieros.

Por otra parte, este saldo de deuda viva condiciona también la estimación de los tipos de interés que como acabamos de comprobar afectan directamente a los pagos por intereses, produciéndose, por tanto, una simultaneidad directa entre el modelo de deuda y los bloques de rentas y tipos de interés.

Todos los resultados de las distintas regresiones, así como los datos históricos utilizados quedan recogidos en el anexo del este documento, presentándose a continuación y a modo de resumen un esquema del funcionamiento global del modelo de deuda.

DETERMINACION DE LAS DISTINTAS VARIABLES EN EL MODELO DE DEUDA



BIBLIOGRAFIA

- **PULIDO, A.(1983)**: "Informe especial sobre: Rentas, ahorro y necesidades de financiación. Inversión y sus componentes. Proceso de elaboración y rectificación de predicciones". Centro de Predicción económica CEPREDE. Documento n° 5. Diciembre 1983.
- **SUR, A.(1986)**: "Rasgos básicos del Modelo Wharton UAM/3. Novedades respecto a versiones anteriores". Centro de Predicción económica CEPREDE. Mayo 1986.
- **FERNANDEZ, P. y PULIDO, A.(1988)**: "Modelización de tipos de interés". Centro de Predicción Económica CEPREDE. Documento 88/1. Febrero 1988.
- **BRUNA, F.(1992)**: "La cumbre de Maastricht y la europa de los 90". Instituto de Predicción Económica "Lawrence R. Klein". Documento 92/2. Enero de 1992.

**Tratamiento de la Deuda Pública
en el Modelo WHARTON-UAM**

**J. Pérez
A. Pulido**

Documento 92/8 Mayo 1992

(*) Agradecemos la colaboración prestada por Aránzazu Mur y Alejandro de Pablo para la elaboración de este documento

¹Modelo ESPAÑA 0, elaborado por J.Vicéns en la Wharton Econometric School de Filadelfia

² Para una consulta más detallada sobre la elaboración de este bloque se puede consultar el documento 88/1, del Instituto "Lawrence R. Klein": Fernández, P. y Pulido, A.(1988): Modelización de tipos de interés

³ Para mayor desarrollo consultar el documento del Instituto "Lawrence R. Klein " Pulido, A(1983): "Informe especial sobre: Rentas, ahorro y necesidades de financiación. Inversión y sus componentes. Proceso de elaboración y rectificación de predicciones."

MODELOS ECONOMICOS II

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Ramón Fernández Lechón

CONSIDERACIONES ECONOMICAS DE LA VARIABLE TECNOLÓGICA: ESTRATEGIAS DEFENSIVAS

M^a Asunción GRAVALOS GASTAMINZA - Ignacio POMARES HERNANDEZ
DPTO. ADMON. DE EMPRESAS Y MARK.- DPTO T^a. ECONOMICA Y EC. P.
UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

1.- INTRODUCCION.

“En la empresa moderna tiene una gran importancia el factor tecnológico”. Quizás solo esta frase sea válida para la introducción a la presente ponencia, ya que a través de este factor, la empresa es capaz de mitigar la incertidumbre y superar el gran reto de la competitividad. En la última década, las innovaciones tecnológicas, aumentan su influencia tanto sobre la marcha de la competitividad nacional, como sobre las posiciones relativas de los distintos países en el marco del comercio mundial.

Desde la primera revolución industrial, a finales del siglo XVIII, la innovación tecnológica, ha estado ligada básicamente a los procesos febriles o productivos de una forma muy estricta. En este sentido por tecnología productiva hay que entender la formula en la que se especifican los inputs que han de utilizarse y como han de utilizarse para obtener un determinado output¹. A lo largo de este siglo, y sobre todo después de la segunda guerra mundial, las innovaciones tecnológicas se han ido extendiendo a otros ámbitos de la empresa, y así hoy en día no se habla de innovaciones empresariales en el campo productivo sino también en otros muchos campos, tales como el tratamiento de la información, el comercial, el financiero o el de organización.²

En la actualidad la innovación tecnológica es la principal arma competitiva de la empresa moderna, como advirtió J.A. Schumpeter. Una empresa puede ser muy eficaz en todos sus ámbitos, puede ser un modelo de organización, pero de poco le valdrá todo ello si una empresa de la competencia ensaya con éxito una nueva combinación productiva, que reduce sensiblemente los costes de producción o le permite obtener un nuevo producto que le ofrece al consumidor sustanciales ventajas comparativas; la primera de dichas empresas antes o después terminará por ser expulsada del mercado, al no poder competir con la segunda.

2.- ANALISIS ECONOMICO DE LA TECNOLOGIA

Hasta hace pocos años, el análisis económico de la innovación tecnológica ha tenido dos vertientes.

Por una parte, un análisis, en donde se considera a la tecnología como un dato, es decir, como algo exógeno a la economía, en donde la innovación se creía producida por unas fuerzas que entre otras podrían ser culturales, psicológicas, sociológicas, pero no influidas directamente por variables económicas. Ello da lugar, que a la tecnología, se le considere como un parámetro que afecta a los resultados obtenidos por una determinada asignación de recursos, siendo no afectada ella misma por tales resultados.

Esta primera vertiente ha tenido éxito debido a su fácil formalización, introduciendo en la función agregada de la producción, a la tecnología como un simple término que depende del tiempo³.

Por otra parte, existen intentos globalizadores del proceso de innovación tecnológica y de su influencia en el desarrollo del sistema económico. Es decir, se trata al cambio técnico como endógeno y, por consiguiente, influido por variables económicas.

Esta última vertiente ha tenido poco éxito debido a una doble dificultad. Dificultad de modelización tratando de endogeneizar el cambio técnico dentro de un equilibrio, y dificultad en la imposibilidad de su contrastación.

En este análisis, incapaz de representar los hechos reales, sin explicar como se genera, transmite y asimila la tecnología, hizo que apareciera una nueva técnica del análisis económico, la cual se centra en el desarrollo de la economía industrial.

En definitiva se empieza a analizar el cambio técnico en una relación bidireccional entre la tecnología y una pluralidad de variables económicas que influyen, y son influenciadas por aquellas.

Si bien en un principio, dentro de este nuevo campo, los estudios empíricos se centraban en trabajos de medición de la importancia de la contribución del cambio técnico al crecimiento a largo plazo de la productividad de los recursos y a la cuantificación de la tasa de difusión de los inventos⁴, pronto se avanzó, y algunos autores trataron de explicar la aparición de las invenciones por factores económicos, es decir tratar a la tecnología como una variable endógena en las funciones económicas. En estos momentos encontramos diversos campos de estudio dentro del área del cambio técnico endógeno como son entre otros:

- La teoría de la difusión de la innovación.
- La teoría y metodología de la asignación de recursos a la investigación.
- Los principios de gestión de la investigación.
- La teoría del cambio técnico inducido, que trata de descubrir el papel que desempeñan los precios de los factores, los precios de los productos, la forma del mercado, la elasticidad de la demanda, etc., en la dirección del cambio técnico.⁵

En estos campos, las variables económicas que explican que las firmas traten sistemáticamente a la tecnología como un recurso empresarial, las podemos agrupar en tres grandes grupos:⁶

a) Las situadas en el lado de la demanda, en donde, las más destacadas por diferentes autores son el tamaño del mercado del output, el precio del producto y el nivel de renta de los consumidores. Todos estos factores son avalados tanto por estudios empíricos, como el realizado por Schmookler, el cual encuentra una fuerte relación con la amplitud de la demanda de los productos a los que se aplica la innovación, así como por análisis formales que muestran la importancia de tales factores como los realizados por Nordhaus (1969), Evenson y Kislev (1975), Binswanger (1978), etc.

b) Las del lado de la oferta, centrándose principalmente en el coste de los factores y en la dimensión de las empresas. Con respecto al coste de los factores existen diversos modelos que afirman que la escasez de un factor de producción llevada a cabo como consecuencia de un aumento de su precio, inducirá la asignación de recursos a I+D con el fin de obtener innovaciones que permitiesen reducir la utilización del factor más escaso (anexo 1). En este sentido hay que

destacar a Hicks que fue uno de los primeros autores en explicar la relación entre el cambio técnico y las variaciones en el precio relativo de los factores:

“Un cambio en los precios relativos de los factores de producción es en sí un acicate para la invención, y para la invención de una clase particular, dirigida a economizar el uso de un factor que se ha convertido en relativamente caro”⁷

También en este sentido destacamos el modelo de Ahmad (1966), el cual, utiliza los conceptos de curva de posibilidades de innovación (componente exógeno del cambio, ya que la curva de posibilidades de innovación no es más que el estado de la ciencia) que junto a las isocuantas podrán dar a los empresarios la decisión de elección de entre los distintos procesos de I+D que puedan ser desarrollados en función del coste relativo de los factores (componente endógeno, pues los recursos destinados a I+D dependen del coste de los factores).

Dentro del lado de la oferta, la dimensión de la empresa, es otra de las variables que se considera explicativa de la dedicación sistemática de la empresa a la I+D por su relación principalmente con las economías de escala, con la diversificación de sus productos y por su incidencia en la forma de mercado. Esta variable a supuesto que diversos autores se centren en temas dedicados por una parte, a averiguar la relación existente entre dimensión de la empresa y asignación de recursos a la I+D, es decir si son las pequeñas y medianas empresas (PYMES) o grandes empresas las que efectúan I+D, y por otra en conocer que tipo de empresas han tenido más éxito en la innovación.

A este respecto, ya hemos establecido que son numerosos los estudios empíricos realizados con el fin de averiguar la relación existente entre dimensión de la empresa e I+D. La teoría tradicional nos dice que es la gran empresa la principal protagonista, y ello es fundamentalmente, bajo el razonamiento de que dicha empresa está magníficamente dotada para financiar el desarrollo técnico y que su organización proporciona fuertes estímulos para emprender tal desarrollo y ponerlo en práctica.

Sin embargo, el análisis de la realidad industrial demuestra que en muchos casos las grandes innovaciones no provienen de las grandes empresas, sino de las PYMES como consecuencia de múltiples acciones. Por lo tanto, no se puede establecer una afirmación que asevere que la gran empresa realiza una mayor contribución que la pequeña, ya que los estudios empíricos realizados con el fin de averiguar tal relación no permiten llegar a resultados claros. En este sentido Freeman afirma:⁸

“La contribución relativa de las empresas grandes y pequeñas varía mucho de una industria a otra, y una investigación como SAPPHO no puede responder a la pregunta de la contribución agregada de grandes o pequeñas empresas a la investigación e innovación en la economía como conjunto”

Por otra parte la OCDE afirma⁹:

“De lo que se deduce de los informes suplementarios que se han presentado al secretariado en el marco del año estadístico internacional, un número relativamente restringido

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

de empresas realiza trabajos de I+D en Estados Unidos: la casi totalidad de la I+D industrial se realiza por unas 2.000 empresas; por 700 en Francia, 400 en Suecia; 300 en Noruega, 100 en Italia y 78 en Austria y en España. Por otra parte, las actividades I+D se hallan fuertemente concentradas en empresas de más de 5.000 trabajadores”

Tal contradicción, reflejada en los dos últimos párrafos, proviene del error consistente en utilizar indicadores (tanto inputs, como outputs) del proceso de I+D, que generan una mala interpretación, lo cual da lugar a un oscurecimiento extraordinario que llega a dificultar el análisis de su estudio¹⁰

Por lo indicado podemos reflejar las conclusiones dadas por Ruiz y Mandado:¹¹

- Una determinada dimensión de empresa no asegura el cambio técnico, por lo que el gran tamaño no es un determinante seguro para la innovación, encontrándose los obstáculos en la burocracia, el conservadurismo, y la mala gestión

- No es una política eficaz el atacar a las grandes empresas y fomentar sólo la creación de PYMES, ya que existen muchos sectores en donde la clave del proceso innovador está dominado por la gran empresa, y en donde este predominio viene dado por una combinación de saber técnico y comercial, reforzado por economías de escala y de experiencia, que revisten una importancia creciente en las actividades industriales cuyos costes de desarrollo de procesos y productos son muy elevados, por lo que llega a provocar que solo las grandes empresas con dimensión y estrategia multinacional puedan sobrevivir.

- Es necesaria una distribución de tamaños que tienda a ser asimétrica (con una mayor concentración en PYMES) y variable según la actividad industrial de que se trate si lo que se quiere es lograr una acción empresarial.

c) Por último en un tercer grupo incluimos aquellas variables que definen la estructura del mercado y otras características psicológicas como pueden ser la actitud ante el riesgo.

Respecto a la estructura del mercado, hay opiniones para todos los gustos. Así hay algunos autores que piensan que los beneficios que se derivan de los gastos de I+D son mayores en monopolio (Demsetz, Hu), y otros que opinan lo contrario (Arrow). Por otra parte hay economistas que consideran al oligopolio como la forma de mercado que proporciona mayores incentivos a la inversión en I+D.

Por lo tanto, éste nuevo análisis económico de la tecnología, el cual, hemos dicho que se centra en el desarrollo de la economía industrial, intenta determinar qué estructuras de mercado favorecen más la innovación, ver las vías de difusión y asimilación de nuevas tecnologías, distinguir los efectos económicos de las innovaciones de proceso y de producto, definir políticas óptimas de gastos en I+D y analizar algunos de los resultados de la competencia estratégica entre empresas en el campo tecnológico.

3.- LA TECNOLOGIA: VARIABLE ECONOMICA.

Esta importancia del cambio tecnológico que hemos visto reforzada en el análisis económico, se centra en uno de los grandes temas del análisis de la competencia estratégica de carácter tecnológico y en la forma en que las actividades de I+D afectan a la competitividad. Por

ello es necesario abordar la importancia, de considerar a la tecnología como un elemento estratégico por parte de la empresa y no como un mero instrumento con vistas a la investigación y el desarrollo.

Es necesario introducir dentro del sistema empresarial al Departamento de I+D como un departamento más, como el de producción, comercialización y financiación; hecho que se produce en la actualidad, debido a la importancia que ha ido adquiriendo ; integrándose y alineándose la I+D, con las demás funciones empresariales, para transformar a la organización en un plano tanto interno como externo.

La tecnología, en realidad, no es sólo un problema del Departamento de I+D, debe abarcar a todas las funciones empresariales, existiendo una comunicación entre todas las áreas de una forma horizontal y vertical. Comunicación horizontal entre las funciones de comercialización, producción, ... que debe ser muy fluida y constante para que las innovaciones sean materialmente concebibles y satisfagan las necesidades de demanda potencial, y comunicación vertical entre la Dirección General y la técnica que debe ser directa y prioritaria para que exista conciencia de los problemas que jalonan el proceso tecnológico.

Un equipamiento de CAD afecta no sólo a diseño o a producción , implica directamente al área comercial a través de plazos de entrega, amplitud de la gama de productos, etc. La utilización de nuevos materiales no implica sólo al departamento de diseño, sino también a compras, logística, producción y marketing porque requiere nuevas especificaciones del producto o nuevos servicios. Estos ejemplos ponen de relieve que la gestión de la tecnología es necesaria, y por tanto la empresa tendrá que definir una estrategia de actuación, sin la cual no podrá alcanzar los objetivos de competitividad que desea obtener.

La gerencia, valiéndose de sus poderes, debe incorporar el componente tecnológico a la estrategia empresarial, para tener en cuenta que las innovaciones que surgen de una manera discontinua, no modifiquen el destino de la empresa, por tanto, resulta imprescindible prever estos posibles cambios tecnológicos e introducir unas estrategias propias derivadas de unas decisiones de innovación.

Por lo dicho anteriormente, puede ser que la innovación, considerada aisladamente en un Departamento, dé lugar a un fracaso, que puede venir por parte de los directivos que no arropan con suficiente interés las acciones emprendidas por el Departamento de I+D. Por contra, será exitosa cuando se integre en los procesos estratégicos para potenciar las ventajas competitivas. A modo de ejemplo podemos decir que si la empresa define sus objetivos en la diferenciación, se recurrirá a la innovación para modificar y adaptar las líneas de productos a las necesidades imperantes del mercado, o si se definen como objetivo la reducción de costes, la innovación aparecerá en el método de producción.

El Departamento de I+D debe recibir el apoyo de todos los demás departamentos para que las formulaciones estratégicas que afecten a las diferentes áreas empresariales, alcancen las mejoras deseadas por la empresa:¹²

- Reducción de Costes.
- Adaptar los productos a la demanda.
- Incremento de la productividad.
- Mejora de la imagen de marca.
- Mayor fidelidad al producto.

- Disminución de plazos de entrega.
- Flexibilidad del sistema productivo.
- Crecimiento de la capacidad de asimilación de las innovaciones.
- Diseño racional de los puestos de trabajo.

Porter nos dice que la estrategia tecnológica debe tratar tres amplios aspectos, o dar respuesta a una de estas tres preguntas:¹³

- 1.- ¿Qué tecnologías desarrollar?
- 2.- ¿Buscar el liderazgo tecnológico o defenderse con la tecnología actual?
- 3.- ¿Qué importancia dar a las licencias o patentes?

Estas tres preguntas resumen cual ha de ser el marco de actuación de una empresa ante la innovación tecnológica. Actuación que lleva a las empresas a adoptar una u otra estrategia.

Voy a distinguir dos tipos de estrategias, las cuales van a englobar cualquier movimiento en una decisión empresarial:

- * Estrategia Indirectas
- * Estrategias Directas.

Entre las directas hay que mencionar a la Ofensiva o estrategia de ataque y la estrategia Defensiva.

Freeman define a la estrategia innovadora ofensiva o de ataque como aquella que pretende conseguir el liderazgo técnico y de mercado colocándose en cabeza de sus competidores en la introducción de nuevos productos o procesos.

La estrategia defensiva la podemos definir como aquella que pretende defender el liderazgo, y que por tanto no implica ausencia en I+D. Al contrario, puede y debe ser tan intensiva en investigación como una política ofensiva. En realidad, la mejor estrategia defensiva es el coraje para atacarse uno mismo, o dicho de otro modo, uno fortalece su posición al introducir nuevos productos o servicios que hagan obsoletos a los existentes.

4.- ESTRATEGIAS DEFENSIVAS

Las estrategias defensivas son maniobras de combate utilizadas para resistir un ataque y para infligir al adversario tales pérdidas que se vea obligado o a retirarse o a proporcionar al defensor la oportunidad de tomar la iniciativa y contratacar.

En un campo abierto, el fuego entre dos escuadras se decide de manera rápida a favor de la unidad más numerosa. Pero ¿que sucede cuando una de las dos escuadras está a la defensiva?. Imaginemos a un comandante rojo con una fuerza de 9 soldados que se enfrenta a un comandante azul con solo 6, pero atrincherados. Para un soldado azul las posibilidades son las mismas que en fuego abierto y frontal; 1 de cada 3 disparos acertará a uno de los atacantes rojos, en cambio para el soldado rojo las probabilidades de que acierte son de 1 a 9. Después de la primera descarga, los rojos superan a los azules con un margen de 7 a 5. Pasada la segunda descarga, el margen se reduce hasta 5 a 4. Tras la tercera descarga, las fuerzas son las mismas, 4 a 4. En este punto el comandante rojo debería suspender el ataque, pues ya no cuenta con superioridad numérica.

El conflicto bélico entre países, puede llevarse al mundo de la organización industrial, empleando ambas las siguientes estrategias defensivas en materia de I+D:

* **DEFENSA DE POSICIONES:** Esta defensa consiste en aprovechar la protección de posiciones fortificadas (barreras de entrada, en torno a un producto, a un servicio). En las empresas se utiliza una gran variedad de subestrategias con la finalidad de defender posiciones en el mercado como:

- Diferenciación.
- Coste.
- Recursos.
- Extensiones de línea.
- Propiedad.

* **DEFENSA MOVIL:** En la guerra de los negocios, los movimientos de defensa móvil son semejantes a los adoptados por los militares, ya que lo que se intenta es responder a un ataque enemigo moviendo las fuerzas, centrando este movimiento en la sustitución planificada de productos, su mejoramiento y a cambios en la extensión y duración de ciclo de vida del producto.

* **GOLPES DE MANO:** Este es un ataque preventivo, que producirá en el enemigo una gran desorganización, por lo que se verá forzado a solicitar la rendición. La biotecnología que se desarrolló a fines de los años 70 ofreció la oportunidad para que las empresas de muchos sectores lograran bajar los costes de producción para productos ya existentes y nuevos. Un número de empresas radicados en varios sectores relacionados con productos farmacéuticos y la alimentación, ocupó posiciones para dar un golpe de mano sobre el capital social de las compañías más importantes de biotecnología, con el fin de ganarse el acceso a la tecnología para proteger sus mercados.

* **DEFENSA DE FLANCO:** Esta estrategia va dirigida a situar parte de la fuerza de defensa en posición de desbordar las maniobras ofensivas de un agresor. La Pepsi-Cola intuyó la agresiva promoción de 7-Up en 1982 con su producto de cola sin cafeína, LIKE, con la que podría realizar importantes incursiones en la posición de liderazgo de la Pepsi en el mercado norteamericano de refrescos suaves, que estaba dominado por los productos de cola conteniendo cafeína. Pepsi-Cola elaboró rápidamente una cola libre de cafeína en un 99%. La Pepsi-Free, y arropada por una campaña de 100 millones de dólares, promocionó agresivamente el producto como estrategia de defensa de flanco para proteger su posición.

* **RETIRADA:** Se produce cuando una empresa se ve forzada a retirarse del mercado por razón de superioridad tecnológica de los competidores y de la carencia de los recursos tecnológicos propios.

5.- BIBLIOGRAFIA

1.- Freeman, Ch. (1975), *La teoría económica de la innovación industrial*. Ed. Alianza Universal

2.- Hicks, J.R. (1932) *The Theory of Wages*. Londres. MacMillan, pág 124. Traducción castellana. La Teoría de los Salarios. Barcelona, Ed. Labor, 1973.

3.- Morcillo, P. (1989). *La gestión de la I+D*. Ed. Pirámide.

4.- Organización para Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (1967) *Etude sur les Ressources Consacrées à la R-D dans les Pays membres de l'OCDE en 1963*. Vol. 1. Ampleur et Structure de l'Effort Global de la R-D dans les PAYS membres de l'OCDE. París.

5.- Pavitt. (1984), "Sectorial patterns of technical change towards a taxonomy and a theory". Research Policy. volumen 13 número 6 diciembre.

6.- Porter, M. (1988). *Ventaja Competitiva*. Ed. Continental

7.- Ries, A. y Trout, J. (1986) *La guerra de la mercadotecnia*. Ed. MacGraw-Hill

8.- Ruiz González, Manuel. (1988), "La innovación tecnológica como resultado de interacciones complejas. Sus consideraciones estratégicas". Alta dirección. nº 138.

9.- Suris i Jorda, J.M. (1986). *La empresa industrial española ante la innovación tecnológica*. Ed. Hispano europea. Barcelona.

¹ Expresada en términos de la función de producción, en donde los inputs representan los diferentes factores de producción utilizados y los outputs el producto realizado

² Distinción aportada por Schumpeter y que ha sido admitida por la mayoría de los economistas

³ Utilizando la función de producción de Solow $X = F(K, L)$, en donde X representa el item. de salida, K el capital y L el trabajo, el carácter exógeno de la variable tecnológica implica introducir al progreso técnico como :

$$X = A(t) F(K(t), L(t))$$

⁴ Ver Ruiz González, Manuel. La innovación tecnológica como resultado de interacciones complejas. Sus consideraciones estratégicas. Alta dirección. 1988. nº 138. pág 121-128. En este artículo aparecen resultados obtenidos por diferentes autores (Utterback, Baker, Carter y Williams, Gibbons y Johnston, Freeman, Enos, Mansfield, Rosemberg y otros) en este tipo de estudios empíricos.

⁵ Suris i Jorda, J.M. 1986. pág. 83-84

⁶ Suris i Jorda, J.M. 1986. pág 83-95

⁷ Hicks, J.R. 1932.

⁸ Freeman, CH. 1974, pág. 198.

⁹ Organización para Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), 1967. pág 48.

¹⁰ Freeman habla de contribución a investigación e innovación, manifestando que la información estadística se refiere a I+D o a patentes más que a innovación propiamente dicha, dificultando la interpretación. Precisamente teniendo en cuenta los errores de los indicadores utilizados, Pavitt en su artículo "Sectorial patterns of technical change towards a taxonomy and a theory". Research Policy. volumen 13 número 6 diciembre (1984), refleja que una importante mayoría de trabajos recientes se inclinan por la necesidad de utilizar una combinación de indicadores tanto de inputs como de outputs para tener una visión más adecuada del fenómeno

¹¹ Ruiz González, M. y Mandado Pérez, E. 1989. pág 55

¹² P. Morcillo, 1989. pág. 183

¹³ M. Porter, 1988. pág. 193

CUANTIFICACION DEL ESFUERZO PUBLICITARIO Y SU RELACION CON EL NIVEL DE CONCENTRACION DE MERCADO

Carmen RAMOS CARVAJAL
M^a Jesús RIO FERNANDEZ
Rigoberto PEREZ SUAREZ

METODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMIA
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

1-INTRODUCCION

En trabajos anteriores hemos introducido el índice cuadrático como una medida de concentración industrial. Este índice goza de diversas propiedades, tanto de orden conceptual como empírico, que lo acreditan como un buen indicador de la concentración de mercado.

A su vez, el grado de concentración puede ser considerado como un indicador del nivel de competitividad existente entre las diferentes empresas que componen un mercado y, como consecuencia, de la influencia que pueden tener sobre el precio de equilibrio.

Según las hipótesis que se adopten sobre el comportamiento de las firmas ante una variación en el output de una cualquiera de ellas (variaciones conjeturales), la teoría económica ha acuñado diferentes modelos de oligopolio.

Anteriormente hemos analizado para algunos de ellos la relación entre el precio de equilibrio resultante y el nivel de concentración del mercado, comparando la capacidad de control inducida sobre el precio y analizando las implicaciones que de todo ello se pueden derivar sobre el bienestar social a través del excedente del consumidor.

En este trabajo nos proponemos incorporar a los modelos de mercado una variable que teóricamente debe contribuir al nivel de concentración, nos referimos concretamente al esfuerzo publicitario realizado por las empresas.

Algunos de los supuestos sobre los que se basa la teoría de la competencia perfecta son, entre otros, la homogeneidad del producto y la libre entrada y/o salida de empresas en la industria. Sin embargo, de la simple observación de la realidad económica se deriva que, habitualmente, el producto es diferenciado y además existen barreras a la entrada de las firmas en el mercado, es decir, en el mundo real las empresas no se adaptan al modelo competitivo puro, sino que actúan en mercados de competencia imperfecta.

Un modo de diferenciar el producto es mediante la publicidad, ya que una campaña publicitaria puede hacer un artículo más atractivo a los ojos del consumidor, esto es, puede servir de elemento diferenciador. Por otra parte, el gasto en publicidad puede actuar como una barrera de entrada a nuevas firmas en la industria, en la medida en que las que se encuentran dentro de la misma tendrán una clientela formada y unos gastos fijos que la empresa entrante debe asumir.

2- PLANTEAMIENTO TEORICO: EL MODELO DE SCHMALENSSEE

Consideremos una situación oligopolista en la que las empresas determinan sus precios y niveles de gasto en publicidad simultáneamente, teniendo en cuenta los comportamientos esperados por las firmas rivales. En concreto, adoptaremos el modelo propuesto por Schmalensee (1972), en el cual la función de beneficios de la empresa i -ésima viene dada por la siguiente expresión:

$$B_i = p q_i(A_i, A_r, p) - C_i[q_i(A_i, A_r, p)] - A_i$$

donde p es el precio de mercado, A_i es el gasto en publicidad de la firma i , A_r el gasto conjunto de las restantes y q_i es el output de la empresa i -ésima, que se supone dependiente no sólo del precio sino también de los niveles del gasto en publicidad de la propia firma y de las rivales. Este modelo recoge un único coste fijo que es el gasto en publicidad de la empresa. Además, como ya hemos señalado, supondremos que existe una interrelación entre las decisiones de gasto en publicidad de cada empresa y las de sus rivales.

Las condiciones para la maximización del beneficio son:

$$\frac{\partial B_i}{\partial p} = q_i + (p - c_i) \left(\frac{\partial q_i}{\partial p} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial B_i}{\partial A_i} = (p - c_i) \left(\frac{\partial q_i}{\partial A_i} \right) + \left(\frac{\partial q_i}{\partial A_r} \right) \left(\frac{dA_r}{dA_i} \right) = 1 \quad (2)$$

De (1) se obtiene la igualdad siguiente:

$$\frac{p - c_i}{p} = \frac{1}{\mu_i} \quad (3)$$

cuyo primer miembro puede ser interpretado como el poder de mercado de la empresa; el segundo término es el inverso de la elasticidad precio de demanda de la firma i -ésima. Así pues, el poder de monopolio de una empresa es inversamente proporcional a la elasticidad precio de demanda

(μ_i). Este resultado -como es bien sabido- significa que en industrias concentradas la elasticidad es menor debido a que tienen un mayor poder de fijación de precios y, por lo tanto, la variación que puede experimentar el output es menor.

Además, consideraremos que el output de la firma i -ésima es creciente respecto al propio gasto en publicidad ($\delta q_i / \delta A_i$) y decreciente respecto al gasto del conjunto de empresas rivales ($\delta q_i / \delta A_r$).

Por otra parte, adoptaremos el modelo de conjeturas de Clarke y Davies respecto a la interrelación entre el gasto de cada empresa y el de sus rivales, lo cual supone admitir que la respuesta de estas últimas es proporcional a su nivel relativo de gasto, esto es, $dA_r/dA_i = \alpha (A_r/A_i)$, donde el parámetro α , que consideraremos que varía entre cero y uno, representa el grado de colusión implícita en el mercado.

Consideremos que el sector industrial está integrado por n empresas, cuya participación en el mercado (tamaño relativo) valoraremos mediante su volumen de producción, esto es, $s_i = q_i/Q$, donde $Q = \sum_i q_i$ representa la producción total del sector. Representemos por X esa distribución del mercado.

Para medir su nivel de concentración utilizaremos el índice cuadrático $IC(X)$, cuyas propiedades como indicador del grado de competencia existente en el mercado hemos abordado en diversos trabajos anteriores. Dicho índice viene dado por la expresión siguiente:

$$IC(X) = 1 - \sum_i s_i^2$$

y su valor está comprendido entre cero y uno; en situación de monopolio $IC(X)=0$, mientras que a medida que el mercado es más competitivo $IC(X)$ se aproxima a la unidad, siendo $\lim IC(X)=1$, es decir, cuando el número de empresas es muy $n \rightarrow \infty$ elevado y su cuota de mercado es muy similar, el valor del índice tiende a uno. Con otras palabras, $IC(X)$ proporciona una valoración de la competencia existente entre las empresas del sector y, por tanto, en sentido opuesto, de su nivel de concentración.

Sustituyendo en (2) y operando obtenemos la expresión (4)

$$IC(X) = 1 - \sum_i s_i \left[\frac{1}{p-c_i} - Q \left\{ \left(\delta s_i / \delta A_i \right) + \left(\delta s_i / \delta A_r \right) \alpha \left(A_r / A_i \right) \right\} \right] \left\{ \left(\delta Q / \delta A_i \right) + \left(\delta Q / \delta A_r \right) \alpha \left(A_r / A_i \right) \right\}^{-1}$$

Si suponemos que las empresas actúan bajo el modelo de Cournot ($\alpha = 0$), como los precios se mantienen constantes para todas las empresas y la publicidad se considera igualmente efectiva, obtenemos

$$IC(X) = 1 - \sum_i A_i \left(\frac{\mu_i (1-s_i)}{R} - \frac{1}{A} \right) (1/\gamma_{AQ}) \quad (5)$$

donde γ_{AQ} es la elasticidad del gasto en publicidad. Por tanto, (5) permite relacionar el índice cuadrático con el ingreso total R, la elasticidad de demanda respecto a la publicidad γ_{AQ} , el gasto en publicidad A y la elasticidad precio de demanda μ_i .

3- COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES EN EL MODELO

Para analizar cómo influyen en la concentración las distintas variables del modelo supondremos que μ y γ_{AQ} son constantes.

a) Repercusión sobre el nivel de concentración de una variación en el gasto en publicidad.

Si γ_{AQ} es mayor que la unidad, esto es, si la función de demanda es elástica respecto del gasto en publicidad un aumento en A provoca un incremento más que proporcional en el output, por lo que el precio descenderá (pero muy probablemente el ingreso del empresario habrá aumentado), es decir, se ha producido un descenso del precio paralelamente a un aumento en los costes, por lo que el poder de mercado del empresario habrá disminuido. Si γ_{AQ} es menor que la unidad, un aumento en el gasto en publicidad irá seguido de una variación menos que proporcional en Q, con lo que parece probable que el ingreso del empresario haya disminuido e intente fijar un precio más elevado del producto para no sufrir pérdidas.

b) Repercusión de una variación en el precio sobre el nivel de concentración.

Si la función de demanda es elástica, un aumento en el precio provocará una disminución más que proporcional en la cantidad demandada con lo que es probable que el ingreso del empresario haya disminuido e intente incrementarlo elevando el precio del producto, con lo que éste estará más alejado del nivel competitivo y el poder de mercado del empresario habrá aumentado. Y viceversa, si la elasticidad precio de demanda es menor que la unidad, un aumento en el precio irá seguido de una disminución menos que proporcional del output con lo que parece lógico pensar que el ingreso del empresario habrá aumentado.

Un concepto muy interesante es el denominado intensidad publicitaria, esto es, el ratio A/R que presenta la proporción de gasto en publicidad que se precisa para obtener el nivel óptimo de ingresos, cuya relación con el nivel de concentración viene recogido en la expresión

$$\frac{A}{R} = \frac{\gamma_{AQ} (1 - IC(X)) + IC(X)}{\mu} = \quad (6)$$

En la situación extrema de monopolio, el ratio anterior toma el siguiente valor:

$$\frac{A}{R} = \frac{\gamma_{AQ}}{\mu} \quad (7)$$

y, en consecuencia, A y R guardan la misma proporción que las elasticidades del gasto y del precio de demanda. Si γ_{AQ} tiene un valor muy elevado el empresario creará conveniente aumentar el gasto en publicidad, ya que así obtendrá unas ventas más que proporcionales que la inversión efectuada. Sin embargo, si es elevado el crecimiento en el output hará disminuir más que proporcionalmente el precio del producto, con lo que el ingreso del empresario podría, incluso, llegar a disminuir.

Si por el contrario hay un conjunto amplio de empresas que constituyen la industria y tienen una cuota de mercado muy similar, entonces:

$$\frac{A}{R} = \lim_{IC \rightarrow 1} \frac{\gamma_{AQ}(1-IC(X))+IC(X)}{\mu} = 1/\mu \quad (8)$$

y, por tanto, cuanto mayor sea la elasticidad precio de demanda menor será la inversión necesaria en publicidad para obtener unos ingresos óptimos, ya que al aumentar A aumentará también su output y el precio descenderá más que proporcionalmente con lo que al empresario no le interesará mantener esa inversión.

De las expresiones (7) y (8) se desprende que, manteniéndose fija la elasticidad precio de demanda, si γ_{AQ} es mayor que la unidad, el ratio de intensidad publicitaria es menor en monopolio que en competencia y, viceversa, si γ_{AQ} es menor que uno. Por lo tanto, la relación existente entre ambos ratios no es unívoca sino que dependerá de la elasticidad de gasto en publicidad.

Para analizar el comportamiento de A/R en situaciones intermedias, consideremos oligopolios puros ya que en tal caso $IC(X) = 1 - (1/n)$ y, entonces, sustituyendo en (7), se obtiene

$$\frac{A}{R} = \frac{1 + (1/n)(\gamma_{AQ} - 1)}{\mu} \quad (9)$$

Derivando (9) respecto a n, se deduce que el esfuerzo publicitario es creciente (decreciente) respecto a n si γ_{AQ} es menor (mayor) que uno. Con otras palabras, en situaciones de oligopolio puro, la intensidad publicitaria aumenta a medida que disminuye el grado de concentración si γ_{AQ} es menor que uno, mientras que dicha intensidad decrece con el nivel de concentración si γ_{AQ} es mayor que uno.

Si tenemos en cuenta que γ_{AQ} es decreciente con respecto al nivel de concentración, esto es, que su valor es tanto más pequeño cuanto más concentrado sea el sector, de lo anterior podemos

concluir que, en términos generales, el nivel de concentración y la intensidad publicitaria del sector se moverán en sentido opuesto si γ_{AQ} es menor que uno, para hacerlo en el mismo cuando γ_{AQ} sea mayor que uno.

4- APLICACION EMPIRICA: NIVEL DE CONCENTRACION Y ESFUERZO PUBLICITARIO

En esta aplicación tratamos de analizar las relaciones existentes entre el tamaño sectorial (industrial), el nivel de concentración y la intensidad publicitaria. Por otra parte, proponemos el ratio A/R como un determinante más del nivel de concentración y valoramos la capacidad explicativa de esa variable.

a) Fuentes estadísticas.

Hemos utilizado en nuestro cometido dos fuentes de datos primordialmente: la primera de ellas es la revista IPMARK (número 329, correspondiente a la primera quincena de mayo de 1989), de donde hemos obtenido los datos referentes al gasto en publicidad de un conjunto de empresas, concretamente los referentes a las firmas que invierten más por este concepto. Esta muestra consta de 200 elementos y representa, según la agencia publicitaria John Walter Thompson, aproximadamente, el 25% del gasto total para 1988 en publicidad.

La segunda fuente de información utilizada es la de "2.500 empresas españolas" editada por Fomento de la Producción que nos ha proporcionado una relación de las ventas de las empresas, variable con la cual mediremos el tamaño de las firmas.

b) Relación entre tamaño sectorial e intensidad publicitaria

Hemos analizado para el conjunto de sectores la relación existente entre la intensidad publicitaria (A^*), las ventas de cada sector (R) y el número de empresas que lo constituyen (n), obteniendo el siguiente resultado

$$L(A^*/n) = 3.858736 - 0.7799238 \text{ LR}$$

$$R^2 = 0.80, d-w = 2.02$$

Así pues, el tamaño del sector y sus ventas explican el 80% de la intensidad publicitaria. Por tanto, si el número de empresas de cada sector permanece fijo, es una función convexa y decreciente, por lo que podemos deducir que la intensidad publicitaria decrece con las ventas del sector a un ritmo creciente.

c) Relación entre concentración y A*

A partir de modelos teóricos clásicos se ha postulado una relación de tipo \cap entre la intensidad publicitaria y la concentración, es decir, una relación cuadrática con un máximo que distingue un primer tramo en el que crecen a la vez la concentración y el ratio de intensidad publicitaria y un segundo tramo en el que un aumento en la concentración va seguido de una disminución en dicho ratio. En el modelo teórico que hemos propuesto se han obtenido unos niveles muy bajos de A* para niveles extremos de concentración (cercanos a la competencia perfecta y al monopolio); en situaciones intermedias dicho ratio aumenta en principio a medida que nos separamos del monopolio para después volver a disminuir hacia la tasa límite de competencia perfecta.

Para contrastar estos resultados teóricos hemos calculado la concentración de diferentes sectores por medio del índice cuadrático obteniendo los resultados siguientes:

CUADRO
Concentración por sectores

Sectores	Índice cuadrático
Alimentación	0,990635
Productos Lácteos	0,954353
Vehículo	0,887308
Bebidas	0,975372
Electrodomésticos	0,946056
Informática	0,859172
Limpieza	0,874826
Petróleo	0,868088
Juguetes	0,903007
Perfumería	0,942976
Edit. e Imprentas	0,976635

[Elaboración propia a partir de datos de "Las 2.500 mayores empresas españolas, 1988" Fomento de la Producción]

Hemos ensayado el modelo cuadrático propuesto habitualmente y los resultados obtenidos son:

$$A^* = -6.6539 + 14.5466 C - 7.90141 C^2$$

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

$$R^2 = 0.20$$

El valor obtenido para el coeficiente de determinación es muy bajo por lo que hemos probado con un modelo algo diferente intentando mejorar estos resultados:

$$L(A^*/n) = -8.8128 - 82.015239 LC - 468.43408 (LC)^2$$

$$R^2 = 0.62, d-w = 2.49$$

Este modelo explica en mayor medida la relación entre las variables. De cuyo comportamiento se sigue que para niveles muy bajos de concentración la intensidad publicitaria toma un valor no muy elevado que posteriormente aumenta a un ritmo más que proporcional volviendo después a disminuir a un ritmo decreciente para niveles más elevados de concentración. Este resultado corrobora, pues, las hipótesis enunciadas.

Si ahora estudiamos conjuntamente la influencia del nivel de concentración y de las ventas sobre el ratio publicitario obtenemos

$$L(A^*/n) = -0.5397 - 44.1398 LC - 0.5486 LR - 247.9432 (LC)^2$$

$$R^2 = 0.94, d-w = 2.1765$$

Así pues, ambas variables explican conjuntamente una parte importante del comportamiento del esfuerzo publicitario de cada empresa.

En esta comunicación hemos relacionado la concentración industrial con el ratio de intensidad publicitaria, así como con la elasticidad precio de demanda y con la elasticidad del gasto en publicidad. A diferencia del planteamiento clásico, los resultados obtenidos aquí parecen sugerir una relación cuadrática, en términos logarítmicos en lugar de directa, entre la intensidad publicitaria y el nivel de concentración. No obstante, ésta es una primera aproximación cuantitativa; para confirmar este tipo de relación deberemos profundizar en el análisis empírico y para ello necesitamos ampliar nuestras bases de datos.

5- BIBLIOGRAFIA

- CLARKE, R. y DAVIES, S. W. (1982) Market structure and price-cost margins. *Economica*, Vol. 49, nº 195, pgs. 277-287.
- JAUMANDREU, J. y MATO, G. (1988) *Margins, concentration and advertising, a data panel analysis*. Fundación Empresa Pública. Doc. de Trabajo 8706.
- REEKIE, W.D. (1975) Advertising and market structure: another approach. *Economic*

Journal, Vol. 85, pgs. 156-164.

REES, R.D. (1975) Advertising, concentration and competition. A comment and further results. *Economic Journal*, Vol. 85, pgs. 165-171.

RAMOS, C. y RIO, M. J. (1989) El índice cuadrático de concentración como instrumento de análisis económico. *XIV Jornadas Hispano-Lusas de Matemáticas*, Canarias.

RIO, M. J. y PEREZ, R. (1987) Sobre la medición de la concentración industrial. *III Jornadas de Economía Industrial* (Fundación Empresa Pública), Madrid.

RIO, M. J. y PEREZ, R. (1988) Sobre la medición de la concentración industrial. *Investigaciones Económicas*. Suplemento.

SCHMALENSEE, R. (1972) *The Economics of Advertising*. Nort-Holland.

STRICKLAND, A.D. y WEISS, L.W. (1976) Advertising, concentration and price-cost margins. *Journal of Political Economy*, Vol. 84, nº 5.

SUTTON, C.J. (1974) Advertising, concentration and competition. *Economic Journal*, Vol. 84, pgs. 56-69.

WATERSON, M. (1984) *Economic Theory of the industry*. Cambridge University Press, Gran Bretaña.

CONCENTRACION EN EL SECTOR DEL CAVA: ANALISIS DE LA ADECUACION DE LOS INDICES

Misericordia CARLES LAVILA

Jordi SARDA PONS

PROFESORES DE LA ESCUELA UNIVERSITARIA DE ESTUDIOS EMPRESARIALES
DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

1. INTRODUCCION

El objetivo de esta comunicación es hacer un estudio aplicado de los números índices de concentración industrial. Hemos escogido el sector del Cava por un doble motivo; por su distribución territorial característica, y por el tamaño y la estructura de sus empresas.

Además el cava es un v.e.c.p.r.d (vino espumoso de calidad producido en una región determinada). Dos dificultades surgen de esta denominación; las discusiones habidas en la CEE en torno al cumplimiento de los requisitos necesarios para su cualificación y el debate surgido a raíz de la Orden Ministerial de febrero de 1986 que delimita la región cava.

En el año 1973 se crea el Consejo Regulador de Vinos Espumosos, encargado de llevar el registro número 2 denominado "De Cava" para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos por la CEE y los de la Orden Ministerial de febrero de 1986; en él se inscriben todas las empresas existentes así como sus producciones respectivas.

Partiendo de los datos suministrados por el Consejo Regulador podemos conocer el número y la evolución de las firmas existentes en el período de estudio -Gráfico num 1-.

1.1 Distribución territorial de las empresas del sector:

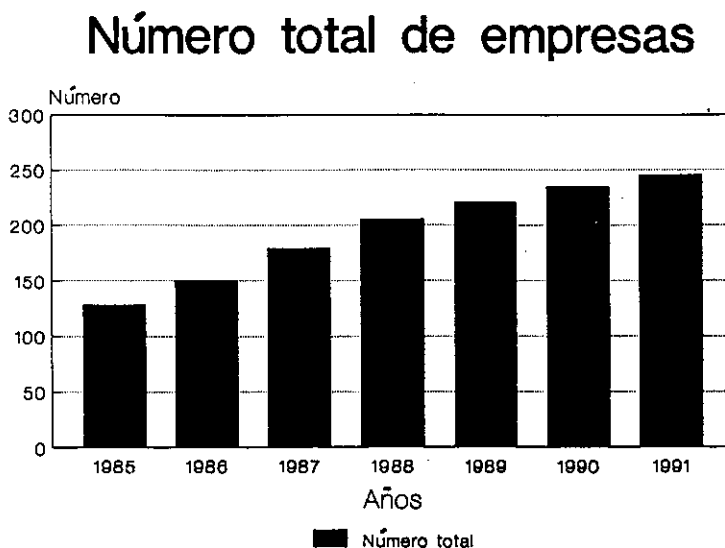
La Región Cava incluye la mayor parte de Catalunya, una pequeña zona de Aragón y parte de la D. O. Rioja -que engloba las provincias de Alava, Rioja y Navarra-.

Con caracter general podemos afirmar que aproximadamente el 90% de la producción total se consigue en Catalunya, quedando el 10% para las comunidades de Aragón y de La Rioja.

Tomemos como ejemplo el año 1987; de las 179 empresas existentes en aquel momento 132 estaban ubicadas en la provincia de Barcelona, concretamente en la Comarca del Alt Penedès, lo que implica que el 73,7 % de las empresas pertenecen a una sola comarca; si analizamos con detalle este último porcentaje veremos que una sola población -Sant Sadurn d'Anoia- tiene registradas el 60% de ellas.

El 26,3% restante se distribuye de la siguiente manera: el 18,3% en distintas provincias catalanas -Barcelona Tarragona y Gerona, por este orden-; el 8% para el resto de España.

(Gráfico 1)



Fuente: Elaboración propia
Datos facilitados por el Consejo
Regulador de Vinos Espumosos

1.2 Características de las empresas del sector

Dos son las características más relevantes que determinarán la actuación del sector del cava:

- a) son empresas de origen familiar, con un crecimiento más o menos acentuado a lo largo del tiempo, y
- b) no existen grandes empresas multinacionales, una excepción sería Martini - Rossi, que comercializa la marca Marquès de Monistrol, y que puede llegar a ser una de las que tengan la capacidad suficiente para exportar.

El sector del Cava tiene una estructura dual: dos grandes grupos de empresas, Grupo Freixenet y Grupo Codorniu, con capacidad suficiente para explorar nuevos mercados, junto a

pequeñas explotaciones dedicadas por completo al mercado interior, y a las que el plantearse nuevos objetivos les supondría un gran esfuerzo innovador, inalcanzable para la mayoría.

Existe un pequeño grupo -formado por cinco empresas-, que van ganando cuota de mercado a las dos grandes, pero que no representan en ningún momento un peligro potencial para ellas. Concretando este último apartado y para el año 1989: las dos empresas líderes abastecían alrededor del 80% del mercado. Su participación fue en el año 1990 de aproximadamente el 77%. La diferencia entre estos periodos, tres puntos, fue absorbida por el grupo mencionado; su participación supuso en 1989 el 6,5%, y en 1990 el 7,5% aproximadamente.

Quedando determinada así la estructura que utilizaremos para el análisis de los diferentes índices:

Grupo	Producción (en botellas)
A	Más de 3 millones
B	De 1 millón a 3 millones
C	De 0,5 millones a 1 millón
D	De 100 mil a 500 mil
E	Menos de 100 mil

El número de empresas pasa de 128 en el año 1985 a 245 el año 1991. Esta evolución ha supuesto, por regla general, un incremento de los últimos grupos de la tabla anterior, sin que haya significado en ningún caso una variación significativa de los primeros.

2. ANALISIS DE LA PRODUCCION

La producción total en millones de botellas de 75 c.l., experimenta sucesivos incrementos en el periodo 1985 - 1989, para empezar a decrecer a partir de esta fecha. Así la producción alcanzada en el año 1991 puede equipararse, aproximadamente, a la que se había conseguido en 1987. Estos evolución queda reflejada en el gráfico 2.

Analizando con más detalle estos mismos datos del Consejo Regulador, en el año 1975 el volumen total exportado fue de 3.542.000 botellas, siguiendo un desarrollo irregular en los años siguientes.

A partir de la década de los ochenta, se superan los diez millones de botellas exportadas -lo que representaba en aquel momento el 12,2% del total-, siguiendo una tendencia ascendente, que se consolida llegando a un máximo en el año 1988, y estabilizándose con un pequeño retroceso

a partir de 1989.

Producción global:
(en tanto %)

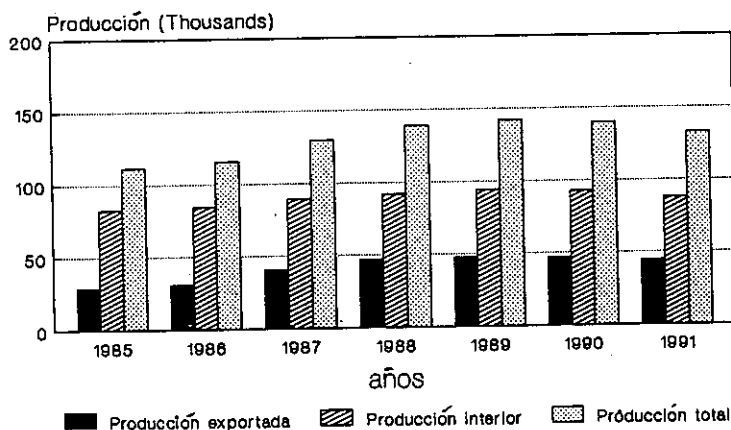
Años Interior Export.

1985	74,1	25,9
1986	73,1	26,9
1987	68,8	31,2
1988	65,9	34,1
1989	66,1	33,9
1990	66,2	33,8
1991	66,2	33,8

Fuente: Elaboración propia.
Datos facilitados por el Consejo
Regulador de Vinos Espumosos

(Gráfico 2)

Evolucion global de la producción (en miles de botellas de 75 c.l.)



Fuente: Elaboración propia.
Datos facilitados por el Consejo
Regulador de Vinos Espumosos

Una vez desagregados los datos, se observará que la capacidad de exportación la ostentan muy pocas empresas del sector -podríamos cifrarlas en cuatro o cinco como máximo-. Tomando como ejemplo el año 1988, veremos que el 95% del volumen total se distribuye entre dos grandes grupos de empresas en la siguiente proporción: 67% para el Grupo Freixenet, y el 28% para el Grupo Codorniu.

Mientras que esta distribución pone de manifiesto la superioridad del Grupo Freixenet en el mercado exterior, observamos que en el interior la ordenación es distinta; así, para el mismo año: Freixenet abastece el 33% y Codorniu el 43%. Queda aquí un remanente de 24% -muy superior al del mercado exterior- para el resto de empresas.

Esta disposición, que no varía significativamente en los años siguientes, nos induce a pensar que la forma de actuar de ambos líderes tiene que ser también muy distinta.

En cuanto al destino de las exportaciones, el principal país receptor es, sin duda, Estados Unidos -en el año 1988 se exportaron 21.223.384 botellas, lo que representaba el 44% del total- le sigue la República Federal Alemana -que en el mismo año compró 8.090.851 botellas con el 17% del total-; en orden decreciente y en último lugar encontramos a Argelia que adquirió 24 botellas con un porcentaje, por lo tanto, inapreciable.

3. CALCULO DE LA CONCENTRACION DEL SECTOR

Dadas las características hasta aquí analizadas, se nos hace necesario el estudio de la concentración del sector a través de los usuales índices conocidos. Esto nos permitirá conocer su grado de monopolio y en el futuro poder compararlo con otros sectores afines (vinos espumosos de características similares procedentes de Francia e Italia).

3.1 Análisis de los índices de concentración utilizados

Los índices más usuales que los economistas han utilizado para resumir la distribución de las cuotas de mercado entre empresas son:

A) La proporción de concentración de "K" empresas

$$CR_K = \sum_{i=1}^K s_i$$

que nos mide el tamaño de las "K" primeras empresas de la industria. El valor de "K" es arbitrario y la bibliografía aconseja tomar los valores 3, 4, 5 y 8. Nosotros, y dadas las características particulares del sector, hemos preferido coger los valores 2, 7 y 12.

El supuesto básico que se utiliza es el de que cuánto mayor sea el coeficiente que

corresponde a distintos y sucesivos números de empresas, mayor es el poder de mercado que éstas poseen.

Presenta el inconveniente de que es independiente del número de empresas de la industria y no tiene en cuenta los diferentes tamaños de éstas.

En nuestro caso, CR_2 vemos que va decreciendo paulatinamente lo que equivale a la pérdida de cuota de mercado por las dos empresas líderes. Dicha cuota es absorbida mayoritariamente por los dos siguientes grupos de empresas. CR_7 disminuye en menor proporción que CR_2 y CR_{12} disminuye en menor proporción pero incluso en algunos años experimenta un aumento, tal como queda reflejado en el cuadro número 1 adjunto.

El estudio concreto de CR_2 nos indica que se trata de un sector con una elevada concentración ya que, prácticamente durante todo el periodo estudiado, sólo dos empresas absorben más del 80% del mercado.

B) Índice Herfindahl que viene dado por:

$$H = \sum_1^n s_i^2$$

Dicho índice que oscila entre uno y cero -de mayor a menor concentración- concede un mayor peso a las empresas de mayor tamaño frente a las pequeñas, y un mayor valor de este índice significa una mayor concentración. Así un valor de cero nos da la existencia de una gran cantidad de pequeñas empresas y el de uno el de un monopolio.

Este índice se utiliza porque permite la relación entre concentración y grado de monopolio y porque incorpora simultáneamente dos elementos importantes en la caracterización de la competencia: el número de empresas y la comparación de las distintas cuotas de mercado de cada una.

Dado que dicho índice da un mayor peso a las grandes empresas, a medida que éstas pierden cuota de mercado, el índice irá disminuyendo tal como sucede en nuestro caso.

C) Índice de Entropía:

$$E = - \sum_1^n s_i \ln s_i$$

toma valor mínimo cero y al aumentar éste, la concentración disminuye. No tiene justificación teórica en el campo de la economía y es, al igual que el índice de Herfindahl, un caso particular del que se verá con posterioridad y que se debe a Hannah - Kay.

En nuestro estudio, como era de esperar, sigue una evolución contraria al de Herfindahl: va disminuyendo a medida que transcurren los años.

D) El índice de Hannah - Kay viene dado por la expresión

$$HK(\theta) = (\sum_i^n s_i^\theta)^{1/(1-\theta)}$$

donde θ es un parámetro aleatorio que dependerá de la importancia relativa que queramos asignar a las grandes empresas del sector. Los valores propuestos usualmente -y también en este caso por nosotros- son 0.5, 1.5, 2 y 2.5 indicando este orden una mayor importancia a las líderes de la industria.

Para $\theta = 2$ se obtiene el inverso del índice de Herfindahl, si θ tiende a uno se obtiene el de Entropía. Con él podemos introducir un nuevo concepto: "Número equivalente de empresas del mismo tamaño"; así un valor de $HK = 100$ nos indica que en el mercado existe un grado de concentración "como si existieran 100 empresas de igual tamaño". Además, dadas dos industrias con el mismo número de empresas, la industria más competitiva será aquella que tenga un número equivalente de empresas iguales. Para $\theta = 0$ este índice coincide con el número de empresas de la industria.

En nuestro caso, vemos que para cada año, a medida que el θ aumenta, el valor del índice HK disminuye, es decir, el número de empresas equivalentes va decreciendo sensiblemente. Esto podemos corroborarlo en el cuadro adjunto que seguimos analizando.

Para todos los valores de θ , y a medida que transcurre el período de estudio, el valor absoluto de HK va en aumento, lo que confirma los resultados obtenidos en los anteriores índices: disminuye paulatinamente la concentración en el sector.

Mención aparte tenemos que hacer de $HK(0.5)$. Su valor puede considerarse desproporcionado. Podemos suponer que estamos dando demasiada importancia a las pequeñas empresas; la consecuencia de haber variado éstas sensiblemente en los últimos años son constatados en los cambios en los valores de éste apartado.

E) Índices de Dispersión: Aquí cabe destacar dos índices más: Entropía relativa -que se consigue dividiendo el índice, de Entropía por el logaritmo del número de empresas- y Varianza de los logaritmos del tamaño de las empresas. Tal como demuestra Hannah - Kay éste no es un verdadero índice de concentración sino más bien una forma de medir la dispersión de las empresas.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

En nuestro caso los índices de dispersión presentan un comportamiento dispar a lo largo del tiempo y ello es debido, por ejemplo, para el de entropía relativa, a que depende simultáneamente del propio índice de entropía y del número de empresas que operan en la industria. Su variación depende, pues, de la que haya tenido el crecimiento del sector y el del índice del que partimos. En el cuadro podemos observar que éstas han sido diferentes, lo que conduce a un comportamiento dispar del índice de dispersión analizado.

4.CONCLUSIONES

Del trabajo realizado podemos concluir que el grado de concentración disminuye de una forma lenta a lo largo del periodo estudiado. La evidencia de dicha afirmación está basada en el completo análisis realizado, tanto de los datos absolutos como relativos.

Creemos, que esta evolución se debe, en menor medida, a un fuerte incremento del número de empresas operativas en los grupos que habíamos denominado D y E. Por otra parte, al aumento de la capacidad productiva de las empresas estimadas como medianas -grupos B y C-. Esta última consideración se acentúa en el año 1990 donde la disminución de la cuota de mercado de las mayores empresas es absorbida en casi su totalidad por las empresas del grupo C.

(CUADRO 1)

Indice	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
CR ₂	83'580	83'340	81'760	81.480	81'500	77'100	77'100
CR ₃	89'680	89'540	87'560	87'280	88'100	83'800	84'500
CR ₁₂	91'860	92'040	89'460	89'090	89'810	87'780	86'480
Herfindahl	0'350	0'348	0'335	0'334	0'331	0'303	0'298
Entropía	1'641	1'657	1'799	1'829	1'822	2'025	2'067
HK(0'5)	21'970	23'342	31'726	35'213	34'335	42'973	47'061
HK(1'5)	3'275	3'301	3'497	3'527	3'549	4'016	4'087
HK(2'0)	2'854	2'870	2'981	2'994	3'018	3'299	3'350
HK(2'5)	2'693	2'707	2'792	2'800	2'824	3'030	3'083
Entropía re-							
lativa	0'338	0'333	0'349	0'345	0'339	0'374	0'377
Varianza de							
logaritmos	2'386	2'466	1'934	1'919	2'360	1'801	1'737

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFIA

ATKINSON, A. B. "On the Measurement of Inequality" *Journal of Economic Theory*, 2 (1970)

COWLING, K. AND WATERSON, M. "Price - Cost Margins and Market Structure. *Economica* 43, 1976

CURRY, B. AND GEORGE, K. D. "Industrial concentration: A survey". *The Journal of industrial economics*, vol XXXI, num 3, 1983

ENCAOUA, D. AND JACQUEMIN, A. "Degree of Monopoly, indices of concentration and threat of entry" *International Economic Review* Vol 21, num. 1, 1980

HANNAH, L. AND KAY, J. *Concentration in Modern Industry*. London. McMillan, 1977

INSTITUTO NACIONAL DE DENOMINACIONES DE ORIGEN. Datos Estadísticos. Consejo Regulador de Vinos Espumosos, 1992

LORANT, R. "Cava Espands Export Base" *Impact International*. Vol 4, num. 4, 1989

TIROLE, J. *La Teoría de la Organización Industrial* Ariel. Barcelona 1990

TORRELO, G. *El cava en la CEE*. Escolar, A.G. 1989

UNA REFLEXION DE LOS NUEVOS ENFOQUES ECONOMICOS EN MATERIA DE I+D.

Ignacio POMARES HERNANDEZ - Rafael AGUADO CORREA
DPTO. TEORIA ECONOMICA Y EC. POLITICA. U. SEVILLA.

1.- INTRODUCCION

Es importante señalar que en el medio económico condicionado por recursos escasos, en donde la actividad humana se desenvuelve, el proceso innovador cobra un sentido fundamental, toda vez que la finalidad última de éste consiste siempre en la reducción de limitaciones, bien de tipo exclusivamente económico, bien técnicas, e incluso de espacio y tiempo, en función naturalmente de la necesidad o deseo del individuo.

Esta importancia dada a la tecnología y al proceso tecnológico ha sido destacada por diferentes autores, lo que nos obliga a reflexionar sobre algunas de las aportaciones más recientes, así como, de los planteamientos y principales dificultades encontradas por los economistas que han desarrollado el fenómeno entorno al cambio técnico, o mejor definido como innovación tecnológica.

La comunicación que se presenta aborda dos nuevas teorías del cambio tecnológico. Una teoría que supone una ruptura con los modelos conocidos del empujón tecnológico y del tirón de la demanda, con la que se persigue llegar a una situación en la que los factores de oferta y demanda intervengan en un equilibrio diferenciado para los distintos sectores, países y fases del ciclo industrial. Se trata de una teoría que desde el punto de vista de la organización industrial quiere guiar al cambio técnico dentro de un dinamismo social y económico, sin olvidar la consideración de los sistemas y paradigmas tecnológicos.

Y por otra parte un nuevo enfoque que va más allá de las teorías mecanicistas de la escuela de Chicago, de las teorías transcendentalistas y más allá de la teoría de la síntesis acumulativa, reconociéndose tanto los cambios mayores, frecuentemente asociados a inventores individuales, así como los cambios menores realizados a lo largo de un período considerable. El desarrollo de ésta nueva teoría se basa en cuatro conceptos: Diversidad que puede explicarse como resultado de la evolución tecnológica porque existe una continuidad; la novedad que es una parte integrante del mundo artificial y opera un proceso de selección en la elección de nuevos artefactos.

2.- ENFOQUE ESTRUCTURAL

Desarrollamos en este epígrafe algunas de las aportaciones más recientes en los planteamientos que los economistas han realizado en torno al fenómeno de la innovación tecnológica. Aportaciones que si bien unas se han dirigido hacia las principales dificultades encontradas en el estudio de la innovación, otras se centran en el creciente interés por integrar al cambio tecnológico dentro de los procesos macro y microeconómicos.

Dichas aportaciones, junto con los avances que creemos se dan en esa dirección, permiten dirigir hoy en día de manera más fructífera, tanto las investigaciones económicas del progreso tecnológico, como unos tipos de actuaciones más ajustadas a la realidad, en materia de política tecnológica, que dan lugar a lo que algunos autores llaman teoría estructural del cambio tecnológico¹.

Unos primeros antedecedentes y reflexiones sobre ésta nueva aportación los encontramos en el mundo clásico, en donde la comprensión del cambio tecnológico era una parte esencial en la construcción de sus argumentos, llegando a identificar adecuadamente las relaciones entre las señales del mercado, su organización, el crecimiento económico y el cambio técnico². Sin embargo, al no dedicarle estos autores la suficiente atención analítica, estableciéndose más bien en un nivel intuitivo a lo que era solamente una cadena compleja de razonamientos, no se les puede aceptar las regularidades observadas, convirtiéndose las aportaciones realizadas por estos autores en una teoría, a la cual, no se le puede atribuir de un fundamento microeconómico.³

Entre los antecedentes más recientes, que podríamos encontrar como iniciativas teóricas que abrieron nuevos caminos de investigación destacamos el trabajo realizado por Atkinson y Stiglitz⁴, cuya idea básica radica en rechazar que las mejoras tecnológicas afectan a todas las empresas o al conjunto de toda la economía, sino que por contra el progreso técnico es localizado y específico, reflejando con ello, que el cambio técnico no supone un desplazamiento de la totalidad de la función de producción; solo una parte de esta función es la que sufrirá variaciones como consecuencia de la incidencia de las innovaciones⁵.

Con esta idea de localización de las mejoras tecnológicas, Molero quiere poner de manifiesto que el esfuerzo investigador que se lleva a cabo en los países más subdesarrollados o atrasados no es totalmente inútil, debido a que las innovaciones que surgen del progreso de los países más avanzados tecnológicamente pueden no responder al tipo de técnicas que los primeros quieran demandar. Molero al suponer que es un hecho que el aprendizaje por la experiencia es la base del progreso, asienta que el poder decisorio en la elección de nuevas técnicas por parte de las empresas de los países subdesarrollados se verá influenciado por el elevado coste del aprendizaje y las motivará a potenciar su propia estructura tecnológica e innovadora.

Con el paso del tiempo se profundizó en esta dirección y las investigaciones fueron aportando nuevos conceptos y evidencias contrastadas analíticamente que ha supuesto que a partir de la década de los años ochenta se pueda afirmar que exista una nueva concepción de la innovación tecnológica, lo cual, ha supuesto una ruptura con las creencias que predominaban anteriormente. Esta nueva visión se caracteriza principalmente por la siguientes situaciones:⁶

En primer lugar, la tecnología ya no es una información disponible por todo el mundo, deja de ser un bien público para convertirse en un conocimiento específico de la empresa, por lo cual, su reproducción ni es fácil ni gratuita.

En segundo lugar, si bien se admitía anteriormente la existencia de unos costes en la producción de la tecnología, y que estos no aparecían cuando se produjese su transmisión, en la nueva acepción si afloran tales costes, pues se admite su carácter de específica, presentándose múltiples variedades para su aprendizaje.

En tercer lugar, la transición ciencia-tecnología deja de ser lineal como era anteriormente. A este respecto, reflejamos lo expuesto por Vegara⁷ al observar que la tendencia desde las últimas décadas del siglo pasado es la creciente fundamentación científica de las actividades

tecnológicas, debido a que el nacimiento de la tecnología está relacionado con la ciencia. Pero a pesar de ello y como hemos venido reflejando, hoy en día hay numerosas aplicaciones de la tecnología, las cuales, son operacionales, no necesitando para ello de disponer de una explicación científica.

En palabras del propio Vegara:⁸

“La expresada carectización de ciencia y tecnología define dos realidades diferenciadas -tal como se ha precisado ya- dos dinámicas de desarrollo no coincidentes y unas interrelaciones complejas, no unidireccionales.”

En la misma dirección que se está reflejando con este nuevo enfoque, hay que destacar que Rosenberg y Freeman estudian también el tema referente a la interrelación existente entre ciencia y tecnología.

Rosenberg⁹, destaca en su obra que los conocimientos científicos sólo constituyen una parte de los tantos posibles que nutren a la moderna tecnología y resalta que no es correcta la afirmación que subraya la causalidad unidireccional de la ciencia hacia la tecnología. Freeman, en la misma tónica afirma:¹⁰

“Como quiera que la relación es de interacción, el termino tecnología relacionada con la ciencia resulta por lo general preferible al de tecnología basada en la ciencia, con su implicación de movimiento de ideas unidireccional y supersimplificada”

En cuarto lugar, la actividad innovadora pasa a ser una actividad acumulativa con rendimientos crecientes en el tiempo, en donde, la experiencia pasada puede llegar a determinar las posibilidades futuras con la salvedad de la incertidumbre que envuelve a todo el proceso creativo. Incertidumbre, la cual, no desaparece a pesar de la integración del proceso de I+D en la gestión planificadora de las organizaciones empresariales y del aumento de las políticas, tanto a nivel estatal como regional. Tal circunstancia es debida principalmente a dos hechos complementarios:

El primero por “la existencia de problemas técnico-económicos cuyas fórmulas de solución no son conocidas”, y el segundo por “la imposibilidad de trazar con precisión las consecuencias que seguirán a las acciones emprendidas”.¹¹

Los cuatro puntos tratados, nos ponen de manifiesto la gran importancia que debe tener la continuidad de las organizaciones o empresas, para que se pueda mantener la capacidad de asimilar nuevas tecnologías o derivaciones de las existentes, para que así, en todo momento ese “conocimiento” (tecnología) que hemos tratado en el primer punto, el cual lleva consigo unos altos costes de transferencia y aprendizaje no corra el peligro de reducción o lo que sería aún mucho más trágico de desaparición. Hay que ser conscientes de que debe existir una ayuda por parte de las diferentes políticas, en las que se debe tratar de fomentar la actividad tecnológica de las empresas para potenciar el aumento de la acumulación del conocimiento tecnológico.

En quinto lugar, las investigaciones empíricas desarrolladas por diversos trabajos, demuestran que la mayoría de las innovaciones dejan de ser de proceso, en las que se suponen cambios de la función de producción, para convertirse en innovaciones de productos.

En sexto lugar, se demuestra a través de estudios recientes, que el predominio de que las innovaciones se incorporan a las industrias de bienes de capital desaparece, dejando de ser este sector el fundamental para el progreso técnico y descubriendo otras causas que potencian el origen de las innovaciones. Así, en primer termino, a través de diferentes investigaciones se ha descubierto que aproximadamente la mitad de las innovaciones las originan los usuarios de productos, máquinas o proceso, subrayándose que la importancia de estos sujetos aumenta a medida que se entra en fases de rediseño y que los nuevos desarrollos tecnológicos a menudo tienen el efecto de estimular la innovación en otros sectores¹². En segunda posición, otra causa que estimula el surgimiento y establecimiento de líneas de investigación lo forman los aspectos no comercializados, los cuales, al no poder importarse potenciarán tales líneas.

En séptimo lugar, se pone de manifiesto la desigualdad existente entre los diversos sectores, apareciendo grandes diferencias intersectoriales muy acusadas, en donde frente a la idea de la uniformidad se impone la de la variedad.

Y por último en octavo lugar, si bien anteriormente había un dominio del problema de la escasez, éste es sustituido por el de la oportunidad.

El enfoque estructural cuyos puntos mas relevantes hemos destacado, han puesto las bases de una interpretación del cambio técnico en el que se da lugar al predominio de los elementos sistémicos, los cuales, abarcan tanto las influencias de las instituciones como el papel del mercado. Se trata, como Molero expone en su artículo, de una teoría que quiere guiar al cambio técnico dentro de un dinamismo social y económico, sin olvidar la consideración de los sistemas y paradigmas tecnológicos.¹³

La teoría estructural, supone también una ruptura con los modelos que basan la explicación de la innovación con la llamada teoría del tirón de la demanda, la cual, sostiene que el origen de las innovaciones tecnológicas está en el deseo de satisfacer las necesidades de los consumidores y usuarios. Como también supone un rechazo del modelo de la hipótesis del empujón tecnológico, el cual, se centra en que la única dirección del proceso innovador actúa según el eje ciencia - tecnología - producción. El nuevo enfoque estructural persigue llegar a una teoría en la que los factores de oferta y demanda intervengan en un equilibrio diferenciado para los distintos sectores, países y lo que es más importante, fases del ciclo industrial¹⁴.

3.- ENFOQUE EVOLUTIVO

Abordamos en éste epígrafe una nueva teoría del cambio tecnológico, elaborada por Basalla, que va más allá de las teorías "mecanicistas", de la escuela de Chicago (Ogburn, Gilfillan), ya que éste investigador considera que no puede construirse una teoría moderna de la evolución tecnológica evocando el Darwinismo o como Pitt-Rivers refiriéndose a hipotéticas cadenas de armas primitivas afines o limitar los ejemplos a un único campo tecnológico (Gilfillan) o dar un enfoque muy teórico e ignorar los detalles técnicos de un cambio tecnológico como expresó Ogburn.

Basalla va también más lejos de la teoría "transcendentalista", la cual, concede todos los descubrimientos a los "inventores titulares", y más allá también de la teoría de la "síntesis acumulativa de Usher, en donde la clave es siempre el acto intuitivo del inventor, el cual, se encarga de elegir y combinar determinados elementos de forma innovadora engarzándolos en una solución¹⁵.

El enfoque de la evolución tecnológica de Basalla como nueva teoría del cambio tecnológico, ofrece una alternativa a las teorías antes mencionadas, ya que Basalla reconoce los cambios mayores, frecuentemente asociados a inventores individuales, así como los cambios menores realizados a lo largo de un período considerable. Para el desarrollo de ésta teoría Basalla se basa en cuatro conceptos:

- Diversidad.
- Continuidad.
- Novedad.
- Selección.

Entrando en detalle, Basalla expone en su teoría que hay una creencia generalizada de que los cambios en la tecnología son discontinuos y debidos al esfuerzo de genios individuales, como Eli whitney, Thomas A. Edison, Henry Ford, y Orville Wright, inventores de las máquinas e instrumentos que constituyen la tecnología moderna y que no han tenido ninguna vinculación con el pasado.

Los que profundizan en la historia de la tecnología, afirma Basalla, rechazan esta explicación por simplista, ya que reduce el complejo desarrollo tecnológico a una serie de grandes inventos que aparecen bruscamente. Sin embargo, algunos historiadores han presentado argumentos más sofisticados de la evolución discontinua basándose en la naturaleza supuestamente revolucionaria del cambio científico.

Según Basalla, las revoluciones científicas son importantes para el estudio del cambio tecnológico cuando se sitúa a la tecnología en un plano subordinado a la ciencia, al definir erróneamente a la tecnología como la aplicación de la teoría científica a la solución de problemas prácticos.

Basalla no admite esta servidumbre aunque reconoce que la ciencia y la tecnología han interactuado en muchos puntos.

La tecnología existía mucho antes que la ciencia. La manufactura de útiles de piedra floreció cerca de dos millones de años antes de que apareciese la mineralogía o la geología.

Muchas de las máquinas inventadas durante la Revolución industrial inglesa no tenían relación con la ciencia de la época, por lo que el advenimiento de la ciencia moderna no influyó en la continuidad de empresas que fueron primariamente tecnológicas.

Durante la segunda mitad del siglo XIX la ciencia empezó a tener una influencia considerable en la industria llegando a ser participe paritaria con la tecnología en la contribución al éxito de la empresa en que están implicadas.

Basalla investiga una serie de artefactos específicos de carácter complejo (la desmontadora de algodón de Eli Whiney) para mostrar que surgieron de una forma evolutiva a pesar de que inicialmente podrían apoyar la explicación discontinua, especificando que la importancia de un invento como la desmontadora de algodón, no se puede delimitar solamente a sus parámetros tecnológicos ya que las condiciones ambientales, sociales, económicas y políticas tienen una influencia fundamental en su implantación. En este caso, la creciente demanda de algodón barato y la limitada disponibilidad de esclavos para procesar manualmente la materia prima resaltaron

su significación calificándolo de «grande». En una sociedad con materia prima de otro tipo, como la lana o el lino, y con facilidad de obtención de mano de obra barata, la desmotadora de algodón hubiera sido una curiosidad mecánica.

Al igual que la desmotadora de algodón de Whitney, según Basalla, la máquina de vapor de Watt fue un invento que dio lugar a muy diversas series de máquinas, siendo dos de las más importantes las máquinas de aire caliente y la de combustión interna que ha servido de prototipo del motor de automóvil moderno. Pero ninguna de las dos máquinas que se han considerado anteriormente fueron el resultado inmediato de un descubrimiento científico mayor. Por esta razón el autor se pregunta si un descubrimiento científico reciente o revolucionario produce un discontinuidad tecnológica cuando se aplica prácticamente. Para comprobar esta posibilidad Basalla hace un repaso al descubrimiento del electromagnetismo y su aplicación en los primeros motores eléctricos,¹⁶ llegando a la conclusión que a pesar de todo se mantiene la prevalencia de la continuidad en la evolución tecnológica.

Basalla observó que los artefactos estudiados se basaban en cierta medida en un artefacto anterior afín, por lo que se planteó la cuestión de cuál fue el modelo del primer artefacto creado, lo que lleva al autor a crear el concepto del *naturfacto* (copia de un artefacto natural). Los estudios realizados por Basalla en busca de naturfactos demuestran el carácter continuado de la evolución tecnológica.

Pero a pesar de la evidencia en sentido contrario, se mantiene la idea de que los inventos son producto de genios individuales. Basalla señala tres causas que motivan esta manera de pensar: La pérdida u ocultación de los antecedentes cruciales; la presentación del inventor como héroe; y la confusión entre cambio tecnológico y cambio socioeconómico.

Otro de los elementos de la teoría aquí expuesta es la novedad, la cual define Basalla como particularidad evidente de la humanidad ya que donde hay seres humanos hay novedad. La no existencia de esta cualidad daría lugar a que la tecnología no evolucionase, pues se limitaría a imitar estrictamente las cosas ya existentes. Toda la serie de objetos materiales se limitaría a los primeros naturfactos utilizados por los hombres.

Profundizando más en el tema, se observa que esta diversidad de artefactos se observa en mayor grado en unas culturas que en otras. Basalla se plantea el estudio de estas diferencias detallando y estudiando una serie de factores que considera determinantes en este hecho. Tales como los psicológicos, socioeconómicos y de conocimiento.

Aunque acepta sin discusión que el proceso de innovación supone la interrelación de factores psicológicos y socioeconómicos, estima que estos deben equilibrarse, pues si se resaltasen los psicológicos derivaríamos en una teoría del genio en la invención y si se destacasen los factores socioeconómicos se arrojaría una explicación rígidamente determinista, presentando la invención como un producto inevitable de la época.

Basalla inicia su estudio del desarrollo de la tecnología reconociendo que la novedad comienza en la satisfacción de las necesidades vitales del *homo faber* (hombre productor), que le ha llevado a la diversidad artefactual, centrándose a continuación en el *homo ludens* (el hombre jugador), considerando cómo el papel del juego sirve de fuente de innovación tecnológica.

Del examen precedente de la fantasía, el juego y la tecnología, Basalla saca cuatro conclusiones generales¹⁷: "Primera: La imaginación tecnológica es muy rica, superando a menudo los límites de la racionalidad al contemplar lo improbable y lo imposible. Segunda: La

fantasización tecnológica generalizada es principalmente un fenómeno occidental. Tercera: La fantasización de la tecnología exige una reevaluación del papel social, actitud profesional, formación y personalidad del tecnólogo. Cuarta: La fantasización de la tecnología es una espada de doble filo."

Según los deterministas económicos, el cambio tecnológico está poderosamente influenciado por la demanda. Esta es suficientemente poderosa para estimular investigaciones que proporcionen inventos que posteriormente den lugar a productos comerciales acabados que produzcan beneficios.

Basalla se plantea dudas de que la presión del mercado sea motivo único para explicar el proceso de selección. Es un caso comparable a la influencia de la novedad en este proceso de selección. En ambos casos desempeñan una función, pero en modo alguno son los principales protagonistas. Corroborando lo dicho, Basalla analiza varias novedades importantes¹⁸, como el molino hidráulico, la máquina de vapor, la máquina segadora y el transporte supersónico, en las que demuestra que la selección de ninguna de estas novedades estuvo controlada exclusivamente por demandas económicas, operando en cada caso diferente colección de factores (tecnológicos, sociales, culturales y religiosos) al elegir el artefacto variante.

Basalla refleja el problema de la conveniencia o no del avance tecnológico considerando las dos posturas existentes. En una están los entusiastas, que elogian las maravillas de la tecnología y la ciencia, e insisten en el cambio tecnológico para que la civilización avance. En el extremo opuesto están los ambientalistas y críticos sociales, que insisten en los efectos negativos del crecimiento tecnológico. A pesar de la difícil resolución de estos encontrados puntos de vista, Basalla presenta un concepto modificado de progreso tecnológico compatible con estas encontradas posiciones, para ello presenta dos alteraciones fundamentales en la concepción tradicional. Primero, el progreso tecnológico ha de determinarse muy específicamente en el área tecnológica, temporal y cultural. Segundo, hay que diferenciar el avance de la tecnología del progreso social, económico y cultural.

4.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Atkinson y Stiglitz. (1969) "A new view of technological change". *Economic Journal*, septiembre.
- 2.- Basalla, G. (1991) *La evolución de la tecnología*, trad. cast. de Jorge Vigil. Ed. Crítica, Barcelona.
- 3.- Clark. (1985) *The political economy of science and technology*. Blackwell. Oxford.
- 4.- Dosi G. (1984) *Technical change and industrial transformation*. McMillan. Londres.
- 5.- Dosi y Orsénigo. (1985) "Order and change. An exploration of markets institutions and technology in industrial dynamics". Discussion paper nº 32. SPRU. University of Sussex.
- 6.- Dosi G. et al. (1988) *Technical change and economic theory*. Pinter Publishers. Londres.
- 7.- Freeman, Ch. (1974) *The economics of industrial innovation*. Penguin Books,

Harmondsworth. (Traducción al castellano en Penguin Alianza, Madrid. 1975).

8.- Molero, J. (1990) "Economía e innovación (hacia una teoría estructural del cambio técnico)". *Economía industrial*, nº 275.

9.- Palma, L. (1985) *El cambio tecnológico como variable económica*. Dpto. de Teoría Económica y Economía Política. Universidad de Sevilla. Ejemplar mecanografiado.

10.- Rosenberg, N. (1982) *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge University Press, Cambridge.

11.- Rothwell y Gardiner. (1985) *Innovation. A study of the problems and benefits of product innovation*. Design Council. Londres.

12.- Vegara, J.M. (1989) "Cambio tecnológico y organización industrial". Ponencia presentada al III congreso nacional de economía. Economía y cambio tecnológico.

¹ Dosi G, 1984

² Dosi y Orsénigo, 1985.

³ Ver sobre este problema el trabajo de Clark titulado *The political economy of science and technology*. Blackwell. Oxford 1985

⁴ Atkinson y Stiglitz, 1969.

⁵ Molero, 1990. pág 43.

⁶ Molero, 1990, pág 44.

⁷ Vegara, J.M. 1989, pág 35.

⁸ Vegara, J.M. 1989, pág. 35

⁹ Para una mayor profundización sobre este tema de la interrelación entre la ciencia y la tecnología véase Rosenberg, N. (1982), *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982 cap 7

¹⁰ Freeman, Ch. (1974), (Traducción al castellano en Penguin Alianza, Madrid, 1975); pág 34, ed. cast.

¹¹ Dosi G. et al. 1988.

¹² Véase Rothwell y Gardiner. *Innovation. A study of the problems and benefits of product innovation*. Design Council. Londres. 1985, en donde se trata la importancia que juega el papel de los usuarios en la innovación.

¹³ Molero define al paradigma según Dosi, el cual, lo concibe como "un modelo y un patrón de soluciones a un tipo selecto de problemas tecnológicos, basado en una selección de principios derivados de las ciencias naturales y de tecnologías materiales". (Dosi, 1984, pág 14)

¹⁴ Molero, J. 1990, pág 46.

¹⁵ Ver tesis de licenciatura de Palma, L. en donde se realiza un estudio de las teorías transcendentalista, mecanicista y de la síntesis acumulativa. Palma, L. *El cambio Tecnológico como variable económica*. Dpto. de Teoría Económica y Economía Política. Universidad de Sevilla. Ejemplar mecanografiado. 1985.

¹⁶ Basalla, G. 1991, pág. 57-59.

¹⁷ Basalla, G. 1991, pág. 100.

¹⁸ Basalla, G. 1991, pág. 177-193.

EQUILIBRIO GENERAL COMPETITIVO Y CAMBIO TECNOLÓGICO

J. BARKHAS

PROFESOR DE TEORÍA ECONÓMICA. UNIVERSIDAD DE GRANADA

1. INTRODUCCION

“Las tendencias predominantes de las tecnologías hacen que la competencia sea más bien una planta de invernadero que un roble”.

Julio Seguras

El Modelo del Equilibrio General Competitivo que siempre fue considerado por la economía del bienestar como situación de Óptimo de Pareto y de origen remontado a la obra de Adam Smith (La Riqueza de las Naciones, 1776) contemporánea de la industrialización, hoy día la aparición de las nuevas tecnologías y la incorporación de las mismas a la producción y al proceso laboral le crean los siguientes desafíos:

- Variación y cambios constantes del factor tecnológico.
- Productos personificados.
- Organización heterogénea.

2. VARIACION Y CAMBIOS CONSTANTES DEL FACTOR TECNOLÓGICO

Entre otras condiciones supuestas para la existencia del Equilibrio General Competitivo (según este mismo modelo) aparece el perfecto conocimiento por parte de los productores de la tecnología existente como factor determinante del conjunto de posibilidades de producción.

A este punto, para enfocar el Modelo del Equilibrio General Competitivo surge el siguiente interrogante: ¿Se podría cumplir la condición del perfecto conocimiento de las tecnologías existentes por parte de los productores con la nueva revolución tecnológica que nos está desbordando por tecnologías; sus características fundamentales son la variabilidad y cambios ilimitados?

Supuestamente el perfecto conocimiento por parte de los productores de la tecnología existente como condición que permite (por lo menos a largo plazo) a que cualquier productor puede alcanzar la misma productividad marginal de cualquier otro sólo utilizando el mismo conjunto tecnológico, podría ser válido, sólo para una tecnología estandarizada y homogénea como la tecnología mecánica y electromecánica y que por tal carácter fue considerada como variable exógena: “Technology is typically an exogenous variable in classical economic theory”. (Capon, N. y Glazer, R. 1987).

Sin embargo, tal condición podría encontrarse difícil de ser cumplida con las tecnologías microelectrónicas, puesto que las innovaciones no se representan con características homogéneas en las distintas industrias y clases de producción (Freeman, C. y Pérez, C. 1988). De hecho, la tecnología es el resultado de un proceso acumulativo que tiene una naturaleza específica según la empresa y cuya diferenciación se debe tanto a las características técnicas como a sus aplicaciones (Cantwell, J. A. 1989 y Pavitt, K. 1988). Las innovaciones tecnológicas tienden a asumir formas peculiares en cada sector, en términos de canales específicos de introducción y grados de apropiabilidad (Pavitt, K. 1984). A nivel de una economía, el sistema industrial se presenta como una estructura heterogénea compleja y afectada continuamente por el cambio tecnológico con una jerarquía interior que se basa en complejas y articuladas relaciones. Por tanto, para la elaboración de una taxonomía de los sectores industriales en relación a los procesos innovativos que pretenden caracterizar sintéticamente las diferentes estructuras productivas con vistas a una comparación, tiene que tener en cuenta las múltiples y complejas relaciones existentes entre tecnología e innovación.

Además de la innovación y la variabilidad técnica en sí misma como obstáculo actual para el cumplimiento de la condición del perfecto conocimiento de las tecnologías existentes, la incorporación de las nuevas tecnologías al trabajo empresarial, obstaculizaría el modelo en otros dos términos.

- Productos personificados.
- Organización heterogénea.

3. PRODUCTOS PERSONIFICADOS.

El sistema productivo de las nuevas tecnologías está rompiendo con el sistema de series de montaje identificadas siempre por productos uniformes y grandes cantidades de stock (y por tal se denomina también Mass Production). Pues, la creciente segmentación del mercado como producto del cambio tecnológico ha puesto como condición para mantener y crear ventajas competitivas, a que las empresas adopten estrategias innovadoras para adaptarse a un nuevo entorno caracterizado por:

- La primacía de la demanda (como contrapartida de la primacía del producto uniforme) puesta de manifiesto por la exigencia de ampliación de las gamas de producción y por la personificación o adaptación de los productos a las necesidades de los clientes (ej., los productos por período).
- Ciclo de vida cada vez menor de los productos.
- Mejoras y cambios constantes tanto de la calidad como de las características de los productos.

4. ORGANIZACION HETEROGENEA

La organización industrial y como resultado de la innovación tecnológica y la personificación de los productos se está sustituyendo por una nueva, basada sobre nuevos principios como:

- Especialización de plantas por líneas de productos y con menor grado de integración que es uno de los principios componentes del nuevo proceso de fabricación basado en las técnicas "Just in Time".

- Flexibilidad y cambio rápido para fabricar de forma síncrona y en lotes mínimos.

Los cambios en el proceso de fabricación que tienen su origen en la necesidad de adaptarse al mercado, actúan a su vez, como catalizador de procesos de cambio que alcanza a todas las demás áreas realizadas. Y por lo tanto, la configuración de una nueva empresa, una nueva forma de diseñar, comprar, fabricar y distribuir los productos que rompe con toda la visión tradicional.

Así, las nuevas circunstancias imponen nuevos y varios tipos de ajuste a toda empresa que desee actuar con eficacia. Para empezar, deberá pasar de una forma homogénea a una forma heterogénea de organización (Gustavsen, B. 1986). Pues, cuando las técnicas evolucionan rápidamente, ninguna empresa, cualquiera que sea su tamaño, puede aplicar a todas sus operaciones los mismos principios de organización. Más aún, aunque las empresas apliquen muy diversas formas de organización, tendrán que modificarlas a menudo para estar en condiciones de aprovechar las posibilidades siempre nuevas que ofrecen las técnicas. En otras palabras, se debe estar innovando constantemente y hay que buscar siempre nuevas formas de organización. La empresa, probablemente, integrará una pluralidad de estructuras de organización en constante evolución. Cada estructura en particular será pasajera y la organización dejará de tener las connotaciones de uniformidad y estabilidad.

5. CONCLUSION.

El actual cambio tecnológico, tanto en término de características técnicas como de tipología de productos y formas de organización empresarial, parece estar apoyando la creación de nuevas condiciones reales, distintas de aquellas creadas por el sistema tecnológico tradicional y sobre las que fue imaginado el Modelo Clásico del Equilibrio General Competitivo. Es decir, el actual cambio tecnológico implica que tanto la tecnología (como factor productivo) como los productos y la forma organizativa se convierten en variables endógenas en vez de exógenas. Por ello, las nuevas condiciones a que apoya el actual cambio tecnológico parecen favorecer a un modelo de competencia imperfecta en lugar de uno de competencia perfecta.

6. BIBLIOGRAFIA

- CANTWELL, J. A. (1989) *Technological Innovation and Multinational Corporations*, Blackwell, Oxford.
- CAPON, N. y GLAZER, R. (1987) "Marketing and Technology: A Strategic Coalignment", *Marketing*, nº 3, 1987, p. 2.
- FREEMAN, C. y PEREZ, C. (1988) "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour" in G. DOSI et al. (eds.) *Technical Change and Economic Theory*, Frances Printer, London.
- GUSTAVSEN, B. (1986) "Hacia una mayor flexibilidad en la organización de la empresa", *Revista Internacional del Trabajo*, nº 4, 1986, pp. 471-481.
- PAVITT, K. (1988) "International Patterns of Technological Accumulation" in HOOD, N. y VAHLNE, J. E. *Strategies in Global Competition*, Croom Helm, London.
- PAVITT, K. (1984) "Sectorial Patterns of Technical Change: Towards Taxonomy and a Theory", *Research Policy* vol. 13, 1984, pp. 343-373.
- SCITOVSKY, T. (1990) "The Benefit of Asymmetric Markets", *The Journal of Economic Perspective*, vol. 4, 1990.
- SEGURAS, S. J., (1990) "Equilibrio General, Mercado y el Oficio del Economista", *Economía*, nº 7, 1990, p. 14.

ESTIMACION DE LA EFICIENCIA TECNICA DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES DEL GRUPO I.N.I (Periodo 1.984 -1.989)

D. Juan CANTERO FERNÁNDEZ.

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA GENERAL. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

DR. Héctor RAMOS ROMERO.

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ.

Los autores de la presente comunicación, a partir de los postulados neoclásicos sobre la teoría de la producción, pretenden, utilizando un instrumento básico de la misma, "la curva isocuanta", estimar en relación al Grupo Industrial I.N.I para el período (1.984-1.989), de un lado la evolución general de este, respecto al concepto de eficiencia técnica, así como analizar en términos relativos, los cambios que con respecto a esta variable han mostrado individualmente las empresas que conforman dicho grupo, y de otro lado, evaluar la validez del método de estimación propuesto respecto a una medida tradicional de computo de la eficiencia técnica cual es, el indicador estándar de productividad del factor trabajo.

1.- CONCEPTOS PRELIMINARES

En el análisis de la teoría de la producción, el concepto de eficiencia desempeña un papel determinante.

La importancia conceptual del mismo, radica en la misma naturaleza del concepto de ciencia económica. Una de cuyas múltiples definiciones, le adscribe el objeto de ser una ciencia dedicada a la administración de recursos escasos¹. En este sentido, la escasez -entendida en el sentido de que los recursos con que cuenta una sociedad son limitados- que caracteriza al mundo económico, da protagonismo a todo concepto que formalmente defina la frontera del despilfarro.

La eficiencia, se convierte así, en un instrumento enormemente útil dado que en base al mismo, el estudioso de la economía determinará desde el punto de vista de la producción qué situaciones incurren en un derroche de recursos y por tanto son ineficientes económicamente.

En el análisis económico, la eficiencia, ha sido considerada desde una doble vertiente, si bien la una complementaria de la otra. Distinguiéndose a tales efectos entre eficiencia técnica y eficiencia económica².

La comunicación que seguidamente se desarrolla, tiene por objeto abordar el análisis de la eficiencia técnica, y por tanto soslaya cualquier problema en relación al nivel de precios que puede presentar una investigación centrada en el aspecto estrictamente económico.

2.- ANTECEDENTES

El análisis de la eficiencia técnica desde una óptica de economía aplicada, se remonta a los trabajos pioneros de Debreu (1.951) y Farrell (1.957). Siendo la metodología seguida por estos autores la base de posteriores estudios: Seitz (1.970,1.971), Todd (1.971,1.985); Berges, Maravall y Perez Simarro (1.986).

Todos estos trabajos de investigación, parten de la necesidad de estimar la isocuanta representativa del conjunto de unidades productivas, y en base a ello, derivan la eficiencia de cada una de ellas, en función de su mayor o menor proximidad respecto a esta.

Las divergencias entre estos, se fundamentan en la estrategia en base a la cual son seleccionadas las empresas que describen la máxima eficiencia en el sistema productivo³.

El dilema al que se enfrentan estos estudios, respecto a la elección del número de observaciones definidoras de la función frontera de eficiencia, puede plantearse en los siguientes términos: un número excesivamente reducido de observaciones, puede producir elevados sesgos en los resultados, dado que no resultan infrecuentes que los datos utilizados contengan errores de medición. En tanto que si se utiliza un número elevado de observaciones, estaremos calculando la eficiencia media de las unidades productivas, lo cual en principio carecería de sentido económico, a efectos de cálculo de la isocuanta.

3.- MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA

Como más arriba quedó explicitado, el objetivo inicial con el fin de cuantificar la eficiencia técnica, es la determinación o estimación de la isocuanta⁴

Como podemos apreciar en el gráfico 1, una isocuanta refleja -suponiendo que la fabricación de un producto requiere la implementación de dos factores productivos capital(K) y trabajo(L)- diferentes combinaciones de factores productivos que dan lugar a un mismo nivel de producción.

Como podemos apreciar, la curva isocuanta es una función frontera ya que delimita dos zonas económicas en el proceso de producción, la situada por debajo de esta refleja combinaciones de inputs inalcanzables dado el estado de la tecnología; mientras que la que se encuentra por encima de ella, muestra métodos productivos ineficientes técnicamente.

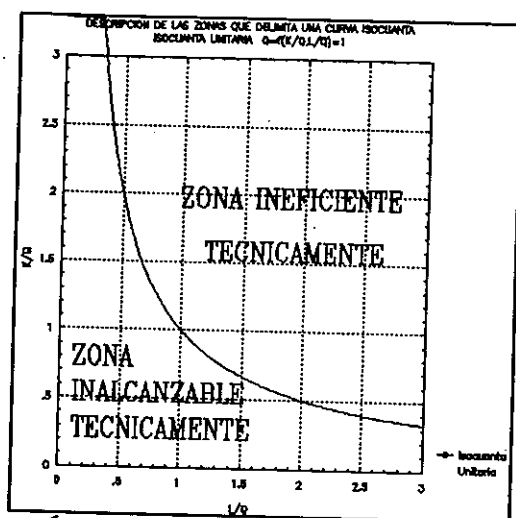


GRÁFICO 1

Planteamiento inicial

Con el fin de estimar esta función frontera se precisa previamente definir los supuestos en base a los cuales analizaremos la información objeto de análisis.

Partimos de una función de producción:

$$Q = f(K, L)$$

Realizamos un supuesto simplificador, en base al cual consideramos que la función de producción descrita es linealmente homogénea, este supuesto, si bien es restrictivo, será enormemente útil en desarrollo del análisis.

$$f\left(\frac{K}{Q}, \frac{L}{Q}\right) = 1$$

De esta forma podemos representar toda la tecnología de la empresa mediante la isocuanta unitaria ($Q = 1$)

Derivada esta función frontera, la cual queda detallada en el gráfico anterior, los puntos situados sobre el cuadrante -ponderadas las variables capital y trabajo en relación a la producción- que reflejaran los métodos productivos que requiere cada empresa, pondrán de manifiesto la mayor o menor eficiencia técnica de estas, al compararse las distancias euclídeas de estas, respecto a la curva isocuanta (cuanto más alejadas se encuentren de ésta, mayor ineficiencia denotarán y viceversa).

Procedimiento de selección de las observaciones

Llegados a este punto, cabe preguntarse que procedimiento debe seguirse con el fin de determinar la función frontera.

Como quedó señalado con anterioridad, el consenso generalizado en los trabajos que versan sobre esta materia, se trunca al abordar este aspecto analítico. En nuestro análisis, no optamos por ninguna de las vías seguidas hasta el momento dado que no nos parecen plenamente satisfactorias desde un punto de vista científico.

Por lo cual elaboramos un procedimiento de selección de observaciones que parte del hecho, de que todo cuadrante en que queda reflejado una isocuanta lo podemos dividir en cuatro sectores angulares de idéntico radio, los cuales mostrarían, desplazándonos de izquierda a derecha, zonas de métodos intensivos en factor capital (primer sector angular) a zonas de métodos intensivos en trabajo (cuarto sector angular).

Dado que al analizar el fenómeno de la eficiencia, podemos apreciar -una vez que graficamos en el cuadrante las observaciones- como éstas no se distribuyen de forma uniforme. Cabe, pues plantearse que a tenor de la índole de la problemática analizada, la distribución de observaciones variará, poniendo ello de manifiesto, la diferente estructura productiva que muestran las empresas en función de la amplitud del marco de análisis que contemplemos⁵

Puesto de manifiesto esto, en aras a una mayor rigurosidad científica, convendría tener presente esta circunstancia, y por tanto seleccionar la observación que intervendrá en la

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

estimación de la isocuanta, en función de la concentración de las observaciones.

Con el fin de sistematizar este planteamiento, deberemos seguir las reglas que a continuación se detallan (que para el ejercicio económico 1.989, se encuentran plasmadas en el gráfico 2):

Regla 1ª.- Obviamente el numero observaciones seleccionadas con el fin de estimar la isocuanta será ($N=4$).

Regla 2ª.- Dividiremos el cuadrante en cuatro sectores angulares mediante tres radio-vectores, de tal forma que cada sector angular comprenda el 25% de las observaciones disponibles.

Regla 3ª.- Cuando $N/4$ no sea numero entero, se asignaran las observaciones de tal modo que, respetándose el cupo -representado por la parte entera- en cada sector angular, la inclusión del exceso de observaciones, se realice en aquellos sectores con menor tamaño angular, con el fin equilibrar el espacio comprendido en cada sector angular (esta regla de asignación es coherente con el planteamiento inicial, más arriba desarrollado).

Regla 4ª.- Dentro de cada sector angular, seleccionaremos aquella observación más próxima al origen.

Regla 5ª.- En base a las observaciones de este modo obtenidas, estimaremos la curva isocuanta mediante una regresión por mínimos cuadrados ordinarios (M.C.O).

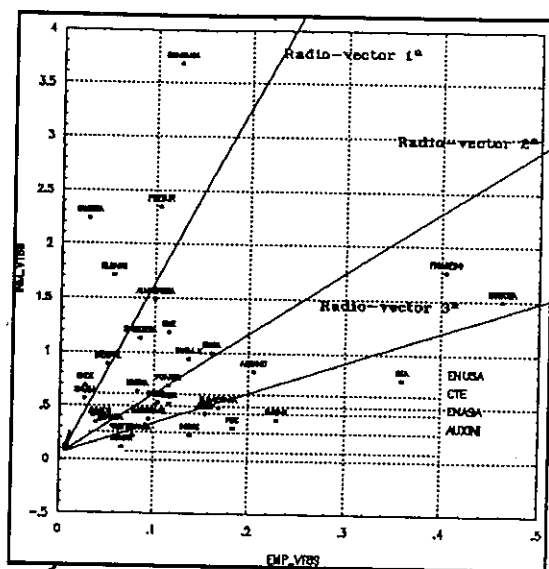


GRÁFICO 2

Modelo de Regresión aplicado

El modelo en base al cual procederemos a realizar el ajuste obedece a la siguiente forma funcional:

$$Y = \alpha \frac{1}{X} \quad \text{en donde} \quad Y = \frac{K}{Q} ; X = \frac{L}{Q}$$

El modelo propuesto, como podemos apreciar, no es lineal en la variable X, pero si en el parámetro, por lo tanto es un modelo de regresión lineal.

La utilización en la estimación de la isocuanta, de este tipo modelos, conocidos en el campo econométrico como modelos recíprocos queda justificada en base a:

a) La hipérbola rectangular, a la que da origen la forma ecuacional en base a la cual se regresan las observaciones, goza de las características básicas, que en el campo de la teoría económica se imponen a la curva isocuanta (decrecimiento y convexidad).

b) Los ajustes obtenidos mediante su implementación cabe calificarlos de óptimos, bajo las reglas de selección de las observaciones descritas anteriormente.

c) Al realizar una comparación estática de las posiciones de la isocuantas en diferentes ejercicios económicos, se precisa un modelo base a estos efectos.

La introducción de este tipo de funciones en el análisis de la eficiencia abre una nueva perspectiva en el campo analítico, dado que el modelo seguido por Berges, Maravall y Perez Simarro -el de mayor relevancia a nivel nacional- ajusta las observaciones a un polinomio de grado dos. No ofreciendo éste, en principio, ventajas analíticas frente al propuesto e imponiendo en principio a las observaciones seleccionadas, condiciones mucho más restrictivas con el fin de dar cumplida respuesta a la condición de convexidad de la curva isocuanta.

4.- UNA APLICACIÓN PRACTICA: ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DEL GRUPO INDUSTRIAL I.N.I DURANTE EL PERÍODO 1.984-1.989

La técnica de análisis diseñada, que como novedades, respecto a trabajos anteriores, aporta el proceso de selección de las observaciones en base a las cuales se construirá la función frontera, y la aplicación sobre éstas de un ajuste mediante M.C.O sobre un modelo recíproco que relaciona capital y trabajo. La hemos aplicado, con el fin de evaluar, de una parte, la tendencia en cuanto a eficiencia técnica global del Grupo I.N.I durante el citado período; y de otra, la evolución relativa de ésta, a nivel desagregado, de todas las empresas que conforman el Grupo industrial.

Los datos disponibles, fueron inicialmente depurados año a año, omitiendo para cada año, las observaciones (empresas) que carecieran de algunas de estas variables: volumen anual de ventas (que será utilizada como variable proxy de la producción al no disponer de una variable que de forma más acorde pudiera asociarse a ella, tal como el VAB (valor añadido bruto)), el inmovilizado neto (variable proxy del capital), y el empleo anual (variable identificable al factor trabajo).

Tras lo cual, contamos con el siguiente número de observaciones anuales:

AÑOS	1.984	1.985	1.986	1.987	1.988	1.989
Nº Empresas	50	40	37	37	37	31

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Para cada ejercicio económico, procederemos de la siguiente forma. Calcularemos los ratios K/Q y L/Q de cada unidad productiva. Una vez obtenidos, graficaremos éstos -que serán los que definan a cada empresa- sobre el cuadrante, y trazaremos en base a la metodología expuesta, tres radio-vectores, que delimitarán cuatro zonas. Dentro de cada zona será seleccionada con el fin de estimar la frontera de eficiencia (isocuanta), la observación con mayor proximidad al origen.

AÑOS	1.984	1.985	1.986	1.987	1.988	1.989
EMPRESA	C.T.E.	C.T.E.	C.T.E.	ENCE	ENCE	ENUSA
SELECC.	ENDIASA	ENDIASA	ENDIASA	C.T.E.	C.T.E.	C.T.E.
	ARTESPAÑA	ARTESPAÑA	ENASA	ENDIASA	ENASA	ENASA
	ERIA	AUXINI	AUXINI	INITEC	INITEC	AUXINI

Conocidas éstas, se procederá a realizar ajustes mediante M.C.O sobre el modelo anteriormente explicitado.

Siendo los resultados que ofrecen éstos:

AÑOS	1.984	1.985	1.986	1.987	1.988	1.989
ALFA	0.8804	0.8708	0.8817	0.9559	0.9877	0.9870
C.DE T.	77.5%	75.8%	77.7%	91.3%	95.5%	97.4%
t-St.	3.21	3.06	3.23	5.63	10.96	10.64

Los resultados obtenidos, una vez transformados a una isocuanta unitaria, nos pondrían

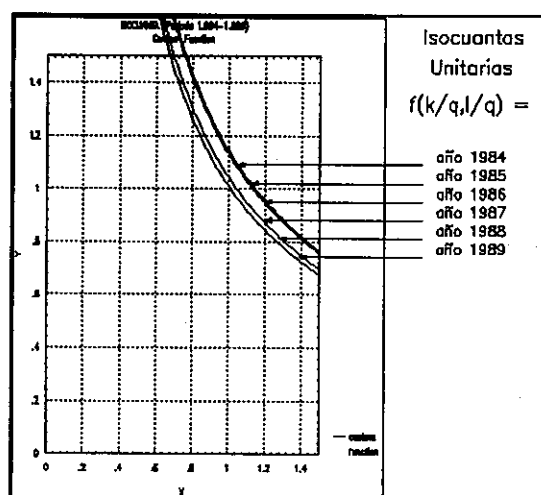


GRÁFICO 3

de manifiesto tal y como queda reflejado el gráfico 3, la evolución positiva que ha experimentado la eficiencia técnica global del Grupo I.N.I, ello se aprecia al trasladarse paulatinamente hacia el origen la isocuanta unitaria.

El movimiento temporal que refleja la isocuanta, pone de manifiesto tres subperiodos de eficiencia técnica: uno inicial que comprendería el trienio 84-87 en donde el nivel de eficiencia técnica se mantiene notablemente estable, un segundo período que se identifica con el ejercicio 1987, en donde el Grupo acusa una notable mejora de su eficiencia, y finalmente, un tercer período, bienio 88-89 en donde los niveles de eficiencia alcanzados en 1.987 se consolidan, aumentando ligeramente.

Una vez detectada la expansión en cuanto a eficiencia, que acusa el Grupo I.N.I durante el período bajo estudio, procede analizar a nivel desagregado en qué unidades productivas ha tenido lugar dicha mejora, y cómo.

Para dar cumplida respuesta a la interrogante planteada, será preciso computar la eficiencia relativa de cada empresa respecto a la función frontera estimada anualmente (gráfico 4)

Ecuacionalmente, se trataría de resolver para cada empresa anualmente, el siguiente sistema de ecuaciones:

Tras lo cual, se procedería a estimar la distancia entre el punto que representa a la empresa y la curva isocuanta, tal y como se aprecia en el gráfico.

Para ello, se estimaría en primer lugar la distancia que describe el radio-vector A-B, para más tarde, compararla con la que media entre los puntos A-C, de tal forma que el indicador de eficiencia estaría determinado por el cociente que relaciona dichas distancias:

$$E = \frac{\text{DIST A-B}}{\text{DIST A-C}} \quad \text{DIST A-B} = \sqrt{(Y^2 + X^2)}$$

$$\text{DIST A-C} = \sqrt{(Y_{\text{empresa}}^2 + X_{\text{empresa}}^2)}$$

Por tanto el índice de eficiencia descrito, nos indicara la mayor o menor eficiencia técnica de la empresa analizada. Obviamente, valores próximos de "E" a la unidad, indicarán mayor eficiencia técnica y viceversa.

$$\frac{Y}{X} = \frac{Y_{\text{empresa}}}{X_{\text{empresa}}} \quad \} \text{ SISTEMA}$$

$$Y = \alpha \frac{1}{X}$$

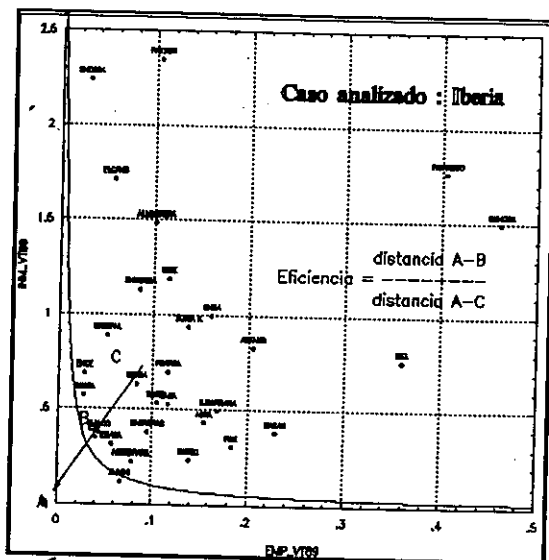


GRÁFICO 4

Procesada la información, la estimación de la eficiencia técnica de cada unidad productiva que compone el Grupo industrial I.N.I, figura en el anexo numérico adjunto.

ANEXO NUMÉRICO. EFICIENCIA TÉCNICA

Empresas	84 85 86 87 88 89	Empresa	84 85 86 87 88 89
AESA	.14.26.17.12.18.38	ENSA	.18.19.18.24.19.25
AHM	.351.1.08	ENSIDESA	.28.30.25.22.26.32
ALMAGRERA	.12.12.14.16.21.26	ENTURSA	.16.19
ALUGASA	.49	ENUSA	.32.40.43.60.74.81
ARTESPAÑA	.55.49.42.58.68.75	ERIA	.46
ASTANO	.13.09.08.06.08.24	FIGAREDO	.11.11.10.09.11.12
ASTICAN	.28.33.28.26.37	FOARSA	.27.30.30.34.35
ATEINSA	.18.22.43.40.36	FSC	.16.27.22.09.10.42
AUXINI	.58.66.84.76.651.1	GEA	.16.18.19.19.21.19
AVIACO	.46.48.61.69.70.78	HUNOSA	.12.12.12.10.12.12
BARRERAS	.20.17.23.27.38.53	IBERIA	.35.38.39.45.47.43
BAZAN	.34.37.35.	INESPAL	.34.32.34.47.47
BWE	.20.26.18.18.27.27	INISEL	.38.37.47.59.42
CASA	.35.33.29.30.42.40	INITEC	.52.51.64.73.56.55
CETME	.18	MPS	.26.26.27.29

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Obsérvese a estos efectos, el cuadro adjunto. En donde se puede apreciar que frente a tan sólo un 25% de empresas que en el año 1.984 superaban el umbral del 50% de eficiencia, en el último ejercicio estudiado, estas representaban algo más de un 60%.

%EMPRESAS/AÑO	84	85	86	87	88	89
Hasta 25%	37.5	28.5	30.3	25	23.2	12.5
Del 25-50%	37.5	34	25	25	25	26.7
Más del 50%	25	37.5	44.7	50	51.8	60.8

5.-INDICADOR DE EFICIENCIA VERSUS INDICADOR ESTÁNDAR

Es usual en la literatura económica, utilizar como indicador estándar de eficiencia a la productividad bruta del factor trabajo (Ventas/Empleo).

$$EFICIENCIA = \beta \frac{VENTAS}{EMPLEO}$$

Con el fin de contrastar la utilidad del instrumento diseñado, hemos procedido a efectuar una regresión a través del origen entre estas dos variables, de tal forma que:

AÑOS	84	85	86	87	88	89
BETA	0.8725	0.8539	0.8544	0.8551	0.8715	0.8789
C.DET.	76.1%	72.9%	73%	73.1%	75.9%	77.2%
t-St.	(12.5)	(10.2)	(9.8)	(9.8)	(10.5)	(9.9)

CTE	.981.0.75.82.85.85	MTM	.32.22.16.27.17
EESA	.31	PDN	.12.48
ELCANO	.26.20.19.20.31.32	PESA	.63
ELSA	.42	POTASA DE S	.29
ENADIMSA	.16.12.14.13.13	PRESUR	.07.08.06.03.18.20
ENASA	.35.33.45.66.78.75	REINOSA	.30
ENCE	.50.43.43.72.75.73	S. BARBARA	.34.24.19.30.26.34
ENDASA	.36	SEAT	.27.47
ENDESA	.23.23.28.31.33.39	SECOINSA	.57
ENDIASA	1.1.86.931.1	SIDMED	.53.56.65
ENFERSA	.67.78.60.37	SKF	.37
ENOSA	.20	SOLER ALMIRALL	.20
		SURIA K	.28
		TARAZONA	.23

En relación a estos resultados, convendría realizar algunas reflexiones, en este sentido, es preciso señalar en primer término que la eficiencia media global evolucionó, en consonancia con los resultados anteriormente obtenidos, de forma creciente durante el período (gráfico 5).

Si bien la importancia de este hecho se ha encontrado mediatizada por la política de fusión y venta que ha seguido el Grupo durante este quinquenio, a estos efectos, baste señalar que, cuantitativamente el número de unidades adscritas al grupo decrece de forma continua durante el lapso temporal. Por ello, aunque no es objeto de la comunicación, sería interesante analizar la política empresarial del grupo en cuanto a privatización a la luz de este indicador.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

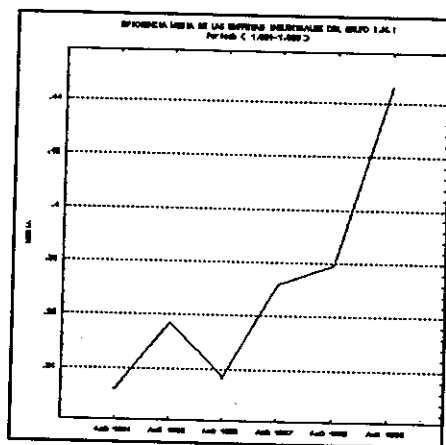


GRAFICO 5

El análisis de datos, asimismo muestra, la positiva evolución general del Grupo en cuanto a la estructura de eficiencia en el seno de éste. Así se constata, como progresivamente un mayor número de empresas se incorporan a tramos de eficiencia superior.

Los resultados, que figuran en la tabla superior, ponen de relieve la elevada correlación y relación estable, que muestran en el tiempo los dos indicadores, lo que en principio, avalaría la bondad del método propuesto, como alternativa válida para cuantificar el concepto de eficiencia técnica. Si bien éste, partiendo de un supuesto bastante restrictivo -rendimientos constantes a escala- toma en consideración los dos grandes factores productivos, y por tanto da una visión global del concepto de eficiencia, a diferencia del indicador estándar usualmente utilizado.

6.- CONCLUSIONES

La comunicación expuesta, cabe considerarla como el paso inicial en una línea de investigación abierta. En este sentido el eje central sobre el que han gravitado estas líneas, han sido los aspectos metodológicos. La limitación material impuesta a la extensión de la comunicación, nos han impedido profundizar sobre aspectos derivados de la aplicación al caso bajo

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

estudio (repercusión sobre niveles de eficiencia de la política de privatización de empresas publicas; el nivel de eficiencia de las empresas privatizadas; la existencia de argumentos que desde el punto de la eficiencia técnica < ceteris paribus> avalen la próxima división del Grupo I.N.I en dos, uno que abarca las empresas rentables y otro, a las de escasamente rentables y deficitarias, etc).

No obstante, es intención de los autores abordar dichas cuestiones en un futuro inmediato, agregando información actualizada; y en base a esta metodología abordar otro tipo de temáticas dentro del marco de la economía aplicada.

Cádiz, abril 1.992

..... Referencias bibliográficas

- * Debreu, G.(1.951) "The coefficient of resource utilization" .Econométrica.
- * Farrell, M.L.(1.957) "The measurement of Productive Efficiency". Journal of the Royal Statistics Society. Series A, 120 (part III).
- * Berges, Maravall y Perez Simarro.(1.986) Investigaciones Económicas. Volumen X, nº3
- * Informes Anuales del Grupo I.N.I (años 1984-1.989).

¹En este sentido es preciso destacar, la concepción de Carlyle, el cual denominaba a la ciencia económica como la "ciencia triste".

²Un método de producción será eficiente técnicamente respecto a otros, si utiliza algo menos de un factor y no más de otro. De entre aquellos métodos que muestren ser eficientes técnicamente, será seleccionado, y por tanto será eficiente económicamente, el que implique menor coste.

³Todd (1.984), define la frontera eficiente de la economía alemana, en base dos observaciones exclusivamente.

Berges, Maravall y Perez Simarro (1.986), al analizar la eficiencia técnica de las empresas españolas respecto a las europeas, consideran empresas definidoras de la frontera al 1 y 2% respectivamente de la muestra.

⁴Una isocuanta es una curva que muestra todas las combinaciones de factores que producirán un nivel específico de producto de acuerdo con una determinada función de producción.

Propiedades de la isocuanta:

a) Tiene pendiente negativa.

b) Es convexa respecto al origen.

⁵En este sentido, el lector convendrá, que si el objeto de nuestro análisis, es la eficiencia técnica del sector eléctrico, es obvio, que la zona que comprende el primer sector angular cuente con un mayor número de observaciones que las reflejadas en sectores angulares contiguos, dada la estructura económica de este sector productivo.

MODELIZACION DE LAS FUNCIONES DE DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES MEDIANTE TECNICAS SPLINES

Julián Ramajo Hernández

Departamento de Economía Aplicada y Organización de Empresas.
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

I. INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que las formas funcionales flexibles en el sentido de Diewert poseen la habilidad de proporcionar aproximaciones de segundo orden a las preferencias de un consumidor (a través de su función de utilidad indirecta o de su función de gasto) en un entorno de un punto muestral de precios y renta observados, de tal modo que las elasticidades precio y renta pueden tomar cualquier valor sobre dicho punto. Evidentemente, dada la propia definición de este tipo de flexibilidad, con series temporales cortas, en las cuales las variaciones en los precios relativos y en la rentas medias no son muy elevadas, los ajustes que se observarán serán en general aceptables. Sin embargo, cuando se trabaja con series temporales de longitud considerable (más de 30 años) o con datos de corte transversal, caracterizados, los primeros, por amplias variaciones en precios y renta (sobre todo en la segunda), y los segundos, por grandes oscilaciones en las rentas individuales, una aproximación en el sentido de Diewert, inherentemente local, deja de ser aconsejable, al menos en el tratamiento de la variable renta.

El objetivo de este trabajo es el de utilizar la técnica de componentes splines para poder globalizar las aproximaciones de segundo orden (a las preferencias) con respecto a la variable renta, no pudiendo, por el momento, globalizar las mismas respecto a las variables precio por evidentes problemas de sobreparametrización.

Representaremos las preferencias de los consumidores eligiendo una forma funcional para la función de gasto, elección equivalente, por dualidad, a la de la función de utilidad directa o indirecta de los consumidores. La estructura funcional elegida es la función de gastos PIGLOG, que es consistente con el proceso de agregación exacta sobre los consumidores, y que fue propuesta por Muellbauer (1975, 1976). Esta estructura de gasto será descrita en la sección 2, donde también se construye el modelo básico a partir del cual se elaborará el modelo de demanda con splines.

En la sección 3, se construye la función de gasto PIGLOG con splines lineales. Como Suits, Mason y Chan (1978) explican, los modelos con splines lineales pueden entenderse con regresiones lineales a trozos sobre una red de intervalos previamente seleccionada, donde los parámetros en cada segmento se eligen de modo que los segmentos lineales se unan de una forma continua en los puntos frontera (puntos interiores donde se produce la segmentación del intervalo). En el contexto de la Teoría de la Demanda, la variable dependiente es la demanda del

artículo i , x_i , y las variables independientes son los precios de todos los artículos ($p = (p_1, p_2, \dots, p_n)'$) y el nivel de utilidad o renta real U . La segmentación lineal de la función de demanda se llevará a cabo respecto a esta última variable, puesto que, por problemas de sobreparametrización, nos hemos abstenido de segmentar los intervalos correspondientes a los precios. Sin embargo, el problema con el que nos enfrentamos es más complicado que el de los modelos splines de la literatura econométrica tradicional, puesto que la variable U no es observable. Este problema de no observabilidad puede resolverse si se iguala la función de gasto $C(U, p)$ a la renta nominal o gasto Y , y se resuelve la ecuación resultante respecto de U , para obtener la función de utilidad indirecta $U = g(Y, p)$ en función de renta y precios. En la sección 3 se tratará con mayor profundidad este problema de no observabilidad de la utilidad.

En la sección 4, damos una aplicación empírica del modelo spline de demanda construido, utilizando la serie temporal de datos de consumo agregado per capita de la Economía Española para los años 1954 hasta 1987.

2. LA FUNCIÓN DE GASTO PIGLOG Y EL MODELO BÁSICO

Dado el nivel de utilidad U , un vector de precios positivos $p \gg 0$, y la función de preferencias f , la función de gasto C se define como

$$C(U, p) = \min_x \{ p \cdot x : f(x) \geq U \}$$

donde $p \cdot x = \sum p_i x_i$ es el producto escalar entre p y x . La función de gasto $C(U, p)$ debe ser no decreciente en U , y linealmente homogénea, no decreciente y cóncava con respecto a los precios p .

Muellerbauer (1975, 1976) propone una estructura de gasto que permite que las funciones de demanda agregadas reflejen el comportamiento de un consumidor representativo. Esta familia de funciones de gasto, denominada PIGLOG, viene dada por la expresión:

$$\log C(U, p) = (1-U) \log [a(p)] + U \log [b(p)]$$

En nuestro trabajo, partiremos de una subfamilia PIGLOG del tipo

$$\log C(U, p) = \log [a(p)] + U \log [b(p)]$$

que será la base tanto para el modelo básico como para el modelo de splines lineales.

En el modelo simple, las elecciones para las funciones $\log [a(p)]$ y $\log [b(p)]$ son las de sus aproximaciones de Taylor de segundo y primer orden respectivamente, de modo que:

$$\log [a(p)] = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \log p_i + \sum_{ij=1}^n a_{ij} \log p_i \log p_j$$

$$\log [b(p)] = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \log p_i$$

donde el vector $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ supondremos que satisface la restricción $b \cdot 1 = 0$, es decir,

$$\sum_{i=1}^n b_i = 0$$

Aplicando el lema de Shephard en su versión logarítmica sobre la función de gasto que resulta de sustituir las expresiones anteriores, se obtiene la expresión de las participaciones presupuestarias, que para cada bien i tiene la expresión:

$$w_i = a_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} \log p_j + \frac{b_i}{b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \log p_i} \log (Y/P)$$

si denotamos por $\log P$ al término $\log a(p)$.

3. MODELO CON SPLINES LINEALES

Consideramos la siguiente forma funcional para la función de gasto:

$$\log C(U, p) = \log [a(p)] + d(U, p)$$

donde $\log [a(p)]$ tiene la misma expresión que para el modelo básico.

Para construir el modelo con splines lineales, tomamos la siguiente expresión para la función $d(U, p)$:

$$d(U, p) = \begin{cases} d^1(U, p) = U \log [b^1(p)] & \text{para } 0 \leq U \leq U_1^* \\ d^2(U, p) = d^1(U_1^*, p) + (U - U_1) \log [b^2(p)] & \text{para } U_1^* < U \leq U_2^* \\ d^3(U, p) = d^2(U_2^*, p) + (U - U_2) \log [b^3(p)] & \text{para } U_2^* < U \end{cases}$$

donde los niveles de utilidad de referencia satisfacen la relación $0 < U_1^* < U_2^*$, y las funciones $\log [b^i(p)]$ vienen definidas como $\log [b^i(p)] = b_0^i + b^i \cdot \log p$, siendo $b^i = (b_1^i, b_2^i, \dots, b_n^i)$ y $\log p = (\log p_1, \log p_2, \dots, \log p_n)$. Además, supondremos que los vectores b^i satisfacen la restricción lineal $b^i \cdot 1 = 0$

Si comparamos la función de gasto del modelo spline con la del modelo simple, puede comprobarse que ambas difieren en $2n$ parámetros. La función de gasto más simple puede obtenerse a partir de la spline haciendo $b^1_0 = b^2_0 = b^3_0$ y $b^1 = b^2 = b^3$.

La función de gasto PIGLOG con splines lineales que se ha obtenido es lineal a trozos y continua en U , y los saltos de un segmento lineal al otro aparecen en los pivotes U^*_1, U^*_2 (en estos puntos de salto existe un cambio de pendiente no continuo). Es además diferenciable respecto a U , salvo en los puntos U^*_1 y U^*_2 . Esto conlleva el que las funciones de demanda asociadas no sean continuamente diferenciables en tales puntos, y, por tanto, que las participaciones presupuestarias marginales (que determinan las elasticidades) sean discontinuas en tales puntos. Con respecto a las variables precio, la función definida es continuamente diferenciable.

Para encontrar la expresión del sistema de demanda asociado a esta función de gasto, definimos las funciones

$$\log C_i(U, p) = \log [a(p)] + d_i(U, p) \quad i=1, 2, 3$$

definidas cada una de ellas en los subintervalos asociados a los puntos pivotes. Cada una de estas funciones es continuamente diferenciable respecto a sus argumentos, pero la función completa $\log C(U, p)$ no es diferenciable en los puntos U^*_1 y U^*_2 .

Si U cae en el primer intervalo de utilidad, es decir, si $0 \leq U \leq U^*_1$, entonces la expresión para la participación presupuestaria del grupo i -ésimo puede derivarse a partir del lema de Shephard aplicado a la función $\log C_i(U, p)$, obteniéndose:

$$w_i = a_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} \log p_j + \frac{b^1_i}{b^1_0 + b^1 \log p} \log (Y/P) \quad 0 \leq U \leq U^*_1$$

Si U cae en el segundo intervalo de utilidad, $U^*_1 \leq U < U^*_2$, entonces, aplicando de nuevo el lema de Shephard a $\log C_2(U, p)$ obtenemos:

$$w_i = a_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} \log p_j + U^*_1 (b^1_i - b^2_i) + \frac{b^2_i}{b^2_0 + b^2 \log p} \times \{ \log (Y/P) + U^*_1 (b^2 - b^1) \log p \}$$

Por último, si $U^*_2 < U$, las participaciones toman la expresión:

$$w_i = a_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} \log p_j + U^*_1 (b^1_i - b^2_i) + U^*_2 (b^2_i - b^3_i) +$$

$$+ \frac{b^3_i}{b^3_0 + b^3 \log p} \{ \log(Y/P) + U^*_2(b^3 - b^2) \log p + U^*_1(b^2 - b^1) \log p \} \quad \text{si } U^*_2 < U$$

4. RESULTADOS EMPIRICOS

En esta sección, se estiman los modelos construidos en la sección anterior (PIGLOG básico y la versión PIGLOG con splines lineales), para lo cual hemos utilizado datos de la Economía Española sobre gastos y renta per capita para los años 1954 al 1987. Utilizamos cinco amplios grupos de bienes: alimentación, bebidas y tabaco, vestido y calzado, vivienda y alquileres, menaje y hogar, y otros bienes y servicios.

Para la estimación del modelo con splines lineales, previamente han de resolverse dos problemas de índole práctica: a) ¿cómo elegir los pivotes de utilidad U^*_1 y U^*_2 ?, y, b) ¿cómo clasificar las observaciones respecto a los pivotes?. Evidentemente, aunque en la discusión teórica hemos permitido tres segmentos de utilidad, en general, no existe limitación al número de estos. Sin embargo, eligiendo a priori, el número de utilidades pivote, evitamos los problemas asociados con la contrastación del número óptimo de las mismas.

En primer lugar, vamos a encontrar un método que permite ordenar las observaciones, es decir, clasificar cada dato muestral t en un segmento de utilidad. Una de las formas en que esta clasificación puede ser hecha es a través de técnicas de números índices⁽¹⁾. La primera observación, $t=1$, puede tomarse como observación base, en la que tomar una utilidad de referencia, $U^1=1$. El nivel de utilidad para la observación t , U^t , puede calcularse mediante el índice ideal de cantidad de Fisher:

$$U^t = \left[\frac{(p^t \cdot x^t)(p^1 \cdot x^1)}{(p^t \cdot x^1)(p^1 \cdot x^t)} \right]^{1/2} \quad t=1, 2, \dots, T$$

en donde p^t y x^t son respectivamente los vectores precios y cantidades demandadas del conjunto de bienes.

Las 34 observaciones muestrales pueden entonces agruparse usando sus valores relativos U^t . En esta aplicación, no hemos encontrado problemas a la hora de agrupar los datos, ya que al tratarse de una serie temporal anual, la utilidad en general debe ser creciente sobre el período muestral. Este ha sido el caso salvo una excepción, que se ha producido en el año 1981, donde el nivel relativo de utilidad bajó sensiblemente respecto al año anterior.

(1) Una segunda vía de solución podría haber sido utilizar el enfoque no-paramétrico propuesto por Afriat (1967), y mediante técnicas de preferencias reveladas haber ordenado las observaciones de acuerdo a las magnitudes relativas de utilidad.

En nuestra aplicación y a la vista de los comentarios anteriores, hemos decidido elegir los pivotes de utilidad U^*_1 y U^*_2 en los años 1964 y 1976, de modo que hemos tomado $U^*_1=U^{1964}_1$ y $U^*_2=U^{1976}_2$. El criterio utilizado para esta elección ha sido el de que el número de observaciones correspondientes a cada intervalo de utilidad sea aproximadamente 1/3 del total de las mismas⁽²⁾.

Para estimar los modelos anteriormente contruidos, añadimos a cada una de las ecuaciones presupuestarias obtenidas en la sección 3 un vector de perturbaciones e , que supondremos con una distribución normal multivariante con media $E[e]=0$ y matriz de covarianzas $E[ee'] = \Omega$ constante sobre el período muestral. Puesto que esta última matriz es singular, eliminamos la última ecuación y maximizamos la función de verosimilitud correspondiente al modelo considerado. Para la estimación utilizamos un método de quasi-Newton debido a Fletcher, Davidson y Powell, y realizado con el programa SHAZAM (versión 6.1).

Los resultados de la estimación de los dos modelos considerados en este trabajo arrojaron los resultados que se muestran en el apéndice.

Como se comentó en la sección 3, el modelo con splines lineales se reduce al modelo simple si $b^1_i=b^2_i=B^3_i$ (sean cuales sean los puntos pivote). Por lo tanto, podemos llevar a cabo un test de razón de verosimilitud para contrastar la significación de los segmentos splines. Puesto que cada vector b contiene $n-1=4$ parámetros independientes, entonces habrá que comparar el valor $-2 [\text{Log } \mathcal{L}_0 - \text{Log } \mathcal{L}_1] = 19.1628$ con el valor crítico de una variable aleatoria χ^2 con 10 grados de libertad. Para un nivel de confianza del 95%, este valor crítico toma el valor 18.3070, con lo que se encuentra que los parámetros asociados con los splines son significativos.

Una vez estimado el modelo, hemos calculado, para cada año y para cada uno de los grupos, las participaciones presupuestarias marginales (PPM) y las elasticidades renta (ER) que proporcionan los dos modelos estimados.

A la vista de los resultados, pueden apuntarse algunos comentarios significativos. En primer lugar, los ajustes que proporciona en nuestra aplicación el modelo con splines lineales no han producido un cambio brusco entre los valores de las PPM y de las ER en los diferentes segmentos de utilidad, aunque teóricamente tales desajustes podrían haberse producido, ya que, en el modelo con splines lineales, las funciones de demanda asociadas no son continuamente diferenciables en las utilidades pivote, con lo que las funciones PPM y ER dejan de ser continuas en tales puntos⁽³⁾.

(2) Somos conscientes de que esta elección podría mejorarse si, por ejemplo, hubiésemos diseñado un método de búsqueda de doble entrada que eligiese como pivotes aquellos niveles de utilidad que maximizan la función de verosimilitud del modelo asociado a ellos.

(3) La discontinuidad que presenta es de salto finito, ya que las funciones de demanda poseen derivadas laterales en los puntos U_1 y U_2 , aunque éstas en general no tienen porque coincidir.

En segundo lugar, resultan evidentes las discrepancias existentes entre las PPM y las ER proporcionadas por los dos modelos estimados. Puede observarse un sesgo sistemático entre los valores de estas funciones, con una sobrevaloración o infravaloración para los diferentes grupos de un modelo respecto al otro. A pesar de este sesgo, los comportamientos observados en ambas variables son semejantes, y las clasificaciones que hacen ambos modelos de los grupos, estudiados coinciden (con resultados coherentes) salvo para el grupo de vestido y calzado, que según el modelo simple puede clasificarse como bien de primera necesidad (con valores muy cercanos a uno, es decir, en la frontera para convertirse en bien de lujo), y como bien de lujo por el modelo con splines lineales, aunque resultan evidentes las escasas diferencias entre ambas elasticidades estimadas.

El modelo spline señala una rápida bajada de la ER del grupo de Alimentación, Bebidas y Tabaco, en tanto que el modelo simple estima una pendiente más suave para este grupo. La pendiente que estiman ambos modelos para la PPM de este grupo es esencialmente la misma. Para el grupo de Vestido y Calzado, destaca la gran estabilidad de la ER estimada por ambos modelos a partir del año 1964, produciéndose únicamente variaciones bruscas (también en las PPM) entre los años 1958 al 1964.

La ER del grupo de Vivienda y Alquileres presenta una tendencia decreciente a los largo del período muestral, aunque pueden observarse bastantes fluctuaciones (para los dos modelos) durante el mismo. Las estimaciones para las PPM de este grupo son prácticamente idénticas para los dos modelos.

El grupo de Menaje y Hogar es sin duda el de comportamiento más irregular de todos los grupos durante el período muestral, con grandes fluctuaciones en el período 1958-1964 y con tendencia claramente creciente a partir de los años 80.

Por último, el grupo de Otros bienes y Servicios presenta una tendencia claramente decreciente (y con una cierta estabilidad) en la ER estimada por ambos modelos, con un aumento progresivo de las PPM durante todo el período de la muestra.

5. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

En este trabajo, hemos propuesto y estimado un sistema de demanda que incorpora una función spline lineal definida sobre la variable utilidad. Esta nueva forma posee la propiedad de aproximar localmente una función de preferencias arbitraria (dos veces diferenciable continuamente) hasta el segundo orden, y a la vez aproximar globalmente respecto a la variable renta. Con datos de corte transversal o de series temporales, caracterizados por variaciones muy significativas en la renta, la hipótesis de curvas de Engel lineales o log-lineales puede ser bastante restrictiva. El modelo aquí propuesto incorpora respuestas renta no lineales (en logaritmos) que de hecho resultan significativas en la aplicación realizada. Es nuestra intención realizar en un futuro inmediato una investigación del funcionamiento de este modelo con datos de corte transversal, como las encuestas de presupuestos familiares, al objeto de corroborar los resultados que aquí se han obtenido con la serie temporal de consumo.

6. REFERENCIAS

- AFRIAT S.N.**, "The Construction of Utility Functions from Expenditure Data", *International Economic Review*, 1967, 8, 67-77.
- DEATON A. Y MUELLBAUER J.**, "Economic and Consumer Behavior", New York: Cambridge University Press, 1980a.
- _____, "An Almost Ideal Demand System", *American Economic Review*, 1980b, 70, 312-326.
- DEIWEIT W.E.**, "Afriat and Revealed Preference Theory", *The Review of Economic Studies*, 1973, 40, 419-425.
- _____, "Exact and Superlative Index Numbers", *Journal of Econometrics*, 1976, 4, 115-145.
- _____, "Superlative Index Numbers and Consistency in Aggregation", *Econometrica*, 1978, 46, 883-900.
- DEIWEIT, W.E. Y WALES T.**, "Linear and Quadratic Spline Models for Consumer Demand Functions", Discussion Paper No.: 89-16, University of British Columbia, 1989.
- GALLANTA. AND FULLER W.**, "Fitting Segmented Polynomial Regression Models Whose Join Points Have to Be Estimated", 1973, 63, 144-147.
- MUELLBAUER J.**, "Aggregation Income Distribution and Consumer Demand", *Review of Economic Studies*, 1975, 62, 525-543.
- _____, "Community Preferences and the Representative Consumer", *Econometrica*, 1976, 44, 979-999.
- POIRIER D.J.**, "The Econometrics of the Structural Change", Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1976.
- SUITS D.B., MASON A. Y CHAN L.**, "Spline Functions Fitted by Standard Regression Methods", *The Review of Economics and Statistics*, 1978, 60, 132-139.
- VARIAN H.**, "Nonparametric Test of Consumer Behavior", *The Review of Economic Studies*, 1982, 50, 99-110.
- _____, "The Nonparametric Approach to Demand Analysis", *Econometrica*, 1982, 50, 945-974.
- WHITE K.**, "A General Computer Program for Econometric Methods: SHAZAM", *Econometrica*, 1978, 46, 239-240.

APENDICE: RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES

MODELO PIGLOG SIMPLE

FUNCION LOGARITMO DE VEROSIMILITUD 558.7535
 NUMERO DE PARAMETROS 29
 MATRIZ DE COVARIANZAS ESTIMADA

0.61696E-04
 -0.14584E-04 0.19941E-04
 -0.34254E-05 0.46175E-05 0.15571E-04
 -0.80219E-05 -0.35027E-05 -0.64485E-05 0.92441E-05
 COEFICIENTES ESTIMADOS:

	COEFICIENTE	ST. ERROR	T-RATIO
A1	0.96067	0.20293	4.7340
A11	0.13180	0.67735E-01	1.9458
A12	-0.12746	0.52338E-01	-2.4354
A13	0.36127E-01	0.53567E-01	0.67442
A14	0.34674E-01	0.60542E-01	0.57273
A15	-0.82683E-01	0.48894E-01	-1.6911
B1	-0.14575	0.25650	-0.56824
B0	1.7020	2.7076	0.62858
B2	-0.11986E-01	0.33007E-01	-0.36314
B3	-0.59112E-01	0.95859E-01	-0.61665
B4	0.81050E-01	0.13549	0.59822
A2	0.16870	0.12491	1.3506
A21	0.67693E-01	0.32656E-01	2.0729
A22	0.98815E-01	0.32536E-01	3.0371
A23	-0.36798E-01	0.30001E-01	-1.2266
A24	-0.10128	0.35644E-01	-2.8413
A25	-0.35912E-01	0.26597E-01	-1.3502
A3	0.43412	0.10510	4.1305
A31	-0.47551E-01	0.28278E-01	-1.6816
A32	-0.58938E-01	0.28636E-01	-2.0582
A33	0.73569E-01	0.24962E-01	2.9472
A34	0.58806E-02	0.31223E-01	0.18834
A35	0.21836E-01	0.24066E-01	0.90732
A4	-0.17346	0.80309E-01	-2.1600
A41	-0.51394E-01	0.25522E-01	-2.0137
A42	0.39273E-01	0.22986E-01	1.7086
A43	-0.37981E-01	0.19776E-01	-1.9205
A44	0.80754E-01	0.26058E-01	3.0990
A45	-0.48402E-01	0.19542E-01	-2.4768

VALORES R²
 GRUPO ALIMENTACION, BEBIDAS Y TABACO
 GRUPO VESTIDO Y CALZADO
 GRUPO VIVIENDA Y ALQUILERES
 GRUPO MENAJE Y HOGAR
 GRUPO OTROS BIENES Y SERVICIOS

0.9841
 0.7955
 0.9785
 0.8150

MODELO PIGLOG CON SPLINES LINEALES

FUNCION LOGARITMO DE VEROSIMILITUD

NUMERO DE PARAMETROS

39 568.3349

MATRIZ DE COVARIANZAS ESTIMADA

0.51786E-04

-0.17242E-04 0.19292E-04

-0.65632E-05 0.38786E-05 0.14802E-04

-0.38202E-05 -0.25725E-05 -0.58948E-05 0.75846E-05

COEFICIENTES ESTIMADOS:

	COEFICIENTE	ST. ERROR	T-RATIO
A1	1.5658	0.15864	9.8696
A11	0.26876	0.68608E-01	3.9174
A12	0.16620E-01	0.54241E-01	0.30642
A13	-0.16406	0.71262E-01	-2.3022
A14	-0.37618E-01	0.61617E-01	-0.61052
A15	-0.12641	0.47686E-01	-2.6508
B10	1.0605	0.30840	3.4387
B11	-0.15795	0.41646E-01	-3.7928
B12	0.33258E-02	0.14049E-01	0.23673
B13	-0.33105E-01	0.85047E-02	-3.8925
B14	0.61695E-01	0.14562E-01	4.2368
B20	6.0621	1.3210	4.5890
B21	-0.62885	0.11732	-5.3602
B22	0.15515E-01	0.56911E-01	0.27261
B23	-0.12855	0.41995E-01	-3.0611
B24	0.24701	0.45639E-01	5.4123
B30	0.67966E-01	0.19381E-01	3.5067
B31	-0.17676E-01	0.36155E-02	-4.8891
B32	0.54088E-03	0.16483E-02	0.32814
B33	-0.35803E-02	0.15686E-02	-2.2824
B34	0.68788E-02	0.15549E-02	4.4239
A2	0.86851E-01	0.11575	0.75036
A21	0.54771E-01	0.37747E-01	1.4510
A22	0.63620E-01	0.34535E-01	1.8422
A23	-0.10381E-01	0.37752E-01	-0.27497
A24	-0.86502E-01	0.38041E-01	-2.2739
A25	-0.28295E-01	0.27455E-01	-1.0306
A3	0.43769	0.90150E-01	4.8552
A31	-0.53585E-01	0.32200E-01	-1.6641
A32	-0.69044E-01	0.28983E-01	-2.3823
A33	0.48247E-01	0.30371E-01	1.5886
A34	0.38385E-01	0.33223E-01	1.1554
A35	0.22790E-01	0.25333E-01	0.89958
A4	-0.30325	0.70024E-01	-4.3307
A41	-0.98473E-01	0.25469E-01	-3.8664
A42	0.33443E-02	0.24295E-01	0.13765
A43	0.16014E-01	0.25751E-01	0.62187
A44	0.10272	0.25757E-01	3.9880
A45	-0.28997E-01	0.18773E-01	-1.5446

VALORES R ²	
GRUPO ALIMENTACION, BEBIDAS Y TABACO	0.9867
GRUPO VESTIDO Y CALZADO	0.8021
GRUPO VIVIENDA Y ALQUILERES	0.9795
GRUPO MENAJE Y HOGAR	0.8482
GRUPO OTROS BIENES Y SERVICIOS	-----

UNA OPTIMIZACION DEL VOLUMEN DE PRODUCCION MONOPRODUCTO Y MONOEPATICO, CON DEMANDA ESTOCASTICA

Javier GAMERO ROJAS
 Eduardo REYMUNDO GARCIA
 Jesús SANCHEZ MONTERO
 ESCUELA DE ESTUDIOS EMPRESARIALES DE SEVILLA

1.- INTRODUCCION.

En esta comunicación pretendemos encontrar el volumen de producción óptimo en el sentido de maximizar el valor esperado del beneficio a obtener en condiciones de incertidumbre de la demanda considerando un sólo periodo de tiempo.

2.- BASES DEL PROBLEMA.

Las bases del estudio que se quiere realizar, son las siguientes:

Consideremos un proceso productivo de un artículo. De dicho proceso damos por conocida la función de costes $C(q)$ sobre la que supondremos derivable a trozos (derivable salvo en un conjunto finito de puntos). Sobre dicho artículo se supondrá la existencia de una demanda no determinística q , que supondremos que sigue una ley de probabilidades de tipo absolutamente continuo, dado un precio de venta p , por lo que la función de ingresos será lineal de la forma $I(q) = pq$.

Dado un volumen de producción de q^* unidades, el volumen de las ventas, q' será igual a la demanda cuando esta sea inferior a q^* , e igual a q^* en caso contrario:

$$q' = \begin{cases} q, & q < q^* \\ q^*, & q \geq q^* \end{cases}$$

Por tanto q' será una variable mixta, es decir absolutamente continua en el intervalo $(0, q^*)$, y discreta o singular en el punto q^* .

Nuestro objetivo por tanto es la elección del volumen de producción q^* que hace máxima la esperanza de los beneficios.

3.- CASO GENERAL

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Vamos a considerar una función general de costes $C(q)$, derivable a trozos, y una función de ingresos $I(q')$ lineal en q' es decir, $I(q') = p q'$, donde p es el precio unitario por artículo.

Consideramos además que la demanda sigue una distribución aleatoria F_q , con función de densidad f_q .

Suponemos también que se han producido q^* artículos del producto en cuestión.

Con las hipótesis anteriores al ser la demanda aleatoria, y haber supuesto que el número de unidades producidas es q^* , si llamamos q' a la cantidad de productos vendidos, esta nueva variable seguirá una distribución Truncada Mixta F_{q^*} .

Por otro lado, el beneficio será una función dependiente de las ventas (q'), y de las unidades producidas a priori (q^*), es decir:

$$B(q', q^*) = I(q') - C(q^*) = p q' - C(q^*)$$

siendo p el precio unitario del producto.

Tendremos pues que encontrar una producción q^* , que nos maximice $E_{q'}[B(q', q^*)]$, que basándonos en la ecuación anterior, tendrá la siguiente expresión:

$$E_{q'}[B(q', q^*)] = p E_{q'}(q') - C(q^*)$$

siendo $C(q^*)$ constante respecto de q' , puesto que partimos de la hipótesis de que ya se han fabricado q^* unidades, y donde la función de distribución de q' es una mixtura de distribuciones, una de ellas truncada en q^* puesto que las ventas no pueden sobrepasar el número de artículos fabricados, que vamos a denotar $q^{(q^*)}$, y otra puntual en q^* , puesto que cuando la demanda sea superior a q^* , las ventas serán iguales a q^* .

Quedaría entonces la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} E_{q'}(q') &= P(q < q^*) E[q^{(q^*)}] + P(q \geq q^*) q^* \\ &= P(q < q^*) \int_0^{q^*} q f_q(q) dq + P(q \geq q^*) q^* (1 - F_q(q^*)) \end{aligned}$$

y por tanto, para maximizar la esperanza del beneficio respecto de q^* tendremos que buscar el máximo absoluto entre los extremos relativos y en los límites de definición de la variable q^*

($q^* = 0$ y $q^* = a$, siendo $F_q(a) = 1$, límite superior de la demanda).

$$\frac{d}{dq^*} E_q [B(q', q^*)] = p \frac{d}{dq^*} E_q [q'] - C'(q^*) = 0$$

suponiendo la derivabilidad de la expresión anterior, cierta por las hipótesis establecidas al principio.

Entonces:

$$p \frac{d}{dq^*} \left[\int_0^{q^*} q f_q(q) dq + q^* (1 - F_q(q^*)) \right] = C'(q^*)$$

$$p [q^* f_q(q^*) + (1 - F_q(q^*)) + q^* (-f_q(q^*))] = C'(q^*)$$

$$p (1 - F_q(q^*)) = C'(q^*)$$

y por tanto

$$F_q(q^*) = 1 - \frac{C'(q^*)}{p}$$

Este sería el valor óptimo de q^* resultante de imponer que se anule la derivada. En el extremo inferior del intervalo de definición de q^* ($q^* = 0$) no se alcanza el máximo de la esperanza del beneficio puesto que si el volumen de producción es nulo, entonces los ingresos son nulos y por tanto los beneficios son determinísticos negativos iguales al coste fijo (supondremos naturalmente que esta no es la mejor alternativa para la empresa).

Por otro lado si $q^* = a$, entonces la variable ventas no es truncada y coincide con la demanda. Por lo tanto

$$E_q [q'] = E [q], \text{ (esperanza de la demanda)}$$

$$E_q [B] = p E [q] - C(q^*)$$

Este valor debe ser comparado con el obtenido por medio de la anulación de la derivada, de tal forma que si esta esperanza es superior entonces la producción óptima q^* será el límite de producción a (pero para que esto ocurra debe suceder que la esperanza de los beneficios

no sea monótona ni cóncava, situación que cabe pensar que no es frecuente que ocurra).

4.- CASO PARTICULAR

Vamos en principio a realizar un estudio particular en los términos anteriores en el que la función de costes $C(q)$ va a ser lineal, es decir $C(q) = C_F + C_v(q) = C_F + C q$, siendo C_F los costes fijos del proceso de producción y C el coste variable unitario de producción del producto.

Consideramos además que la demanda sigue una distribución aleatoria Normal de parámetros μ, σ ($N(\mu, \sigma)$).

Suponemos también que se han producido q^* artículos del producto en cuestión.

Con las hipótesis anteriores al ser la demanda aleatoria, y haber supuesto que el número de unidades producidas es q^* , si llamamos q' a la cantidad de productos vendidos, esta nueva variable seguirá una distribución Normal Truncada Mixta de parámetros μ, σ, q^* (NMT(μ, σ, q^*)). (ver APENDICE I)

Por otro lado, el beneficio será una función dependiente de las ventas (q'), y de las unidades producidas a priori (q^*), es decir:

$$B(q', q^*) = I(q') - C(q^*) = p q' - C_F - C q^*$$

siendo p el precio unitario del producto.

La solución general

$$F_q(q^*) = 1 - \frac{C'(q^*)}{p}$$

en este caso será

$$F_z\left(\frac{q^* - \mu}{\sigma}\right) = 1 - \frac{C}{p}$$

siendo z la variable Normal Tipificada $N(0,1)$, con lo que la producción óptima sería

$$q^* = \mu + \sigma F_z^{-1}\left(1 - \frac{C}{p}\right)$$

esto implica que

$$1 - \frac{C}{p} \geq \Sigma (0, 1)$$

y por tanto $p > C$ (el precio unitario de venta debe ser mayor que el coste variable unitario), es condición necesaria para obtener el óptimo mediante esta expresión.

5.- EJEMPLO

Vamos a presentar un ejemplo en donde se utilizará una función de coste no lineal, definida a trozos, y una distribución de la demanda no Normal. En la construcción de la distribución estocástica de la demanda, presentaremos un método para "normalizar" una distribución no gaussiana. Finalmente veremos en este ejemplo como resolver la ecuación que nos da el valor óptimo de q^* usando el método de Newton.

Consideremos un artículo cuya función de coste viene dada por los siguientes elementos (supuestamente medidos experimentalmente en el proceso de producción):

- i) Coste fijo de 150 unidades monetarias (u.m.).
- ii) Coste lineal entre 0 y 300 unidades fabricadas, tomando valores desde 150 a 300 u.m. respectivamente.
- iii) Coste parabólico desde 300 hasta 550 unidades producidas, con una pendiente inicial igual a la del tramo anterior y con 400 u.m. de coste para 550 unidades.
- iv) A partir de 550 unidades de producción el coste aumenta exponencialmente desde el punto producción-coste (550,400) y con pendiente inicial de una unidad.

Estos elementos nos permiten calcular la expresión analítica de la función de coste:

$$C(q) = \begin{cases} 150 + 0.5 q, & q \in (0, 300) \\ -4 \cdot 10^{-4} (q - 300)^2 + 0.5 (q - 300) + 300, & q \in (300, 550) \\ 400 \exp((q - 550) / 800), & q \in (550, \infty) \end{cases}$$

Supongamos que se estima que la cantidad de demanda estará en el intervalo centrado (350,600) con probabilidad del 90%, siendo la mediana de 500 unidades. Esta información puede traducirse, llamando "q" a la demanda, como:

$$P(q < 350) = 5\%, \quad P(q < 500) = 50\% \text{ y } P(q < 600) = 95\%$$

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Suponemos que la cantidad q de unidades a vender es continua, bien por ser el artículo suficientemente divisible o bien por aproximación a su naturaleza discreta. Vamos también a suponer que la distribución de " q " tiene una función de densidad unimodal y razonablemente en forma de campana. Una distribución de esta forma que fuese además simétrica sería posible tratarla de forma aproximativa con un modelo gaussiano. En nuestro caso la distribución es asimétrica (la mediana no está centrada en el intervalo probabilístico centrado).

Vamos a "normalizar" (es decir, acercar la distribución a una Normal) la variable demanda mediante un cambio potencial q^α , de tal forma que la nueva variable tenga la mediana centrada, es decir:

$$\alpha \text{ tal que } 500^\alpha = \frac{350^\alpha + 600^\alpha}{2}$$

Este valor de α se puede obtener con el método de Newton, por ejemplo, o bien simplemente calculando:

$$\ln \frac{600^\alpha - 500^\alpha}{500^\alpha - 350^\alpha}$$

para $\alpha = 0$ y para $\alpha = 2$, hallando a continuación por interpolación (o extrapolación) el valor de α que hace esa expresión nula. Con esta simple operación se puede hallar con razonable precisión el valor del exponente α .

En nuestro ejemplo $\alpha = 2.59$, con lo cual $q^{2.59}$ es aproximadamente Normal con media $500^{2.59}$ y $(350^{2.59}, 600^{2.59})$ es el intervalo centrado del 90%, que como sabemos tiene en una Normal la forma

$$(\mu - z_{90\%} \sigma, \mu + z_{90\%} \sigma)$$

siendo $z_{90\%} = 1.645$ un valor obtenido de la tabla de la Normal tipificada. Entonces $\mu = 3.587 \cdot 10^6$, con lo que:

$$q^\alpha \sim N(9.780 \cdot 10^6, 3.587 \cdot 10^6)$$

Y, por tanto, la función de distribución de " q " es

$$F^q(x) = P(q \leq x) = P(q^\alpha \leq x^\alpha) = P\left(z \leq \frac{x^\alpha - \mu}{\sigma}\right) = F_z\left(\frac{x^\alpha - \mu}{\sigma}\right)$$

Y su función de densidad será:

$$f(x) = F'_q(x) = f_z\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \propto x^{-1/3} 587 \cdot 10^6$$

Como último elemento, supongamos que la demanda que hemos determinado anteriormente se basa en un precio de venta del artículo $p = 1$ u.m.

El volumen óptimo de producción q^* será entonces determinado por la ecuación

$$1 - F_q(q^*) = C'(q^*)$$

$$C'(q^*) + F_z\left(\frac{q^{*2.59} - \mu}{\sigma}\right) - 1 = 0$$

Esta ecuación implícita la vamos a solucionar mediante el método de Newton, probablemente la mejor herramienta de búsqueda de raíces en condiciones bastante generales. Dada una ecuación implícita

$$G(q) = 0$$

el proceso de Newton es obtener la sucesión

$$q = q_{n-1} - \frac{G(q)}{G'(q)}$$

Si dicha sucesión tiene límite este será solución de la ecuación implícita. Tal convergencia ocurre generalmente cuando $G(q)$ no tiene cambios complicados en su curvatura en los alrededores de la solución y se parte de un valor q_0 situado en esos alrededores.

Un valor inicial q_0 razonable en nuestro contexto sería la esperanza o la mediana de las demandas. Sin entrar en detalles de cálculo, indicamos que los primeros términos de la sucesión de Newton serían

$$q_0 = Me(q) = 500, q_1 = 533, q_2 = 533$$

Con lo cual la producción óptima q^* sería de 533 unidades.

APENDICE I:

a) Funciones de Distribución Truncadas:

Sea X una variable aleatoria continua, con una distribución de función de densidad f_x , si denotamos con $X^{(b)}$ a la variable aleatoria X , condicionada a que X sea menor que un cierto valor b , es decir, $X^{(b)} = X/x < b$, entonces se verificará:

$$P(X^{(b)} \in A) = \frac{P(\{X \in A\} \cap \{X < b\})}{P(X < b)} = P(X \in A / x < b)$$

donde A describe cualquier suceso posible.

Basándonos en esto, podemos expresar la función de densidad de $X^{(b)}$ en función de la de X , como sigue

$$f_x(b) = \begin{cases} \frac{f_x}{P(X < b)} & \text{en } X^{(b)} < b \\ 0 & \text{en otros casos} \end{cases}$$

A la función de distribución que define la nueva función de densidad, le llamaremos función de distribución truncada de la anterior, y el factor

$$\frac{1}{P(X < b)}$$

se introduce para conseguir que la función de distribución truncada tome valores entre 0 y 1.

b) Funciones de Distribución Mixtas:

Sean X_1 y X_2 dos variables aleatorias, con funciones de densidad respectivas f_1 y f_2 .

Vamos a definir una nueva variable aleatoria X , como una suma ponderada de las dos variables aleatorias anteriores, es decir:

$X = p_1 X_1 + p_2 X_2$, donde p_1 y p_2 son unos determinados pesos, verificando que $p_1 + p_2 = 1$.

La función de densidad de la variable aleatoria X será:

$f(x) = p_1 f_1(x) + p_2 f_2(x)$, y por lo tanto,

$$E[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx = \int_{-\infty}^{+\infty} x (p_1 f_1(x) + p_2 f_2(x)) dx = p_1 E[X_1] + p_2 E[X_2]$$

c) Función de distribución Truncada Mixta:

En nuestro estudio, hemos considerado que la variable de ventas q' , seguirá una distribución mixta, compuesta por:

1.- Una función de distribución de una variable aleatoria truncada para los $q < q^*$, que vamos a denotar como $q^{(q^*)}$, donde q es la función de demanda y que suponemos de función de distribución conocida.

2.- Una función de distribución que verifica,

$P(q' = q^*) = P(q \geq q^*)$, cuando la demanda es mayor que q^* , las ventas serán q^* , puesto que estas son las unidades producidas.

Podemos por lo tanto expresar la variable q' de la siguiente forma:

$$q' = q^{(q^*)} P(q < q^*) + q^* P(q \geq q^*)$$

donde $P(q < q^*)$ y $P(q \geq q^*)$ son los pesos de ponderación.

APENDICE II:

Si suponemos que una variable aleatoria z tiene una distribución $N(0,1)$, truncada en q^* , y que denotamos $z^{(q^*)}$, entonces la esperanza,

$$E[z^{(q^*)}] = \int_{-\infty}^{q^*} z f_z(q^*)(z) dz = \int_{-\infty}^{q^*} z f_z(z) \frac{1}{P(z < q^*)} dz$$

y como f_z es una distribución Normal tipificada, se verifica, $-zf_z(z) = f'_z(z)$, por lo tanto tenemos:

$$E[z^{(q^*)}] = \frac{1}{P(z < q^*)} \int_{-\infty}^{q^*} (-f'_z(z)) dz = \frac{1}{Fz(q^*)} (fz(q^*) - fz(-\infty)) = \frac{fz(q^*)}{Fz(q^*)}$$

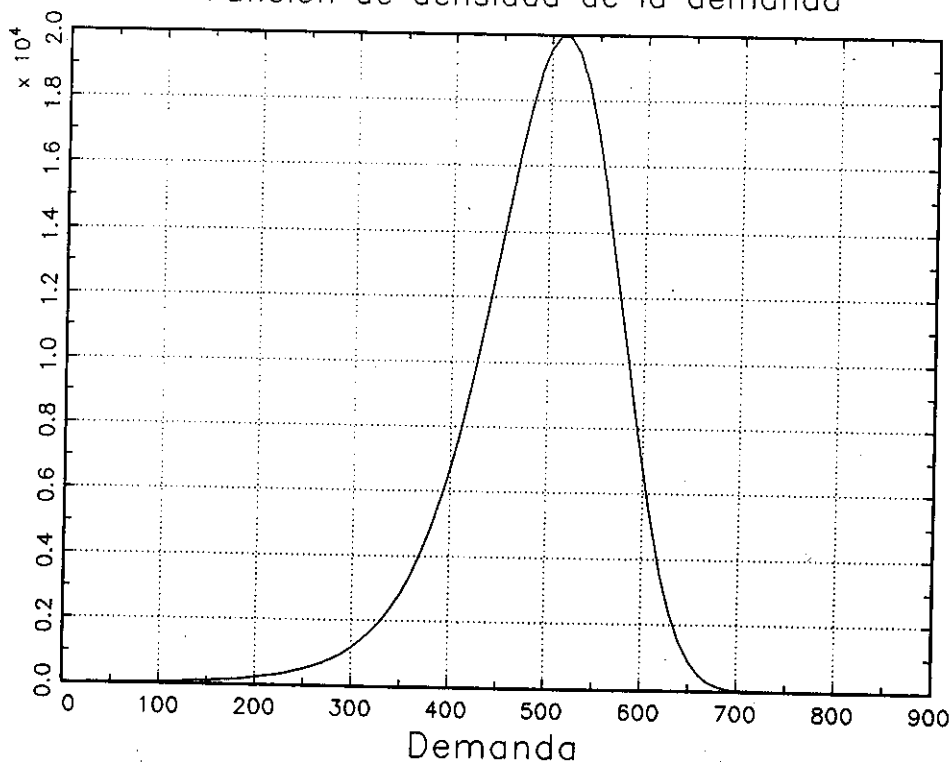
VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Como los cálculos anteriores se han realizado para una variable tipificada, es decir z de distribución $N(0,1)$, pasamos a tipificar q^* que será de distribución $N(.,)$, quedando por lo tanto la expresión anterior de la forma:

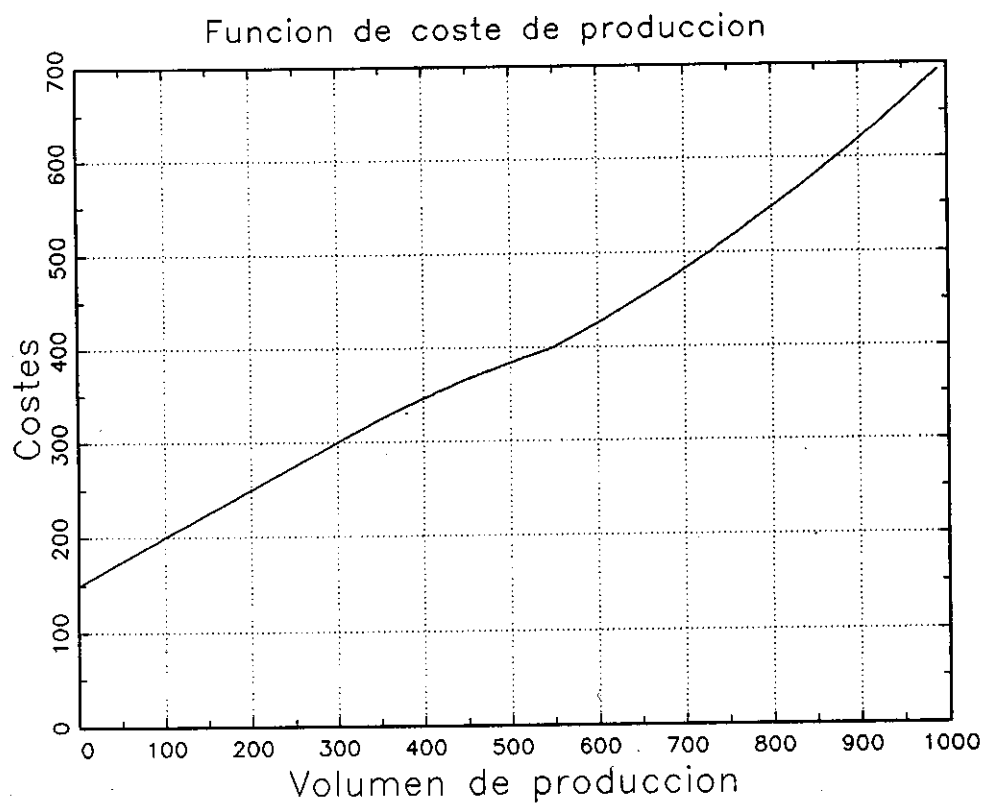
$$E[q^{(q^*)}] = \frac{-f_z\left(\frac{q^* - \mu}{\sigma}\right)}{F_z\left(\frac{q^* - \mu}{\sigma}\right)} \sigma + \mu$$

GAUSS Apr. 14, 1992 9:00:06 PM

Funcion de densidad de la demanda



GAUSS Apr. 14, 1992 8:51:27 PM



MODELOS DE INVERSION PARA LA EMPRESA II

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Joé María Moreno Giménez

ESTUDIO CUANTITATIVO DEL INDICE IBEX-35.

José María CALZADA ARROYO.

Joaquín PACHECO BONROSTRO.

Profesores Titulares de Escuela Universitaria.

Escuela Universitaria de Burgos (Univer. Valladolid)

1.- INTRODUCCIÓN.

Dada la importancia que previsiblemente va a adquirir el recién estrenado mercado de opciones sobre índices en España, que suponemos seguirá un desarrollo paralelo al experimentado en otros países, y dado que se ha elegido un índice bursátil que recoge los 35 valores con mayor volumen de contratación en el mercado bursátil, que se ha denominado IBEX-35, hemos creído conveniente realizar un estudio cuantitativo del mismo. En este trabajo pretendemos el estudio de los rendimientos y la volatilidad del índice IBEX-35 desde un punto de vista cuantitativo e histórico.

En un primer apartado hemos creído conveniente justificar la metodología Arima para analizar el comportamiento de la serie de rendimientos. Ya que el primer objetivo es la búsqueda de posibles regularidades en el comportamiento del índice.

Posteriormente analizamos de acuerdo con dicha metodología diversas series de rendimientos cuya formación y resultados se comentan en el segundo apartado del trabajo.

Los tres últimos apartados del trabajo los hemos dedicado al estudio histórico de la volatilidad de dichos rendimientos. Primeramente comentamos la importancia que este parámetro tiene en el modelo de valoración de opciones de Black y Scholes. Posteriormente, justificamos la posibilidad de estudiar la volatilidad histórica como estimador de la volatilidad real. Concluimos con la obtención de lo que se ha denominado en la literatura sobre opciones el cono de volatilidades referido al índice IBEX-35.

Tenemos que hacer la observación que debido a que el mercado ha empezado a funcionar muy recientemente no se disponen en el momento de realizar este trabajo de datos suficientes para estudiar la correlación existente entre las volatilidades históricas y las volatilidades implícitas del mercado. Aspecto que habría sido sin duda interesante.

También debemos indicar que los datos que hemos considerado no corresponden al índice IBEX-35, sino al que consideramos su predecesor el anteriormente denominado FIEX35.

2.- JUSTIFICACIÓN DE LOS MODELOS ARIMA.

El objetivo de este trabajo es el estudio del comportamiento del índice IBEX-35 desde un aspecto cuantitativo. Principalmente vamos a estudiar el rendimiento del índice y su volatilidad (desviación típica de los rendimientos del índice).

Nos interesa analizar si existe algún tipo de regularidad en el comportamiento del mismo. En ocasiones se hacen consideraciones sobre la evolución del mismo en función del instante del tiempo en que se cotiza. Por ejemplo, es frecuente comentar que en la fecha final de trimestre, y debido a que las grandes instituciones inversoras que operan en los mercados bursátiles quieren que sus balances reflejen unos determinados resultados, ya sea por razones fiscales o de imagen, estas tratan de forzar las cotizaciones de los mismos para que evolucionen en un determinado sentido.

En los modelos Arima, como modelos univariantes, analizamos el fenómeno en sí mismo, considerando exclusivamente aquella variable concreta que pretendemos explicar. A partir de los datos de la serie, se trata de obtener el modelo cuantitativo que explique su comportamiento. Estos modelos univariantes tienen plena justificación económica. Pues las variables exógenas causales del fenómeno, como la circunstancia comentada anteriormente, se incorporan al mismo. Por tanto, si consideramos la serie histórica estamos considerando las variables causales de la misma. Aunque tendremos que considerar que estas variables se pueden incorporar con retraso. Esto hace que estos modelos Arima sean ineficientes en el sentido de que no incorporan los efectos de las innovaciones recientes en las variables que explican el fenómeno, ya que estas innovaciones pueden necesitar de un período de tiempo para incorporarse plenamente a los datos históricos.

Los modelos Arima nos proporcionan la autocorrelación existente entre los datos de la serie temporal. A través de esta autocorrelación podremos conocer los comportamientos periódicos de dicha serie. Si tenemos un modelo de la forma:

$$(1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \dots - \Phi_p B^p) Y_t = (1 - \Theta_1 B - \Theta_2 B^2 - \dots - \Theta_q B^q) \epsilon_t$$

Donde: B es el operador diferencia,
 ϵ_t es un ruido blanco, e
 Y_t es la variable que estamos estudiando.

El valor de los coeficientes de autorregresión: $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$; nos ayudan a determinar el grado de correlación entre el comportamiento de la serie en un instante t , y instantes anteriores: $t-1, t-2, \dots, t-p$. La segunda parte de la igualdad, la parte de las medias móviles, nos ayuda a determinar la influencia de las perturbaciones anteriores a dicho instante. Cuando en estos modelos encontramos valores altos de los coeficientes autorregresivos, Φ_p , nos van a indicar una periodicidad de orden " p " en el comportamiento de dicha serie. Por tanto, queda plenamente justificado la utilización de estos modelos para el estudio de posibles periodicidades en el comportamiento del índice IBEX-35.

3.- EVOLUCIÓN DE LOS RENDIMIENTOS EN BASE AL ÍNDICE IBEX-35.

En primer lugar, tenemos que aclarar como determinamos el rendimiento del índice en un período. Para ello, se analizan las variaciones experimentadas en el valor del índice en ese período de tiempo. El tanto del rendimiento será el logaritmo del cociente entre el valor del índice al final del período y el valor del mismo al comienzo del mismo. Supondremos que el valor al principio del período coincide con el valor del mismo al cierre del período anterior. Por tanto podremos determinar los tantos de rendimiento diarios del índice IBEX-35 con los valores diarios al cierre del mismo. Por tanto el rendimiento efectivo del índice en un periodo dado, t , será:

$$r_t = \ln \left[\frac{S_t}{S_{t-1}} \right]$$

Siendo: r_t el tipo de rendimiento en tanto por uno en el período t .
 S_t el valor del índice al cierre del período t .

Consideramos el logaritmo pues nos proporciona el tanto por uno del rendimiento efectivo capitalizado de forma continua en el periodo considerado.

Para la realización de este trabajo hemos considerado los períodos de amplitud diaria y hemos dispuesto de datos sobre el índice IBEX-35 desde enero de 1987 hasta febrero de 1992. Por tanto nuestra serie de datos esta compuesta por los valores al cierre del índice en los días laborales durante los cinco últimos años.

Nuestro primer objetivo fue comprobar si existía algún tipo de regularidad en el comportamiento del índice, para lo que empleamos la metodología de Box- Jenkins para el estudio de series temporales. En el caso de que se pudieran determinar determinadas regularidades en el comportamiento del índice, es posible que estas coincidan con períodos naturales del año, por lo que hemos realizado el análisis en tres fases.

Primeramente, analizamos la serie de datos (Tipo de rentabilidad diaria del índice IBEX-35) tal como se genera en la realidad, sin considerar los días en que la bolsa esta cerrada, y por tanto no hay cotización. Esta serie no tiene ningún tipo de relación con los períodos naturales de tiempo de amplitud superior al día. A esta serie la hemos denominado serie original.

En una segunda fase hemos alterado la serie anterior para que tenga una correspondencia con períodos naturales del tiempo, en concreto con la semana. Por tanto hemos añadido un valor al índice en aquellos días de entresemana que fueron festivo, y por tanto no hubo cotización. El criterio que hemos seguido para añadir dichos datos ha sido siempre el de considerar que repite el valor de cierre del día anterior, excepto cuando el día festivo es el primero de la semana (lunes), en los que hemos considerado que el valor del índice es el del día siguiente no festivo. De esta forma teníamos una serie homogénea de datos para todas las semanas., considerando compuestas estas por los cinco días de entresemana (de lunes a viernes). Hemos utilizado este criterio pues podrían aparecer regularidades en función que la cotización se realice al principio o al final de la semana. A esta serie la hemos denominado serie semanal.

Por último, en una última fase, hemos pretendido que nuestra serie de datos coincida con todos los períodos naturales del tiempo, para los cual hemos considerado que todos los meses son de treinta y un día. Los datos que hemos añadido a la serie original lo hemos hecho según los siguientes criterios:

- A los meses de duración inferior a 31 días les hemos añadido los días necesarios hasta completar los treinta y uno, considerando que el valor de cierre del índice en estos días añadidos es el valor de cierre en el último día de cotización del mes.
- Los días que la bolsa no abrió y son el primero del mes se consideró que el valor del índice es el valor del primer día del mes que cotizó.
- A los días que aún no se le había asignado valor y eran el primer día de la semana, se les dio, el del primer día de la semana con cotización.
- El resto de días festivos se consideró que repetían el valor del día anterior. De esta forma tenemos que los períodos anuales constan de 372 días, los trimestres de 93, y los meses de 31. Por tanto, si aparecen regularidades en la serie de estos ordenes podremos identificarlos con períodos naturales del tiempo. A esta serie la denominamos serie completa.

Los modelos obtenidos en las distintas series formadas de acuerdo con los criterios anteriores son de características similares y siguen el siguiente modelo:

$$(1 - \Phi_1 B) Y_t = \epsilon_t$$

Los valores para el coeficiente autorregresivo en las distintas series son:

	Estimación	Error	Valor de T
Serie original :	0,1864	0,0274	6,75
Serie semanal:	0,1893	0,0273	6,93
Serie completa:	0,2095	0,0271	7,72

Con lo que podemos afirmar que no hay periodicidades en el comportamiento de los rendimientos del índice IBEX-35. Los rendimientos obtenidos en cualquier período de un día van a ser independientes de los obtenidos en períodos anteriores. Tan sólo hay autocorrelación de primer orden y el coeficiente de autocorrelación aunque significativo no es muy grande. Por lo que si podríamos afirmar que los rendimientos van a depender exclusivamente de los obtenidos el día anterior, aunque el grado de dependencia es muy pequeño. Hay, por tanto, una tendencia en la formación diaria del índice IBEX-35 a comportarse como lo hizo el día anterior, aunque tenemos que señalar que esta tendencia no es muy importante. Así mismo, tenemos que rechazar todas las hipótesis sostenidas en algunos casos, referidas a comportamientos repetitivos del índice en fechas señaladas como pueden ser principios o finales de semana, mes, trimestre o años, o incluso de períodos vacaciones.

4.- LA VOLATILIDAD EN EL MODELO DE VALORACIÓN DE BLACK-SCHOLES.

Entre los parámetros necesarios para valorar una opción cobra importancia fundamental la volatilidad, por tener una repercusión importante en el resultado y por ser el parámetro desconocido a priori y que debemos estimar de acuerdo con los datos históricos y nuestra estimación sobre la estabilidad futura del mercado. Tenemos que recordar que la volatilidad refleja la amplitud de las posibles variaciones del valor del activo subyacente (índice en nuestro casos) en fechas futuras.

La volatilidad de un activo en un período se calcula como la desviación típica anualizada de los rendimientos del activo. La desviación típica se obtendrá directamente mediante su cálculo una vez conocido el tanto de rendimiento:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}$$

Donde σ es la desviación típica, \bar{r} la media aritmética del tanto de rendimiento en el intervalo de tiempo de referencia, y n el número de períodos en dicho intervalo. Con el fin de anualizar la desviación estándar obtenida, esta se multiplica por la raíz cuadrada de los días del año. Para las tres series que nosotros hemos considerado serán: 250 para la serie original, que son los días hábiles que convencionalmente se considera que tiene el año; 270 para la serie semana (52 semanas de 5 días); y 372 en el caso de la serie completa.

Una mayor volatilidad implica una mayor probabilidad de valores altos o bajos en el precio del subyacente en la fecha de ejercicio. Como el poseedor de la opción no está obligado a ejercerla, esto indica que se beneficiará de la probabilidad mayor de valores altos y no se verá perjudicado por la probabilidad mayor de valores bajos en el caso de la call. Por tanto, mayor volatilidad implica un mayor precio de la acción y viceversa.

Si cuantificamos a través de la derivada parcial obtenemos:

$$\frac{\delta C}{\delta \sigma} = S \sqrt{T} N'(X) > 0$$

Su comportamiento en el límite es el siguiente:

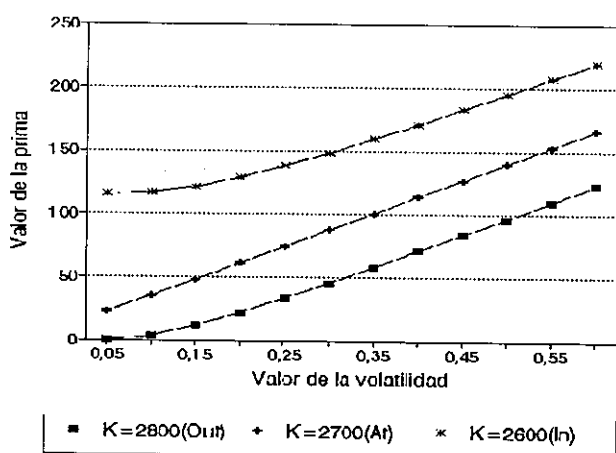
cuando $s \rightarrow 0$, entonces $C \rightarrow \max [S - Ke^{-rT}, 0]$;
cuando $s \rightarrow \infty$, entonces $C \rightarrow S$;

Cuando la volatilidad es nula podemos considerar la acción como un instrumento de renta fija, ya que carece de riesgo. El valor actual neto del precio a pagar en la fecha de ejercicio es Ke^{-rT} , y el valor actual neto del precio de la acción en la fecha de ejercicio es por definición el precio de la acción hoy.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Cuando la volatilidad tiende hacia infinito, el precio de la opción tiende hacia el precio de la acción porque el valor actual neto del precio de ejercicio pasa a ser insignificante con respecto al valor actual neto del precio de la acción en la fecha de ejercicio.

Podemos comprobar la importancia de este parámetro mediante un ejemplo. Considerando el valor del índice IBEX-35 el pasado 30 de enero que era de 2700,39 hemos elaborado el valor de una opción de compra con vencimiento el 21 de febrero. Considerando una fluctuación de la volatilidad entre el 0,15 y el 0,30, el valor de la call se duplica en el caso que su valor está at-the-money, triplicándose si su valor está out-the-money.



	Valor de la volatilidad											
Prec. Ejer.	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
2800 (out)	0,1	3,4	11,5	21,9	33,4	45,5	58,0	70,7	83,5	96,5	109,5	122,64
2700 (at)	22,6	35,0	47,9	61,0	74,1	87,2	100,4	113,5	126,7	139,8	153,0	166,14
2600 (in)	115,2	116,2	120,9	128,5	138,0	148,5	159,6	171,1	183,0	195,0	207,2	219,55

Figura y Cuadro 1. Recoge el valor de una opción de compra para distintos valores de ejercicio y distintos valores de volatilidad.

5.- ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD CON SERIES HISTÓRICAS. EL CONO DE VOLATILIDADES HISTÓRICAS.

Muchos de los factores que influyen en la volatilidad son por sí mismos inciertos, por lo que no podemos predecir con certeza la volatilidad futura, incluso aunque fuésemos capaces de estimar sin error la volatilidad real histórica.

El primer problema que se plantea es el determinar el número de datos necesarios para obtener una buena estimación de la desviación típica histórica. Debemos preguntarnos también por el período a considerar de forma que dicho período nos aporte información relevante que nos pueda servir como pronóstico de la volatilidad futura.

En principio, de acuerdo con la teoría estadística, a mayor cantidad de datos se debiera obtener una mejor estimación de la volatilidad. Además la estimación de la volatilidad será apropiada cuanto más pequeños sean los intervalos que miden la variación del índice. Sin embargo, el uso de información muy antigua puede incorporar información que ya no sea relevante como estimador de las volatilidades futuras, por lo que la información más reciente puede ser considerada como una mejor guía de la volatilidad futura.

Es necesario destacar que cualquier procedimiento que empleemos para la estimación de la volatilidad son simples pronósticos sobre la volatilidad real futura. Por tanto tendremos que contemplar algunos criterios que nos indiquen, aunque solo sea en cierto grado, si nuestras estimaciones están dentro de unos límites aceptables. Uno de los procedimientos para determinar estos límites es lo que se ha denominado los conos de volatilidad que nos indica las volatilidades máximas y mínimas históricas para un determinado activo en función de su duración.

Debido que toda opción tiene un tiempo concreto hasta su ejercicio, a la hora de estimar su volatilidad y determinar si su valor está dentro de unos límites aceptables de acuerdo con los datos históricos habrá que tener en consideración el tiempo hasta su ejercicio. Al indicar la volatilidad la amplitud de las posibles variaciones futuras en el precio de la acción, es intuitivo que la amplitud de estas variaciones será mayor cuando mayor sea el tiempo que resta hasta su ejercicio. Por lo que, la volatilidad dependerá del tiempo hasta el ejercicio. Por otra parte, al estimar esta volatilidad, las estimaciones serán más precisas si el intervalo de tiempo hasta el ejercicio es mayor. En un intervalo de tiempo corto la posibilidad de que haya variaciones importantes en el precio del activo subyacente es menor, aunque pudiera haberlas. En un intervalo de tiempo amplio la posibilidad de variaciones importantes en el precio es mucho más probable.

De todo lo anterior podemos concluir, que puede no ser relevante el comparar la volatilidad estimada de un activo con una media de volatilidad histórica en general si el tiempo hasta el ejercicio y el intervalo de tiempo considerado para estimar la volatilidad son de distinta duración. Pero lo que sí nos podría ser útil es comparar el pronóstico para ese período con aquellas medidas de volatilidades históricas referidas a volatilidades durante períodos similares. Así, compararíamos, la volatilidad estimada a un mes con medidas de volatilidad histórica calculadas sobre un mes, las estimadas con tres meses de vida con las históricas sobre tres meses y así sucesivamente.

Una forma de obtener medidas representativas de volatilidades es observar durante un período largo de tiempo cuál ha sido el comportamiento de las volatilidades reales históricas experimentadas durante distintos períodos de tiempo.

En este trabajo hemos calculado diariamente las volatilidades para períodos de un mes, dos meses, un trimestre, un semestre, nueve meses, un año y un año y medio, del índice IBEX-35 durante los últimos cinco años. Hemos calculado los máximos y los mínimos de los resultados obtenidos considerando los datos de los cinco años y los datos de los dos últimos años. Con el fin de conocer los límites de las volatilidades históricas para cada período considerado.

A título ilustrativo representamos las distintas volatilidades a final de cada mes durante los dos últimos años y considerando datos de estos dos últimos años, dado que problemas de espacio nos impide la inclusión de todas las volatilidades calculadas diariamente. Estos datos se pueden observar en el cuadro 2.

Se puede observar en el cuadro 3 y la figura 2, donde hemos recogido los máximo y mínimos considerando los cinco años y los dos últimos, como los máximos y los mínimos disminuyen cuando mayor es el período de medida de la volatilidad. Además al considerar una serie histórica más pequeña estos límites son más reducidos.

Con los cálculos realizados hemos obtenido información sobre el comportamiento de la volatilidad del activo subyacente durante el período considerado, para cada una de las medidas históricas consideradas.

7.- BIBLIOGRAFÍA.

- COX, J.C., RUBINSTEIN, M. (1985), *"Option Market"*, Prentice-Hall, Inc.
- FERNÁNDEZ, P. (1989), *"Bonos convertibles en España"*, IESE.
- HUL, J. (1989), *"Options, Futures and Other Derivative Securities"*, Prentice-Hall Int.
- LANE, M. BURGHART, G. (1990), *"How to tell if Options are Cheap"*, The Journal of Portfolio Management, Winter 1990, pags. 72-78.
- LATANE, H., RENDLEMAN, R. (1976), *"Standard Deviation of Stocks Price Ratios implied in option Prices"*, Journal of finance, Mayo 1976, pags 369-381.
- PARKINSON, M. (1980), *"The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return"*, Journal of Business 53, Enero 1980, pags. 62-65.

VOLATILIDADES HISTORICAS DEL INDICE IBEX-35

FECHA	Mesual	Bimens.	Trimes.	Semes.	9-mes.	Anual	18-mes.
31-Jan-90	0,0989						
28-Feb-90	0,1105	0,1052					
30-Mar-90	0,0963	0,1056	0,1027				
30-Apr-90	0,1908	0,1592	0,1437				
31-May-90	0,0758	0,1439	0,1388				
29-Jun-90	0,0810	0,0776	0,1258	0,1208			
31-Jul-90	0,1475	0,1190	0,1061	0,1272			
31-Aug-90	0,4663	0,3438	0,2858	0,2241			
28-Sep-90	0,1958	0,3545	0,3048	0,2392	0,2041		
31-Oct-90	0,2743	0,2684	0,3443	0,2561	0,2247		
30-Nov-90	0,1286	0,2224	0,2305	0,2587	0,2257		
28-Dec-90	0,1851	0,1653	0,2220	0,2663	0,2318	0,2097	
31-Jan-91	0,3238	0,2658	0,2325	0,2927	0,2468	0,2284	
28-Feb-91	0,1627	0,2588	0,2372	0,2512	0,2528	0,2332	
27-Mar-91	0,1881	0,1722	0,2359	0,2310	0,2583	0,2361	
30-Apr-91	0,1084	0,1470	0,1591	0,2015	0,2567	0,2317	
31-May-91	0,0998	0,1052	0,1324	0,1931	0,2250	0,2324	
28-Jun-91	0,0984	0,1037	0,1044	0,1836	0,1983	0,2330	0,1997
31-Jul-91	0,1203	0,1067	0,1077	0,1377	0,1731	0,2166	0,2002
30-Aug-91	0,3796	0,2785	0,2331	0,1897	0,2074	0,2152	0,2171
30-Sep-91	0,0793	0,2708	0,2310	0,1784	0,1992	0,1969	0,2169
31-Oct-91	0,1031	0,0933	0,2285	0,1783	0,1712	0,1888	0,2124
29-Nov-91	0,1265	0,1170	0,1086	0,1812	0,1669	0,1886	0,2140
31-Dec-91	0,1613	0,1469	0,1324	0,1890	0,1652	0,1868	0,2165

Cuadro 2

VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DE LA VOLATILIDAD HISTORICA.

		Mesual	Bimens.	Trimes.	Semes.	9 meses	Anual	18meses
Datos	Max..	0,605	0,501	0,460	0,357	0,316	0,298	0,255
5 Años	Min..	0,037	0,058	0,067	0,071	0,077	0,079	0,091
Datos	Max..	0,466	0,387	0,345	0,294	0,259	0,234	0,220
2 Años	Min..	0,066	0,076	0,099	0,120	0,163	0,186	0,200

Cuadro 3.

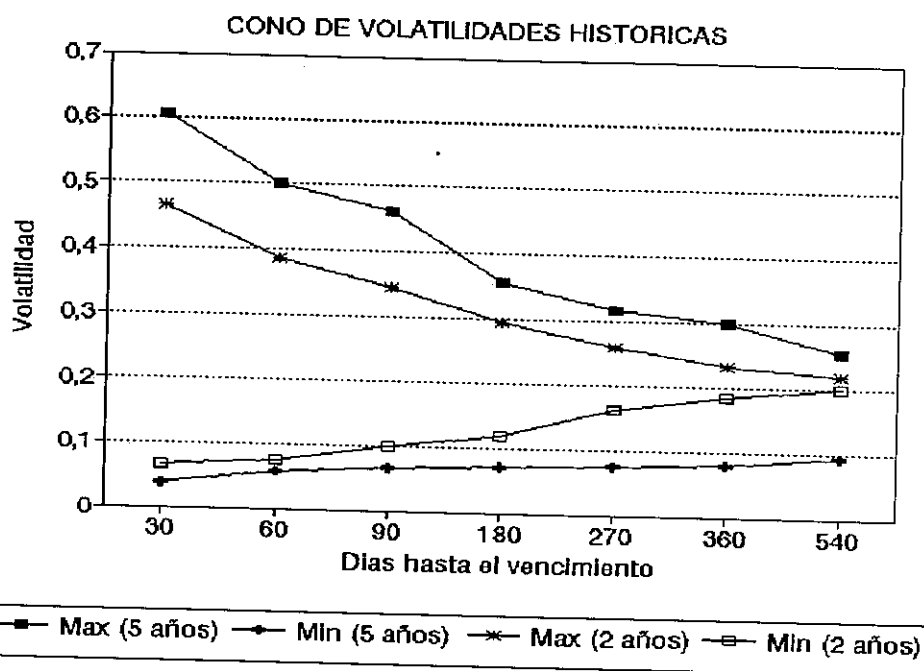


Grafico 2. Cono de Volatilidades históricas del IBEX-35.

EL DOMINIO ESTOCASTICO Y EL METODO DE MEDIA-VARIANZA

José Manuel VILLANUEVA SAIZ
M^a Dolores SOTO TORRES

Dpto. Economía Aplicada (Matemáticas Empresariales)
Facultad de Ciencias EE. y EE. (UNIVERSIDAD DE VALLADOLID)

1.- INTRODUCCION

En este trabajo abordamos el problema de la elección de un inversor entre dos alternativas u opciones de inversión con riesgo, cuando la única información que se tiene de él es, que es insaciable o es adverso al riesgo. Dichas alternativas de inversión son consideradas como variables aleatorias independientes, están cuantificadas por sus funciones de distribución, y representan el resultado de una inversión dada; por tanto, serán adiciones o reducciones de la riqueza de un individuo que suponemos constante.

Nos basamos en este trabajo, en estudios realizados sobre el fundamento del análisis de la eficiencia de las decisiones financieras, basadas en el Dominio Estocástico, y expuestas por J. Hadar y W. Russell (1.969), G. Hanoch y H. Levy (1.969) y por M. Rothschild y J.E. Stiglitz (1.970), que proporcionan criterios de selección óptima entre dos alternativas de inversión con riesgo.

El inversor, a la hora de elegir entre una de las dos alternativas, elegirá aquella que le proporcione una mayor utilidad esperada de los rendimientos de sus inversiones, por lo que será necesario conocer su función de utilidad, así como su actitud ante el riesgo. Nosotros vamos a suponer que la familia de curvas de utilidad son de clase C^1 y C^2 , para los casos de dominio de primero y segundo orden respectivamente.

El trabajo está estructurado en secciones, estableciéndose en la segunda el concepto de Dominio Estocástico entre dos alternativas de inversión con riesgo; las condiciones necesarias y suficientes de los criterios de dominio de primero (DEP) y segundo orden (DES), analizando el comportamiento que en cada uno de los ordenes tienen las medias y varianzas de las distribuciones de los rendimientos.

En la sección tercera, y para el caso particular de inversores adversos al riesgo y cuando las distribuciones se cortan una sola vez, se establece la analogía y diferencia, entre el criterio de dominio estocástico de segundo orden (DES) y el tradicional modelo de Media-varianza de H.M. Markowitz (1.952 y otros trabajos posteriores), teniendo presente que en el planteamiento del DES, no se hace ninguna restricción sobre las funciones de utilidad y el tipo de funciones de distribución. Se finaliza el trabajo con unas conclusiones.

2.- DOMINIO ESTOCASTICO DE PRIMERO Y SEGUNDO ORDEN

Designemos por X e Y , dos variables aleatorias independientes, con funciones de distribución $F(x)$ y $G(y)$ respectivamente y que representan dos alternativas de inversión.

Diremos que X domina a Y (XDY), o de forma análoga FDG en alusión a las funciones de distribución asociadas si: $E_F u(x) \leq E_G u(x)$, $\forall u(x) \in U$, existiendo al menos una $u(x) \in U$ donde la desigualdad se satisface en estricto, siendo U el conjunto de todas las funciones de utilidad con valores finitos para todo real x .

La expresión $E_F u(x) \geq E_G u(x)$ debe entenderse como

$$\int_{-\infty}^{\infty} u(x) dF(x) \geq \int_{-\infty}^{\infty} u(x) dG(x)$$

Si la definición anterior se considera en $U_1 \subset U$, donde U_1 es el conjunto de las funciones de utilidad no decrecientes, que representaran a un individuo que atiende únicamente a razones de obtener más a menos, estamos ante un dominio estocástico de primer orden (DEP).

Si, ahora, se considera la definición en $U_2 \subset U_1$, donde U_2 es el conjunto de las funciones de utilidad no decrecientes y cóncavas, que representan a un individuo adverso al riesgo, hablaremos de dominio estocástico de segundo orden (DES).

Según (J.Hadar y W.Russell) sabemos que la condición necesaria y suficiente para que F domina a G en primer orden es:

$$\begin{aligned} F(x) &\geq G(x) \text{ para todo } x. \\ F(x) &< G(x) \text{ para algún } x_0. \end{aligned}$$

Luego si la función G coincide con la F en todos los puntos, salvo en uno que la separa, o bien G es siempre superior, entonces F es preferible a G y recíprocamente. Por tanto, si F es preferible a G , es imposible que se corten.

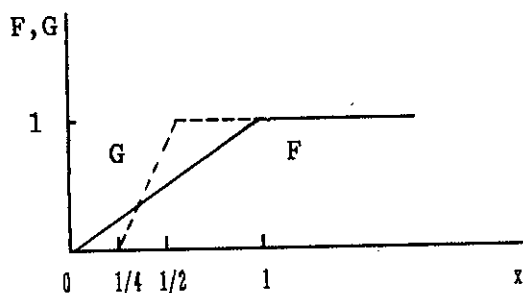
Dado que $F \neq G$, F domina a G , si, solo si, para todo valor de x , la probabilidad de obtener x o menos, no es mayor con F que con G . Si ahora consideramos la relación anterior de la forma: $1-F \geq 1-G$, entonces la probabilidad de obtener más que x , no es más pequeña con F que con G , para cada x .

De este criterio se obtiene un resultado importante con respecto al comportamiento de las medias de las distribuciones asociadas a las opciones. En efecto, como la función de utilidad

$u(x)=x$ es admisible en U_1 (notemos que también lo es en U_2), tendremos que si X domina a Y en U_1 , implica que $E_F(x) \geq E_G(x)$, esto es, $E(X) \geq E(Y)$. Por tanto, la condición de que la media de X sea mayor o igual a la media de Y , resulta ser una condición necesaria para el dominio de primer orden, que claramente no es suficiente, como se puede comprobar, con las siguientes distribuciones uniformes

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 < x < 1 \\ 0 & \text{si } x \leq 0 ; x \geq 1 \end{cases}$$

$$g(y) = \begin{cases} 1/4 & \text{si } 1/4 < y < 1/2 \\ 0 & \text{si } y \leq 1/4 ; y \geq 1/2 \end{cases}$$



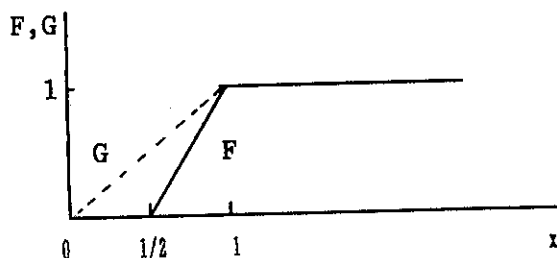
Donde $E(X) = 1/2$, que supera obviamente a $E(Y) = 3/8$. Notemos que no hay dominio de primer orden, pues las dos funciones de distribución se cortan.

Sin embargo, si las variables aleatorias se distribuyen según leyes exponenciales de distinto parámetro, entonces es condición necesaria y suficiente para el dominio de primer orden que la esperanza de la opción dominante supere a la de la otra opción.

La varianza, parece que no juega un papel destacado en el dominio, ya que F puede dominar a G , y darse que $V(F)$ puede ser mayor o menor que $V(G)$, como puede verse en los siguientes casos con distribuciones uniformes:

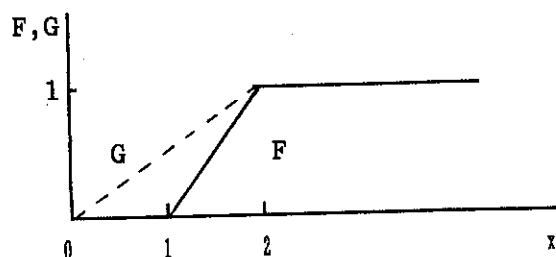
$$E(X) = 0,75 > E(Y) = 0,50$$

$$V(X) = 1/48 < V(Y) = 1/12.$$



$$E(X) = 1 > E(Y) = 0,50$$

$$V(X) = 4/12 > V(Y) = 1/12.$$



Siempre que F esté por debajo de G, estamos ante el dominio estocástico de primer orden, y los individuos que prefieren tener más a menos, elegirán la opción F a la opción G, aunque la varianza de G sea mayor que la varianza de F.

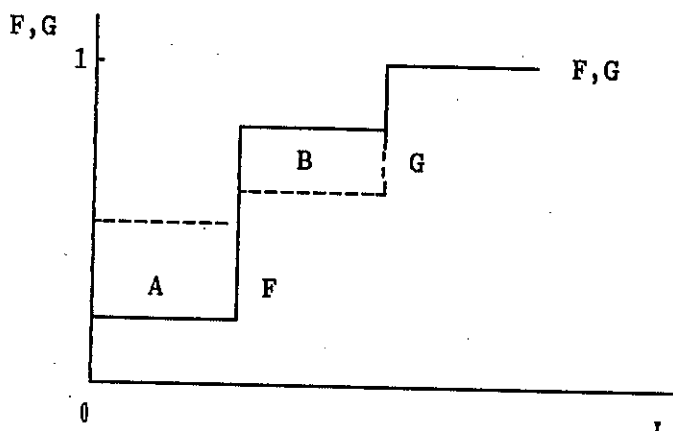
Consideremos ahora, que las funciones de utilidad pertenecen a un subconjunto propio de U_1 , el conjunto U_2 de funciones de utilidad no decrecientes y cóncavas. La relación binaria establecida en el DEP se mantiene, pero ahora nos referimos exclusivamente al conjunto U_2 , conjunto más restrictivo de funciones de utilidad, por lo tanto el concepto es más amplio. En efecto, si hay dominio de primer orden, lo hay de segundo orden, pero la recíproca no tiene por que ser cierta.

La condición necesaria y suficiente (G.Hanoch y H.Levy) para que F domine a G, según el criterio de segundo orden, es que se verifique:

$$\int_{-\infty}^x [G(t) - F(t)] dt \geq 0 \quad \forall x$$

y la desigualdad se verifique en estricto para al menos un número real.

Notemos, que ahora, las dos funciones de distribución, pueden cortarse muchas veces, con tal que las áreas negativas (donde $F > G$), por la izquierda de cualquier x , resulten más pequeñas en valor absoluto, que las áreas positivas acumuladas (donde $F < G$).



Observamos también en este gráfico, que hay dominio de segundo orden, ya que como $A > B$, se verifica:

$$\int_{-\infty}^x [G(t) - F(t)] dt > 0$$

pero no lo hay de primero, pues la relación $F(x) \leq G(x)$ no se satisface para todo x .

Respecto la media de las variables aleatorias, de las dos opciones de inversión para los individuos adversos al riesgo, podemos hacer un razonamiento análogo, al que realizamos al considerarlas en dominio de primer orden. Tomando la función de utilidad $u(x) = x$, que es no decreciente y cóncava, la relación establecida en el DEP de nuevo, se mantiene en el DES; esto es, si F domina a G en segundo orden, entonces $E(X) \geq E(Y)$. Esta condición de dominio podemos afirmar que es necesaria para los dos criterios presentados.

En cuanto a la varianza, podemos hacer las mismas consideraciones que realizamos anteriormente respecto al ejemplo de las funciones de distribución uniforme, ya que el dominio de primer orden implica el de segundo orden. También y como ya se ha indicado, puede existir dominio para los adversos al riesgo (DES) y no de primer orden, aunque la varianza de X sea mayor que la varianza de Y .

Un caso particular del DES, se presenta, cuando las distribuciones, sólo se cortan una vez. Cuando F corta a G desde abajo, la condición necesaria y suficiente para que F domine a G en U_2 es que $E_F(x) \geq E_G(x)$, siempre que exista al menos un x_0 tal que $F(x) \leq G(x)$ para cualquier x de $(-\infty, x_0]$, $F(x) \geq G(x)$ para cualquier $x \in [x_0, \infty)$ y $F(x) < G(x)$ para al menos un x_1 perteneciente al intervalo $(-\infty, x_0)$.

Es decir, el área entre F y G , y a la izquierda de la intersección (donde $F < G$), sobrepasa al área de la derecha (donde $F > G$), en efecto:

$$\begin{aligned} E_F(X) \geq E_G(X) &\Rightarrow E_F(X) - E_G(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x d[F(X) - G(X)] = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} [G(X) - F(X)] dx = \int_{-\infty}^{x_0} [G(X) - F(X)] dx + \int_{x_0}^{\infty} [G(X) - F(X)] dx \end{aligned}$$

luego: si $x < x_0$,

$$\int_{-\infty}^x [G(t) - F(t)] dt > 0 \quad \text{pues } F < G$$

y si $x > x_0$,

$$\int_{-\infty}^x [G(t) - F(t)] dt = \int_{-\infty}^{x_0} [G(t) - F(t)] dt + \int_{x_0}^x [G(t) - F(t)] dt$$

y siendo el segundo sumando negativo, en valor absoluto es más pequeño que:

$$\int_{-\infty}^{x_0} [G(t) - F(t)] dt$$

ya que

$$\int_{x_0}^{\infty} [T(t) - G(t)] dt$$

lo era

Los criterios expuestos DEP y DES, son de eficiencia óptima, ya que son transitivos e independientes de los gustos y de la riqueza del individuo que suponemos constante, aparte de su actitud ante el riesgo.

3.- RELACION ENTRE EL DES Y EL CRITERIO DE MEDIA-VARIANZA

Considerando inversores que son adversos al riesgo, sometemos a estudio, el criterio de Media-varianza de Markowitz, analizando las condiciones para que sea un criterio válido de eficiencia, pero antes realizamos las siguientes consideraciones:

i) La base del criterio de Media-varianza, consiste en identificar la varianza de una distribución de rendimientos con el grado de riesgo, y el asumir una aversión general al riesgo, parece implicar una aversión a la varianza.

Para tal identificación entre riesgo y varianza, podemos decir que existen ciertos problemas en cuanto a la varianza, por lo que respecta al dominio de segundo orden:

La varianza de X viene definida por:

$$V(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (X - \mu)^2 dF(X)$$

Si $(x - \mu)^2$ fuera una función cóncava, entonces el concepto de dominio, se traduciría en un comportamiento de las varianzas, pero si consideramos la función de utilidad $u(x) = (x - \mu)^2$, tenemos:

$$u'(x) = 2(x - \mu) \quad \begin{cases} x \geq \mu_1 & u' \geq 0 \\ x < \mu_1 & u' < 0 \text{ caso no permitido.} \end{cases}$$

$$u''(x) = 2 \geq 0$$

Ahora bien, el problema de la no concavidad, podría remediarse considerando $u(x) = -(x - \mu_1)^2$, lo que implicaría un comportamiento en varianzas al contrario que el de dominio, pero $u' \neq 0$ no se verifica siempre.

Por tanto, en U_2 no puede establecerse una relación con las varianzas, por medio del concepto de dominio.

ii) La conclusión a que llega el método Media-varianza, para una inversión con gran media y una varianza pequeña, deberá ser preferida por todo inversor con aversión al riesgo; esta conclusión es insegura cuando se le añade la máxima de utilidad esperada; veámoslo en el ejemplo siguiente:

<u>X</u>	<u>P (x)</u>	<u>Y</u>	<u>P (y)</u>
2	0,75	20	0,99
200	0,25	2000	0,01

y por tanto:

$$E(X) = 51,50 > E(Y) = 39,80$$

$$V(X) = 7.350 < V(Y) = 38.811,91.$$

En este caso el criterio de Media-varianza, se satisface para X.

Pero, si consideramos que la función de utilidad del inversor es $u(x) = \log_{10}(x)$, función que expresa aversión al riesgo para todo valor positivo, según el criterio de Arrow-Pratt, obtenemos:

$Eu(x) = 0,80103 < Eu(y) = 1,32103$, luego Y es preferido a X, resultado contradictorio al obtenido cuando no se considera la función de utilidad, por lo tanto el método de Media-varianza, es necesario pero no suficiente para el dominio, si se le añade la máxima de utilidad esperada.

Veamos, cuando coinciden el Dominio estocástico de segundo orden y el método de Media-varianza, para lo cual enunciamos la proposición que establece la correspondencia, entre el concepto de dominio estocástico y el de Media-varianza.

Si $F(x)$ y $G(x)$ son dos distribuciones distintas con medias μ_1 y μ_2 , $\mu_1 \geq \mu_2$ y varianzas σ_1^2 y σ_2^2 tal que:

$$F(X) = G \left[\frac{\sigma_2}{\sigma_1} (X - \mu_1) + \mu_2 \right] \quad \forall x$$

entonces, F domina G, si y solo si $\sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$.

Problemos la condición suficiente, esto es, supongamos que $\sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$. Tenemos dos casos ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ y $\sigma_1^2 < \sigma_2^2$) que los estudiamos independientemente.

Antes notemos: que si $\sigma_1 = \sigma_2$ y $\mu_1 = \mu_2$, las dos distribuciones serán idénticas, lo que no es nuestro caso.

a) Si $\sigma_1 = \sigma_2$ y $\mu_1 > \mu_2$ tendremos que, $F(x) = G[x - (\mu_1 - \mu_2)]$ para todo x, y como $[x - (\mu_1 - \mu_2)] < x$, y estamos trabajando con funciones de distribución, que no son decrecientes, tenemos, $F(x) = G[x - (\mu_1 - \mu_2)] \leq G(x)$ para todo x, luego la función F estará siempre por debajo de la función G, y existe dominio de primer orden y por consiguiente de segundo.

b) Si $\sigma_1 < \sigma_2$ y $\mu_1 > \mu_2$, entonces las funciones de distribución se cortan en el punto x_0 , donde:

$$X_0 = \frac{\sigma_1 \mu_2 - \sigma_2 \mu_1}{\sigma_1 - \sigma_2}$$

y obtenemos:

$$F(X_0) = G \left[\frac{\sigma_2}{\sigma_1} (X_0 - \mu_1) + \mu_2 \right] = G \left[\frac{\sigma_2}{\sigma_1} \left(\frac{\sigma_1 \mu_2 - \sigma_2 \mu_1}{\sigma_1 - \sigma_2} - \mu_1 \right) + \mu_2 \right] = G(X_0)$$

Considerando ahora un valor $x < x_0$, tendremos:

$$X - X_0 = X - \frac{\sigma_1 \mu_2 - \sigma_2 \mu_1}{\sigma_1 - \sigma_2} = \frac{\sigma_1 (X - \mu_2) - \sigma_2 (X - \mu_1)}{\sigma_1 - \sigma_2} < 0$$

como

$$\sigma_1 - \sigma_2 > 0 \Rightarrow \sigma_1 (X - \mu_2) - \sigma_2 (X - \mu_1) > 0 \Rightarrow X > \left[\frac{\sigma_2}{\sigma_1} (X - \mu_1) + \mu_2 \right]$$

luego

$$F(X) = G \left[\frac{\sigma_2}{\sigma_1} (x - \mu_1) + \mu_2 \right] = G(X) \quad \forall x$$

entonces, F domina G, cuando las distribuciones se cortan una sola vez.

Para probar la condición necesaria, supongamos que F domina a G, pero no se verifica que $\sigma_1^2 \leq \sigma_2^2$, esto es, $\sigma_1 > \sigma_2$. De nuevo $F(x_0) = G(x_0)$ y si tomamos un punto $x < x_0$, tenemos:

$$X - X_0 = \frac{\sigma_1 (X - \mu_2) - \sigma_2 (X - \mu_1)}{\sigma_1 - \sigma_2} < 0$$

lo que implica, teniendo en cuenta que $\sigma_1 - \sigma_2$ es ahora positivo;

$$\sigma_1 (X - \mu_2) - \sigma_2 (X - \mu_1) < 0 \Rightarrow x - \mu_2 < [\sigma_2 / \sigma_1 (X - \mu_1)] = < \mu_2 + [\sigma_2 / \sigma_1 (X - \mu_1)]$$

por tanto

$$G(x) \leq G\left[\mu_2 + \frac{\sigma_2}{\sigma_1} (X - \mu_1)\right] = F(x) \quad \forall x$$

es decir $G(x) \leq F(x)$, y por consiguiente F no domina G.

4.- CONCLUSIONES

Se han presentado las reglas de Dominio Estocástico, entre dos alternativas de inversión, basándonos en dos conjuntos de funciones de utilidad, que recogen dos situaciones del inversor ante el riesgo y considerando distribuciones de probabilidad generales.

Del propio enfoque de dominio y con respecto al comportamiento de las medias de las distribuciones asociadas a las opciones, obtenemos la conclusión, de que es condición necesaria para el dominio, que la media de la opción que domina, tiene que ser mayor o igual a la media de la otra opción; pero ésta exigencia no es suficiente para el dominio, aunque para algunos tipos especiales de distribuciones la condición de DEP, es equivalente a la exigencia de mayor media, como puede comprobarse, si las opciones se distribuyen según leyes exponenciales.

La varianza, sin embargo, no juega un papel destacado, ya que puede existir dominio, siendo ésta mayor o menor en una u otra opción.

En el caso particular del DES, cuando las distribuciones son biparamétricas, igualmente distribuidas y se cortan una sola vez, el método de Media-varianza es equivalente a la condición de dominio de segundo orden, cumpliéndose la condición necesaria y suficiente. Obviamente, el criterio de Media-varianza es óptimo, si se admite como lo hace Markowitz, que las

distribuciones de los rendimientos se distribuyan normalmente.

La utilización del dominio estocástico de segundo orden, según las condiciones expuestas, en lugar del criterio de Media-varianza, supone evitar las restricciones que sobre la función de probabilidad (distribuciones normales), y función de utilidad (función de utilidad cuadrática) exige el criterio de Media-varianza.

BIBLIOGRAFIA

ARROW, K.J. (1971) "*Theory of risk aversion: Essays in the theory of risk bearing*". Markham. Chicago.

HADAR, J. y RUSSELL, W.R. (1969) "Rules for ordering uncertain prospects". *American Economic Review*, 59. págs. 25-34.

HANOCH, G y LEVY, H. (1969) "The efficiency analysis of choices involving risk". *Review of Economic Studies*, 36. págs. 35-46.

LEVY, H y SARNAT, M. (1970). "Alternative efficiency criteria: An empirical analysis". *Journal of Finance*, 25. págs. 1.153-1.158.

LOPEZ CACHERO, M. (1989) "*Análisis y adopción de decisiones*". Pirámide. Madrid, págs. 356-375.

MARKOWITZ, H.M. (1952) "Portfolio selection". *Journal of Finance*, 7. págs. 77-91.

MARKOWITZ, H.H. (1976) "Investment for the long run: New evidence and old rule". *Journal of Finance*, 31, págs. 1.276-1.286.

PRATT, J.W. (1964) "Risk aversion in the small and the large". *Econometrica*, 32. págs. 122-136.

ROTHSCHILD, M y STIGLITZ, J.R. (1970) "Increasing risk: I. A definition". *Journal of Economic Theory*, 2. págs. 225-243.

VILLALON, J. (1989) "Generalización del dominio estocástico como criterio de selección de inversiones". *Anales de Estudios Económicos y Empresariales*, 4. págs. 65-74.

UTILIZACION DEL PROCESO ANALITICO JERARQUICO (AHP) EN LA PONDERACION DE LOS CRITERIOS EMPLEADOS EN LA SELECCION DE CARTERAS

AGUARON JOVEN, Juan
MORENO JIMENEZ, J. M».

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Métodos Estadísticos
Universidad de Zaragoza

RESUMEN

El trabajo presenta una aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), técnica multicriterio, multientorno y multiactores en la ponderación de los diferentes criterios considerados en la Selección de Carteras.

El estudio se realiza siguiendo dos aproximaciones: en la primera, se suponen juicios o valoraciones precisas, y en la segunda, se permite incertidumbre a la hora de emitir dichos juicios. Este último caso es tratado mediante técnicas de simulación.

Finalmente se presentan los resultados obtenidos al aplicar la metodología anterior a un caso real.

PALABRAS CLAVE: Selección de Carteras, Técnicas Multicriterio, AHP, Simulación.

1.INTRODUCCION.

Se entiende por Selección de Cartera, o Teoría de Cartera, el conjunto de técnicas, métodos y modelos que tienen por objeto la distribución de un presupuesto entre un conjunto de activos o alternativas de inversiones mobiliarias.

Su origen puede fijarse en los trabajos de Markowitz (1952, 1956, 1959). Posteriores aportaciones, entre las que destacan Sharpe (1963, 1964), Lintner (1965), Mossin (1966, 1969) y Tobin (1958), han permitido el desarrollo de lo que actualmente constituye un verdadero enfoque metodológico para la valoración de activos financieros ("Capital Asset Pricing Model", CAPM).

En el enfoque tradicional, la elección del decisor se reduce a invertir en la cartera de mercado a la par que prestar o tomar prestado, en el mercado de activos sin riesgo, en función de sus preferencias sobre rentabilidad y riesgo. De esta forma el decisor debe escoger de entre todas las carteras que se encuentran en la frontera eficiente aquella que más se ajuste con sus preferencias.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

No obstante, este enfoque clásico es poco realista y se puede pensar en considerar los siguientes aspectos:

- La posibilidad de incorporar objetivos adicionales a los tradicionales de rentabilidad y riesgo permitiendo, además, la consideración simultánea de todos ellos sin recurrir a optimizaciones unicriterio paramétricas como precisaba el modelo de Markowitz.

- La selección de cartera es un problema complejo en el que tienen cabida aspectos subjetivos, incertidumbre e imprecisión en la acotación real del problema, así como la posible existencia de múltiples decisores y escenarios.

Para solventar estos inconvenientes se recurre a técnicas de decisión multicriterio. En este sentido el AHP nos va a ayudar en gran medida tanto a las labores de descripción del problema como en su resolución. Esta técnica puede utilizarse en este tipo de estudios de dos formas diferentes:

- Como paso intermedio de otras técnicas: Por ejemplo a la hora de calcular las ponderaciones de los diferentes criterios utilizados en Programación por Compromisos (Santamaría, Moreno y Aguarón, 1992); o bien al estudiar el problema correspondiente a la integración de carteras de diferentes países (Parkhe, 1991).

- Como procedimiento en la determinación final de las proporciones de inversión en cada título. En este caso suelen emplearse métodos de Dominancia Estocástica como paso intermedio para reducir el número de alternativas seleccionadas (Parkhe, 1991; Aguarón, Moreno y Santamaría, 1992).

En lo que sigue nos vamos a limitar a obtener las ponderaciones relativas de los diferentes criterios considerados en la selección de carteras como paso previo a su posterior utilización con Programación por Compromisos (PC). Evidentemente estas ponderaciones pueden utilizarse también en el segundo enfoque como puede verse en Aguarón, Moreno y Santamaría (1992).

El trabajo se ha separado en los siguientes apartados: el segundo, donde se recogen los conocimientos previos necesarios para el desarrollo de la aproximación seguida. En el tercero se desarrolla el enfoque propuesto para problemas con múltiples objetivos, múltiples escenarios y múltiples decisores. En el cuarto se presentan dos aplicaciones de este enfoque a un caso real en el que se contemplan inicialmente 37 acciones de la bolsa de Madrid representativas de más del 90% del índice de dicha bolsa. Finalmente, en el quinto, se presentan las conclusiones del trabajo.

2. CONCEPTOS PREVIOS

El enfoque metodológico seguido persigue la determinación de las proporciones de inversión dentro del subconjunto eficiente de activos con riesgo. Podría haberse sugerido para esto último el tradicional modelo uniobjetivo paramétrico de Markowitz. No obstante, la

consideración de múltiples criterios, generalmente incompatibles, parece ser un enfoque más realista y apropiado en el estudio de la Teoría de Cartera. Esta aproximación permite la inclusión en el modelo asociado al problema de decisión una serie de objetivos empresariales, no estrictamente ligados al beneficio, que hasta ahora venían siendo ignorados, o cuando menos se consideraban incluidos en la distribución de beneficios futuros (Ansoff 1976) sin entrar en un mayor conocimiento de los mismos. En la presente propuesta se opta por los clásicos seguridad, riesgo y liquidez sin que ello suponga que ésta sea la única opción posible.

Respecto a las técnicas multicriterio utilizadas en la aproximación propuesta, señalar que éstas tienen un origen difícil de fijar y existen numerosas clasificaciones para las mismas entre las que destacan las de Rietveld (1980), Zionts (1980), Hwang y Masud (1979), Cohon (1978) y Evans (1984) donde se agrupan las técnicas en función de distintas características como el número de decisores, de alternativas, la escala de medida, la información sobre preferencias, el carácter interactivo, etc.

Una de las técnicas más usadas es Programación por Compromisos (Zeleny, 1973 y 1974), en la que se trabaja con una función que mide la distancia entre una alternativa cualquiera del espacio de criterios ($z \in Z$) y un punto de referencia o punto ideal $z^* = (z_1^*, z_2^*, \dots, z_m^*)$ donde $z_j^* = \text{opt} \{ z_j(x), x \in X \}$. En este caso la solución de compromiso $z^p \in Z$ se obtiene como aquella que minimiza la distancia en norma L_p :

$$r(z^p, p) = \min_{z \in Z} \|z - z^*\|_p = \min_{z \in Z} \left(\sum_{j=1}^m \delta_j |z_j(x) - z_j^*|^p \right)$$

o bien, si la norma es infinita:

$$r(z^p, \infty) = \min_{z \in Z} \max_j \delta_j |z_j(x) - z_j^*|$$

Donde $z_j, j=1, \dots, m$ son los diferentes criterios tenidos en cuenta y las optimizaciones se resuelven en el entorno $z \in Z$.

Por otra parte, el valor de δ_j se puede considerar como:

$$\delta_j = \frac{\omega_j}{z_j^* - z_j^0}$$

donde el denominador es el recorrido entre el valor máximo y mínimo del criterio j -ésimo a efectos de tipificación. Los valores de ω_j son las importancias o pesos que se dan a cada uno de los criterios, y es precisamente en la determinación de éstos donde vamos a aplicar la técnica AHP.

En concreto vamos a trabajar con tres criterios: los ya clásicos de rentabilidad y riesgo, e incorporamos el de liquidez. Además, vamos a trabajar en L_1 ($p=1$) ya que conduce a problemas de optimización más sencillos de resolver.

Por último, las únicas restricciones que tenemos en el modelo son las condiciones de no negatividad de las proporciones y que la suma de estas sea la unidad.

De esta forma, el modelo quedaría:

$$\begin{aligned} \text{Min } & \omega_1 \frac{Re^* - x^T R}{Re^* - Re^0} + \omega_2 \frac{Ri^* - x^T \sigma x}{Ri^* - Ri^0} + \omega_3 \frac{Li^* - x^T L}{Li^* - Li^0} \\ & \sum_{i=1}^m x_i = 1 \\ & x_i \geq 0 \end{aligned}$$

donde x_i , $i=1, \dots, m$, son las proporciones a invertir en cada uno de los títulos y R , σ y L son respectivamente el vector de rentabilidades, la matriz de covarianzas y el vector de liquidez de los títulos.

La segunda técnica de decisión multicriterio que vamos a emplear es el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), propuesto por Thomas L. Saaty (1977, 1980), que puede englobarse dentro de las técnicas de información a priori para un número finito de alternativas. En particular, y respecto a la forma de modelizar las preferencias del decisor, esta técnica suele incluirse en las aproximaciones basadas en la agregación, en concreto en los procedimientos de agregación jerárquica.

AHP permite abordar problemas de decisiones planteadas en situaciones complejas, multicriterio, multientorno y multidecisor, incluyendo en el modelo aspectos cualitativos y cuantitativos que recogen el subjetivismo inherente en la mayoría de los procesos de toma de decisiones y midiendo, asimismo, el grado de inconsistencia del decisor.

La Técnica consta básicamente de tres pasos:

- Estructuración de la jerarquía.
- Valoración u obtención de las preferencias mediante comparaciones pareadas.
- Síntesis u obtención de las prioridades globales.

En el primer paso se construye un modelo, en este caso una jerarquía que represente el problema de decisión. El objetivo o meta global se coloca en la parte superior de la jerarquía (nivel

1), los criterios en el siguiente nivel y las alternativas en el último. Esta estructura, la más sencilla posible, puede completarse añadiendo otros niveles en los que se recojan los escenarios, actores, subcriterios, etc.

En el segundo paso el decisor incluye en el modelo su estructura de preferencias comparando entre sí los elementos de un nivel respecto a un vértice superior. Se puede seguir un procedimiento de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba según el conocimiento del problema.

A partir de la matriz recíproca positiva de comparaciones pareadas,

$$A = \{ a_{ij} \mid a_{ij} \cdot a_{ji} = 1 ; a_{ij} > 0 \}$$

donde los valores a_{ij} reflejan la importancia relativa del objeto o alternativa A_i respecto de la A_j , medidos según la escala $\{ 1,3,5,7,9 \}$ (Saaty y Vargas, 1982; Saaty, 1986), se obtiene las prioridades relativas asociadas a las respectivas alternativas resolviendo el problema del autovector:

$$Aw = \lambda_{\max} w$$

donde λ_{\max} es el autovalor principal de A ($n \times n$) y w es el vector de prioridades relativas.

En el tercer paso se componen las prioridades relativas de cada nivel, obtenidas en la segunda etapa, para determinar las prioridades globales asociadas a cada una de las n alternativas consideradas A_1, \dots, A_n , según la expresión:

$$w(L_i/L_1) = w(L_i/L_{i-1}) \cdot w(L_{i-1}/L_{i-2}) \dots \cdot w(L_2/L_1) \cdot w(L_1)$$

donde $w(L_i/L_{i-1})$ es la prioridad relativa del nodo en el nivel i respecto al nodo considerado como referencia en el nivel $i-1$.

Los pesos o prioridades globales así obtenidos pueden emplearse con fines normativos para ordenar las alternativas o seleccionar la mejor, aunque todo ello debe estar sujeto a un análisis detallado de las conclusiones.

Por otra parte, si la matriz de comparaciones pareadas verifica la propiedad: $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$ se dice que ésta es consistente. Esto correspondería con el caso en que el decisor tuviera perfectamente determinadas sus preferencias sobre cada una de las alternativas. No obstante, el decisor no suele ser consistente en la emisión de juicios y normalmente no trabajaremos con matrices que cumplan aquella condición. Existe una medida de la inconsistencia (coeficiente de inconsistencia) de una matriz dada por:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Cuanto más inconsistente sea el decisor, mayor será el valor de este coeficiente, de forma que se pueden tolerar valores que estén por debajo de 0.1.

Lo que no hay lugar a duda es que la posibilidad de realizar un análisis de sensibilidad sobre los juicios emitidos en las comparaciones pareadas (Moreno J.M. y Vargas L.G. 1991 ; 1992) y el carácter descriptivo de este modelo va a permitir un mejor conocimiento del problema de decisión planteado, de sus factores, actores y elementos relevantes, que posteriormente podrán ser utilizados tanto de forma independiente o combinándolo con alguna otra técnica multicriterio para lograr mejores decisiones o decisiones basadas en un mejor conocimiento del problema.

Para realizar el análisis de sensibilidad antes citado, o si se prefiere, para tratar la incertidumbre existente en la fijación de los juicios por parte del decisor en las matrices de comparaciones pareadas, se han propuesto distintas aproximaciones que trabajan con los denominados intervalos de juicio, o más en general con las matrices de intervalos de juicio. Estas matrices se definen como

$$J_n = \{(l_{ij}, u_{ij})\},$$

donde:

$$\begin{aligned} l_{ii} &= u_{ii} = 1 & i &= 1, 2, \dots, n \\ l_{ij} &\leq x_{ij} \leq u_{ij} & i, j &= 1, \dots, n \\ x_{ij} x_{ji} &= 1 & i, j &= 1, \dots, n \text{ para todo } x_{ij} \in (l_{ij}, u_{ij}) \\ l_{ij} u_{ji} &= 1 & i, j &= 1, \dots, n \\ u_{ij} l_{ji} &= 1 & i, j &= 1, \dots, n \end{aligned}$$

y las aproximaciones seguidas en su estudio son:

i) Aproximación basada en la Simulación (Saaty y Vargas, 1987) donde, suponiendo que las prioridades asociadas a las alternativas siguen distribuciones normales truncadas, se calcula la probabilidad de presentarse cambio de rango entre dos alternativas i, j y a partir de este valor la probabilidad de cambio de rango entre la alternativa i -ésima y las restantes.

ii) Aproximación basada en un Modelo de Optimización (Arbel, 1989; Arbel y Vargas, 1990) donde, a partir del vector de intervalos correspondientes a los recorridos de las prioridades de las alternativas, se analiza la posibilidad de cambio de rango.

iii) Aproximación basada en las Estructuras de Preferencia asociadas a la matriz de intervalos de juicio, en la que utilizando distribuciones de probabilidad para los mismos, en concreto la distribución Uniforme Recíproca (Moreno y Vargas, 1992) se determina la probabilidad de cada estructura y a partir de estas, la alternativa mas preferida y la probabilidad de cambio de rango.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como hemos visto en el apartado anterior, la aplicación de Programación por Compromisos al problema de selección de títulos quedaba planteada como:

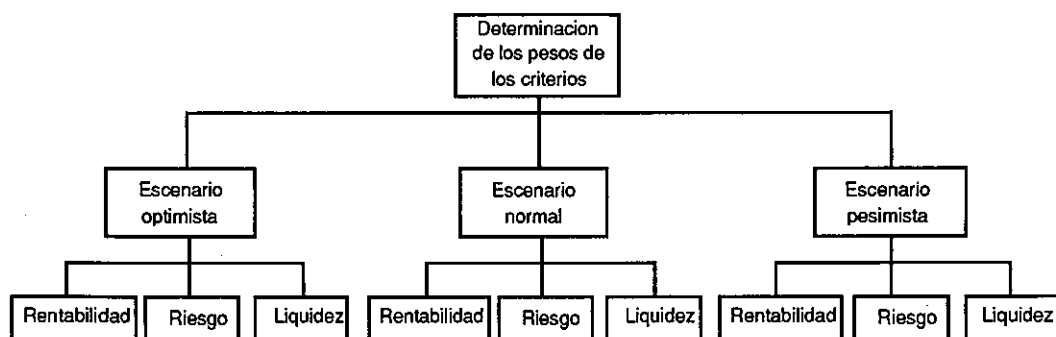
$$\begin{aligned} \text{Min } & \omega_1 \frac{Re^* - x^T R}{Re^* - Re^0} + \omega_2 \frac{Ri^* - x^T \sigma x}{Ri^* - Ri^0} + \omega_3 \frac{Li^* - x^T L}{Li^* - Li^0} \\ & \sum_{i=1}^m x_i = 1 \\ & x_i \geq 0 \end{aligned}$$

En este problema de optimización solo queda por establecer los valores de los pesos ω_j ($j=1,2,3$), que indican la importancia que se da a cada uno de los criterios. Es evidente que dichos valores dependerán de la estructura de preferencias de cada decisor. Sin embargo, puede ser difícil para él fijarlos directamente, por lo que vamos a aplicar el Proceso Analítico Jerárquico para su determinación.

A la hora de construir la jerarquía, el nivel 1 (meta) corresponde con la determinación de los pesos asociados con cada uno de los criterios.

Dado que es presumible un comportamiento distinto de estos pesos en función del entorno o escenario previsto por el inversor, se ha contemplado la existencia de tres escenarios: Optimista, Normal y Pesimista.

Para cada uno de estos escenarios se han contemplado los tres criterios señalados anteriormente, de modo que la jerarquía resultante sería:



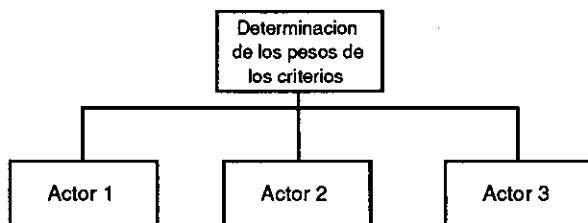
De esta forma, las matrices de juicio que se necesitan son cuatro: una para el nivel de escenarios y tres para el nivel de criterios. Una vez determinados los pesos asociados a cada una de estas matrices, se realizaría la fase de síntesis para determinar cuales son las ponderaciones finales que se asignan a cada uno de los criterios para trasladarlos al modelo de PC.

Es evidente que el decisor puede encontrar dificultad al articular sus preferencias a la hora de construir las matrices de comparaciones pareadas y no sea capaz de emitir unos juicios suficientemente precisos. Para ello se ha introducido la posibilidad de emitir juicios en intervalos, con distribuciones uniformes recíprocas dentro del mismo (Moreno y Vargas, 1992), como respuesta a la incertidumbre en la concreción de valores únicos. Esta vía pretende enriquecer ampliamente la propuesta presentada al dotarle de un mayor sentido práctico.

Dado que los pesos son variables aleatorias con distribución de probabilidad no especificada trabajaremos con sus esperanzas. Para ello se realizarán simulaciones de cada uno de los juicios calculando las medias de los pesos finales, que serán utilizados como estimaciones de las respectivas esperanzas (Aguarón, Moreno y Santamaría, 1992).

Por otra parte, se puede pensar en que la decisión de la selección de títulos no corresponda a una única persona, sino que se vean envueltos varios decisores, de forma que a la hora de aplicar PC para la determinación de la cartera habrá que tener en cuenta los juicios de todos y cada uno de ellos para establecer cuales son los pesos asociados a los criterios.

Esta situación se puede contemplar fácilmente con AHP sin más que añadir un nuevo nivel a la jerarquía, que correspondería a los actores que intervienen en la decisión. El primer nivel de la nueva jerarquía quedará:



Y el resto de la jerarquía se completará añadiendo los niveles de escenarios y criterios para cada uno de los actores.

La emisión de juicios concernientes al nuevo primer nivel correspondería al director del departamento financiero, y las restantes comparaciones, de manera análoga al caso inicial, la realizarían los diferentes actores considerados en el departamento financiero.

4. APLICACION

Una aplicación de este enfoque, en su caso más simplificado, puede verse en (Santamaría,

Moreno y Aguarón, 1992). Para su realización se dispuso de una base de cotizaciones diarias de 37 títulos de la Bolsa de Madrid, durante el periodo comprendido entre Enero y Diciembre de 1989. En conjunto representan más del 90% del índice de dicha Bolsa. La relación alfabética de estos títulos es la siguiente: Aguila, Alba, Asland, Azucarera, Banesto, Bilbao, Hidroeléctrica del Cantábrico, Catalana, Central, Citroen, Cristalería, Dragados, Ebro, Banco Exterior, Fasa-Renault, Fecsa, Fenix, Focsa, Hidrola, Hispano, Iberduero, Nissan, Papelera, Petroleos, Popular, Reunidas, Santander, Sevillana, Sniace, Tabacalera, Telefónica, Tudor, Unión Eléctrica Fenosa, Urbis, Valderribas, Zaragoza y Española del Zinc.

De las cotizaciones se han obtenido las rentabilidades diarias de los títulos ajustando pertinentemente por dividendos y ampliaciones, la matriz de varianzas y covarianzas y el vector de liquidez.

La obtención de los pesos de cada criterio se han obtenido de acuerdo con las siguientes comparaciones pareadas. Para el primer nivel, correspondiente a los escenarios:

	Optimista	Normal	Pesimista
Optimista	1	4	7
Normal	1/4	1	3
Pesimista	1/7	1/3	1

En el segundo nivel, correspondiente a los criterios, se han considerado las siguientes comparaciones para cada uno de los escenarios:

	Pesimista			Normal			Optimista		
	Rent	Ries	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.
Rent.	1	1/3	1/4	1	1/2	2	1	3	7
Riesgo	3	1	1/2	2	1	3	1/3	1	4
Liqu.	4	2	1	1/2	1/3	1	1/7	1/4	1

Aplicando el programa Expert Choice, 1988 (by Decision Support Software Inc.) se obtienen unos pesos relativos:

$$\omega_1 = 0,537 \quad \omega_2 = 0,326 \quad \omega_3 = 0,137$$

que habría que trasladar al modelo de Programación por Compromisos para encontrar las proporciones de inversión.

Para el caso más general, ya citado en el apartado anterior, incluimos en el modelo distintos actores e incertidumbre en algunos de los juicios.

Suponiendo que damos a los actores unos pesos de 1: 2: 1, con lo que la matriz de juicios

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

para este primer nivel es:

	Actor 1	Actor 2	Actor 3
Actor 1	1	1/2	1
Actor 2	2	1	2
Actor 3	1	1/2	1

que las matrices de intervalos de juicio correspondientes a las comparaciones que cada uno de los actores hace de los respectivos escenarios son:

	Actor 1			Actor 2			Actor 3		
	Opt.	Nor.	Pes.	Opt.	Nor.	Pes.	Opt.	Nor.	Pes.
Opt.	1	[4,5]	[7,8]	1	[3,5]	[6,8]	1	[3,4]	[6,7]
Nor.	[1/5,1/4]	1	[3,4]	[1/5,1/3]	1	[2,4]	[1/4,1/3]	1	[2,3]
Pes.	[1/8,1/7]	[1/4,1/3]	1	[1/8,1/6]	[1/4,1/2]	1	[1/7,1/6]	[1/3,1/2]	1

y que los juicios sobre los criterios para cada actor y cada escenario son:

Actor 1	Pesimista			Normal			Optimista		
	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.
Rent.	1	1/3	1/5	1	1/2	3	1	3	7
Riesgo	3	1	1/2	2	1	3	1/3	1	3
Liqu.	5	2	1	1/3	1/3	1	1/7	1/3	1

Actor 2	Pesimista			Normal			Optimista		
	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.
Rent.	1	1/3	1/4	1	1/2	2	1	3	7
Riesgo	3	1	1/2	2	1	3	1/3	1	4
Liqu.	4	2	1	1/2	1/3	1	1/7	1/4	1

Actor 3	Pesimista			Normal			Optimista		
	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.	Rent.	Ries.	Liqu.
Rent.	1	1/2	1/4	1	1	2	1	2	7
Riesgo	2	1	1/2	1	1	3	1/2	1	3
Liqu.	4	2	1	1/2	1/3	1	1/7	1/3	1

tras la realización de 1000 simulaciones se han obtenido las siguientes estimaciones de los pesos de los criterios:

$$\omega_1 = 0,644 \quad \omega_2 = 0,271 \quad \omega_3 = 0,085$$

5.CONCLUSIONES

La presente propuesta obtiene, mediante la aplicación de AHP, las ponderaciones relativas de los diferentes criterios considerados en la selección de carteras para su posterior utilización en la fijación de las proporciones invertidas en cada título mediante diferentes técnicas multicriterio como pueden ser PC o el propio AHP.

El empleo de técnicas multicriterio va a permitir una aproximación más realista del problema de decisión en que se encuentra involucrado el inversor en títulos valores.

Por otro lado, el enfoque tradicional de AHP se ha visto enriquecido por un lado por la inclusión de diferentes actores, y por otro lado permitiendo que los juicios correspondientes a las matrices de comparaciones pareadas tomen valores en un intervalo, no limitándose al caso de certeza total.

6. BIBLIOGRAFIA

AGUARON J., MORENO J.M. y SANTAMARIA (1992) _Selección de Carteras: Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y Dominancia Estocástica (SD)_ (en prensa).

ANSOFF, H.I. (1976) "*La estrategia de la empresa*". Universidad de Navarra. Pamplona.

ARBEL, A. (1989) _Aproximate Articulation of Preferences and Priority Derivation_. *EJOR* 43, 317-326.

ARBEL, A. y VARGAS, L.G. (1990) _The Analytic Hierarchy Process with Interval Judgments_. *Proceedings of MCDM Conference*. Washington

COHON, J.L. (1978) _Multiobjective programming and planning_. Academic Press.

EVANS, J.P. (1984) "An overview of techniques for solving multiobjective mathematical programs" *Management Science* vol 30 n°4 11.

HWANG, C.L. y MASUD A.S.M. (1979) _Multiple objective decision making-methods and applications: A state of the art survey_. Springer-Verlag.

LINTNER, J. (1965) "The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets" *Review of Economics and Statistics* vol 45, n°41 Febrero, págs 13-37.

MARKOWITZ, H.(1952) "Portfolio selection" *Journal of Finance* vol 12 pág 77-91, marzo.

MARKOWITZ, H. (1956) "The optimization of a Quadratic Function Subject to Linear Constraints" *Naval Res. Logist. Quart.* pp. 111-133.

MARKOWITZ, H. (1959) "*Portfolio selection: Efficient Diversification of Investments*" J.Wiley and sons.

MORENO, J.M». y VARGAS, L.G.(1991)"Intervalos de juicio en el Proceso Analítico Jerárquico" *Actas de la V Reunión ASEPELT*. Las Palmas

MORENO, J.M». y VARGAS, L.G. (1992)"A probabilistic study of preference structures in the Analytic Hierarchy Process with internal judgements" *Computer and Mathematical Modelling* (en prensa)

MOSSIN, J. (1966) _Optimal Multiperiod Portfolio Policies_. *Econometrica*, octubre, pp. 215-218.

MOSSIN, J. (1969) _Security Pricing and Investment Criteria in Competitive Markets_. *American Economics Review*, vol. LIX n° 5 (dic.) pp. 749-756.

PARKHE, A. (1991) _International Portfolio Analysis: A New Model_ *Management International Review*. Vol. 31/4 pp. 365-379.

RIETVELD, P. (1980) "*Multiple objective decision methods and regional planning*" North Holland. Amsterdam.

SAATY, T.L.(1977) _A scaling method for priorities in hierarchical structures_. *J.Math.Psychol.* 15, 234-281.

SAATY, T.L.(1980)"*Multicriteria decision making: The analitic hierarchy process*" McGraw Hill (2¼ impresión 1988, RSW Pub. Pittsburgh)

SAATY, T.L.(1986) "Axiomatic foundations of the analytic hierarchy process" *Management Sciencie* vol 23, n° 7 págs 841-855.

SAATY, T.L. y VARGAS, L.G.(1982) _*The logic of priorities*_. Kluwer. Nijhoff.

SAATY, T.L. y VARGAS, L.G.(1987) _Uncertainty and Rank Order in the Analytic Hierarchy Process_. *EJORS* 32, 107-117.

SANTAMARIA, R.; MORENO, J.M». y AGUARON, J. (1992) _Una aproximación multicriterio a la selección de carteras de activos con riesgo_. (en prensa).

SHARPE, W.H. (1963) "A simplified model of portfolio selection" *Management Sciencie* Enero 1963 vol IX n° 2, enero, págs 277-293

SHARPE, W.H. (1964) "Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk" *Journal of Finance*, vol XIX n° 3 septiembre págs 425-442.

TOBIN, J. (1958) "Liquidity Preference as Behavior Towards Risk" *Review of Economic Studies*. vol 25, Febrero, págs 64-86.

ZELENY, M. (1973) "Compromise Programming" en *Multiple Criteria Decision Making*_ J.L. Cochrane and M. Zeleny.(Eds) University of South Caroline Press., pág 262-301

ZELENY M.(1974) "Concept of compromise solutions and the methods of the displaced ideal" *Comput. and Operations Research*, 1, págs 479-496.

ZIONTS, S. (1980) "Methods for solving management problems involving multiple objectives" en G.Fandel y T.Gal (Eds) "*Multiple criteria decision making. Theory and Application*"_ Springer-Verlag.

MODELOS DE SELECCION DE CARTERAS EFICIENTES Y CUASIEFICIENTES. UNA COMPARACION

Dr. D. Juan Jesús BERNAL GARCIA.
PROF. TITULAR DE E. UNIVERSITARIA.
Dña. María de los Angeles PALACIOS SANCHEZ
PROF. TITULAR DE E. UNIVERSITARIA .

1.- OBJETIVOS:

Se trata de aplicar los métodos de Selección de Carteras Bursátiles medidos a partir de su rentabilidad, bajo condiciones de diversificación y riesgo para ser utilizados por los inversores financieros.

Se comparan los resultados obtenidos al aplicar los Modelos de utilidad medible de Markowitz y de Farrar; así como las posibles ventajas de la aproximación de diagonalización de Sharpe. También se confrontarán los resultados anteriores con los conseguidos al utilizar la teoría de "Juegos contra la Naturaleza" en la citada selección de estrategias, según adoptemos los criterios de *Wald*, *Savage* y *Agrawal - Hedy*, y las técnicas correspondientes de Programación Lineal.

2.- INTRODUCCION:

El inversor a la hora de formar una cartera de valores trata de combinar los diferentes activos individuales de tal modo que el activo mixto o cartera le garantice una *Rentabilidad*, *Seguridad* y *liquidez* aceptables. Se trata en realidad de objetivos incompatibles entre si, en alguna medida al menos: los valores más líquidos suelen ser poco rentables, los más rentables poco seguros, los más seguros poco líquidos, etc.

Los rasgos fundamentales de lo que en un principio podemos calificar de conducta racional del inversor, consistiría en buscar aquella composición de la cartera que haga máximo su rendimiento para un determinado nivel de riesgo, o que minimice el riesgo de aquella para un rendimiento dado. El inversor se halla en efecto, presionado por dos fuerzas de sentido opuesto: la deseabilidad de las ganancias y la insatisfacción que le produce el riesgo. Y en cada situación concreta tendrá que optar por una determinada combinación ganancia-riesgo, en función de sus preferencias personales. Para ayudarle en esta toma de decisiones existen diversos métodos, contándose entre los más utilizados los estudiados en este trabajo.

3.- MODELO DE MARKOWITZ:

Supongamos que un analista de inversiones financieras hace una predicción sobre el futuro de los n valores que creemos, en principio aconsejables para formar parte de nuestra cartera. Esta predicción se concreta en las esperanzas y en las varianzas de los rendimientos de esos n valores, así como en las covarianzas correspondientes.

El analista puede deducir estos datos a partir de series históricas, o bien estimarlos subjetivamente. El método de las series históricas (que es el utilizado en este trabajo) es bueno, siempre que la serie sea suficientemente amplia y no se espere que en el futuro se produzcan cambios bruscos en el mercado de capitales.

Conocidas las esperanzas, varianzas y covarianzas de los rendimientos de los diferentes valores, un sencillo cálculo estadístico proporciona la esperanza y la varianza total de la cartera (E y V).

Una posible forma de generar carteras eficientes en el sentido de Markowitz es hallar las carteras de varianzas mínimas para diferentes valores del rendimiento medio. El problema se puede plantear en términos de un problema de máximos y mínimos condicionados de Langrange, de la siguiente forma:

$$\text{Min } \phi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} X_i X_j + \mu_1 \left[\sum_{j=1}^n E(R_j) X_j - E^* \right] + \mu_2 \left[\sum_{j=1}^n X_j - 1 \right]$$

Derivando esta función con respecto a X_j ($j = 1, 2, \dots, n$) a 1 y a 2 resulta un sistema de $n+2$ ecuaciones que se puede escribir matricialmente como:

$$\begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} & 1/2E(R_1) & 1/2 \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2n} & 1/2E(R_2) & 1/2 \\ & & \dots & & & \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_{nn} & 1/2E(R_n) & 1/2 \\ E(R_1) & E(R_2) & \dots & E(R_n) & 0 & 0 \\ 1 & 1 & & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \\ \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ E^* \\ 1 \end{bmatrix}$$

A X = B.

El conjunto de las carteras eficientes se genera ahora mediante la resolución de esta ecuación matricial.

4.- MODELO DE FARRAR:

Farrar supone que el inversor desea maximizar su utilidad, donde la esperanza de la utilidad viene expresada como la diferencia entre dos variables que son: la esperanza del rendimiento de su cartera y la varianza, que es el índice de riesgo. Su función objetivo es por tanto $\text{Max } \beta E - V$ donde β es un parámetro que fija el inversor de acuerdo con su aversión al riesgo.

Considerado al igual que el de Markowitz como un problema de máximos condicionados de Lagrange, se podría escribir matricialmente y resolver.

En el modelo de Markowitz el conjunto de carteras eficientes se genera dándole valores a la esperanza del rendimiento de la cartera, en el de Farrar se generaría dándole valores sucesivos al coeficiente de aversión al riesgo por parte del inversor.

5.- CARTERAS CUASIEFICIENTES:

Los modelos de Markowitz y de Farrar son los únicos que permiten generar carteras eficientes. Pero existen otros métodos que generan conjuntos de carteras cuasieicientes, entendiendo por carteras cuasieicientes aquellas que se encuentran muy próximas a la frontera de las carteras eficientes. Estos métodos sacrifican precisión a cambio de simplificar considerablemente los cálculos. Entre ellos el que ha alcanzado más popularidad es el modelo diagonal de Sharpe.

El modelo diagonal de Sharpe tiene como principal característica suponer que los rendimientos están correlacionados con un cierto índice I , que puede ser el P.N.B., un índice de precios, etc. Se ajusta entonces estadísticamente una recta de regresión, considerando como variable exógena el índice y como variable endógena los rendimientos.

Una vez efectuado el ajuste aplicaríamos el modelo de Markowitz, teniendo en cuenta que en este caso hemos reducido considerablemente el número de estimaciones a efectuar para poder escribir la expresión matricial del modelo de Markowitz, y que además dicha matriz sería diagonal, lo que nos permite mayor rapidez en los cálculos.

6.- TEORIA DE JUEGOS:

La selección de una cartera se puede acometer también por medio de un juego contra la naturaleza. Los elementos esenciales de este tipo de juegos son:

- a) Un centro decisor, que en nuestro caso es el inversor.
- b) Un conjunto de n puntos que corresponden a las posibles acciones o estrategias a elegir.
- c) Un conjunto de $n \times m$ puntos que nos dan los diversos resultados del juego según cual sea la estrategia que ha elegido el inversor y el estado que presente la naturaleza.

La solución del juego puede venir dada por una estrategia pura o una estrategia mixta, y el problema se puede resolver mediante una programación lineal de la forma:

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1 \qquad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq v, \qquad i = 1, 2, \dots, n$$

Seleccionamos entonces una cartera de valores utilizando tres criterios clásicos de la teoría de la decisión: World, Savage, Agrawal-Heady.

7.- DATOS OBJETO DEL ESTUDIO:

Para la realización del presente estudio, se han utilizado las cotizaciones en Bolsa del mes de febrero de 1992 de seis empresas inmobiliarias, obtenidos de un periódico diario de contenido económico. En la FIGURA 1, pueden observarse las tablas de rentabilidad en % calculadas a partir de las citadas cotizaciones, así como los valores medio, máximo y mínimo de la cartera compuesta por esas seis empresas, que como puede apreciarse al tratarse de valores diarios no sufren una gran variación; se incluye además un gráfico con la fluctuación del índice bursátil durante el periodo de tiempo considerado.

En la FIG. 2 encontramos a modo de ejemplo el estudio de ajuste al índice de dos de las empresas, vemos como la regresión es en ambos casos, según se desprende del coeficiente r^2 , pésima, causa por la cual no ha sido posible realizar la simplificación de diagonalización de Sharpe; lo cual por otro lado no es mayor problema, ya que el cálculo de las varianzas y covarianzas que nos ahorramos con ese modelo, no precisa hoy día gran cantidad de tiempo para su cálculo.

8.- MODELOS SIMULADOS:

Todos los cálculos que se describen a continuación se han realizado sobre un ordenador personal, con una hoja de cálculo, programada mediante macros incluidos en una librería creada al efecto; a modo de orientación podemos decir que el tiempo invertido en ejecutar uno de los modelos, desde el cálculo de la matriz de varianzas y covarianzas hasta determinar las carteras eficientes ha sido de 6.5" en un 486 a 33 MHz.

En las FIGS. 3 y 4, se muestran las ecuaciones matriciales de los modelos de Markowitz y Farrar respectivamente, de forma que haciendo variar la esperanza de los rendimientos en el primer caso, y la beta (o recíproco de la aversión al riesgo) en el segundo, se va resolviendo el sistema hasta que encuentra un valor que anula una de las variables, momento en que procede a su eliminación del mismo, y se determina para esa solución el valor de la esperanza y varianza de los rendimientos para la cartera reducida (X_6 y X_2 en las figuras citadas). El proceso continúa hasta que o bien no hay más "ceros" o quedan la mitad de las empresas iniciales, es decir, en este caso hasta tres X_i .

Disponemos en la FIG. 5, de los resultados obtenidos finalmente, que dan en ambos modelos la misma cartera eficiente (X_1, X_2 y X_4), aunque lógicamente con distinta participación porcentual y de las empresas; así como su esperanza, varianza y coeficiente de Pearson correspondiente. Vemos que Markowitz nos ha proporcionado una mayor E, pero a costa de un mayor riesgo, de esta forma elijeremos una u otra opción según los aventurados que queramos ser.

Se realiza además un gráfico Varianzas-Esperanzas en los dos modelos, donde puede observarse la situación de las carteras eficientes encontradas que estarían sobre la curva, entre esta y la línea se situarían las no eficientes, posicionándose las carteras imposibles en la zona situada sobre la curva, FIGS. 6 y 7.

A partir de la cartera eficiente seleccionada, pueden darse valores mayores de la esperanza variando los porcentajes de participación de los valores escogidos, ahora bien, siempre tratándose de una composición más arriesgada, que llega al límite al tomar solo una empresa; como puede observarse por ejemplo en la tabla de la FIG.8 relativa al modelo de Markowitz, con 24 carteras eficientes de riesgo creciente.

A continuación se utilizaron las matrices de la Teoría de Juegos con estrategias mixtas, para encontrar la cartera que se adapte mejor al inversor según su psicología, así la de Wald correspondería a uno pesimista, que elegiría por tanto la más conservadora; la matriz de Savage o de errores responde a un criterio más inconformista, y la de Agrawal-Heady o de aciertos para el caso de poseer un cierto inconformismo.

En la FIG. 9 se muestra un cuadro con el resultado resumen con las carteras no eficientes, obtenida al realizar la correspondiente programación lineal en los tres casos citados, introduciendo las inecuaciones como la que se muestra como ejemplo en la FIG. 11 para la matriz de Savage; que introducidas en un programa específico de P.L., nos proporcionan (FIG.12) el valor óptimo del parámetro, el de las variables correspondientes, la resolución del dual, e incluso la sensibilidad del modelo.

Hemos de aclarar, no obstante, que en el caso de Wald y de Agrawal, no fue posible encontrar la solución óptima, sino tan sola una intermedia. Puede constatarse en los resultados comparativos como efectivamente según el criterio de Savage obtenemos la esperanza mayor, pero en este caso penalizada con una varianza excesiva, al elegir empresas contrarias a Wald ($X_2 \neq 0$) de alto riesgo; con nuestros datos queda claro que el mejor criterio es el pesimista. Podemos apreciar gráficamente en la FIG. 10 donde se situarían dentro de las carteras no eficientes las obtenidas por la aplicación de la teoría de juegos.

9.- CONCLUSIONES:

Podemos por tanto deducir que resulta muy interesante disponer de una herramienta de programación que permita seleccionar las posibles carteras eficientes de entre un grupo de valores de bolsa, para que en función del riesgo que deseemos asumir, podamos optar finalmente por una composición de esperanza suficiente y riesgo adecuado; todo ello realizado en un tiempo bastante reducido en los asequibles ordenadores actuales, lo cual nos hace inclinarnos a optar por carteras eficientes y no aproximaciones a ellas.

10.- AMPLIACIONES:

Como posibles estudios complementarios, podemos sugerir principalmente las relacionadas con la selección previa de las empresas a aplicar estos modelos, mediante un análisis técnico del mercado bursátil.

BIBLIOGRAFIA:

DESBAZEILLE, G. (1972). Exercices et problèmes de recherche operationnelle. Edit Dunod

DURAN HERRERA, J.J. (1977). La diversificación como estrategia empresarial. Edit. Pirámide.

ROMERO, C. (1977). Modelos económicos en la empresa. Edit. Deusto.

SUAREZ SUAREZ, A.S. (1989) Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa. Edit. Pirámide.

WILLIAMS, H.P. (1979). Model Building in Mathemetical Programming. Edit. Wiley & Sons.

CARTERA DE BOLSA:

EMPRESAS INMOBILIARIAS

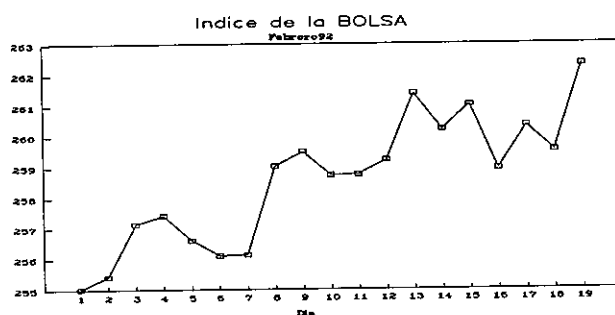
FEBRERO '92

RENTABILIDAD (R%)

DIA	E1	E2	E3	E4	E5	E6	Indice
1	-1,923	6,920	4,286	0,000	0,952	0,000	255,03
2	-0,178	-6,472	0,249	-0,270	14,780	-2,500	255,42
3	0,000	-27,405	3,106	0,542	-3,562	1,496	257,15
4	-1,429	42,993	1,205	-0,270	-2,557	0,842	257,42
5	0,543	0,000	0,595	0,000	3,207	-0,209	256,61
6	0,901	-0,333	0,355	0,000	5,367	-1,674	256,11
7	-0,536	0,000	4,717	0,000	5,362	0,000	256,14
8	-0,359	-0,334	-0,676	0,000	0,509	-0,426	259,04
9	0,901	0,000	-0,227	-0,541	-3,797	-0,427	259,51
10	-0,357	-0,671	0,227	-2,174	2,632	0,858	258,75
11	0,179	0,000	1,474	0,000	-1,538	0,000	258,77
12	0,716	-0,338	0,894	0,000	1,563	-1,277	259,24
13	1,243	0,000	-0,332	0,000	-0,769	-1,940	261,41
14	2,456	0,678	2,222	-8,333	-2,067	1,319	260,23
15	0,171	0,673	-0,217	3,030	-1,055	-0,434	261,04
16	5,641	0,334	0,871	0,000	1,067	1,961	258,95
17	-2,913	-0,333	-1,188	0,000	-3,958	-1,068	260,35
18	0,000	0,000	0,109	8,529	-0,824	0,648	259,54
19	-1,833	-3,010	2,620	2,981	-0,554	-3,219	262,34

MEDIAS=	0,170	0,669	1,068	0,184	0,777	-0,318
Emedia=	0,425		Emin:=	-0,3183	Emáx:=	1,068

FIGURA 1



E1	Resultado regresión	E2	Resultado regresión
Constante	-20,235	Constante	82,24
Error de estim. Y	1,86	Error de estim. Y	1,54
Coef. determinac.(r)	0,82%	Coef. determinac.(r)	16,05%
Tamaño de la muestra	19	Tamaño de la muestra	19
Grados de libertad	17	Grados de libertad	17
Coeficiente(s) X	0,08	Coeficiente(s) X	-0,31
Error coef. X	0,21	Error coef. X	0,17

FIGURA 2

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

MODELO DE MARKOWITZ

3,132	-3,461	-0,310	-1,331	0,475	0,949	0,085	0,50	B (E*)	0	X1=	0,
-3,461	141,670	-1,316	-2,008	-6,015	1,437	0,334	0,50		0	X2=	0,
-0,310	-1,316	2,540	-0,697	0,379	0,447	0,534	0,50		0	X3=	0,
-1,331	-2,008	-0,697	8,688	-0,330	-0,823	0,092	0,50		0	X4=	0,
0,475	-6,015	0,379	-0,330	18,165	-2,154	0,388	0,50		0	X5=	0,
0,949	1,437	0,447	-0,823	-2,154	1,805	-0,159	0,50		0	X6=	0,
0,170	0,669	1,068	0,184	0,777	-0,318	0	0		0,62	C1=	-0,
1	1	1	1	1	1	0	0		1	C2=	-0,
E*: E.MEDIA=					0,42	E.MAX=		1,07			

3,132	-3,461	-0,310	-1,331	0,475	0,085	0,500	0	X1=	0,
-3,461	141,670	-1,316	-2,008	-6,015	0,334	0,500	0	X2=	0,
-0,310	-1,316	2,540	-0,697	0,379	0,534	0,500	0	X3=	0,
-1,331	-2,008	-0,697	8,688	-0,330	0,092	0,500	0	X4=	0,
0,475	-6,015	0,379	-0,330	18,165	0,388	0,500	0	X5=	0,
0,170	0,669	1,068	0,184	0,777	0	0	0,625	C1=	-0,
1	1	1	1	1	0	0	1	C2=	-0,

FIGURA 3

MODELO DE FARRAR

3,132	-3,461	-0,310	-1,331	0,475	0,949	0,50	B (B)	-0,042	X1=	0,14
-3,461	141,670	-1,316	-2,008	-6,015	1,437	0,50		-0,167	X2=	0,00
-0,310	-1,316	2,540	-0,697	0,379	0,447	0,50		-0,267	X3=	0,13
-1,331	-2,008	-0,697	8,688	-0,330	-0,823	0,50		-0,046	X4=	0,16
0,475	-6,015	0,379	-0,330	18,165	-2,154	0,50		-0,194	X5=	0,08
0,949	1,437	0,447	-0,823	-2,154	1,805	0,50		0,080	X6=	0,48
1	1	1	1	1	1	0		1	C1=	-1,37
B: Binicial= -0,50 Bfinal= 7,00										

3,132	-0,310	-1,331	0,475	0,949	0,500	-0,04	X1=	0,14
-0,310	2,540	-0,697	0,379	0,447	0,500	-0,27	X3=	0,13
-1,331	-0,697	8,688	-0,330	-0,823	0,500	-0,05	X4=	0,16
0,475	0,379	-0,330	18,165	-2,154	0,500	-0,19	X5=	0,08
0,949	0,447	-0,823	-2,154	1,805	0,500	0,08	X6=	0,48
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	1,00	C1=	-1,37

FIGURA 4

**RESULTADOS COMPARATIVOS
MARKOWITZ FARRAR**

X1 (%)	18,08	33,65
X2 (%)	0	0
X3 (%)	70,12	48,51
X4 (%)	11,70	17,83
X5 (%)	0	0
X6 (%)	0	0
E*	0,80	0,61
V*	1,22	0,85
C.P.	0,66	0,72

FIGURA 5

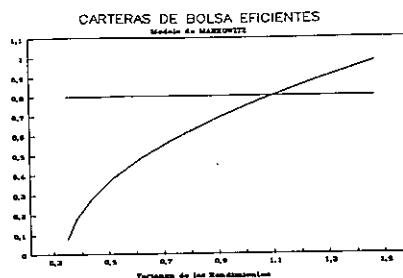
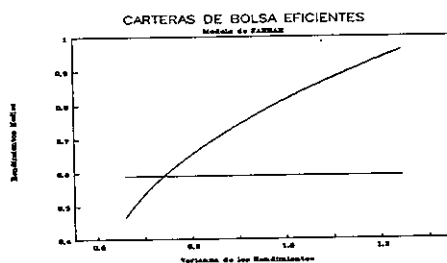


FIGURA 6

FIGURA 7


CARTERAS EFICIENTES (Modelo Markowitz)

N	E*	V*	X1	X3	X4
1	0,80	1,23	0,18	0,70	0,11
2	0,81	1,26	0,18	0,72	0,11
3	0,82	1,30	0,17	0,73	0,11
4	0,83	1,33	0,16	0,74	0,10
5	0,84	1,37	0,15	0,75	0,10
6	0,85	1,41	0,14	0,76	0,10
7	0,86	1,45	0,14	0,77	0,09
8	0,87	1,49	0,13	0,78	0,09
9	0,88	1,53	0,12	0,79	0,09
10	0,89	1,57	0,11	0,81	0,08
11	0,90	1,62	0,10	0,82	0,08
12	0,91	1,66	0,09	0,83	0,08
13	0,92	1,71	0,09	0,84	0,07
14	0,93	1,76	0,08	0,85	0,07
15	0,94	1,81	0,07	0,86	0,07
16	0,95	1,86	0,06	0,87	0,07
17	0,96	1,91	0,05	0,88	0,06
18	0,97	1,97	0,05	0,90	0,06
19	0,98	2,02	0,04	0,91	0,06
20	0,99	2,08	0,03	0,92	0,05
21	1,00	2,13	0,02	0,93	0,05
22	1,01	2,19	0,01	0,94	0,05
23	1,02	2,25	0,01	0,95	0,04
24	1,03	2,31	0,00	0,96	0,04

FIGURA 8

RESULTADOS COMPARATIVOS M.JUEGOS

	WALD	SAVAG	AGRAWAL
X1 (%)	16,96	0	10,84
X2 (%)	0	57,65	0
X3 (%)	64,61	38,50	0
X4 (%)	11,59	0,00	52,83
X5 (%)	6,36	3,85	36,33
X6 (%)	0	0	0
E*	0,80	0,84	0,40
V*	1,15	46,64	4,62
C.P.	0,70	0,02	0,09

FIGURA 9

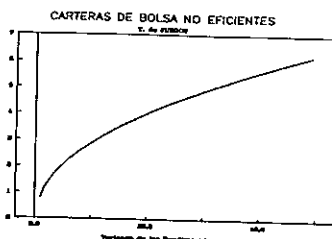


FIGURA 10

P.L. DE LA MATRIZ DE SAVAGE

MIN H
SUBJECT TO
1) - H + 8.84 X1 + 2.63 X3 + 6.92 X4 + 5.97 X5 + 6.92 X6 ≤ 1
2) - H + 14.96 X1 + 14.53 X3 + 15.05 X4 + 17.28 X6 + 21.25 X2 ≤ 1
3) - H + 3.11 X1 + 2.56 X4 + 6.67 X5 + 1.61 X6 + 30.51 X2 ≤ 1
4) - H + 44.42 X1 + 41.79 X3 + 43.26 X4 + 45.55 X5 + 42.15 X6 ≤ 1
5) - H + 2.66 X1 + 2.61 X3 + 3.21 X4 + 3.42 X6 + 3.21 X2 ≤ 1
6) - H + 4.47 X1 + 5.01 X3 + 5.37 X4 + 7.04 X6 + 5.7 X2 ≤ 1
7) - H + 5.9 X1 + 0.64 X3 + 5.36 X4 + 5.36 X6 + 5.36 X2 ≤ 1
8) - H + 0.87 X1 + 1.18 X3 + 0.51 X4 + 0.93 X6 + 0.84 X2 ≤ 1
9) - H + 1.13 X3 + 1.44 X4 + 4.7 X5 + 1.33 X6 + 0.9 X2 ≤ 1
10) - H + 2.99 X1 + 2.4 X3 + 4.81 X4 + 1.77 X6 + 3.3 X2 ≤ 1
11) - H + 1.29 X1 + 1.47 X4 + 3.07 X5 + 1.47 X6 + 1.47 X2 ≤ 1
12) - H + 0.85 X1 + 0.67 X3 + 1.56 X4 + 2.84 X6 + 1.9 X2 ≤ 1
13) - H + 1.58 X3 + 1.24 X4 + 2.01 X5 + 3.18 X6 + 1.24 X2 ≤ 1
14) - H + 0.23 X3 + 10.79 X4 + 4.52 X5 + 1.14 X6 + 1.78 X2 ≤ 1
15) - H + 2.86 X1 + 3.25 X3 + 4.09 X5 + 3.46 X6 + 2.36 X2 ≤ 1
16) - H + 4.77 X3 + 5.64 X4 + 4.57 X5 + 3.68 X6 + 5.31 X2 ≤ 1
17) - H + 2.91 X1 + 1.19 X3 + 3.96 X5 + 1.07 X6 + 0.33 X2 ≤ 1
18) - H + 8.53 X1 + 8.42 X3 + 9.35 X5 + 7.88 X6 + 8.53 X2 ≤ 1
19) - H + 4.81 X1 + 0.36 X3 + 3.54 X5 + 6.2 X6 + 5.99 X2 ≤ 1
20) X1 + X3 + X4 + X5 + X6 + X2 = 1
21) X1 ≥ 0
22) X2 ≥ 0
23) X3 ≥ 0
24) X4 ≥ 0
25) X5 ≥ 0
26) X6 ≥ 0

FIGURA 11

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
H	16.844510	0
X1	0	2.229410
X3	0.385049	0
X4	0	1.648016
X5	0.038492	0
X6	0	1.499565
X2	0.576459	0

FIGURA 12

ANALISIS DE DATOS II

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Federico Palacios González

APLICACION DE REDES NEURONALES A LA PREDICCION DE VENTAS ANTE SITUACIONES FLUCTUANTES DE LOS PRECIOS

T. GALACHE^a, Francisco J. VICO^b y Alfonso GONZALEZ PAREJA^a

^a Facultad de Ciencias Económicas. Dpto. Economía Aplicada (Matemáticas). Universidad de Málaga. Plaza El Ejido s/n, 29013 Málaga. Tlf: (95) 2131177.

^b E.T.S.I. de Telecomunicación, Dpto. Tecnología Electrónica. Universidad de Málaga. Plaza El Ejido s/n, 29013 Málaga. Tlf: (95) 2131352; Fax: (95) 2264270; Email: fjvico@ctima.uma.es

RESUMEN

En la actualidad es creciente la tendencia al uso de técnicas de redes neuronales artificiales para la predicción en Economía. En el presente trabajo presentamos una red neuronal que realiza la predicción de ventas de gasolina 97 en presencia de cambios en los precios del combustible. Frente a modelos matemáticos rígidos, destaca la flexibilidad de esta técnica para adaptarse a cambios en los parámetros que definen el problema, tales como los niveles de consumo, el tipo de combustible analizado y el comportamiento estacional de las series temporales.

1. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente hace 10 años resurgió el interés por las redes neuronales. Fundamentalmente, la filosofía que se esconde detrás de las redes neuronales es una nueva aproximación al procesamiento de la información. Es la primera alternativa viable a los ordenadores programados secuencialmente. Para resolver un problema con esta filosofía de procesamiento secuencial debe ser desarrollado y codificado un algoritmo, procedimiento o conjunto de reglas. Aunque los ordenadores programados así han demostrado tener una gran eficiencia en un buen número de tareas, el sistema resultante puede ser sólo tan bueno como lo sea el algoritmo en el cual esté basado. En muchas ocasiones, no es posible desarrollar el algoritmo o conjunto de reglas que resuelven un problema de una forma óptima. Por otro lado, el coste de los medios y el tiempo necesario para desarrollar e implementar un algoritmo puede ser prohibitivo. Mientras tanto, las redes neuronales ofrecen distintas ventajas, que luego comentaremos, para las aplicaciones donde haya poco o no exista conocimiento de cómo desarrollar el algoritmo.

Las redes neuronales son un intento de comprender cómo funcionan los sistema

nerviosos, para simularlo en un nuevo tipo de ordenador, con la esperanza de captar algunas de las propiedades de este poderoso sistema biológico. Las redes neuronales artificiales están formadas por unos elementos de procesamiento (EP, el equivalente a la neurona); éstos se organizan en capas, y los EP's de una capa están conectados con los de otras capas. La efectividad de esas conexiones pueden cambiar, y de hecho cambian (aprendizaje), como respuesta al estímulo de las entradas a cada EP y al tipo de función de transferencia usada por los EP's [SIMPSON, 1990].

Respecto a las ventajas, en primer lugar, a diferencia de los ordenadores actuales, que son secuenciales, las redes neuronales procesan la información en paralelo. Esto quiere decir que la información se almacena en el ordenador convencional, colocando una copia estática del conocimiento en una localización direccionada de la memoria, o sea, nueva información destruye a información antigua. Por lo contrario, debido al funcionamiento de las conexiones entre los EP's en la red neuronal, la información se almacena en estas interconexiones. Además, la nueva información se añade a la red, es decir, ésta aprende ajustando la efectividad (mediante pesos o ponderaciones) de dichas interconexiones. Por consiguiente, el conocimiento en una red neuronal es adaptable, mientras que en un ordenador convencional es estrictamente sustituible.

Otra interesante ventaja que aportan las redes neuronales es que su memoria está distribuida. Los pesos de las conexiones son las unidades de memoria de una red. Por eso, la información no se contiene sólo en un sitio, sino que se distribuye a través de todo el sistema. Esto hace que las redes neuronales, en lugar de ser programadas, necesitan ser entrenadas, lo cual significa que hay que presentarle a la red muchos ejemplos para que ésta se vaya ajustando a sí misma mediante alguna regla de aprendizaje. Esta distribución de la información hace que la red neuronal, a diferencia del procesado secuencial, sea altamente tolerante a fallos del sistema (pérdida parcial de la información).

Entre los múltiples campos donde actualmente se están aplicando las redes neuronales caben destacar: reconocimiento del habla, robótica y automatización, reconocimiento y clasificación de patrones, optimización de algoritmos, análisis financiero y predicción [ZIMMERMANN, 1990].

Estos dos últimos están directamente relacionados con la Economía Aplicada. Precisamente otro de los elementos clave de los modelos de redes neuronales es su capacidad para captar y aprender complejas relaciones no lineales existentes en las entradas (o inputs) presentadas a la red [PRIESTLEY, 1990]. Y ésto es particularmente interesante para un economista, ya que tanto en el área de la Optimización Matemática como en el de la Econometría, en la mayoría de las ocasiones buscamos la solución a nuestro problema construyendo modelos lineales o que puedan ser aproximados mediante sistemas lineales, dada la dificultad de encontrar buenas soluciones con modelos no lineales que, a su vez, suelen ser los que mejor representan los problemas del mundo real. Así, en definitiva, lo que hace una red es dar una aproximación a una solución de una ecuación diferencial. Y todo esto puede resultar de interés para la predicción, área en la que hemos aplicado un modelo de red neuronal.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En general, los métodos estadísticos utilizados para predecir necesitan de una forma funcional específica que es elegida para representar los datos que van a ser analizados. El éxito de los métodos predictivos dependen del conocimiento, de antemano, de las características que serán encontradas, así como de la elección de las funciones que proporcionarán el mejor ajuste para los datos.

Una de las ventajas que presenta la red es que puede aprender con éxito las características presentes en los datos, aunque la red no conoce con antelación qué características se esperan. El objetivo que pretendemos resolver con nuestro modelo es predecir la variación en las ventas de gasolina 97 ante cambios en los precios.

El tipo de información que utilizamos es la propia evolución del fenómeno objeto de estudio en períodos anteriores, es decir, la información básica es la propia información histórica, la serie temporal univariante [OTERO, 1989] de las ventas de gasolina 97, expresada en litros, de una empresa de servicios ubicada en la ciudad de Málaga, tomando como datos de trabajo la evolución observada en las ventas durante el año 1991.

Ciertamente, en un principio no se trata de predecir con exactitud los litros de combustible que serán vendidos en un día concreto, sino que pretendemos proporcionar un instrumento al empresario para mejorar su información sobre el futuro. Y esto puede resultar de gran interés en el mercado de la venta de combustible. Con el ingreso de España en la Comunidad Económica Europea desapareció el monopolio existente hasta entonces. En la actualidad nos encontramos en un período transitorio donde el Gobierno fija quincenalmente un precio máximo para todos los combustibles; hasta ahora todas las Compañías, ya sean nacionales o extranjeras, han llegado al acuerdo de poner ese precio máximo. A medio plazo terminará este período transitorio, tras el cual se establecerá una liberalización de precios, convirtiéndose así la venta de combustible en un libre mercado regido por la ley de la competencia. Por consiguiente, creemos que la aplicación que hemos desarrollado puede ser importante para *afinar* en el análisis de la sensibilidad de la demanda ante cambios en los precios.

El primer paso para resolver un problema usando una red neuronal es ver si éste se adapta a alguno de los paradigmas existentes de redes neuronales. El término paradigma es usado para denotar la descripción matemática formal de un tipo particular de red neuronal. Nosotros hemos elegido el "*back propagation*", ya que este paradigma aprende o capta muy bien el comportamiento subyacente que genera una serie temporal.

El segundo paso es verificar que los datos de trabajo, o patrones de entrada-salida, pueden realmente ser obtenidos o generados, es decir, que el componente aleatorio no es excesivo en estos datos. Una vez dados estos dos pasos previos, la red neuronal puede ser preparada y probada para verificar que resuelve el problema. De lo anterior se deduce que el preprocesado de los datos es decisivo para conseguir que la red neuronal converja hacia una solución del problema.

3. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Dado que la información relativa a la venta de gasolina presenta oscilaciones periódicas semanales (comportamiento estacional de la serie) y éstas no son en absoluto relevantes para la predicción que nos ocupa, en lugar de añadir la información necesaria para su tratamiento hemos preferido realizar un preproceso de la información que elimine tales oscilaciones, con lo cual la red podrá ignorar por completo las variaciones que no tengan relación alguna con los cambios de precio en la gasolina. En tanto que el sistema propuesto no pretende en modo alguno predecir con exactitud las ventas de gasolina para un día dado, sino más bien la estimación de la variación en las ventas, el resultado del preproceso deja la información entrante en un valor 0 para cualquier día suficientemente alejado de un cambio de precio, mientras que los días próximos al cambio reflejan la tendencia a aumentar (signo positivo) o disminuir (signo negativo) las ventas respecto a la media del total de un conjunto de datos anteriores a cada cambio de precio.

En un principio, los problemas planteados para el diseño de una red neuronal que resuelva un problema dado son el formato de las entradas (cómo se presentará la información a la red), el formato de la salida (cómo interpretar la respuesta de la red) y el paradigma que se va a utilizar. En nuestro caso, la *información de entrada* a la red consistirá en un patrón con la información relativa a una ventana temporal que refleje parte del pasado (historia del sistema), parte del futuro y el presente en el que se realizará la predicción. Es evidente que las necesidades de consumo de gasolina de cada individuo (y por tanto de la población a estudio) dependerán de las reservas actuales y de la información referente a posibles cambios de precio en el futuro. Respecto a la *salida* de la red ésta será la predicción de la variación de las ventas en un día dado.

El paradigma elegido para la realización de este problema es el de "*back propagation*". Este modelo realiza un aprendizaje supervisado, por lo que necesita para cada entrada la salida esperada para hacer una estimación del error producido (evaluado como la diferencia entre la salida actual de la red y la deseada). En nuestro caso, para cada ventana temporal de entrada será necesaria la estimación de la salida en el día presente. La red neuronal da una salida para la entrada presentada y propaga hacia atrás el error producido en la salida, de forma que cada unidad de proceso (neurona) ajuste sus pesos para intentar corregir ese error. De este modo, tras la presentación de una muestra controlada de datos (pares de entrada-salida) suficientemente significativa para que la red pueda generalizar, tendremos una red neuronal capaz de predecir la variación de las ventas en las proximidades de un cambio de precio.

En cuanto a la arquitectura de la red neuronal, el paradigma de "*back propagation*" impone el modo de aprendizaje, pero no concreta nada respecto a las capas que la forman y a sus conexiones. En nuestra aplicación hemos utilizado una red con la siguiente estructura:

- Primera capa de entrada con 7 neuronas, representando 3 de ellas los 3 días anteriores al cambio de precio, otras 3 los 3 días posteriores en los que ya se sabe que se va a dar tal cambio, y la central representa al día en cuestión. Además, dicha información será escalada, dando una relevancia mayor cuanto más próximo se esté del día del cambio, puesto que éste influirá más

en el comportamiento de los consumidores.

- Una capa intermedia con 4 neuronas que realizará la extracción de características de la información de entrada [ROHWER, 1990].

- Una capa de salida con una única neurona que dará la salida del sistema, es decir, la predicción de la variación en las ventas.

Esta arquitectura de red está gráficamente expuesta en la figura 1.

No existe una metodología de trabajo para la definición de la arquitectura de una red, por lo que el único método de trabajo es el ensayo con diversas estructuras hasta encontrar la que mejor funciona. En nuestro caso se evaluaron arquitecturas alternativas que no mejoraron la anteriormente expuesta.

Una vez definida la estructura de la red y el paradigma, sólo restaba presentar los patrones de entrenamiento para evaluar las salidas y ajustar los parámetros de aprendizaje. Cada paradigma de redes neuronales suele presentar unos parámetros distintos para regular su aprendizaje. La red "back propagation" tiene 2 parámetros importantes: la constante de aprendizaje y el momentum. La constante de aprendizaje regula con qué amplitud se producirán los cambios de los pesos en las neuronas, es decir, qué importancia se dará a los cambios introducidos al intentar ajustar un error producido en la salida. Si el valor de esta constante durante el aprendizaje es alto la red puede oscilar entre valores muy dispares sin que converja a unos valores concretos, en tanto que si esta constante es excesivamente pequeña el aprendizaje puede ser excesivamente lento para la aplicación con lo que la cantidad de datos de que habría que disponer para el aprendizaje podría dispararse. Es necesario tomar una decisión en la elección del valor de esta constante, pero el segundo parámetro, el momentum, ayuda a tal elección en tanto que contrarresta sus efectos negativos; así, en nuestra aplicación hemos optado por un aprendizaje lento (constante de aprendizaje baja) y un momentum alto que permita una convergencia de la red en un tiempo razonable.

Otro aspecto relevante en el aprendizaje de la red es el conjunto inicial de valores que tienen los pesos. Normalmente se suele realizar una inicialización de estos pesos con valores aleatorios y bajos (entre 0 y 0.001 en nuestra aplicación), con la finalidad de que la red dé unas salidas concretas al principio del aprendizaje. Dado que determinados conjuntos de pesos iniciales hacían que la red no convergiera hacia una solución, se probaron distintas inicializaciones válidas, obteniendo para cada una de ellas un rendimiento similar.

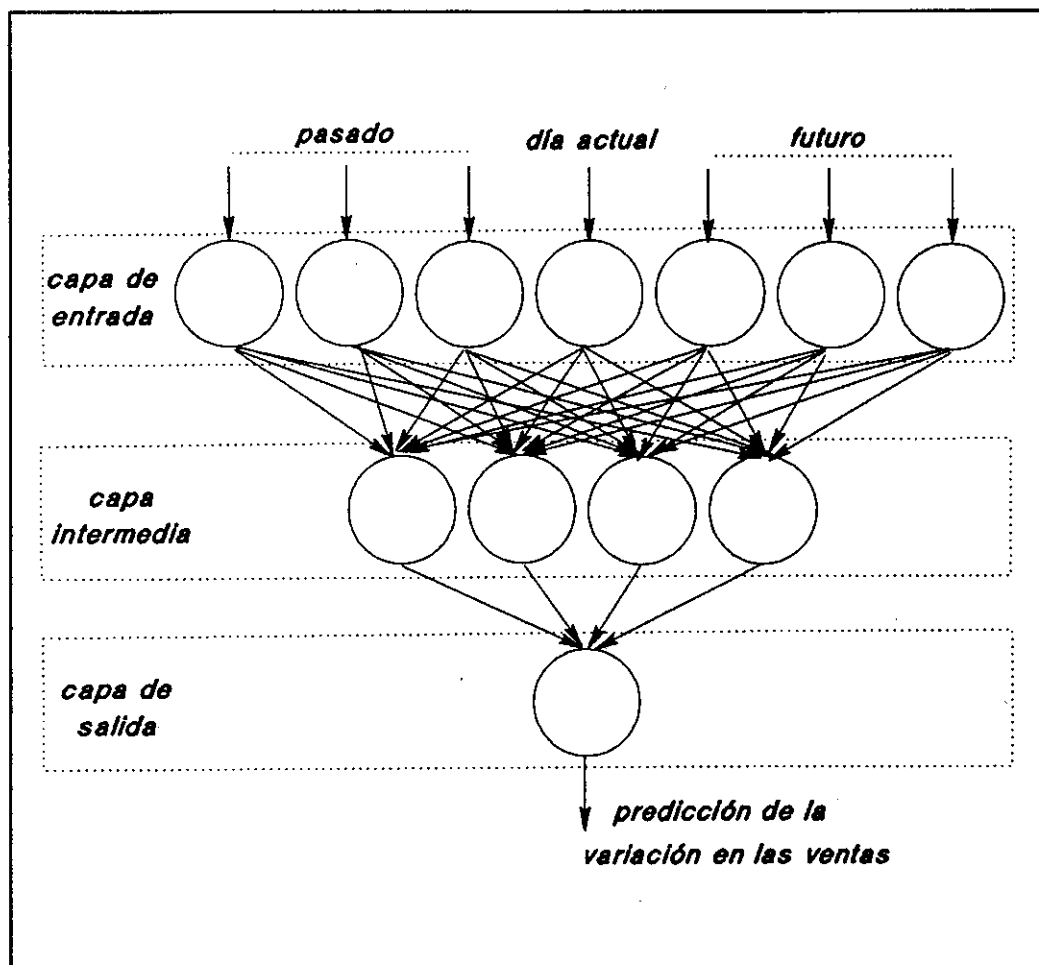


Figura 1: distribución de las capas y conexiones en la arquitectura de red propuesta.

4. SIMULACIÓN Y RESULTADOS

La aplicación fué desarrollada sobre una estación de trabajo SUN4 y haciendo uso de un paquete de simulación de "back propagation" desarrollado en lenguaje C. La información contenida en una base de datos fué preprocesada por otro programa con lo que se obtuvieron finalmente los ficheros de entrada y salida de la red. A continuación la red fué entrenada con tales patrones ajustándose diversos parámetros referentes al aprendizaje de la red y al tipo de preprocesamiento, con lo que finalmente se obtuvo un conjunto de pesos que realizaban una predicción dentro de los márgenes de error aceptables.

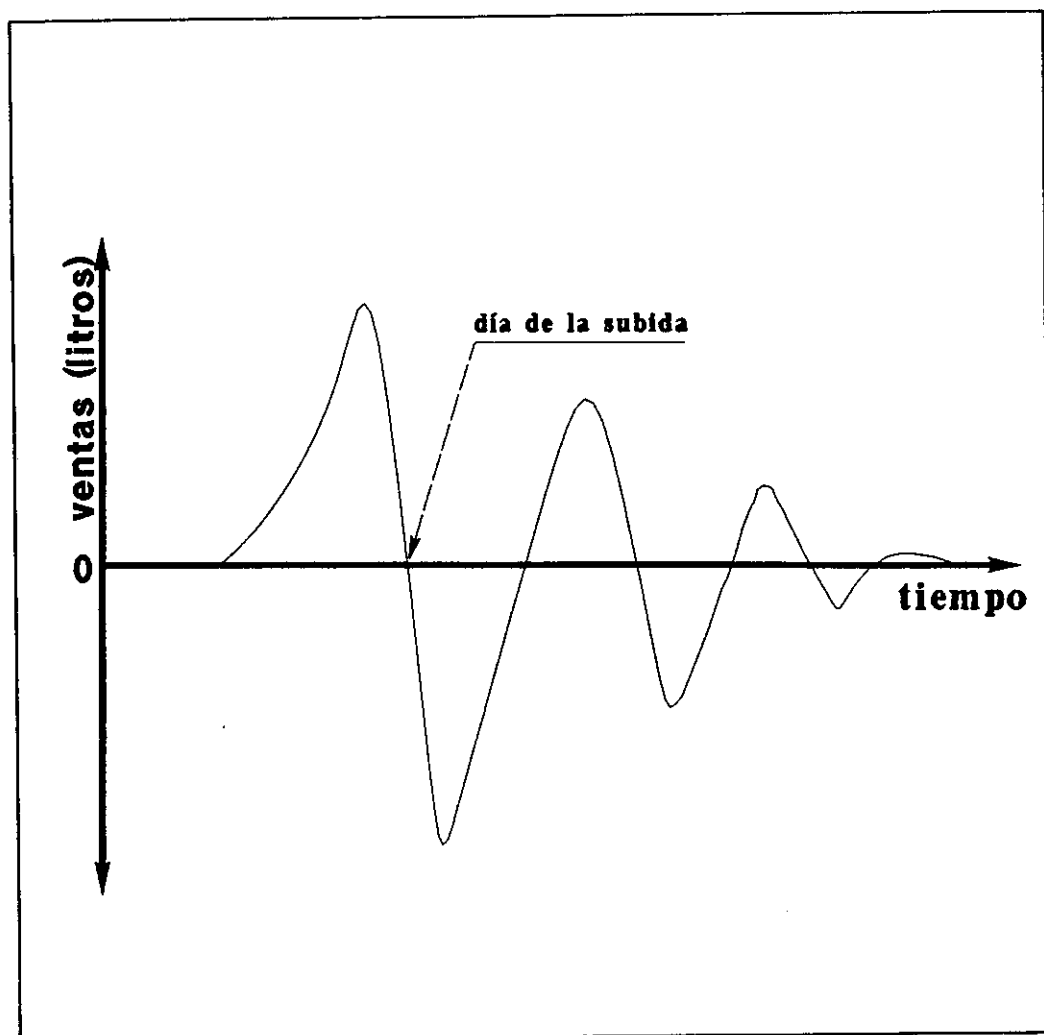


Figura 2: Variaciones en las ventas de combustible en las proximidades de una subida del precio.

El tiempo de aprendizaje sobre un fichero de un año fue de unos segundos y la evaluación para un día concreto es inmediata.

Como se puede observar en la figura 2, la gasolina, a pesar de ser un bien con demanda inelástica, se aprecia en ésta una sensibilidad notable en los días cercanos a un cambio de precio.

Así, los consumidores, ante el anuncio de una subida de precio, al acercarse el día del cambio, aumentan el consumo, y posteriormente sufre unas oscilaciones hasta situarse en unos niveles de consumo análogos a los que había antes de anunciarse el cambio. Para una bajada de precio, el efecto observado en la curva es el contrario.

Es interesante constatar que los cambios de precio estudiados son pequeños, y además en un mercado donde actualmente no hay libre competencia, puesto que los precios son los mismos para todos los oferentes. Por consiguiente, los resultados obtenidos muestran que la incidencia en la demanda es pequeña. Ahora bien, ante la cercana liberalización de precios, la situación puede cambiar, y sería interesante estudiar mediante una red neuronal la evolución de la demanda en este mercado ante previsibles cambios más significativos de precios y el establecimiento de precios distintos por parte de las Compañías.

Otra conclusión a destacar es la capacidad de aprendizaje de la red que, con solo 12 patrones de cambios de precio, ha sido capaz de predecir con total exactitud la tendencia de la variación en las ventas.

Por último, hemos optado por eliminar en la fase de preproceso la componente estacional de la serie, sin embargo, estas fluctuaciones periódicas podrían haber sido también predichas por la red de haberse añadido a la información de entrada el día de la semana correspondiente.

5. LÍNEAS FUTURAS

En la actualidad nuestro trabajo se centra en modificar el diseño de esta red neuronal para la predicción exacta de las ventas, lo cual introducirá variaciones en el preprocesado de la información de entrada, así como en la arquitectura de la red. Por otro lado, el tamaño de la muestra de patrones de entrenamiento habrá de ser mayor y, dada la naturaleza de los datos, será necesario ampliar la entrada de la red introduciendo información referente al día de la semana para considerar las variaciones estacionales [VARFIS and VERSINO, 1990].

BIBLIOGRAFÍA

OTERO, J. M. (1989). *Modelos econométricos y predicción de series temporales*. Ed. AC.

PRIESTLEY, M. B. (1990). *Non-linear time series analysis: overview*". Proceedings de "Neural Networks for Statistical & Economic Data". Munotec System Ltd., Dublin.

ROHWER, R. (1990). *Neural networks for time-varying data*. Proceedings de "Neural Networks for Statistical & Economic Data". Munotec System Ltd., Dublin.

SIMPSON, P. K. (1990). *Artifitial Neural System*. Pergamon Press, Inc.

VARFIS, A. and VERSINO, C. (1990). *Neural networks for economic time series forecasting*. Proceedings de "Neural Networks for Statistical & Economic Data". Munotec System Ltd., Dublin.

ZIMMERMANN, H. G. (1990). *Neural network features in economics*. Proceedings de "Neural Networks for Statistical & Economic Data". Munotec System Ltd., Dublin.

PREDICCIÓN MULTIVARIANTE Y MULTIPERÍODO MEDIANTE UNA RED NEURONAL: ESTUDIO DE UN CASO¹

José M. OTERO y Francisco TRUJILLO
Universidad de Málaga

Abstract. En este trabajo se utiliza una red neuronal artificial para predecir la tasa de actividad femenina en Andalucía en función de la tasa de ocupación (efecto ánimo-desánimo). El aspecto novedoso de este trabajo en relación a otro anterior de los mismos autores -Otero y Trujillo (1991)- es que la red se ha diseñado de modo que en lugar de proporcionar predicciones a un horizonte temporal de un trimestre lo hace a un año. Cuando se comparan dichas predicciones con las correspondientes a un modelo econométrico y a un modelo ARIMA, los mejores resultados globales se obtienen mediante la red neuronal.

Palabras clave: Redes neuronales, predicción, tasa de actividad.

1. INTRODUCCIÓN.

Las redes neuronales artificiales se vienen utilizando como instrumento de predicción desde que Lapedes y Farber (1987) pusieron de manifiesto en un estudio empírico que las redes neuronales se pueden utilizar para modelizar series temporales *no lineales*. Trabajos posteriores se han centrado en la comparación entre la capacidad predictiva de una red neuronal y la que proporcionan modelos de series temporales que suponen que la serie real vine generada por un proceso *lineal*. Este es el caso de Varfis y Verfino (1990 a) y Sharda y Patil (1990), que utilizan redes neuronales para la predicción *univariante* de series económicas reales y comparan la capacidad predictiva de este procedimiento con la que proporcionan los modelos ARIMA utilizando la bien establecida metodología de Box-Jenkins. Las conclusiones de ambos trabajos son similares: las redes neuronales funcionan tan bien como los modelos ARIMA en la predicción *univariante*. Las ventajas que a menudo se atribuyen a las redes neuronales es que requieren conocimientos estadísticos más elementales y no exigen tratamientos previos de datos; así, por ejemplo, la red puede incorporar la estacionalidad automáticamente, -Sharda y Patil (1990)-. Entre los inconvenientes destaca la dificultad que existe en el estado actual de la investigación para llevar a cabo una estrategia en el proceso de diseño de la red y en la verificación de los resultados (evitando, por ejemplo, problemas de sobreajustes).

Los modelos de redes neuronales se están comenzando a aplicar en la modelización económica *multivariante* con fines predictivos como alternativa a los modelos más tradicionales de tipo econométrico y modelos ARIMA - Canu *et al* (1990) y Windsor y Harker (1990)- con

resultados satisfactorios. El proceso de modelización tradicional se sustituye ahora por el del diseño de la arquitectura de la red, lo que cambia la forma de concebir los problemas complejos. Sus ventajas potenciales en este campo son diversas, destacando su capacidad adaptativa y su aptitud para integrar en un solo sistema diversos factores (v.g. demográfico, atmosférico, etc.). Escasean los trabajos que comparen la capacidad predictiva de las redes con los modelos alternativos. En un trabajo previo -Otero y Trujillo (1991)- comparamos las predicciones ex ante obtenidas mediante una red neuronal con las proporcionadas por un modelo econométrico y por un modelo ARIMA multivariante con resultados ventajosos para la red neuronal. En ese trabajo diseñamos una red para llevar a cabo predicciones a horizonte temporal de un trimestre. La conclusión entonces fue que las mejores predicciones se obtienen mediante la red neuronal

En el presente estudio nos proponemos ampliar el alcance de los resultados del trabajo precedente, de manera que el horizonte de predicción sea superior a un período muestral. A diferencia de lo que ocurre con los modelos ARIMA y los modelos econométricos, la arquitectura de la red depende del horizonte temporal de la predicción. Como se ve a continuación el diseño es bastante más complejo a medida que crece el horizonte temporal de la predicción. El caso que abordamos es el de la predicción a cuatro períodos (un año partiendo de datos trimestrales).

Como en nuestro trabajo anterior, la aplicación se centra en la predicción de la tasa de actividad femenina en Andalucía, variable a la que es muy sensible el paro regional. El paro sigue siendo el principal problema socioeconómico de la Comunidad Autónoma andaluza por la importancia de su magnitud tanto absoluta como relativa.

2.DATOS Y MODELOS

Los datos proceden de la Encuesta de Población Activa del Instituto Nacional de Estadística. La tasa de actividad femenina es el cociente entre la población activa femenina y la población femenina potencialmente activa (número de mujeres mayores de 16 años). Para explicar el comportamiento de esta variable se utiliza la tasa de ocupación, definida como el cociente entre la población ocupada (masculina y femenina) y la población mayor de 16 años. Los datos se extienden al período comprendido entre 1976, tercer trimestre, y 1990, cuarto trimestre, en total 58 conjuntos de observaciones.

Para cada modelo se han obtenido dos conjuntos de predicciones, cada una de ellas con horizonte temporal de cuatro trimestres. El primer conjunto de predicciones se extiende al año 1989 y el segundo a 1990. Las predicciones se comparan luego con los valores reales a fin de valorar la capacidad predictiva de los modelos.

2.1. Modelo ARIMA.

El modelo de función de transferencia estimado en este estudio utiliza la tasa de ocupación, TOCU, como input, siendo el output la tasa de actividad de la mujer, TAM.

Tras el proceso habitual de identificación y diagnóstico, se ha elegido como especificación más adecuada la siguiente:

$$\nabla \nabla_4 \text{TAM}_t = w_0 \nabla \nabla_4 \text{W87} + c_0 \nabla \nabla_4 \text{TOCUC}_t + (1 - \theta B)(1 - \Theta B^4) u_t.$$

Donde ∇ denota una diferencia regular y ∇_4 una diferencia estacional.

Debido a un cambio en la EPA respecto a la consideración del empleo comunitario, producido en el primer trimestre de 1984, se ha procedido a la corrección del input mediante un análisis de intervención. Denominamos TOCUC a la variable corregida, que se ha modelizado mediante un $\text{AR}(1) \times \text{AR}(1)_4$, previamente se ha tomado una diferencia regular y otra estacional.

La variable ficticia W87 obedece a un cambio en la definición de los ocupados de la EPA a partir del segundo trimestre de 1987.

2.2. Modelo Econométrico.

El modelo econométrico que se ha usado en este trabajo es el mismo que aparece especificado en Otero y Trujillo (1991). En aras a la brevedad aquí omitimos el proceso de especificación y nos limitamos a mostrar la ecuación dinámica finalmente utilizada para la estimación, escrita en forma de modelo de corrección de error:

$$\begin{aligned} \Delta y_t = & \alpha_0 - \alpha_2 \Delta y_{t-1} + \beta_0 \Delta \text{TOCU}_t - \beta_2 \Delta \text{TOCU}_{t-1} \\ & + (\alpha_1 + \alpha_2 - 1) \left[y_{t-1} - \frac{\gamma_0}{(1 - \alpha_1 + \alpha_2)} (T - 1) - \frac{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}{(1 - \alpha_1 - \alpha_2)} \text{TOCU}_{t-1} \right] + v_t, \end{aligned}$$

en donde y se define mediante

$$y = -\ln(\text{TAM}^{-1} - 1)$$

El proceso de verificación y estimación de este modelo aparece descrito en el mencionado trabajo.

Al igual que en el caso del modelo ARIMA, se han tenido en cuenta los cambios de definición de la EPA en 1984 y 1989.

2.3. Red neuronal.

La arquitectura de la red utilizada para el presente estudio es relativamente simple, a pesar de lo cual consta de veintiocho elementos de proceso dispuestos en tres capas, véase a este respecto la Figura 1.

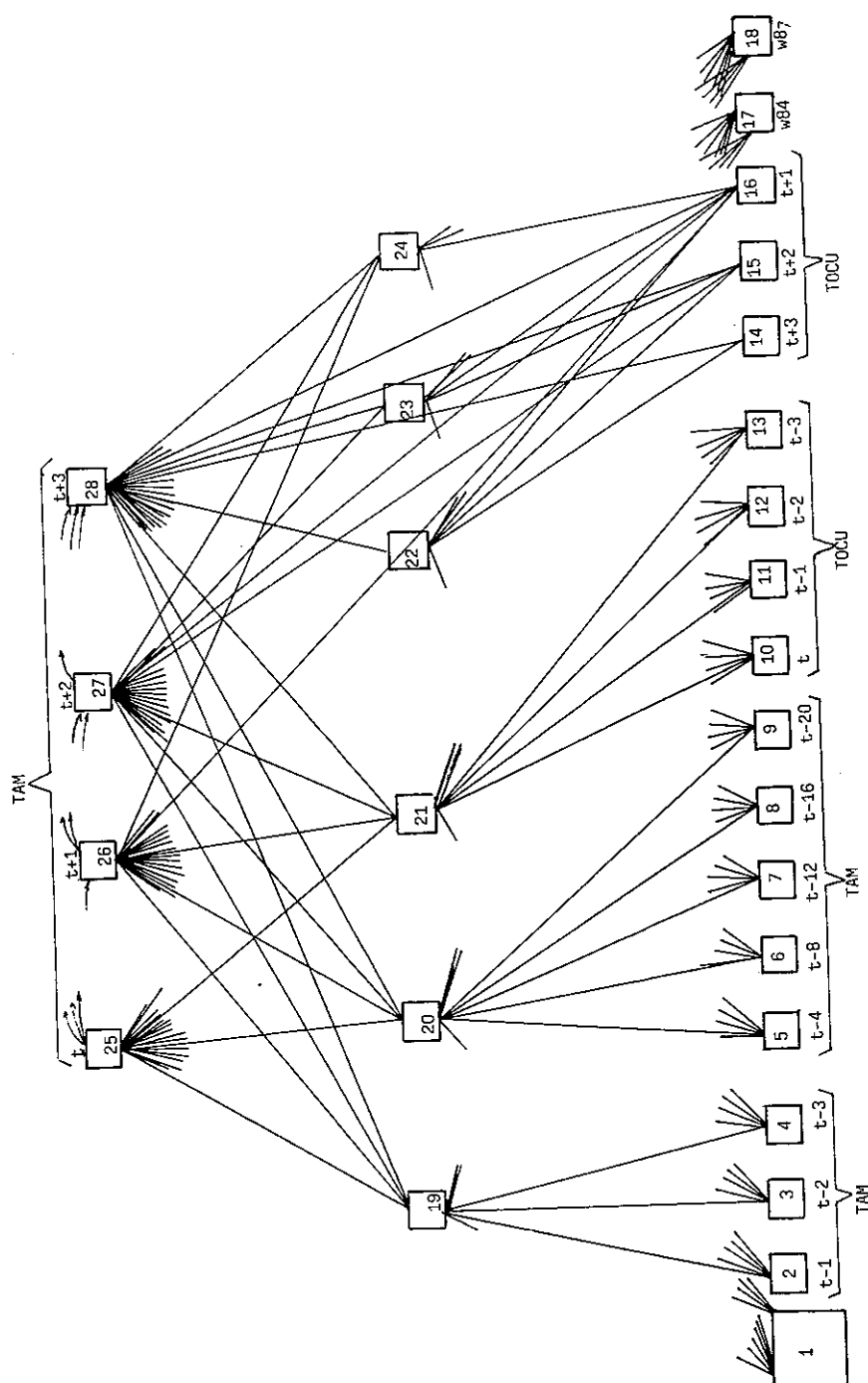
La primera capa está constituida por tantos elementos de proceso como inputs de información se han estimado necesarios para predecir los valores de TAM_t , TAM_{t+1} , TAM_{t+2} y TAM_{t+3} . Los inputs considerados son: los valores retardados de TAM pertenecientes al mismo año, los valores retardados de TAM correspondientes al mismo trimestre de años anteriores (para recoger efectos de tendencia) y los valores retardados y corrientes de TOCU. Al mismo tiempo, se tienen en cuenta los cambios metodológicos de la EPA con dos variables binarias ($W84$ y $W87$); la primera toma los valores -1 y 1 para los subperíodos anteriores y posteriores, respectivamente, al primer trimestre de 1984; la segunda está construida de forma análoga, siendo el período divisorio el segundo trimestre de 1987.

La red neuronal adoptada contiene en la primera capa los siguientes inputs: TAM_{t-1} , TAM_{t-2} , TAM_{t-3} , TAM_{t-4} , TAM_{t-8} , TAM_{t-12} , TAM_{t-16} , TAM_{t-20} , $TOCU_t$, $TOCU_{t-1}$, $TOCU_{t-2}$, $TOCU_{t-3}$, $TOCU_{t+3}$, $TOCU_{t+2}$, $TOCU_{t+1}$, $W84$ y $W87$. Los elementos correspondientes a estos inputs aparecen numerados desde el 2 al 18 en la Figura 1. El elemento correspondiente al número 1 toma cuenta del término constante, corrector del sesgo, y el programa utilizado lo introduce automáticamente.

La capa intermedia consta de seis elementos de proceso, numerados desde el 19 al 24. Todos ellos se conectan a los elementos correspondientes a las variables binarias (17 y 18) así como al elemento corrector del sesgo y a otros elementos de la primera capa. Así, el elemento número 19 recibe información de los inputs correspondientes a los valores retardados de TAM pertenecientes al mismo año (elementos 2 al 4). El elemento número 20 recibe la información proveniente de los inputs que recogen efectos de tendencia en TAM (elementos 5 al 9). Al elemento 21 fluye la información de los valores retardados y corriente de TOCU (elementos 10 al 13). El elemento 22 se conecta a los valores adelantados uno, dos y tres períodos de TOCU (elementos 14 al 16). El elemento número 23 se conecta a los inputs que corresponden a $TOCU_{t+2}$ y $TOCU_{t+3}$ (elementos 15 y 16). Finalmente, el elemento número 24 se conecta al input correspondiente a $TOCU_{t+1}$ (elemento 16).

Dado que se pretende predecir TAM con un horizonte de predicción igual a cuatro trimestres, la última capa, que corresponde a las salidas, consta de cuatro elementos numerados del 25 al 28 que se corresponden con los valores de predicción TAM_t , TAM_{t+1} , TAM_{t+2} , TAM_{t+3} . Todos ellos se conectan directamente a los elementos de la primera capa que representan al corrector del sesgo, a $W84$ y a $W87$. Además, los elementos de salida se conectan a otros elementos de las capas inicial e intermedia. Así, el elemento número 25, que corresponde a la predicción del período t , se conecta a todos los inputs salvo a los relativos a los valores adelantados de TOCU (elementos 14 al 16), dado que el futuro no explica al pasado. El elemento 25 se conecta también a los elementos 19, 20 y 21 de la capa intermedia.

FIGURA 1 : RED NEURONAL PARA LA PREDICCIÓN DE LA TASA DE ACTIVIDAD FEMENINA



El elemento número 26, que corresponde a la salida de TAM_{t+1} , se conecta a todos los inputs excepto a los relativos a $TOCU_{t+2}$ y $TOCU_{t+3}$ (elementos 14 y 15); también se conecta a los elementos 19, 20, 21, 23 y 24 de la capa intermedia.

El elemento número 27, correspondiente a la predicción de TAM_{t+2} , se conecta a todos los elementos de la primera capa con excepción del elemento 14 relativo a $TOCU_{t+3}$. Asimismo se conecta a los elementos 19, 20, 21, 23, y 24 de la capa intermedia.

El elemento 28, correspondiente a la predicción de TAM_{t+3} , se conecta a todos los elementos de la primera capa y de la capa intermedia, dado que constituye la predicción más lejana de las que realizamos.

Finalmente, los elementos 25, 26, 27 y 28 están conectados entre sí, de modo que el 25 se conecta a los otros tres, el 26 a los dos siguientes y el 27 se conecta al 28.

Después de inicializar las ponderaciones haciéndolas iguales a números aleatorios pequeños, el proceso de aprendizaje se ha llevado a cabo mediante el algoritmo de *back-propagation*, usando el software comercial *Neural Works Professional II*. Para cada conjunto de inputs de información se han introducido como outputs deseados los correspondientes valores de TAM_t , TAM_{t+1} , TAM_{t+2} y TAM_{t+3} . Los casos disponibles en la muestra se han leído aleatoriamente 15000 y 17000 veces a fin de conseguir la convergencia de las ponderaciones, de modo que el fichero completo de inputs y outputs se ha presentado 500 veces².

La función de transferencia elegida ha sido la *sigmoide* para lo cual se ha hecho la adecuada transformación de escala de la información. De la forma en que se ha conducido el proceso de aprendizaje no se ha tomado ventaja de la capacidad adaptativa de la red ya que los últimos casos no han sido leídos al final, pues el proceso de lectura ha sido aleatorio.³

El proceso de aprendizaje se ha realizado para los dos períodos muestrales considerados, 1976.3-1988.4 y 1976.3-1989.4. Una vez terminado el aprendizaje se ha suministrado a la red la información sobre el valor los inputs durante los períodos de predicción, 1989.1-1989.4 y 1990.1-1990.4, a partir de dichos valores y de las ponderaciones calculadas en la fase de aprendizaje la red proporciona los valores predichos de TAM para ambos períodos.

3.RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el cuadro 1 se recogen los resultados correspondientes a las predicciones *ex post* obtenidas mediante los tres modelos utilizados. Recuérdese que estamos valorando la capacidad predictiva mediante los dos conjuntos de predicciones realizadas, 1989.1-1989.4 y 1990.1-1990.4. De acuerdo con estos resultados, la red neuronal es la que presenta unos errores de predicción más pequeños según los dos criterios de evaluación utilizados, el error absoluto medio y el error cuadrático medio.

La conclusión básica de este estudio es que, en un contexto multivariante, una red neuronal proporciona predicciones multiperíodo de la tasa de actividad femenina sensiblemente más acertadas que las obtenidas mediante un modelo econométrico y algo mejores que las correspondientes a una función de transferencia. Estos resultados amplían los obtenidos por Otero y Trujillo (1991), relativos a las predicciones obtenidas a un trimestre de horizonte temporal.

Cuadro 1. Comparación de las predicciones

MODELO	EAM ⁽¹⁾	RECM ⁽²⁾
Econométrico	0,01015	0,01129
ARIMA	0,00599	0,00812
Red Neurona	10,00539	0,00605

(1) Error absoluto medio

(2) Raíz cuadrada del error cuadrático medio

El diseño de los vectores de información para el aprendizaje de la red se ha hecho de manera que las observaciones más antiguas han tenido la misma influencia durante el proceso de aprendizaje que las más recientes. Es posible, sin embargo, diseñar los vectores de datos de manera que la información más reciente sea tenida en cuenta más veces que la información más antigua. De esta forma el funcionamiento de la red puede asemejarse al de los modelos adaptativos de series temporales o a los modelos con parámetros cambiantes, modelos que, a priori, se presentan como muy atractivos para trabajar con datos económicos. Queda este aspecto para desarrollos de investigaciones ulteriores.

BIBLIOGRAFÍA

Canu, S. Sobral, R. y Lengelle, R. (1990). "Formal Neural Network as an Adaptive Model for Water Demand". *International Neural Network Conference*. Palais des Congres. Paris. July 9-13. Kluwer Academic Publishers, Págs. 131-135.

Lapedes, A. y Farber, R.M. (1987). "Nonlinear signal processing using neural networks: Prediction and System modelling". Los Alamos National Lab Technical Report. LA-UR-87-2261, July 1987.

Otero, J.M. y Trujillo, F. (1991) "Red Neuronal para la Predicción de la Tasa de Actividad Femenina". Comunicación presentada a la V Reunión ASEPELT-ESPAÑA. Gran Canaria, 20-21 de Junio de 1991.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Sarda, R. y Patil R. B. (1987). "Neural Networks as Forecasting Experts: an Empirical Test". *IEEE First International Conference on Neural Networks*. San Diego. California. June 21-24 págs II-491, II-494.

Varfis, A. y Verfino, C. (1990). "Univariate Economic Times Series Forecasting by Connetionist Methods". *International Neural Network Conference*. Palais des Congres. Paris. Julio 9-13. Kluwer Academic Publishers, Págs 342-34.

Windsor, C. G. y Harker, m A. H. (1990). "Multi-variate Financial Index Prediction. A Neural Network Study". *International Neural Network Conference*. Palais des Congres. Paris. July 9-13. Kluwer Academic Publishers, págs. 357-360.

¹ Este trabajo se ha financiado parcialmente con una ayuda para proyectos de investigación de la CICYT, PSB91-0810.

² Alternativamente, hemos probado un proceso de aprendizaje en el que los datos fueron leídos aleatoriamente durante 19 horas, sin embargo no hemos constatado diferencias significativas en los resultados respecto al proceso de aprendizaje anterior.

³ Tenemos cierta evidencia de que los datos reales presentan cambios estructurales, por lo que sería posible mejorar el funcionamiento de la red tan sólo cambiando el proceso de aprendizaje. Sin embargo, para nuestro objetivo actual, la forma de operar llevada a cabo ha sido suficiente.

PRIMERAS APROXIMACIONES A UNA FUNCION DE CONSUMO PARA CANARIAS

Autores:

- Ricardo TRUJILLO RAMIREZ
PROFESOR TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA
- Carlos A. FELIPE MARTELL
PROFESOR TITULAR DE ESCUELA UNIVERSITARIA
- Victoria JIMENEZ GONZALEZ
CATEDRATICA DE ESCUELA UNIVERSITARIA
- Miguel Angel GONZALEZ LUGO
PROFESOR ASOCIADO

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA APLICADA. UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

1. OBJETIVO

Con este trabajo se pretende una aproximación al comportamiento del consumo en Canarias, a través de unas estimaciones iniciales de algunos modelos históricamente relevantes.

2. PLANTEAMIENTO TEORICO

Esta comunicación se enmarca en una de las primeras fases de un proyecto de investigación sobre la función de consumo para Canarias. La importancia de este trabajo se centra en la necesidad de analizar el comportamiento de los consumidores en una región con características muy singulares, centradas en la situación geográfica y en la dependencia económica del exterior (turismo, rentas procedentes del extranjero...), lo que da lugar a connotaciones muy especiales a la hora de explicar las actitudes de unos consumidores que, en muchos casos, no residen en la región.

En esta primera fase pretendemos contrastar una parte de la doctrina sobre el comportamiento del consumidor, partiendo de algunas formulaciones teóricas aplicadas a magnitudes agregadas, para así llegar a un mayor conocimiento de la línea a seguir en nuestro análisis.

Tradicionalmente se ha empleado el término "función de consumo" para expresar la relación existente entre el consumo agregado y la renta agregada, lo que adquirió relevancia a partir de la formulación por Keynes de su "ley psicológica fundamental", en la que postulaba que «los hombres están dispuestos, por regla general y en promedio, a aumentar su consumo a medida que crece su renta, aunque no en la misma proporción». Así, si denominamos C_t e Y_t al consumo y a la renta en el período t ,

$$C_t = \alpha + \beta Y_t \quad 0 < dC_t / dY_t < 1$$

$$dC_t / dY_t < C_t / Y_t$$

Sin embargo, esta formulación fue empíricamente contradicha en varias ocasiones (Kuznets, ...), lo que ha dado lugar a un torrente de desarrollos ulteriores, entre los que hemos de destacar:

- La hipótesis de la renta relativa, propuesta inicialmente por D. Brady y R. Friedman (1947), fue desarrollada y formulada por J.S. Duesenberry, suponiendo que el consumo de un individuo está condicionado por la cresta de renta alcanzada anteriormente.

- La hipótesis de la renta normal, desarrollada en dos teorías complementarias:

- a) La hipótesis del ciclo vital, planteada por R. Brumberg, F. Modigliani y A. Ando (1954-63), en la cual se supone que el individuo maximiza su consumo a lo largo de su vida, sujeto a la restricción presupuestaria de los recursos de que puede disponer a lo largo de su ciclo vital.

- b) La hipótesis de la renta permanente, formulada por M. Friedman (1957), que plantea, al igual que la anterior, que el consumo es una función estable en el tiempo, distinguiendo, tanto para el consumo como para la renta, una componente permanente y una transitoria. Se diferencia del anterior en el horizonte temporal considerado. En esta concepción destacan algunas formulaciones como la de J. Mincer (1970).

- La hipótesis de la renta endógena, planteada, entre otros, por A. Spiro, R.J. Ball y R.S. Drake, y R.W. Clower y M.B. Johnson, en la que se llega a conclusiones teóricas y prácticas no muy diferentes de las anteriores, al postular que los individuos derivan su utilidad no sólo del volumen de consumo a lo largo de su horizonte vital, sino también de la riqueza que acumulan.

Es de destacar finalmente, la importancia que adquieren algunos desarrollos doctrinales sobre el comportamiento de la función de consumo, como es la aplicación de la metodología de expectativas racionales (modelo desarrollado por R.E. Hall (1978,1987)), el teorema de la equivalencia ricardiana (neutralidad de la deuda), etc.

En la presente comunicación, adoptamos algunos de estos modelos, no en base a su importancia, sino por la condición impuesta hasta el momento por la disponibilidad de información fiable. Entre las ausencias destacan las formulaciones basadas en la renta normal así como la aplicación de expectativas racionales.

3. INFORMACION ESTADISTICA

Los datos con los que se ha contado para esta primera estimación son bastante escasos, habida cuenta del retraso en la elaboración de la CORECA (Contabilidad Regional de Canarias), algunos de los cuales son simples extrapolaciones que han de ser utilizadas cuidadosamente.

Dada esta ausencia de información estadística, hemos tenido que asumir los riesgos que conlleva relacionar variables cuyos datos provienen de fuentes distintas, si bien han sido consolidados en la medida de lo posible sin que se hayan apreciado grandes diferencias. Sin embargo, es preciso incidir en la provisionalidad de este estudio, a la espera de una mejora en la homogeneidad de la información.

Con respecto al consumo, se ha tomado como punto de partida el "Consumo Regional" proveniente de los datos del Modelo Económico de Canarias (MECALINK), en un período muestral que va de 1974 a 1986, cuya longitud se debe a las restricciones impuestas por algunas de las variables con las que se relaciona el consumo. La variable utilizada la denominamos:

CRC_{80} = "Consumo Regional per cápita en pesetas constantes (base 1980)", obtenida deflactando la serie inicial con el IPC (base 1980) y tomando en consideración la población de derecho (Fuente: CORECA).

El concepto de renta utilizado, en base a la información disponible, es el de la "Renta Regional Bruta Disponible a precios de mercado" con datos procedentes de la CORECA y para un período muestral de 1974 a 1986. Es preciso hacer constar que los datos correspondientes al bienio 1985-86 son estimados. La variable usada es:

$RRDC_{80}$ = "Renta Regional Bruta Disponible per cápita en pesetas constantes (base 1980)", obtenida a partir de la información CORECA y tratada de igual forma que el consumo.

La estimación de la función de consumo canaria bien podría haberse planteado desde el punto de vista del consumo familiar (como es frecuente), pero la ausencia de datos al respecto de esta desagregación la hace impracticable en este momento. Otro detalle que es preciso destacar es el uso, como deflactor de la renta, del IPC, lo que si bien no es lo ideal, dada la falta de representatividad que al respecto presentan otros índices nos decantamos por aquél; esto es además justificable en el sentido de que expresamos la renta en términos de capacidad de adquisición de bienes de consumo.

Algunos de los modelos que intentamos ajustar contemplan, además, variables "laborales", para las cuales se han tomado como fuente las "Encuestas de Población Activa" (EPA). Las variables usadas son:

POBOC = "Población Ocupada".

POBAC = "Población Activa".

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Dado que los datos de las Encuestas de Población Activa son trimestrales, se han tomado como variables POBOC y POBAC las medias anuales de las enunciadas anteriormente.

En resumen, las variables que van a ser usadas son:

NOMBRE	DESCRIPCION	PERIODO MUESTRAL	FUENTE
CRC	Consumo Regional per cápita (pts. 1980)	1974-1986	MECALINK
RRDC	Renta Regional Bruta Disponible per cápita (pts. 1980)	1974-1986	CORECA
POBOC	Población Ocupada (media anual)	1976-1986	EPA
POBAC	Población Activa (media anual)	1976-1986	EPA

AÑO	CRC	RRDC	POBOC	POBAC
1974	271576,55	374209,18		
1975	276257,86	361403,49		
1976	282021,98	368725,1	386950	423650
1977	288788,87	367989,02	397325	435050
1978	293419,36	374203,66	406125	449250
1979	294871,6	368669,93	406350	452375
1980	298548,09	341609,59	399750	455675
1981	292868,09	338986,71	382325	458300
1982	291925,43	352708,98	379500	462975
1983	292617,17	361713,26	386475	476925
1984	288477,84	380154,32	383175	492700
1985	288166,93	393636,7	374150	503475
1986	283623	412097,7	381250	513675

4. ESTIMACION DE LA FUNCION DE CONSUMO

Hemos elegido para esta primera aproximación algunos de los modelos apuntados en la introducción, lo cual puede considerarse arbitrario, ya que no se abordan por ahora algunos de los doctrinalmente más importantes. Esto se fundamenta, a la vista de la información poseída hasta el momento, en la escasa aportación y relevancia que a priori puedan generar las estimaciones de estas hipótesis teóricas aplicadas al caso canario.

A partir de ello, se han ajustado a los datos disponibles las siguientes hipótesis teóricas:

Modelo de la Renta Absoluta de Keynes

$$CRC_T = \alpha + \beta RRDC_T + u_t$$

Modelo de la Renta Relativa de Duesenberry

$$PRC_T = \alpha + \beta PRCR_T + u_T$$

Modelo de Brown

$$CRC_T = \alpha + \beta RRDC_T + \delta CRC_{T-1} + u_T$$

Modelo de Mincer

$$PRC_T = \alpha + \beta CAO_T + u_T$$

Modelo de Mincer-Evans

$$PRC_T = \alpha + \beta CAO_T + \delta PRC_{T-1} + u_T$$

Modelo de Spiro

$$VC_T = \beta VRC_T + u_t$$

Algunas de las variables usadas no han sido definidas, ya que son transformaciones de las ya especificadas inicialmente. Así:

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

NOMBRE	DESCRIPCION	RELACION
CRA	Cresta de Renta Anterior	
PRC	Proporción de renta consumida	CRC:RRDC
PRCR	Proporción de renta sobre cresta de renta anterior	RRDC:CRA
CAO	Coficiente de Población Activa sobre Población Ocupada	POBAC:POBOC
VC	Incremento del consumo respecto al período anterior	$CRC_T - CRC_{T-1}$
VRC	Incremento de la renta respecto al consumo precedente	$RRDC_T - CRC_{T-1}$

Con lo que la información para las nuevas variables será la siguiente:

AÑO	PRC	PRCR	CAO	VC	VRC
1975	0,76440	0,97		4681	89827
1976	0,76486	0,99	1,10	5764	92467
1977	0,78478	0,98	1,10	6767	85967
1978	0,78412	1,00	1,11	4630	85415
1979	0,79983	0,99	1,11	1452	75251
1980	0,87395	0,91	1,14	3676	46738
1981	0,86395	0,91	1,20	-5680	40439
1982	0,82767	0,94	1,22	- 943	59841
1983	0,80898	0,97	1,23	692	69788
1984	0,75884	1,02	1,29	-4139	87537
1985	0,73206	1,04	1,35	-311	105159
1986	0,68824	1,0	1,35	-4544	123931

Pasamos a comentar los resultados obtenidos en la estimación de los modelos propuestos.

Keynes

La ecuación estimada del modelo keynesiano es

$$CRC_t = 341,754 - 0,146 RRDC_t + u_t$$

generando una capacidad explicativa de la variabilidad del consumo bastante débil, cifrada en torno a un 14%, lo que parece denotar la posible ausencia de otras variables explicativas, siempre a la espera del análisis de las perturbaciones, ya que se detecta la existencia de autocorrelación positiva entre ellos. El estadístico D-W así lo confirma, tomando un valor de 0,29. Ante ello y a la vista de la FAC y la FACP, planteamos la aplicación de un tratamiento autorregresivo al modelo, obteniéndose la siguiente estimación:

$$CRC_t = 337374,53 - 0,123 RRDC_t + \frac{\epsilon_t}{1-0,6553 L}$$

en la cual, dado el valor del estadístico D-W igual a 1,49, concluimos la ausencia de autocorrelación, si bien la capacidad explicativa a través del R^2 , 30%, no ha mejorado notablemente. Esto confirma la falta de significatividad del modelo, centrada, entre otras cosas, en la ausencia de variables explicativas.

Duesenberry

La estimación del modelo

$$PRCR_t = 1,89 - 1,13 PRCR_T + u_t$$

denota la existencia de autocorrelación positiva ($D-W = 0,76$), por lo que se aplica un tratamiento autorregresivo AR(1). Sin embargo, la capacidad explicativa del modelo es bastante destacable, con un $R^2 = 0,886$.

El modelo de Duesenberry con tratamiento AR(1) estimado es

$$PRC_T = 1,901 - 1,14 PRCR_T + \frac{\epsilon_T}{1-0,395 L}$$

aumentando su capacidad explicativa respecto al anterior, con un $R^2 = 0,919$.

El uso del estadístico D-W para contrastar la autocorrelación no es concluyente en este caso, por lo que hemos recurrido al contraste de Von-Neuman, que nos ha llevado a rechazar la hipótesis de autocorrelación de las perturbaciones.

Brown

El modelo estimado en base a esta hipótesis es

$$CRC_T = 137446 - 0,0727 RRDC_T + 0,62 CRC_{T-1} + u_t$$

La capacidad explicativa de este modelo es bastante aceptable, en base a un $R^2 = 0,774$. Respecto a la posibilidad de autocorrelación entre los residuos, no es aconsejable el test de D-W por la aparición de la variable endógena retardada, recurriendo entonces al estadístico h-Durbin, que permite concluir la ausencia de autocorrelación.

Mincer

El modelo obtenido es

$$PRC_T = 1,13 - 0,287 CAO_T + u_t$$

con un bajo nivel de determinación, cifrado en el 0,259. Asimismo, el test D-W denota la existencia de autocorrelación positiva ($D-W = 0,54$), por lo que, a la vista de las FAC y FACP, aplicaremos tratamiento AR(1), cuyo resultante es

$$PRC_T = 1,5242 - 0,593 CAO_T + \frac{\epsilon_T}{1-0,695 L}$$

Con este tratamiento podemos aceptar la ausencia de autocorrelación ($D-W = 1,41$), si bien la capacidad explicativa del modelo sigue sin ser relevante ($R^2 = 0,355$). A la vista de la representación de la información y conscientes de que con ello nos apartamos del modelo básico, hemos optado por verificar un ajuste parabólico, cuyo resultado

$$PRC_T = -7,5 + 14 CAO_T - 5,87 (CAO_T)^2 + u_t$$

es bastante más aceptable que el anterior, concluyendo también no autocorrelación ($D-W = 1,78$), pero con un nivel de determinación del modelo bastante significativo ($R^2 = 0,796$).

Mincer-Evans

La especificación planteada por Evans del modelo de Mincer resulta, para nuestro ámbito,

$$PRC_T = 0,472 - 0,295 CAO_T + 0,846 PRC_{T-1} + u_t$$

cuya capacidad explicativa es bastante importante, con $R^2 = 0,811$. Al igual que en el modelo de Brown, la autocorrelación ha de ser contrastada a través del h-Durbin, que nos permite concluir la no autocorrelación de las perturbaciones.

Spiro

La formulación de Spiro estimada es

$$VC_T = 0,0122 VCR_T + u_t$$

Este modelo se presenta bastante deficitario desde el punto de vista de nuestro análisis, con un nivel de determinación totalmente desdeñable, aceptándose además la existencia de autocorrelación positiva. Hemos intentado, sin resultados satisfactorios, aplicar un tratamiento de MA(1) (que coincide con la especificación de Ball y Drake).

5. ANALISIS COMPARATIVO

De cara a valorar comparativamente, desde el punto de vista de la información, los modelos básicos ajustados, se va a usar como medida de discriminación el coeficiente de determinación en diferencias, apoyado por el estadístico de Akaike. Eliminando aquellos modelos desechables desde el punto de vista del R^2 en diferencias, los que pueden ser considerados válidos en el sentido de la información se discriminan en el siguiente orden:

Duesenberry	0,7239
Mincer-Evans	0,5594
Brown	0,5177

Si aplicamos como criterio el estadístico de Akaike, llegaremos a similar discriminación.

Respecto a los modelos eliminados, habíamos detectado anteriormente su poca significatividad. Este es el caso del modelo keynesiano en el que ya presumíamos una falta de variables explicativas, al igual que ocurría con el modelo lineal de Mincer. A esto hay que añadir la casi nula capacidad explicativa del modelo de Spiro, lo que queda refrendado ahora.

Por tanto, son aquellos tres modelos los considerados hipotéticamente no desechables hasta el nivel presente en el desarrollo de nuestra investigación, y en espera de la ampliación de la información estadística.

Para contrastar la significatividad de los modelos, es preciso analizar previamente la posible anidación de los mismos. Si planteamos como modelo general el Modelo de Brown con tratamiento MA(1) en las perturbaciones, formularemos:

$$CRC_T = \alpha + \beta RRDC_T + \delta CRC_{T-1} + \epsilon_T + \tau \epsilon_{T-1}$$

Con el mismo pueden anidarse los modelos de Brown, Keynes y Spiro, y en base al contraste F o al de la razón de verosimilitud concluimos que las restricciones planteadas en el modelo de Keynes son las únicas rechazadas por los datos.

Respecto a la hipótesis de Duesenberry y a la de Evans (según formulación de Mincer), ya que no pueden anidarse, se requiere acudir a contrastes como el J de Davison-Mackinnon, abordados a continuación de este trabajo.

ANALISIS DE SERIES DE TURISMO EN TENERIFE

C. Gloria MARTIN RODRIGUEZ
Ginés GUIRAO PEREZ
PROFESORES DEL DPTO. DE ECONOMIA APLICADA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

1. INTRODUCCION

Con objeto de profundizar en el conocimiento del sector turístico en la isla de Tenerife, se ha concebido este estudio econométrico para analizar series temporales de turismo en base a la información elaborada y publicada por el Patronato de Turismo del Excmo. Cabildo de Tenerife.

El estudio de la serie se realizará en base a dos tipos de análisis: por una parte el análisis de series-temporales en un contexto univariante aplicando la metodología de Box-Jenkins, y por otra, a través de modelos de regresión uniecuacionales donde las variaciones estacionales se recogen por medio de variables ficticias.

2. ANALISIS DE SERIES TEMPORALES

A continuación se realiza un análisis de la serie "Entrada de turistas en Tenerife" dentro del contexto de modelos ARIMA univariante.

2.1. Características y descripción gráfica de las series

El horizonte temporal de la serie abarca un período de 17 años (1975-1991) siendo la periodicidad mensual. Se dispone de 204 observaciones del número absoluto de turistas tanto nacionales como extranjeros alojados en establecimientos hoteleros y extrahoteleros en la isla de Tenerife.

La información ha sido elaborada por el servicio de estudios económicos del Excmo. Cabildo de Tenerife en base a la encuesta directa a los establecimientos turísticos de la isla.

El estudio empieza con un análisis descriptivo de la serie que muestra el Gráfico I. La característica principal es su estacionalidad en contraposición a lo que era de esperar en el fenómeno turístico. En cuanto a la tendencia de la serie, ésta es bastante estable con un ligero crecimiento a partir del año 1985. Este comportamiento se repite cuando nos detenemos a estudiar la variabilidad de la serie. Todo esto sugiere que una diferenciación mensual, anual y la transformación logarítmica nos dará una serie estacionaria.

Los resultados que aparecen en los Gráficos II y III, junto con el análisis de los correlogramas de la serie en logaritmos nos confirman la efectividad del cambio producido, mostrando la serie una amplitud regular y eliminándose la tendencia.

Partiendo de la serie definitivamente transformada, se procede a la identificación y estimación de la misma.

2.2. Identificación y estimación de los modelos de la serie transformada

Del análisis del correlograma simple de la serie (Gráfico IV(a)) se desprende una estructura de MA(1) para la parte regular, consecuencia del único coeficiente significativo existente, seguido de un corte brusco para el segundo coeficiente con valor prácticamente nulo, que ratifica tal identificación. La misma estructura se obtiene para la parte estacional si consideramos la significatividad del coeficiente de orden 12 y el comportamiento de sus satélites (positivos ambos, aunque no significativos) consecuencia de la interacción con la parte regular.

Como puede verse, el correlograma parcial (Gráfico IV(b)) muestra un comportamiento decreciente y dos coeficientes significativos para la parte regular y la componente estacional respectivamente.

La estructura de signos en la parte regular está de acuerdo con el comportamiento de un MA(1) con valor negativo, sin embargo los coeficientes no son significativos a excepción del primero. Lo mismo ocurre en la parte estacional. A la derecha del coeficiente estacional (retardo 12) aparecen reproducidos, de forma amortiguada, los coeficientes de la parte regular de la FAP. Los satélites a la izquierda se comportan de acuerdo con la parte regular de la FAS con el signo cambiado. Por tanto, el comportamiento de la FAP, tanto en la parte regular como estacional, es perfectamente compatible con la estructura elegida.

Se procede por tanto, a estimar el modelo $ARIMA(0,1,1)(0,1,1)_{12}$.

El modelo estimado es el siguiente:

$$(1 - B)(1 - B^{12}) LX_t = (1 - 0.5129B)(1 - 0.6797B^{12}) a_t$$

(8.4) (13.2)

$$R^2 = 0.950 \quad \sigma = 0.0802924 \quad Q(36) = 37.9$$

En la estimación los dos parámetros significativos y poco correlacionados entre sí.

2.3. Diagnóstico y predicción

Una vez realizada la estimación se procede a la identificación de los residuos con el fin de poder comprobar que éstos se comportan como ruido blanco, en cuyo caso el modelo seleccionado, en principio, sería ser el adecuado.

La observación del correlograma simple (Gráfico V(a)) demuestra el acierto de la especificación empleada, no existiendo coeficientes significativos en la parte regular ni en la parte estacional. La similitud entre la estructura del correlograma simple y el correlograma parcial (Gráfico V(a,b)) es una muestra adicional de la consideración de la serie de los residuos como ruido blanco.

Para completar el análisis se utiliza el estadístico Ljung-Box cuyo valor es $Q=37.9$; por tanto, los coeficientes de autocorrelación estimados para los residuos nos permiten aceptar la hipótesis de ruido blanco.

Una vez aceptada esta hipótesis y después de efectuar las correspondientes estimaciones de diferentes modelos ARIMA y comprobar que el seleccionado es el que proporciona mejores resultados se procede a la predicción de la variable en el período comprendido entre Julio y Diciembre de 1991, ambos inclusive. Los resultados obtenidos son los que a continuación se muestran:

	PREDICCION	VALOR REAL	ERROR
JULIO	277285	289519	0.0803
AGOSTO	302066	331108	0.0893
SEPTIEMBRE	264025	287014	0.0975
OCTUBRE	260772	279081	0.1051
NOVIEMBRE	254766	274993	0.1121
DICIEMBRE	272993	295717	0.1187

Para investigar si la estructura del modelo se mantiene a lo largo de todo el período muestral, y por tanto es válida para la predicción, se realiza un contraste de los residuos mediante el test de CHOW. En el caso de las series de turismo, el análisis de la estabilidad tiene gran significado dado que la tendencia se entiende con una duración de tiempo limitada. Esto es, el sector turístico, por su propia naturaleza, está sujeto a cambios estructurales importantes dependientes de factores tanto económicos como sociológicos que ponen en peligro las interpretaciones derivadas de estudios basados en series de larga duración.

La observación de la serie original (Gráfico I) no sugiere la existencia de ningún cambio estructural visible. Quizás la existencia de un comportamiento tendencial más marcado a partir de Enero de 1985 sea el único hecho que merezca la división en este punto, a partir del cual se realizará el contraste.

Los resultados de estimar el modelo correspondiente a la muestra y a cada una de sus particiones son los siguientes:

$$1.- N = \text{MUESTRA TOTAL:} \quad \text{SCR} = 1.23135$$

$$(1 - B)(1 - B^{12})LX_t = (1 - 0.5129B)(1 - 0.6797B^{12})a_t$$

(8.4) (13.2)

$$2.- N_1 = \text{SUBMUESTRA 1:} \quad \text{SCR} = 0.803746$$

$$(1 - B)(1 - B_{12})LX_t = (1 - 0.5321B)(1 - 0.7695B^{12})a_t$$

(6.71) (12.17)

$$3.- N_2 = \text{SUBMUESTRA 2:} \quad \text{SCR} = 0.3528$$

$$(1 - B)(1 - B^{12})LX_t = (1 - 0.5745B)(1 - 0.3265B^{12})$$

(5.88) (2.97)

La primera cuestión a destacar es que los parámetros son significativos en cada uno de los tres modelos estimados, si bien el nivel de significación varía de unos a otros.

La aplicación del test permite la aceptación de la hipótesis de permanencia estructural del modelo, en contraposición a lo que se obtiene para otros modelos que explican la serie turismo en otros espacios turísticos del territorio nacional.

Por último, con el modelo propuesto se puede obtener una buena configuración de temporadas turísticas futuras. Ahora bien, ello no supone que se acepte como definitivo el modelo propuesto.

3. MODELO ECONOMETRICO

3.1. Especificación del modelo

Por último y con el fin de poder establecer comparaciones entre diferentes técnicas de predicción se procede a formular un modelo de regresión uniecuacional en el que se recogen las variaciones estacionales mediante variables ficticias, en el que se incluye además como variable explicativa la propia variable endógena retardada un período.

$$\ln X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{12} \beta_i D_i + \ln X_{t-1} + a_t$$

donde:

$\ln X_t$: total de entradas de turistas nacionales y extranjeros en logaritmos.

D_i , para $i = 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$ son 11 variables ficticias estacionales tales que:

$D_i = 1$ para los datos relativos al mes i -ésimo.

$D_i = 0$ para el resto de los meses.

$\ln X_{t-1}$: variable endógena retardada un período.

3.2. Estimación, contraste de raíz unitaria y predicción

La estimación de este modelo proporciona los siguientes datos:

$$\ln X_t = 0.2313 + 0.0793 D_1 + 0.1373 D_3 - 0.1273 D_4 - 0.1575 D_5$$

(1.00) (2.69) (4.73) (-4.39) (-5.42)

$$- 0.0179 D_6 + 0.3306 D_7 + 0.1572 D_8 - 0.0880 D_9 + 0.034 D_{10}$$

(-0.60) (10.9) (5.34) (-2.99) (1.15)

$$+ 0.0578 D_{11} + 0.0731 D_{12} + 0.9775 \ln X_{t-1}$$

(1.97) (2.38) (50.96)

La información de que disponemos nos induce a pensar en la existencia de una raíz unitaria en la variable "Entrada de turistas". Para contrastar este hecho se han propuesto diversos contrastes¹. En nuestro caso, hemos utilizado los tests robustos propuestos por PHILLIPS y PERRON (1988).

Los resultados² muestra que la hipótesis nula de una raíz unitaria no puede ser rechazada al nivel de confianza del 1 %, por tanto, consideramos más adecuado especificar la variable en incrementos dejando sólo como variable explicativa las variables ficticias que recogen las variaciones estacionales.

$$\ln X_t = -0.0363 + 0.0798 D_1 + 0.1381 D_3 - 0.1288 D_4 -$$

(-1.772) (2.709) (4.763) (-4.441)

$$0.1552 D_5 - 0.0114 D_6 + 0.3393 D_7 + 0.1591 D_8 - 0.0889 D_9 +$$

(-5.35) (-0.391) (11.523) (5.403) (-3.020)

$$0.0359 D_{10} + 0.0597 D_{11} + 0.0744 D_{12}$$

(1.220) (2.026) (2.528)

Observando los signos de las D_i significativas, se aprecia la existencia de dos temporadas:

- 1.- una temporada baja, que comprende los meses de Abril, Mayo y Septiembre.
- 2.- una temporada alta, que comprende los meses de Julio, Agosto, Noviembre, Diciembre, Enero y Marzo; este último quizás debido al período de celebración de los Carnavales en Tenerife.

Las predicciones en este modelo, para el mismo período que se utilizó en el modelo univariante, son las siguientes:

	PREDICCION	VALOR REAL	ERROR
JULIO	294012	289519	0.0154
AGOSTO	327314	331108	0.0115
SEPTIEMBRE	292114	287014	-0.0176
OCTUBRE	286893	279081	-0.0276
NOVIEMBRE	285660	274993	-0.0381
DICIEMBRE	285672	295717	0.0346

4. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en la aplicación de estos dos métodos, se han elaborado las siguientes conclusiones:

La serie "Entrada de turistas en Tenerife" presenta una ligera componente estacional con máximos en los meses de invierno y verano y mínimos en los meses de primavera.

La tendencia de la serie, en general, es creciente, si bien se puede dividir el período analizado en dos épocas, una primera desde el comienzo del período analizado hasta Diciembre de 1984, donde hay un incremento muy leve, y otra a partir de Enero de 1985 donde el crecimiento es más pronunciado.

NOTAS

¹. Para una información más detallada, véase Engle y Granger (1987) y Dolado, Jenkinson y Sosvilla (1990), entre otros.

². No mostrados en el texto.

BIBLIOGRAFIA

BRU, S. y USACH, J. (1987). "Análisis de series temporales de turismo de la Comunidad Valenciana". *Estadística Española*, 114.

REY, C. (1991). "Análisis comparativo de la serie Total visitantes entrados en España procedentes del extranjero". V *REUNION ASEPELT-ESPAÑA*.

BOX G.E.P. y G.M. JENKIS (1976). *Time series Analysis forecasting and control*. Holden-Day. San Francisco.

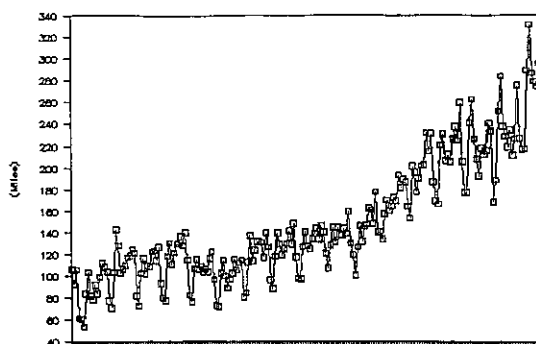
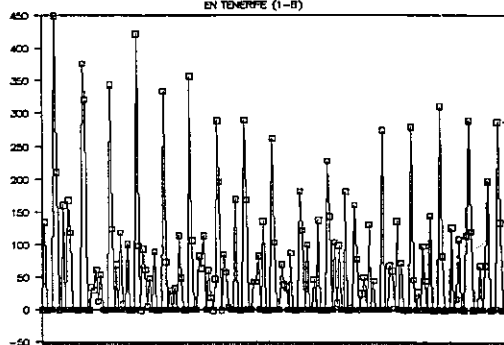
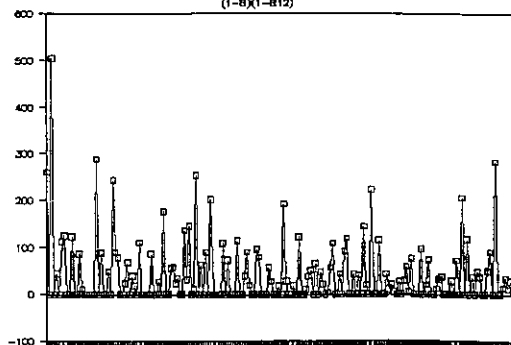
PULIDO, A. (1989). *Predicción Económica y Empresarial*. Pirámide.

ENGLE, R.R. y GRANGER, C.W.J. (1987). "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing". *Econometrica*, 55, pp. 251-276.

DOLADO, J.J., JENKINSON, T. y SOSVILLA-RIVERO, S. (1990). "Cointegration and unit roots". *Journal of Economic Surveys*, 4, pp. 249-273.

PHILLIPS, P.C.B. y PERRON, P. (1988). "Testing for a unit root in time series regression". *Biometrika*, 75, pp. 335-346.

ENTRADA DE TURISTAS EN TENERIFE

LOGARITMO DE LA ENTRADA DE TURISTAS
EN TENERIFE (1-8)LOGARITMO DE LA ENTRADA DE TURISTAS
(1-8)(1-812)

PARTIAL AUTOCORRELATIONS														
1-12	-.40	-.12	-.15	-.15	.02	.04	.02	.01	-.03	.01	.17	-.25		
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07		
Q														
13-24	-.19	-.06	-.02	.02	-.08	-.09	-.14	.05	.08	-.09	.06	-.26		
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07		
Q														
25-36	-.10	.07	.03	-.10	-.09	.08	.03	.06	.10	-.04	-.01	-.01		
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07		
Q														
-1.0 - .8 - .6 - .4 - .2 - .0 - .2 - .4 - .6 - .8 - 1.0														
1	-.40													
2	-.12	+.XXXX												
3	-.15	+.XXXX	+.XXXX											
4	-.15	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX										
5	-.02				+.IX									
6	.04				+.IX	+.IX								
7	.02				+.IX	+.IX	+.IX							
8	.01				+.I	+.I	+.I	+.I						
9	-.03				+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI					
10	.01				+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX				
11	.17				+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX			
12	-.25				+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX		
13	-.13				+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	
14	-.05				+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI	+.XI
15	-.02				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
16	.02				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
17	-.08				+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI
18	-.09				+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI
19	-.14				+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX
20	.05				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
21	.08				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
22	-.09				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
23	.06				+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX
24	-.26				+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX	+.XXXX
25	-.10				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
26	.07				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
27	.03				+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI
28	-.10				+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI	+.XXI
29	-.09				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
30	.08				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
31	.03				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
32	.06				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
33	-.10				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
34	-.04				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
35	-.01				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX
36	-.01				+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX	+.IX

AUTOCORRELATIONS

1-12	-.40	.06	-.10	-.02	.10	-.01	.01	-.03	-.03	.04	.12	-.31		
ST.E.	.07	.08	.08	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09		
Q	30.4	31.1	33.1	33.2	35.1	35.1	35.1	35.3	35.5	35.9	38.9	58.7		
13-24	.08	-.01	.07	.05	-.14	-.00	-.08	.15	.04	-.13	.05	-.17		
ST.E.	.09	.09	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10		
Q	60.0	60.0	60.9	61.4	65.3	65.3	66.7	71.4	71.8	75.2	75.7	82.1		
25-36	.16	.04	-.02	-.10	.02	.11	.04	-.06	.00	-.00	-.01	.15		
ST.E.	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10		
Q	87.7	88.1	88.2	90.3	90.4	93.0	93.3	94.2	94.2	94.2	94.2	99.2		
-1.0 - .8 - .6 - .4 - .2 - .0 - .2 - .4 - .6 - .8 - 1.0														
1	-.40													
2	-.06													
3	-.10													
4	-.02													
5	.10													
6	-.01													
7	.01													
8	-.03													
9	-.03													
10	.04													
11	.12													
12	-.31													
13	.08													
14	-.01													
15	.05													
16	.05													
17	-.14													
18	.00													
19	-.08													
20	.15													
21	.04													
22	-.13													
23	.05													
24	-.17													
25	.16													
26	.04													
27	-.02													
28	.10													
29	.02													
30	.11													
31	.04													
32	-.06													
33	.00													
34	.00													
35	-.01													
36	.15													

PARTIAL AUTOCORRELATIONS												
1-12	.02	.04	-.14	-.04	.06	.03	-.01	.02	-.09	-.02	-.02	.01
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
13-24	-.02	.05	-.01	-.07	-.13	-.02	-.06	.10	.01	-.16	-.04	-.06
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
25-36	.07	.06	-.07	-.13	.08	.16	-.03	-.05	.02	-.01	-.02	.09
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
-1.0 - .8 - .6 - .4 - .2 - .0 - .2 - .4 - .6 - .8 - 1.0												
1	.02											
2	.04											
3	-.14											
4	-.04											
5	.06											
6	.03											
7	-.01											
8	-.02											
9	-.02											
10	-.02											
11	.01											
12	.01											
13	-.02											
14	.05											
15	-.01											
16	-.07											
17	-.13											
18	-.02											
19	-.06											
20	.10											
21	.01											
22	-.16											
23	-.04											
24	-.06											
25	.07											
26	.06											
27	-.07											
28	-.13											
29	.08											
30	.16											
31	-.03											
32	-.05											
33	.02											
34	-.01											
35	-.02											
36	.09											

AUTOCORRELATIONS												
1-12	.02	.04	-.14	-.04	.04	.05	.01	.01	-.10	-.02	-.03	.03
ST.E.	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
Q	.1	.4	4.1	4.5	4.8	5.2	5.3	7.1	7.2	7.4	7.7	
13-24	-.01	.05	-.02	-.07	-.14	-.02	-.04	.14	.01	-.13	-.09	-.09
ST.E.	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
Q	7.7	8.1	8.2	9.1	13.4	13.5	13.9	17.9	18.0	21.7	23.2	25.0
25-36	.11	.10	-.04	-.11	.01	.13	.03	.01	.01	-.01	-.01	.06
ST.E.	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
Q	27.4	29.8	30.1	33.0	33.0	36.8	37.0	37.0	37.0	37.0	37.1	37.9
-1.0 - .8 - .6 - .4 - .2 - .0 - .2 - .4 - .6 - .8 - 1.0												
1	.02											
2	.04											
3	-.14											
4	-.04											
5	.04											
6	.05											
7	.01											
8	.01											
9	-.10											
10	-.02											
11	-.03											
12	.03											
13	-.01											
14	.05											
15	-.02											
16	-.07											
17	-.14											
18	-.02											
19	-.04											
20	.14											
21	.01											
22	-.13											
23	-.03											
24	-.11											
25	.11											
26	.10											
27	-.04											
28	-.11											
29	.01											
30	.13											
31	.03											
32	-.01											
33	.01											
34	-.01											
35	-.01											
36	.06											

ANÁLISIS DE LA REPRESENTATIVIDAD DEL I.P.I. AGREGADO

José J. CACERES HERNANDEZ

Víctor J. CANO FERNANDEZ

Francisco J. MARTIN ALVAREZ

PROFESORES DEL DPTO. DE ECONOMIA APLICADA

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

1. INTRODUCCION

En los últimos años se ha mostrado un cierto interés en el estudio de la similaridad y la clasificación de series temporales. Como algunos trabajos ponen de manifiesto, este análisis puede tanto constituir una etapa en el estudio de fenómenos en los que el volumen de series que intervienen es elevado, como permitir la comparación de éstas en diferentes contextos¹.

En general este tipo de análisis se centra en la utilización de medidas de distancia entre series o entre modelos ARIMA ajustados a las mismas, con la finalidad de recoger pautas de comportamiento comunes y proceder a su clasificación. En un sentido similar, Tong y Dabas (1990) han sugerido métodos de agrupamiento para caracterizar la afinidad entre diferentes modelos ajustados a una misma serie, obteniendo resultados de cierto interés.

Algunos trabajos, aún cuando tratan de averiguar la presencia de comportamientos similares entre las series que analizan, no sobrepasan la mera observación de la estructura del modelo ajustado a las diferentes series. Aunque esto puede ser una buena aproximación cuando los modelos presentan claramente estructuras parecidas, parafraseando a Piccolo (1990), es posible que modelos aparentemente diferentes posean propiedades similares.

En algunos casos, la justificación de la suficiencia del estudio de un agregado sin necesidad de descender más en el análisis, se hace sobre la base de algunas características que revelan un comportamiento similar de las series desagregadas respecto a la agregada. Este es el caso del trabajo de Morales y otros (1989) respecto al I.P.I. agregado, a partir del análisis detallado que se presenta en Revilla y otros (1991).

El I.P.I. suele utilizarse como un indicador de adelanto de la actividad industrial (Morales y otros (1989)). En este sentido, si pudiéramos garantizar que el I.P.I. general recoge el comportamiento de las agrupaciones en las que se subdivide, bastaría con predecir el agregado para saber como va a marchar la producción de las distintas divisiones y por tanto la actividad industrial en su conjunto.

En nuestro trabajo, se analiza la representatividad del I.P.I. respecto a sus desagregados: divisiones y agrupaciones, utilizando para ello diversas medidas de similaridad dadas en la literatura entre series temporales, unas basadas en las funciones de autocorrelación y correlaciones cruzadas y, otras, derivadas a partir de las estimaciones de las expansiones autorregresivas de los modelos ARIMA ajustados a la series. Para ello, y siguiendo la línea de un trabajo anterior², se utilizan un conjunto de conceptos que nos permiten aproximarnos al estudio de dicha representatividad.

Por otra parte, a partir del estimador de la distancia euclídea entre modelos ARIMA, se estudia a nivel inferencial si existen o no diferencias entre los modelos obtenidos para el I.P.I. agregado y sus agrupaciones.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En el apartado segundo se describen las diversas medidas de distancia entre series y modelos ARIMA, junto a los conceptos que nos van a permitir caracterizar la representatividad del I.P.I. agregado. A continuación, se presenta brevemente la distribución del estimador de la distancia euclídea entre modelos AR. Finalmente se ofrecen los resultados y las conclusiones más destacables del análisis.

2. MEDIDAS DE DISTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD

Presentamos algunas medidas de distancia entre series temporales sugeridas en la literatura con el fin de clasificar series o modelos con estructura de comportamiento similar y que constituyen el punto de partida para el análisis del I.P.I. agregado. La utilización de algunos indicadores nos ofrecerá la posibilidad de averiguar hasta qué punto basta con el análisis de esta serie para recoger el comportamiento global del fenómeno.

Bohte, Cepar y Kosmelj (1980) proponen diversas medidas de distancia entre series temporales que intentan recoger las características específicas de las series. En este sentido, destacan que una manera natural de definir la distancia entre series temporales debería basarse en funciones específicas de las mismas, como las de autocorrelación y correlaciones cruzadas. De las distancias propuestas en este trabajo hemos considerado las siguientes³:

$$d(X, Y) = \sum_{k=0}^N \frac{|r_x(k) - r_y(k)|}{1 + |r_x(k) - r_y(k)|} \quad (1)$$

$$d(X, Y) = \sum_{k=0}^N \frac{|r_{xy}(k) - r_{yx}(k)|}{1 + |r_{xy}(k) - r_{yx}(k)|} \quad (2)$$

$$d(X, Y) = \sum_{k=0}^N \frac{|r_x(k) r_y(k) - r_{xy}(k) - r_{yx}(k)|}{1 + |r_{xy}(k) r_{yx}(k) - r_{xy}(k) - r_{yx}(k)|} \quad (3)$$

$$d(X, Y) = \left| \sum_{k=0}^N r_x^2(k) - \sum_{k=0}^N r_y^2(k) \right| \quad (4)$$

Basándose en las funciones de correlación cruzada, Zani (1982) propone la siguiente medida de distancia para diversos desfases:

$$dk(X, Y) = \sqrt{2(T-k)(1-r_{xy}(k))} \quad (5)$$

Este autor hace uso de la medida de distancia:

$$dk(X, Y) = \max_k |r_{xy}(k)| \quad (6)$$

para clasificar series en grupos.

Finalmente, por lo que respecta a las distancias entre series, Piccolo (1987) propone una métrica basada en las funciones de autocorrelación de la forma:

$$d^2(X, Y) = \sum_{k=1}^L (r_x(k) - r_y(k))^2 \quad L < N/4 \quad (7)$$

Por otro lado se han propuesto algunas medidas, no ya entre series temporales, sino entre modelos ARIMA ajustados a las mismas. Estas quedan justificadas, en cierta forma, por la habitual utilización que se hace de este tipo de modelos en la descripción de la conducta de los fenómenos temporales⁴.

En este sentido, planteamos dos medidas de distancia sobre la clase de modelos ARIMA invertibles, propuestas por Piccolo (1984,89,90).

En la primera se establece una métrica sobre el conjunto de modelos ARIMA invertibles dada por la distancia euclídea definida como,

$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_{j=1}^{\infty} (\pi_{j,x} - \pi_{j,y})^2} \quad (8)$$

donde $\pi_{j,x}$ y $\pi_{j,y}$ son las secuencias de valores de la formulación $AR(\infty)$ de los procesos X_t e Y_t ⁵.

La segunda viene dada por,

$$d(X, Y) = \max_j |(\pi_{j,x} - \pi_{j,y})^2| \quad (9)$$

que constituye un caso particular, al igual que la distancia euclídea, de la clase de distancias,

$$d(X, Y) = \left(\sum_{j=1}^{\infty} |(\pi_{j,x} - \pi_{j,y})^k| \right)^{1/k} \quad (10)$$

cuando $k \rightarrow \infty$.

Como señalamos anteriormente, es posible considerar algunos indicadores que nos permitan estudiar la representatividad de una serie o modelo, a partir de las distancias definidas.

En primer lugar, es necesario establecer algún criterio a través del cual seleccionar series o modelos representativos de cualquier subconjunto $=\{M_i\}$ del conjunto de series o modelos estudiado. Una vez obtenido el modelo o serie representativa que denotaremos por M_r , puede definirse un entorno para ese subconjunto, como el diámetro con respecto al modelo o serie representativa, de la forma

$$\varepsilon = \sup \{ d(M_r, M_j) ; M_j \in \{M_i\} \} \quad (11)$$

Ahora es posible establecer un criterio de pertenencia de cualquier elemento, M , a un subconjunto considerado definiendo,

$$d(M, \{M_i\}) = \inf \{ d(M, M_j) ; M_j \in \{M_i\} \} \quad (12)$$

y considerando que,

$$M \in \{M_i\} \text{ si } d(M, \{M_i\}) < \varepsilon \quad (13)$$

En el caso de las distancias entre series, dado un subconjunto cualquiera de series $=\{M_i\}$, consideramos como serie representativa, y la denotaremos por M_{sr} , a la serie M_j que pertenece a $\{M_i\}$ y que hace mínima

$$\sum_{i \neq j} d^2(M_i, M_j) \quad (14)$$

Para la métrica establecida sobre modelos ARIMA invertibles, es posible definir también como modelos representativos, además de M_r , definido como el anterior M_{sr} para el caso de los modelos, los dos siguientes:

1. El modelo central, M_c , definido como aquel modelo cuya expansión autorregresiva viene dada por⁶:

$$\pi_{cl} = 1/N \sum_{i=1}^N \pi_{il} \quad l = 1, 2, \dots, n \quad (15)$$

este modelo minimiza

$$\sum_{j=1}^N d^2(M_c, M_j) = 1/N \sum_{j=1}^N \sum_{l=1}^n (\pi_{cl} - \pi_{il})^2 \quad (16)$$

2. El modelo central ponderado, M_{cp} , cuyos coeficientes de la expansión autorregresiva vienen dados por:

$$\pi_{cpi} = \frac{\sum_{i=1}^N W_i \pi_{ii}}{\sum_{i=1}^N W_i} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

En este caso, las ponderaciones w_i que utilizamos son las ponderaciones de cada agrupación en la construcción del índice general (IG).

Podemos entonces considerar que el IG es representativo de un grupo si la distancia entre éste y el modelo o serie escogido como representativo es menor que el entorno con respecto a ese modelo representativo.

Otra posibilidad sería definir el entorno de un subconjunto $= \{M_i\}$ como

$$= \sup_{i,j} \{ d(M_i, M_j) ; M_i, M_j \in \} \quad (18)$$

Entonces, podemos considerar que el IG pertenece a un grupo si la distancia entre éste y ese grupo es menor que dicho entorno.

3. DISTRIBUCION ASINTOTICA DEL ESTIMADOR DE LA DISTANCIA ENTRE MODELOS

Las medidas presentadas en el apartado anterior podríamos considerarlas, en un sentido amplio, como medidas descriptivas para caracterizar pautas de comportamiento similares.

En cuanto al tratamiento inferencial, un punto de partida interesante que merece ser destacado, surge de la posibilidad de obtener, al menos de forma aproximada, la distribución del estimador de la distancia euclídea entre dos modelos, planteada en (7). Esta aproximación nos permitirá contrastar si existen o no diferencias significativas entre los modelos que describen la conducta de las series.

Piccolo (1989) obtiene la distribución asintótica del estimador de la distancia euclídea entre procesos ARMA que pueden ser aproximados por un proceso AR(p), del siguiente modo,

Sean ϕ_x , ϕ_y los vectores de parámetros de los modelos AR(p) de dos procesos independientes X_t e Y_t , respectivamente. Entonces, contrastar $H_0: d^2 = d^2(X, Y) = 0$ es equivalente a contrastar, $H_0: \phi_x = \phi_y = \phi$. Dado que los estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros son asintóticamente normales, y bajo H_0 tienen vector de medias y matriz de varianzas-covarianzas $V = n^{-1}(1 - \rho(\phi))R^{-1}$, donde n es el tamaño de la serie, ρ es el vector de coeficientes de

autocorrelación de orden p y R es la matriz de orden p de coeficientes de autocorrelación⁷, entonces si H_0 es cierta, $\phi_x - \phi_y \sim N(0, 2V)$. De modo que,

$$\frac{1}{2} \hat{d}^2 = \left(\frac{\hat{\phi}_x - \hat{\phi}_y}{2} \right) \left(\frac{\hat{\phi}_x - \hat{\phi}_y}{2} \right) \sim \lambda_1 \chi^2_{(g_1)} + \dots + \lambda_p \chi^2_{(g_p)} \quad (19)$$

siendo $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ los autovalores de la matriz V y g_1, \dots, g_p las correspondientes multiplicidades, y $\chi^2_{(g_i)}$ $i=1, \dots, p$ son independientes.

Puesto que usualmente $g_1 = g_2 = \dots = g_p = 1$, entonces,

$$E(\hat{d}^2) = 2 n^{-1} (1 - \rho \phi) \text{tr}(R^{-1})$$

$$\text{Var}(\hat{d}^2) = 8 \text{tr}(V^2)$$

Procederemos a contrastar si las distancias son o no significativas haciendo una aproximación a la distribución normal.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En este apartado se presentan los resultados y algunas conclusiones, que consideramos interesantes, del análisis de las series del I.P.I. agregado y sus agrupaciones para el periodo que va de Enero de 1983 a Diciembre de 1989⁸.

Debe señalarse que por cuestiones de espacio no se exponen aquí sino algunos de los resultados obtenidos. No obstante, comentaremos brevemente otros que consideramos destacables.

El primer conjunto de resultados que se ofrecen aparece recogido en el cuadro 1. Se presentan las medidas de representatividad del I.P.I. agregado con respecto a las quince agrupaciones consideradas. Lo más destacable es que, de acuerdo con los criterios de pertenencia establecidos en el apartado segundo, el IG es representativo del conjunto de las agrupaciones sea cual sea la medida de distancia. Es más, en la mayoría de los casos (excepto la distancia (6)), el supremo de las distancias entre el IG y las agrupaciones es también inferior al entorno (1), lo que refuerza aún más la representatividad del I.P.I. agregado.

CUADRO 1
MEDIDAS DE REPRESENTATIVIDAD DE SERIES

Medida de Distancia	Msrd	(M_{sr}, IG)	Sup d(IG,)	Inf d(IG,)	Entorno (1)	Entorno (2)
(1)	A8	1.368	6.205	0.745	6.915	5.931
(2)	A9	0.796	4.809	0.796	6.724	5.110
(3)	A5	0.093	1.444	0.054	2.428	1.528
(4)	A13	0.215	1.164	0.018	1.600	0.950
(5) _{K=0}	A5	2.008	8.588	1.534	11.255	9.045
(5) _{K=1}	A13	12.304	13.744	11.290	14.173	13.614
(6)	A1	0.561	0.986	0.561	0.973	0.641
(7)	A8	0.068	1.499	0.026	2.656	1.339

$$(1) \sup_{i,j} d(M_i, M_j)$$

$$(2) \sup_i d(M_{sr}, M_i)$$

representa al grupo que contiene las 15 agrupaciones.

En lo que se refiere a la distancia entre modelos ARIMA de las series, véase cuadro 2, se observa que el $\inf d(IG,)$ es siempre menor que el entorno (1). Se concluye también que el modelo del IG es representativo de acuerdo con los otros tres criterios de pertenencia.

Se estudió también si el IG es representativo de cada división en las que se subdivide el índice. Salvo en el caso de la primera división, donde los criterios establecidos de pertenencia pierden validez al estar formada por un solo elemento, para el resto de las divisiones todos los criterios de pertenencia, tanto utilizando la distancia (8) como la (9), confirman la representatividad del I.P.L.. Con las medidas de distancia entre series los resultados obtenidos son similares.

Aunque los resultados no se muestran en este trabajo, consideramos interesante comentar el proceso mediante el cual se iban agrupando series o modelos. Utilizamos para ello el análisis cluster. Los resultados obtenidos para las distintas medidas de distancia entre modelos permiten apreciar como se van agrupando los modelos más similares. Tanto utilizando la distancia (8) como la (9), se forman los mismos dos grupos y queda aislado el modelo de la agrupación 3. En cuanto a las agrupaciones a partir de medidas de distancia basadas en las funciones de autocorrelación y correlaciones cruzadas de las series los resultados son más diferenciados.

Un resultado interesante se deriva de la comparación entre la distancia (7) y la euclídea. De acuerdo con la construcción de las mismas debería darse una cierta

CUADRO 2
MEDIDAS DE REPRESENTATIVIDAD DE MODELOS

							Entorno			
	M_R	$d(M_R,IG)$	$d(M_c,IG)$	$d(M_{cp},IG)$	Sup*	Inf*	(1)	(2)	(3)	(4)
(8)	A13	0.354	0.808	0.712	10.33	0.171	10.38	10.286	9.62	9.75
(8) ²	A2	0.845	0.653	0.507	106.73	0.029	107.77	105.270	92.64	95.06
(9)	A13	0.279	0.252	0.271	1.57	0.126	1.79	1.554	1.47	1.53

(1) Sup $d(M_R, M_i)$; (2) Sup $d(M_R, M_i)$; (3) Sup $d(M_c, M_i)$; (4) Sup $d(M_{cp}, M_i)$
* $d(IG,)$

similaridad en las distancias y en el proceso de agrupamiento. Esta similaridad no se observa. La explicación puede ir en la siguiente línea. Si las variables objeto del análisis fueran estacionarias en media y siguieran esquemas autorregresivos, entonces las medidas de distancia deberían ser similares, pero este no es el caso. No hay que olvidar que la distancia euclídea se obtiene a partir de las diferencias entre los parámetros de las expansiones autorregresivas obtenidas a partir de los modelos ARMA univariantes de las series diferenciadas. Sin embargo, la distancia (7) se basa en los valores de los coeficientes de correlación de las series originales.

Podrían utilizarse los cluster formados para obtener un modelo representativo de cada uno y estudiar esos modelos como patrones de la conducta del conjunto de las agrupaciones.

Quizás la conclusión más relevante obtenida a partir del estudio de los clusters es la importancia de la medida de distancia escogida y la subjetividad que conlleva decidir si el IG es representativo o cuáles son los modelos o series de las agrupaciones que podemos considerar más representativas.

El último bloque de resultados que vamos a mencionar es el referido al contraste asintótico de significación de la distancia euclídea entre el modelo del I.P.I. agregado y el modelo representativo de las quince agrupaciones, M_R , el M_c , y el M_{cp} , así como los de cada una de las divisiones. Para el conjunto de las quince agrupaciones las distancias no son en ningún caso significativas al 95%. En el caso de las distintas divisiones, sólo las distancias entre el IG y el M_c y entre IG y el M_{cp} resultaban significativas para la segunda división⁹.

CUADRO 3
DISTANCIA ENTRE EL MODELO DEL IPI AGREGADO Y MODELOS
REPRESENTATIVOS

	M_c	M_{cp}	M_R
1	0,176	0,176	0,176
2	4,602 ^(*)	2,922 ^(*)	0,830
3	0,515	0,826	0,503
4	0,072	0,124	0,123
TODAS	0,332	0,285	0,123 ^(*)

Distancias significativas al 95%

NOTAS

1. Véase Steece y Wood (1985) y Piccolo (1989,90).
2. Véase Cano, Martín y Cáceres (1992).
3. Algunos comentarios en Bohte, Cepar y Kosmelj (1980).
4. Véase Espasa y Peña (1990).
5. Algunos comentarios al respecto en Peña (1989).
6. Véase Corduas (1984), p. 522.
7. Véase Box y Jenkins (1976), p. 243-245.
8. El periodo muestral, las agrupaciones consideradas y los modelos univariantes se tomaron de Dabán (1990).
9. Se utilizaron en este caso expansiones autorregresivas de 36 retardos, frente a los 100 empleados para obtener las distancias dadas en los cuadros anteriores.

BIBLIOGRAFIA

- BOHTE, Z., CEPAR, D. y KOSMELJ, K.** (1980) Clustering of time series. *Compstat* 80, 587-93.
- BOX, G.E.P. y JENKINS, G.M.** (1976) *Time series analysis, forecasting and control*. Holden Day. 575.
- CANO, V.J., MARTIN, F.J. y CACERES, J.J.** (1992) Medida de distancia entre modelos ARIMA. Una aplicación a los Índices de Precios Percibidos por los Agricultores. En Prensa.
- CORDUAS, M.** (1984) Distanza tra modelli: problemi metodologici ed indici statistici. *Statistica*, XLIV, 3, 513-524.
- DABAN, T.** (1990) Un análisis desagregado del índice de producción industrial. *Documento de Trabajo* 9012. Banco de España. Madrid.
- ESPASA, A. y PEÑA, D.** (1990) Los modelos ARIMA, el estado de equilibrio en variables económicas y su estimación. *Investigaciones Económicas* (Segunda Epoca), XIV, 2, 191-211.

- MORALES, E., ESPASA, A. y ROJO, M.L.** (1989) Métodos cuantitativos para el análisis de la actividad industrial española. *Documento de Trabajo* 8904. Banco de España. Madrid.
- PEÑA, D.** (1989) Sobre la robustez a la muestra de un modelo econométrico dinámico. *Revista Española de Economía*, 6, 194-213.
- PICCOLO, D.** (1984) Una topologia per la classe dei processi ARIMA. *Statistica*, XLIV, 1, 47-59.
- PICCOLO, D.** (1987) Problemi di confronto in rappresentazioni alternative di fenomeni dinamici. *Quaderni di Statistica e Econometria*, IX. Centro di Specializzazione e Ricerche Economico-Agrarie per il Mezzogiorno.
- PICCOLO, D.** (1989) On a measure of dissimilarity between ARIMA models. *ASA Proceedings of Business of Economic Statistics Section*.
- PICCOLO, D.** (1990) A distance measure for classifying ARIMA models. *Journal of Time Series Analysis*, 11(2), 153-164.
- REVILLA, P., REY, P. y ESPASA, A.** (1991) Characterization of production in different branches of spanish industrial activity, by means of time series analysis. *Working Papers* 91-28. Universidad Carlos III.
- STEECE, B. y WOOD, J.** (1985) A test for the equivalence of k ARMA models. *Empirical Economics*, 10, 1-11.
- TONG, H. y DABAS, P.** (1990) Cluster of time series models: an example. *Journal of Applied Statistics*, 17(2), 187-198.
- ZANI, S.** (1983) Osservazioni sulle serie storiche multiple e l'analisi dei gruppi, en *Analisi Moderna delle Serie Storiche* (ed. D. Piccolo), Milan, 263-74.

PROCESOS LOGARITMICOS NORMALES MULTIDIMENSIONALES CON FACTORES EXOGENOS VERSUS ANALISIS DE SERIES TEMPORALES. ANALISIS DEL GASTO SANITARIO

María Jesús MURES QUINTANA
TEU

Ramón ALVAREZ ESTEBAN
AEU

Adolfo RODRIGUEZ DE SOTO
AEU

1.INTRODUCCION

La idea global que se pretende con este trabajo es demostrar la necesidad de utilizar modelos estadísticos en el análisis de variables económicas. Específicamente tratamos de comparar la metodología de series temporales con la de los procesos de difusión en cuanto a los resultados que proporcionan.

Partimos de la opinión generalizada respecto a que los modelos estadísticos y en general la metodología estadística, son de gran utilidad para la predicción y como ayuda en la formulación de medidas de política económica. En este sentido, la utilización de modelos permite realizar análisis ex-post, además de ser más objetivos y transmitir y acumular conocimientos.

Uno de los métodos de predicción más utilizado en el ámbito económico ha sido el análisis de series temporales, tanto desde el enfoque clásico como mediante la metodología desde el punto de vista estocástico introducido por Box-Jenkins. Sin embargo, las limitaciones que éstos poseen en relación a la especificación del modelo inducen a considerar otros modelos para la predicción, fundamentalmente de variables económicas.

En el estudio realizado hemos considerado el proceso logarítmico-normal dada su capacidad predictiva y, especialmente, la posibilidad de introducir variables externas que perfeccionan los resultados.

Introduciremos, en el siguiente epígrafe, la metodología seguida en el trabajo en relación a las series temporales y a los procesos logarítmico-normales. Posteriormente se realiza el análisis de datos, considerando la variable "gasto público en Sanidad" con los resultados que se obtienen en ambas situaciones; terminaremos con las conclusiones que se pueden deducir de dichos resultados.

2.METODOLOGIA

a) El estudio de series temporales se puede abordar según dos perspectivas: determinista y aleatoria.

**En el primer caso se considera que la serie está formada por cuatro componentes cuyo análisis nos permite predecir los valores futuros. Los métodos analíticos y de alisado permiten estimar la tendencia de la serie, eliminando previamente las componentes cíclicas y estacionales. Los analíticos ajustan la tendencia a una función matemática cuyos parámetros se obtienen, en general, por mínimos cuadrados. Los de alisado, por su parte, consisten en transformar la serie dada en otra suavizada que permite determinar los valores de la predicción. En ambos casos se comprueba la bondad del modelo cuantificando el error mediante el error cuadrático medio o su raíz, cuya expresión es:

$$\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - X_t^*)^2}{n}$$

(x_t^* es el valor estimado)

Las variaciones estacionales se analizan mediante diferentes métodos que permiten aislar la componente estacional eliminando las demás componentes, y las variaciones cíclicas mediante el método de los residuos.

**El análisis de series temporales desde el punto de vista estocástico se basa en el supuesto de que la serie temporal que se trata de predecir ha sido generada por un proceso estocástico.

En esta situación el modelo más general mediante el cual se puede identificar la serie es el modelo ARIMA, cuya expresión general es:

$$AR(B) \Delta^d X_t = \delta + MA(B) \varepsilon_t$$

siendo

$$AR(B) = 1 - a_1 B - a_2 B^2 - \dots - a_p B^p$$

el operador autorregresivo,

$$MA(B) = 1 - b_1 B - b_2 B^2 - \dots - b_p B^p$$

el operador de media móvil y B el operador de retardos. Su identificación consiste en determinar el grado de homogeneidad y los órdenes de la parte autorregresiva y de medias móviles, estimando sus parámetros por el método de mínimos cuadrados

$$(\text{minimizado}) \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2$$

o por el método de máxima verosimilitud

$$(\text{maximizando } f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_T) = (2\pi)^{-T/2} (\sigma_\varepsilon^2)^{-T/2} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2} \sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2\right)$$

El estadístico de Box-Pierce nos permite comprobar la adecuación entre los datos y el modelo estimado y mediante los criterios de bondad de ajuste se selecciona el modelo más adecuado. El análisis de predicción complementaría el estudio teniendo en cuenta la varianza del error de predicción.

b) Los procesos de difusión considerados como procesos de Markov de parámetro continuo y cuya función de densidad de probabilidad de transición verifica las ecuaciones de Kolmo-gorov, se caracterizan por la expresión de los coeficientes de tendencia y difusión (momentos infinitesimales del proceso). Uno de los procesos de difusión más significativo es el logarítmico normal, cuya función de densidad de probabilidad para el caso unidimensional viene dado por la siguiente expresión:

$$f(s, x; t, y) = \frac{1}{y [2\pi\gamma(t-s)]^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\gamma(t-s)} [\lg y - \lg x - \beta(t-s)]^2\right\}$$

siendo los momentos infinitesimales del proceso, bajo las hipótesis $S=0$ Y $P[X(0)=x_0]=1$, los siguientes:

$$E[X(t)] = X_0 e^{B_0 t}$$

$$\text{Var}[X(t)] = X_0^2 e^{2b_0 t} (e^{a_0 t} - 1)$$

La expresión de la tendencia permite determinar los valores futuros del proceso, estimándose los parámetros por el método de máxima verosimilitud.

Este modelo se perfecciona introduciendo en él variables externas que vienen dadas por vectores cuyas componentes son los valores en un instante o período de tiempo.

Supuesto que existe una relación lineal entre los parámetros del proceso y la variable exógena de la forma:

$$b_t = b_0 + b_1 G(t)$$

„

$$b_t = 0$$

los momentos infinitesimales del proceso vienen dados por las expresiones:

$$\begin{aligned} b(t, x) &= a_0 x + b_1 G(t) x \\ a(t, x) &= a_1 x^2 = a_0 x^2 \quad a_0 > 0 \end{aligned}$$

y la función de densidad de probabilidad será:

$$f(x_0; t, y) = \frac{1}{y \sqrt{2\pi\gamma t}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\gamma t} \left[\lg y - \lg x - \beta_0 t - \beta_1 \sum_{j=1}^t G_j \right]^2 \right\}$$

supuesto que las observaciones están determinadas a intervalos iguales de tiempo con longitud=1, G(t) es una función paso, es decir:

$$G(t) = G(t_j)$$

con

$$t_{j-1} \leq t \leq t_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad s = t_0 : 0 \quad p[X(0) = X_0] = 1$$

Bajo estas condiciones se caracteriza el proceso mediante la tendencia y la varianza, cuyas expresiones son

$$E[X(t)] = X_0 \exp \left\{ b_0 t + b_1 \sum_{j=1}^t G_j \right\}$$

$$\text{Var}[X(t)] = X_0^2 \exp \left\{ 2(b_0 t + b_1 \sum_{j=1}^t G_j) (e^{a_0 t} - 1) \right\}$$

la obtención de los parámetros se realiza en este caso por el método de máxima verosimilitud. Además, cuantos más factores exógenos se incluyan la predicción debe mejorar; si esto no ocurre se deben rechazar.

3. ANALISIS EMPIRICO Y RESULTADOS

Los datos considerados en este estudio corresponden al gasto público en Sanidad para el período 1970-1986 expresados en millones de pesetas constantes.

Considerada la variable como una serie temporal se identificó la tendencia mediante una función cúbica cuya expresión es:

$$X_t = -17402 + 20118.0t - 3848.3t^2 + 201.627t^3$$

Obviamente se consideraron más modelos (lineal y cuadrático) siendo el expresado el que tiene el menor error; además el estadístico de Durbin-Watson ($d = 2.0156$) permite asegurar que los residuos no están correlacionados para este modelo.

Las predicciones relativas al gasto en Sanidad obtenidas mediante el modelo de series temporales para el período 1987-1993 son:

1987	273770.118
1988	358572.969
1989	458664.625
1990	575255
1991	709553.813
1992	862770.75
1993	1036116

La trayectoria de la serie original y su función de autocorrelación nos permiten asegurar que la serie no es estacionaria. No es posible la identificación de la serie como un modelo ARIMA debido a las características de los datos.

La identificación de la variable $X(t)$ = "gasto público en Sanidad" como un proceso logarítmico-normal unidimensional, con observaciones medidas a intervalos iguales de tiempo, permite estimar la trayectoria de dicha variable mediante la expresión de la tendencia, de forma que:

$$E [X (t)] = 6884.6 \exp (0.426450t)$$

cuando no se introducen factores exógenos.

La tendencia cuando se considera como factor exógeno, el Producto Interior Bruto y la Población Total, tiene las siguientes expresiones:

$$E [X (t)] = 6884.6 \exp (0.501238t - 2.64511 \sum_{\alpha=1}^t G_{\alpha})$$

$$E [X (t)] = 6884.6 \exp (1.18666t - 95.3258 \sum_{\alpha=1}^t G_{\alpha})$$

Los valores de G_{α} corresponden a los incrementos de los factores exógenos, que toman diferentes valores según las hipótesis consideradas.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

La primera hipótesis consiste en asumir que la tasa de crecimiento permanece constante durante el período 1987-1993, tomando los mismos valores que en el año 1984. En la segunda se presupone que los factores crecen con una tasa que es la tasa promedio del período 1970-1986. En último lugar se ha considerado un crecimiento variable.

En la tabla 1 se presentan los valores de la tendencia sin factores; en la 2, con el PIB (según las tres hipótesis) y en la 3, con la PT.

Año	$E[X(t)]$
1987	9690770
1988	14844400
1989	22738800
1990	34831500
1991	53355200
1992	81730000
1993	125195000

Tabla 1

Año	$E[X(t)](H_1)$	$E[X(t)](H_2)$	$E[X(t)](H_3)$
1987	9570900	9196950	9194900
1988	15210000	14044700	13672000
1989	24171800	21447700	19798300
1990	38413700	32752900	27921400
1991	61046900	50017000	38349400
1992	97015600	76381200	51297000
1993	154177000	116642000	66824900

Tabla 2 (PIB)

Año	$E[X(t)](H_1)$	$E[X(t)](H_2)$	$E[X(t)](H_3)$
1987	8182350	5662980	8285390
1988	17546500	8404770	16355400
1989	376274000	12474000	29350200
1990	80689600	18513400	47880700
1991	173034000	27476900	71008500
1992	371060000	40780100	95732800
1993	795714000	60524100	117331000

Tabla 3 (PT)

4.CONCLUSIONES

*Los dos modelos son válidos para la variable considerada

*El coeficiente de determinación para el modelo de series temporales es igual a 0.851, lo que permite asegurar la bondad del ajuste.

*Las predicciones obtenidas mediante el modelo logarítmico-normal dan lugar a un error mayor que las determinadas por el modelo anterior.

*La influencia del PIB origina una disminución de los gastos sanitarios, independientemente de la hipótesis considerada.

*El aumento de la población total representa un aumento de los gastos analizados.

Por tanto, para la variable analizada es más preciso el modelo de series temporales; sin embargo, el modelo logarítmico-normal permite perfeccionar resultados introduciendo variables externas.

5.BIBLIOGRAFIA

AITCHISON, J. y BROWN, J.A.C., (1969), *The lognormal distribution*, 4ª edición, Cambridge University Press, Cambridge.

ALCAIDE, A.; ALVAREZ, N.,(1990), *Econometría. Modelos deterministas y estocásticos*, Ed.Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.

ANGULO IBAÑEZ, J.M.; GUTIERREZ JAIMEZ, R. y PEREZ OCON, R., (1991), *Inference in Lognormal Multidimensional Diffusion Processes with Exogenous Factors*, *Applied Stochastic Models and Data Analysis*, 2, en prensa.

CHICA OLMO, J.M. y CHICA OLMO, M., (1989), Análisis univariante del desempleo en la provincia de Granada. 1976-1986, *Economía Española*, 2781-2785.

FLORES DE FRUTOS, R.,(1989), Análisis de las relaciones entre el PIB español, el PNB de Estados Unidos y el PNB del conjunto de países industrializados, *Investigaciones Económicas*, Vol.XIII, 2, 301-316.

LAGARES CALVO, M.J., (1988), Niveles de cobertura del gasto público en España, *Papeles de Economía Española*, 37, 150-173.

MEDINA IBAÑEZ, J.M., (1986), Transferencias entre la economía USA y la española: un estudio en metodología de series temporales, *Estadística Española*, 110, 89-100.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y HACIENDA, (1970-1987), *Cuentas de Administraciones Públicas*.

MOLINAS, C.(Dir), (1990), *MOISEES. Un modelo de investigación y simulación de la economía española*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L., (1980), *Modelos econométricos*, Ed.Labor, S.A., Barcelona.

SAUNDERS, P. y KLAU, F., (1988), *El papel del sector público y los gastos sociales. 1960-1990*, Centro de Publicaciones del Ministerio de Trabajo y S.S., Madrid.

TINTNER, G., (1973), Some Aspects of Stochastic Economics, *Stochastics*, Vol.1, 71-86.

TINTNER, G. y GOMEZ, G.L., (1979), Aplicación de los procesos de difusión a la planificación del desarrollo económico, *Trabajos de Estadística e Investigación Operativa*, Vol.30, 2, 33-35.

VOLATILIDAD Y PREDICCIÓN EN SERIES FINANCIERAS

Fernando FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
 PROFESOR ASOCIADO DEL DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA.
 UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

María Dolores GARCÍA ARTILES
 PROFESORA ASOCIADA DEL DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA.
 UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.

1.- VOLATILIDAD E IMPREDECIBILIDAD

Para medir la volatilidad de una serie temporal se considera habitualmente una variedad de medidas tales como el coeficiente de variación, la desviación típica de las series sin tendencia o la desviación típica. Todas ellas describen aspectos de la magnitud de las fluctuaciones de la serie temporal en cuestión.

Maravall y Bentolila (1986), en sus estudios de volatilidad de series temporales con aplicación al control monetario en España, consideran que los efectos adversos que produce la volatilidad, tanto en el crecimiento del dinero como en los tipos de cambio o en la tasa de inflación, se deben a la incertidumbre que generan dentro del sistema económico y no tanto a la magnitud de las propias fluctuaciones en sí mismas. Maravall y Bentolila proponen entonces una medida de volatilidad relativa asociada al concepto de **impredecibilidad**. Para ello consideran un proceso autorregresivo que ajusta la serie temporal en cuestión, y toman la varianza del proceso residual como medida base de impredecibilidad. Por último, para poder expresar la volatilidad en términos relativos dividen la varianza residual entre el nivel de la serie. Con ello obtienen una medida de volatilidad asociada a cada periodo. Como medida de volatilidad de toda la serie en conjunto consideran la desviación típica de la distribución de residuos.

2.- EL ESPACIO DE FASES DE UNA SERIE TEMPORAL

El desarrollo del análisis de series temporales no lineales permite analizar el determinismo que subyace en una serie de apariencia "ruidosa" y realizar con ello un tratamiento muy específico del concepto de impredecibilidad y, por consiguiente, de volatilidad. Las ideas que vamos a exponer se inspiran en técnicas de predicción basadas en el caos determinista y pueden encontrarse ampliamente desarrolladas en Fernández (1992).

Sea una serie temporal

$$X_1, \dots, X_N$$

El concepto fundamental en este análisis es el de **espacio de fases** de una serie temporal; este espacio es el subconjunto del espacio vectorial real de m dimensiones formado por todas las m -tuplas de términos consecutivos de la serie temporal:

$$X_i^m = (X_{i-(m-1)}, \dots, X_{i-1}, X_i)$$

de forma más general separados por un desfase de τ unidades de tiempo :

$$X_i^m(\tau) = (X_{i-\tau(m-1)}, \dots, X_{i-\tau}, X_i)$$

Cada punto del espacio de fases define una situación dinámica que llamaremos **pauta dinámica de comportamiento**.

Una serie temporal tiene, grosso modo, comportamiento caótico cuando es posible ajustarle una dimensión de inmersión m y un retardo τ de modo que en dicho ambiente tenga un comportamiento determinista en el siguiente sentido : si dos pautas de comportamiento se encuentran muy próximas en el espacio de fases, los siguientes valores de la serie temporal en cada una de las pautas continúan siendo próximos.

En lo que sigue consideramos, por simplicidad de notación, que $\tau = 1$.

Para estudiar el posible determinismo que muestran las pautas dinámicas en el espacio de dimensión m , sea una pauta suya

$$X_i^m = (X_{i-(m-1)}, \dots, X_{i-1}, X_i)$$

Consideremos las k pautas más próximas a ella dentro del espacio de fases

$$X_{j_1}^m, \dots, X_{j_k}^m$$

es decir, aquellas que minimizan la distancia euclídea

$$|X_j^m, \dots, X_i^m|$$

La forma más elemental de captar el determinismo dentro de una serie temporal es comprobar que, dada una pauta dinámica de comportamiento, sus pautas cercanas dentro del espacio de fases tendrán a corto plazo un comportamiento similar. Este principio permite considerar un sencillo predictor que predice los futuros valores de una determinada pauta dinámica de comportamiento promediando los valores futuros de las pautas más próximas.

$$\hat{X}_{N+s}^{brc} = \frac{1}{k} \sum_{i=0}^{i=k} X_{j_i+s}$$

Llamaremos a este predictor **baricéntrico** porque toma como referencia el baricentro de la evolución de las pautas en el espacio de fases para predecir.

La existencia de caos determinista, pese a la apariencia "ruidosa" que pueda presentar la serie, implica la posibilidad de predicción a corto plazo y recíprocamente (Fernández (1992)). Como referencia general sobre el caos citamos el libro de Schuster (1988).

3.- LA ENTROPÍA COMO MEDIDA GLOBAL DE VOLATILIDAD.

El espacio de fases es un instrumento muy adecuado para analizar la impredecibilidad de una serie temporal por medio del concepto de **entropía**.

La entropía de Kolmogorov K es un promedio de cómo pautas dinámicas similares evolucionan a corto plazo de manera divergente dentro del espacio de fases; mide, por tanto, la pérdida de información por unidad de tiempo sobre la situación dinámica del sistema a partir de una pauta conocida.

La entropía permite clasificar los sistemas dinámicos según su grado de predecibilidad:

Sistemas puramente **deterministas**, en los que $K = 0$. La posibilidad de predicción no depende del tiempo transcurrido, sino tan sólo de la precisión con que seamos capaces de fijar las condiciones iniciales y los parámetros del predictor.

Sistemas **caóticos**, donde $K > 0$ y la información contenida en las condiciones iniciales sufre un paulatino deterioro con el transcurso del tiempo y, pese al determinismo del sistema, su predicción a largo plazo resulta imposible.

Sistemas **estocásticos**, aquellos que poseen una entropía infinita. En tal caso, el comportamiento del sistema no depende prácticamente de las condiciones iniciales de las que parte y resulta impredecible incluso a muy corto plazo.

La inversa $1/K$ de la entropía se interpreta en la teoría de los sistemas dinámicos deterministas como el **horizonte determinista de predicción**, es decir, aquel intervalo de tiempo a partir del cual es imposible realizar predicciones deterministas sobre el sistema. El mejor predictor de un dato que está fuera del horizonte determinista de predicción es el camino aleatorio.

4.- MEDIDAS LOCALES DE VOLATILIDAD

Es posible establecer comparaciones entre el grado de predecibilidad de diferentes pautas de una misma serie temporal; para ello no deberá acudirse a un promedio global, tal como el que proporciona la entropía, será preciso definir una **medida local de volatilidad**.

LeBaron (1991) considera, para una serie de media 0, una varianza local definida mediante un subconjunto de L elementos inmediatamente anteriores al dato que ocupa el lugar t , de la forma :

$$\sigma_t(L) = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_{k=0}^{L-1} x_{t-k}^2}$$

y la correlación

$$\rho_L(X_t, X_{t-1}) = \frac{\frac{1}{L} \sum_{k=0}^{L-1} x_{t-k}}{\sigma_t(L) \sigma_{t-1}(L)}$$

es decreciente frente a la volatilidad local en cada instante t . Concluye a partir de aquí la importancia de considerar las volatilidades locales como información previa relevante en la predicción de series financieras.

Es posible definir con más precisión una medida de volatilidad local de una pauta dinámica de longitud m capaz de captar los efectos de las desviaciones del determinismo y las situaciones de inestabilidad local del sistema.

Consideremos como en el apartado 2 una pauta dinámica y sus k -pautas más próximas en el espacio de fases de longitud m .

El **indicador local de volatilidad** que definimos se basa en el error cuadrático medio de un predictor local baricéntrico. Dicho error será normalizado dividiéndolo entre la varianza del conjunto de datos que se predicen y finalmente se tomará la raíz cuadrada de dicho cociente.

$$V_T(X_i^m) = \sqrt{\frac{\sum_{S=1}^T (X_{i+S}^{ber} - X_{i+S})^2}{\sum_{S=1}^T (\bar{X} - X_{i+S})^2}}$$

donde

$$\bar{X} = \frac{1}{T} \sum_{S=1}^T X_{i+S}$$

El número k deberá elegirse una vez calibrado el número de pautas similares adecuadas para predecir y T tomará valores inferiores al horizonte determinista de predicción considerado anteriormente.

Este indicador de volatilidad matiza el considerado por Maravall y Bentolila (1986), adaptando su idea de volatilidad asociada a la impredecibilidad en periodos individuales de una serie temporal según las posibilidades que ofrece la existencia de algún tipo de dinámica compleja endógena.

5.- RESULTADOS EMPÍRICOS

Hemos estudiado los datos de tipo de cambio diarios spot y forward peseta/dólar estadounidense para vendedor a uno y tres meses durante el periodo que media entre Enero de 1985 y Mayo de 1991. Se disponía de 1431 datos diarios de cambio vendedor y al contado a un mes, mientras que a tres meses sólo se disponía de 1393.

En vista de la presencia de una raíz unitaria en dichas series (Ayuso, Dolado y Sosvilla-Rivero (1991)), hemos tratado los datos tomando logaritmos y posteriormente su transformación en diferencias primeras con objeto de que las series resultantes fueran estacionarias en media.

Tal transformación no afecta a las características dinámicas de una serie caótica, excepto cuando algún dato de la serie original tome exactamente el valor cero (Fernández (1992)).

Debido a su heterogeneidad, el periodo analizado ha sido dividido en tres subperiodos, cuyas demarcaciones son Enero de 1988, asociado a un cambio de la política de intervención del Banco de España en el mercado de cambios, y Junio de 1989, fecha de ingreso de la peseta en el Sistema Monetario Europeo.

Según un trabajo previo de Bajo, Fernández y Sosvilla-Rivero (1992), todas las series muestran en todos los periodos rasgos muy pronunciados de una dinámica caótica mediante el test de Grassberger-Procaccia (1983); tal extremo revela la presencia de rasgos deterministas endógenos en la dinámica de estos mercados de cambio.

La detección de un comportamiento caótico induce al cálculo de diversos invariantes de la dinámica como la entropía de Kolmogorov y las dimensiones de inmersión en cada una de las series y periodos, como se muestra en los cuadros 1 a 4.

6.- CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que en una serie temporal la entropía mide cuán poco las pautas dinámicas de comportamiento pasadas ayudan a predecir por analogía el futuro de una determinada pauta, se considera que la volatilidad de una serie está relacionada más con la incertidumbre e impredecibilidad que con la magnitud de sus fluctuaciones; desde este punto de vista la entropía es una medida muy adecuada de la volatilidad.

En las series de tipos de cambio analizadas concluimos que la volatilidad disminuyó al pasar del primer periodo al segundo, mientras que, por el contrario, aumentó al pasar del segundo al tercero, con excepción del tipo de cambio a futuros a un mes para el que continuó disminuyendo.

Se introduce una medida de entropía local que permite dar cuenta de la volatilidad individualizada de una determinada pauta, comparando su evolución futura con las de sus correspondientes pautas análogas, por medio de los errores de un determinado predictor que llamamos baricéntrico.

Los resultados obtenidos revelan la existencia, para el forward a un mes y para el spot, de zonas de especial "turbulencia" dinámica en el periodo inmediatamente anterior a la integración de la peseta en el mecanismo de cambios del Sistema Monetario Europeo. El forward a tres meses manifiesta, por el contrario, en este periodo un comportamiento predecible de baja volatilidad local.

BIBLIOGRAFÍA

AYUSO, J., DOLADO, J. y SOSVILLA-RIVERO, S. (1991), "Eficiencia en el mercado a plazo de la peseta". *Documento de Trabajo 9120*. Banco de España, Madrid.

BAJO RUBIO, O., FERNÁNDEZ, F. y SOSVILLA-RIVERO, S. (1992), "Chaotic Behaviour in Exchange-Rate Series: First Results for the Peseta-U.S. Dollar Case". Aceptado en *Economics Letters*.

FERNÁNDEZ, F. (1992), *El problema de la predicción en series temporales: aplicaciones del caos determinista*. Tesis doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

GRASSBERGER, P. y PROCACCIA, I. (1983), "Characterization of Strange Attractors". *Physics Review Letters*. Vol. 50, 5, 346-349.

LEBARON, B. (1991), "Forecast Improvements Using a Volatility Index". *Social Systems Research Institute*. Universidad de Winsconsin, Madison.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

MARAVALL, A. y BENTOLILA, S. (1986), "Una medida de volatilidad en series temporales con una aplicación al control monetario en España". *Investigaciones Económicas* (Segunda época). Vol. X, 1, 185-199.

SCHUSTER, H. G. (1988), *Deterministic Chaos. An Introduction*. VCH. Weinheim. Capítulo 5.

Cuadro 1
DIMENSIONES DE INMERSIÓN CAÓTICA

	Periodo I	Periodo II	Periodo III
FORWARD 1 mes	7	6	7
FORWARD 3 meses	7	9	5
SPOT	7	5	7

Dimensiones de inmersión a partir de las cuales los datos muestran un comportamiento determinista caótico, según el test de Grassberger-Procaccia.

Cuadro 2
INDICADOR DE VOLATILIDAD SEGÚN LA ENTROPÍA

	Periodo I	Periodo II	Periodo III
FORWARD 1 mes	0.0991	0.0813	0.0696
FORWARD 3 meses	0.1365	0.0454	0.0643
SPOT	0.0856	0.0541	0.0631

Valores de la entropía de Kolmogorov y, por lo tanto, de las correspondientes volatilidades globales de cada una de las series en los periodos correspondientes.

Cuadro 3
HORIZONTE DETERMINISTA DE PREDICCIÓN EN DÍAS

	Periodo I	Periodo II	Periodo III
FORWARD 1 mes	10	12	14
FORWARD 3 meses	7	22	15
SPOT	11	18	15

Valores inversos de la entropía que pueden considerarse como un promedio del horizonte en el que es posible realizar predicciones deterministas.

Cuadro 4
VOLATILIDADES LOCALES

	Periodo I	Periodo II	Periodo III
FORWARD 1 mes	0.09	3.39	0.27
FORWARD 3 meses	0.230.43	0.24	
SPOT	0.14	1.08	0.72

Volatilidades locales de las pautas dinámicas de comportamiento de longitud igual al horizonte determinista de predicción inmediatamente anteriores al cambio de periodo de cada serie de tipo de cambio.

VOLATILIDAD DE LOS TIPOS DE CAMBIO: UN ENFOQUE NO PARAMETRICO*

MIGUEL ALVAREZ, Jesús A.
OLAVE RUBIO, Pilar

DPTO. DE METODOS ESTADISTICOS
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

1. INTRODUCCION.

En el inicio de 1974, el Banco de España suspendió su compromiso de intervención en los mercados de cambios por el cual se aseguraba el mantenimiento de un tipo de cambio fijo de la peseta. Se inauguró así un periodo de flotación vigilada de la divisa española, durante el cual su cotización ha registrado fuertes oscilaciones, sobre todo hasta el 19 de junio de 1989 en que la peseta se incorporaba, al mecanismo de cambios del Sistema Monetario Europeo (S.M.E.) con "banda ancha" de fluctuación.

Las fuertes variaciones sufridas en este periodo de flotación han sido mucho mayores y persistentes de lo que nadie hubiera imaginado a finales de los años sesenta, tanto para la divisa española, como para el resto de monedas.

Una medida "ex-ante" de la volatilidad de los mercados financieros es de enorme importancia para casi todos los agentes en el mercado, en concreto el estudio de la evolución de la variabilidad de los tipos de cambio, debido a que una mayor volatilidad de los mismos eleva el riesgo asociado a cualquier decisión relativa tanto a transacciones financieras con el resto del mundo, como a las decisiones de inversión y endeudamiento interiores [Ayuso(1991)].

Estudios recientes han encontrado evidencia excesiva de volatilidad, sobre todo después de la crisis de octubre de 1987. (No se ha podido explicar en términos de cambios en los valores fundamentales). Ello obligó a los expertos en finanzas a contrastar las hipótesis de eficiencia de los mercados de capitales y comprobar hasta qué punto los precios se habían alejado de sus valores fundamentales [Poterba y Summers (1986), Schwert(1989)] en los casos de alta persistencia (correlación serial alta y estable) en el periodo de estudio.

El objetivo de nuestro trabajo es estudiar la variabilidad de los tipos de cambio de la peseta respecto del marco y del dólar en distintos subperiodos de 1985-89. (El uso del marco responde el papel que desempeña en el S.M.E.). La elección de los periodos se ha realizado teniendo en cuenta la crisis de octubre de 1987. Estudiaremos la persistencia de la serie de

* Este trabajo está financiado por la Universidad de Zaragoza.

volatilidades antes y después del 19 de octubre de 1987 y analizaremos su influencia en los valores de mercado.

De los dos métodos más utilizados para estimar volatilidades (directamente, a través de las rentabilidades diarias ó indirectamente a través de la relación precios-volatilidad), utilizaremos el método directo a través de especificaciones GARCH [Engle(1982), Bollerslev (1986)].

De acuerdo con lo anterior, el esquema de trabajo es el siguiente:

En la Sección 2, se estima un modelo GARCH (1,1) para la volatilidad, a través de datos diarios. Efectuado el análisis habitual de residuos revela una kurtosis excesivamente alta, por ello se impone un estudio no paramétrico de su distribución ⁽¹⁾.

En la Sección 3 utilizamos el estimador de Nadaraya-Watson para la volatilidad a través de una función núcleo gaussiana [Pagan y Schwert(1990)].

Finalmente se comparan ambas estimaciones de la volatilidad y establecemos las conclusiones y posibles extensiones del trabajo.

2. MODELOS GARCH.

Un breve repaso de los diferentes trabajos que han estudiado el problema de la variabilidad de una serie financiera pone de relieve una considerable evolución en la manera de entender y medir dicho concepto [Wyplosz(1989)].

En línea con los planteamientos de Rogoff(1985) en este trabajo se identifica la variabilidad de la serie con la varianza del componente no esperado de la misma. La idea que subyace en esta forma de proceder es que el principal componente de riesgo en los mercados financieros está asociado a la nueva información que llega a los mismos.

En esta sección estimaremos los modelos más adecuados para estudiar la volatilidad de las series del tipo de cambio de la peseta frente al marco alemán y el dólar. Las series analizadas son de variaciones diarias en el logaritmo del tipo de cambio spot.

Los modelos ARCH [Engle(1982)] y GARCH [Bollerslev(1986)] parecen muy adecuados para este tipo de series de tiempo ya que la modelización de series de tiempo habitual (procesos ARMA) no es consistente con las regularidades empíricas presentadas por la serie de las variaciones diarias. En efecto, un análisis habitual de los residuos no presenta signos evidentes de falta de asimetría, pero la kurtosis revela un valor significativo, lo que puede ser debido a la existencia de una estructura no lineal (la autocorrelación de los residuos cuadráticos es muy elevada. Por otra parte, presentan la ventaja de considerar una evolución continua en el tiempo de la varianza a través de su parametrización explícita. Además, el riesgo de dicho modelo incorpora fielmente las innovaciones inmediatamente anteriores de la información disponible.

⁽¹⁾ Silverman(1986), Härdle(1990) son una buena panorámica de las técnicas no paramétricas más usuales

La forma general del modelo es:

$$Y_t = \delta X_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-i}$$

X_t es la variable regresora. Tomaremos como Y_t el logaritmo del tipo de cambio al contado, y como variables regresoras, valores pasados de la Y_t . En concreto, para el tipo de cambio peseta-dólar, si $\delta = 1$ y $X_t = Y_{t-1}$, los residuos pueden admitirse incorrelados, mientras que en el caso del tipo de cambio peseta-marco es necesario tomar una variable regresora bidimensional $X_t = (Y_{t-1}, Y_{t-2})$ para la incorrelación de los residuos (ver tabla 2.1 para la definición explícita de los modelos). Las condiciones $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i > 0$, $\sum \alpha_i < 1$, $\sum \beta_i < 1$, $q < \infty$, $p < \infty$ aseguran varianza finita y estacionaridad del modelo. Conviene tener presente que dicha parametrización explícita de la volatilidad, h_t , supone asumir que, condicionada al instante t , es una función determinística del pasado y ello supone una restricción del modelo.

La hipótesis de homocedasticidad en la varianza de los residuos del modelo es difícil de mantener en este tipo de series, Engle (1982) sugiere un test para detectar heterocedasticidad en el modelo lineal y el orden, q , óptimo del modelo ARCH. El estadístico que se utiliza es TR^2 , siendo T el número de observaciones y R^2 el coeficiente de correlación múltiple en la regresión de los residuos del modelo lineal frente a sus q primeros retardos. Efectuados los correspondientes test ARCH, para datos diarios, indican una clara presencia de heterocedasticidad para cualquier orden en los retardos, por lo tanto sería un modelo ARCH(∞) y siguiendo la metodología propuesta por Bollerslev (1986) el modelo planteado será un GARCH.

Como ya se ha comentado en la introducción en Octubre de 1987 hubo una crisis generalizada en los tipos de cambio, en base a este hecho hemos dividido el período muestral precisamente por esta fecha. Para cada tipo de cambio y cada subperíodo muestral las estimaciones de los modelos se dan en la tabla 2.1. Tras realizar un test de la razón de verosimilitudes, no se rechaza la ausencia de un cambio estructural en ambos períodos ($\lambda = 2.18$ y 1.20 respectivamente, contra una χ^2_3 y una χ^2_4).

De la tabla 2.1 se deducen importantes conclusiones; la volatilidad es estacionaria en los períodos en estudio: $\alpha_1 + \beta_1 < 1$ ⁽²⁾, y altamente persistente. Del análisis conjunto de esta tabla se puede concluir que el tipo de cambio peseta-dólar tiene una alta variabilidad en el período estudiado y su persistencia es superior a la serie del tipo de cambio peseta-marco. Después de la crisis de octubre de 1987 la serie del tipo de cambio peseta-marco es más persistente (0.9691) que en el período anterior (0.8800). Sin embargo este hecho no influyó tanto en el tipo de cambio peseta-dólar (0.9891 frente a 0.9705).

⁽²⁾ Demostrado en teorema 1, de Bollerslev (1986).

3. MODELIZACION NO PARAMETRICA DEL RIESGO.

Una de las dificultades que se presentan en estudios empíricos sobre modelos financieros es la estimación del riesgo. Lo más habitual es considerar estimadores del tipo "rolling" [Merton(1980), Pindyck(1984)], aunque presentan varios inconvenientes, entre ellos su inconsistencia. Otro tipo de estimadores que no presentan este problema fueron dados por Alcalá-Bachiller-Olave(1992).

Una solución frecuentemente utilizada en la actualidad consiste en parametrizar explícitamente la volatilidad a través de los modelos ARCH y GARCH. Pagan y Ullah(1988) proponen alternativas a los procedimientos tradicionales, entre ellas la de más interés se basa en el hecho de que la volatilidad es la varianza condicionada de una variable aleatoria:

$$h_t = \sigma_t^2 = \Sigma[Y_t^2 | I_t] - \Sigma^2[Y_t | I_t]$$

Ahora bien, es conocido que en el modelo de regresión que mejor explica la variable Y_t a partir de la información $I_t = \Omega_{t-1}$, se tiene:

$$Y_t = \Sigma[Y_t | I_t] + \varepsilon_t = \hat{Y}_t + \varepsilon_t$$

Algo análogo se puede plantear para la variable Y_t^2 .

Así pues, obtenidas las estimaciones de las funciones de regresión que permitan predecir Y_t y Y_t^2 , a partir de I_t , es inmediato calcular:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \hat{Y}_t^2 - (\hat{\varepsilon}_t)^2$$

Estas regresiones que permiten obtener Y_t y Y_t^2 pueden efectuarse mediante técnicas de suavización no paramétricas, dada la clara ausencia de linealidad.

En concreto, utilizaremos un estimador con núcleo gaussiano [Pagan y Schwert(1990)], para las regresiones anteriores y notaremos $\varepsilon_{t-1} = I_t$. El estimador de Nadaraya-Watson será:

$$\hat{\sigma}_t^2 = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{I_t - I_i}{h}\right) \varepsilon_i^2}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{I_t - I_i}{h}\right)}$$

La ventana h óptima en estos casos ha sido estudiada por Bierens(1990).

Para medir la capacidad de predicción de los estimadores de la volatilidad a través de la parametrización explícita dada por la metodología GARCH y de las técnicas no paramétricas utilizaremos dos estadísticos: la raíz cuadrada de la suma de los errores cuadráticos (E.C.) y la suma de los valores absolutos de los errores (E.A.). [La volatilidad frente a la cual se va a plantear la comparación será la estimada utilizando todos los datos del período muestral].

En primer lugar estudiamos el comportamiento de la predicción dentro del primer subperíodo muestral. En concreto (ver tabla 3.1), para el tipo de cambio peseta-dólar el estadístico E.C. no difiere mucho en ambos modelos. Sin embargo, a través del criterio E.A. se observa un comportamiento ligeramente superior de los modelos GARCH. Estos resultados difieren en el tipo de cambio peseta-marco, donde el comportamiento de los modelos no paramétricos es claramente superior.

En cuanto a la predicción a un paso fuera del subperíodo muestral base, tomaremos como tal el primero de los estudiados añadiendo cada vez una observación por detrás y se suprima una por delante (Método R). También se ha realizado un estudio análogo tomando como subperíodo muestral base desde Enero de 1985 hasta Diciembre de 1988.

Los resultados pueden observarse en la tabla 3.1, de la que se deducen algunas conclusiones importantes: en primer lugar, y con el subperíodo base Enero de 1985 hasta Octubre de 1987, en el tipo de cambio peseta-marco el modelo no paramétrico efectúa una predicción fuera de la muestra superior con el procedimiento R, y cualquiera de los estadísticos E.C. y E.A. empleados en la comparación. En el tipo de cambio peseta-dólar ambas metodologías se comportan de forma distinta según el estadístico utilizado como criterio de comparación, aunque los valores de éstos son bastante similares.

Cuando el subperíodo se toma desde Enero de 1985 hasta Diciembre de 1988, en todos los casos los modelos no paramétricos se comportan mejor que los obtenidos con la metodología GARCH.

Todo ello pone de manifiesto las ventajas de la metodología no paramétrica: por una parte la debilitación de las hipótesis de los modelos más usuales (ARCH, GARCH, ARMA), y además una mejor predicción, en la mayoría de los casos, si el tamaño muestral empleado es muy elevado. Sin embargo, cabe destacar que en un análisis global de la tabla 3.1, los resultados no revelan importantes diferencias en la predicción, indicando que la modelización paramétrica es de interés en este tipo de series financieras.

Actualmente se está desarrollando un estudio más amplio que pretende medir la influencia de la volatilidad en la determinación de las primas de interés (paridad cubierta o paridad descubierta).

REFERENCIAS

- AYUSO J. (1991) "Los efectos de la entrada de la peseta en el S.M.E. sobre la volatilidad de las variables financieras españolas". *Moneda y Crédito*, 193, p.p. 111-45.
- ALCALA T., BACHILLER A., OLAVE P. (1992) "Prima de Riesgo y Volatilidad en el Mercado de Valores Español". (Por aparecer en *Revista Española de Economía*).
- BIERENS H.J. (1990) "Model-free asymptotically best forecasting of stationary economic time series". *Econometric Theory*, 6, p.p. 348-83.
- BOLLERSLEV T. (1986) "Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity". *Journal of Econometrics*, 31, p.p. 307-27.
- ENGLE R.F. (1982) "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation". *Econometrica*, 50, p.p. 987-1008.

- HARDLE W.**(1990) "*Applied NonParametric Regression*", Cambrigde University Press, Cambrigde.
- MERTON R.C.** (1980) "On estimating the expected return on the market: An exploraty investigation". *Journal of Financial Economics*, 8, p.p. 32-61.
- PAGAN A.R., SCHWERT G.W.** (1990) "Alternative models for conditional stock volatility". *Journal of Econometrics*, 45, p.p. 267-90.
- PINDYCK R.S.** (1984) "Risk, Inflation and the Stock Market". *American Economic Review*, 74, p.p. 335-51.
- POTERBA J.M., SUMMERS L.H.** (1986), "The persistence of volatility and stock market fluctuations". *American Economic Review*, 76, p.p. 1142-51.
- ROGOFF K.** (1985), "Can Exchange Rates Predictability be Achieved without Monetary Convergence ?". *European Economic Review*, 28.
- SCHWERT G.** (1989) "Why does stock Market Volatility Change Over Time ?". *Journal of Finance*, vol. 44, p.p. 1115-53.
- SILVERMAN B.W.** (1986) "*Density Estimation for Statistics and Data Analysis*", Chapman and Hall, London.
- WYPLOSZ C.** (1990) "E.M.S. Puzzles". *Revista Española de Economía*, 7.

Tabla 2.1 : Estimación de los parámetros de los modelos GARCH

Tipo de cambio peseta-dólar			
MODELO ESTIMADO			
$\ln s_t - \ln s_{t-1} = \varepsilon_t$			
$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, h_t)$			
$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$			
RESULTADO DE LA ESTIMACION			
Período muestral			
Parámetros	1/85-10/87	10/87-6/89	1/85-6/89
α_0	0.936E-06 (0.391E-06)	0.167E-05 (0.652E-06)	0.159E-05 (0.349E-06)
α_1	0.0833 (0.0132)	0.1075 (0.0212)	0.1049 0.0130
β_1	0.9058 (0.0124)	0.8630 (0.0280)	0.8739 (0.0139)
T	706	446	1152

Tipo de cambio peseta-marco	
MODELO ESTIMADO	
$(1 - \phi B)(\ln s_t - \ln s_{t-1}) = \varepsilon_t$	
$\varepsilon_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, h_t)$	
$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$	

RESULTADO DE LA ESTIMACION			
Parámetros	Período muestral		
	1/85-10/87	10/87-6/89	1/85-6/89
ϕ	-0.2168 (0.0469)	-0.1631 (0.0633)	-0.1763 (0.03723)
α_0	0.171E-05 (0.143E-06)	0.152E-05 (0.159E-06)	0.183E-05 (0.837E-07)
α_1	0.1192 (0.0179)	0.3018 (0.0244)	0.2054 0.0142
β_1	0.7608 (0.0189)	0.6673 (0.0132)	0.7024 (0.0108)
T	706	446	1152

Nota: Entre paréntesis los correspondientes errores estándar.

Tabla 3.1 : Comparación de metodología GARCH y no paramétrica

SUBPERIODO BASE 1/85-10/87		
Tipo de cambio peseta-dólar		
Metodología	Criterio E.C.	Criterio E.A.
GARCH*	1.5502	2.6450
Kernel*	1.3817	3.2851
GARCH	1.0901	1.4866
Kernel(R)	2.2499	4.1721
Kernel(A)	0.8829	1.4429

Tipo de cambio peseta-marco		
Metodología	Criterio E.C.	Criterio E.A.
GARCH*	2.2745	2.0215
Kernel*	0.4403	0.8697
GARCH	3.4426	2.1951
Kernel(R)	2.9930	1.5595
Kernel(A)	4.0880	4.0384

SUBPERIODO BASE 1/85-12/88

Tipo de cambio peseta-dólar		
Metodología	Criterio E.C.	Criterio E.A.
GARCH*	1.6514	2.8223
Kernel*	0.6309	1.2467
GARCH	0.8608	0.5047
Kernel(R)	0.7944	0.4492
Kernel(A)	0.3370	0.2030

Tipo de cambio peseta-marco		
Metodología	Criterio E.C.	Criterio E.A.
GARCH*	0.9445	0.9403
Kernel*	0.5736	0.7613
GARCH	1.6593	0.6786
Kernel(R)	0.8093	0.4664
Kernel(A)	0.8613	0.6105

El E.C. está multiplicado por 10^4 y el E.A. por 10^3 .

* La predicción se realiza dentro del subperíodo muestral, en el resto de los casos, fuera de él.

OPTIMIZACION Y PROGRAMACION MATEMATICA II

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Mariano Valderrama Bonnet

APLICACION DE UN ALGORITMO GENETICO A UN PROBLEMA DE LOCALIZACION-PRODUCCION

Velasco Morente F.
Hinojosa Ramos M.A.

Dpto. Economía Aplicada
Universidad de Sevilla

Abstract: En los problemas de localización-producción, resulta difícil encontrar una solución óptima pues la función no es convexa. Nosotros planteamos para este caso particular la utilización de un algoritmo genético que ya ha sido probado para otros problemas con funciones no convexas.

1. INTRODUCCIÓN

Podemos pensar en los modelos de Localización-producción, como casos mas generales de los modelos de localización. Así el modelo de Steiner-Weber es resuelto determinísticamente por Weiszfeld (1.937), aunque Fermat propuso dicho problema bajo un punto de vista geométrico para tres puntos en los que suponía que estos eran de peso unitario. El problema realmente fue resuelto, como hemos dicho antes, por Weiszfeld, Khun-Kuenne (1.962) y Cooper (1.963). Moses (1.985) integra la teoría de la localización con la teoría económica de la producción atrayendo la atención de los economistas y de los geógrafos. El problema se puede plantear como sigue:

Supongamos que una firma desea abrir una nueva planta que produce un output a partir de n inputs. Los inputs son suministrados desde n localizaciones distintas $\{A_i\}_{i=1}^n$ y el output es enviado al mercado A_0 . Para el problema de Localización-producción, (ver Hurter (1.989)) si el espacio es una línea y los costes de transporte son cóncavos, la localización óptima está en un extremo del segmento, para el caso del plano, Wendell y Hurter (1.973) prueban que la localización de las plantas ha de estar en la envolvente convexa del conjunto de puntos $\{A_i\}_{i=0}^n$ y Martinich (1.990) demuestra, que si dos inputs al menos tienen nivel positivo y sus correspondientes localizaciones no son colineales con el mercado del output, entonces ningún punto intermedio de un lado de la envolvente puede ser óptimo.

En teoría de localización-producción la optimización del problema se suele hacer procediendo en dos pasos:

Primero se optimiza la función de coste respecto a los inputs; hecho ésto, sustituimos dichos valores para formar una nueva función que depende sólo de las variables de localización. Segundo, se optimiza la función de coste respecto a dichas variables. Con ésto no se puede asegurar que el óptimo es global, ya que no tenemos garantizada la convexidad ó concavidad de la función objetivo.

Nosotros tratamos de resolver nuestro problema utilizando un algoritmo genético que intenta encontrar un óptimo de la función, que en principio también es local. Los algoritmos genéticos, como veremos más adelante, trabajan con funciones de todo tipo, buscando un buen óptimo local.

2 MODELO DE LOCALIZACION-PRODUCCION CON N-INPUTS

Consideremos una firma que produce un output usando n inputs $\{Z_i\}_{i=1}^n$ de acuerdo a la función de producción F , es decir $Z_0 = F(z_1, z_2, \dots, z_n)$. El precio del output en el mercado es p_0 y del input i en su origen es p_i . Los orígenes de los inputs están localizados en los puntos $\{A_i = (a_i, b_i)\}_{i=1}^n$ y el output es enviado al mercado que está localizado en el punto $A_0 = (a_0, b_0)$. Asumimos que el coste por unidad de input i transportado desde (a_i, b_i) a la localización de la planta es:

$c_i(x, y) = r_i d_i(x, y)$, donde $d_i(x, y) = [(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{1/2}$, con $r_i \geq 0$, constante, y es el coste de transporte unitario de cada z_i por unidad de distancia.

Análogamente $c_0(x, y)$ es el coste por unidad de output enviado desde la planta al punto $A_0 = (a_0, b_0)$, es decir $c_0(x, y) = r_0 d_0(x, y)$. Supongamos que necesitamos que la firma produzca y envíe un nivel fijo de output \bar{z}_0 . Entonces el problema de localización-producción de la firma se escribe en la forma:

$$\max_{z_i, x, y} C = [p_0 - r_0 d_0(x, y)]z_0 - \sum_{i=1}^n [p_i + r_i d_i(x, y)]z_i$$

$$\text{sujeto a } \bar{z}_0 = F(z)$$

$$z_i \geq 0 \quad 1 \leq i \leq n$$

$$(x, y) \in \mathbb{R}^2$$

si estamos maximizando los beneficios obtenidos o bien de la forma:

$$\min_{z_i, x, y} C = r_0 d_0(x, y)z_0 + \sum_{i=1}^n [p_i + r_i d_i(x, y)]z_i$$

$$\text{sujeto a } \bar{z}_0 = F(z)$$

$$z_i \geq 0 \quad 1 \leq i \leq n$$

$$(x, y) \in \mathbb{R}^2$$

si estamos minimizando costes y suponemos que p_0 es una constante fija.

3 SOLUCION CLASICA AL PROBLEMA

Kusumoto (1.984) trata este problema con tres puntos en el que el mercado del output y la ubicación del primer punto están situados en el mismo lugar. El encuentra una solución geométrica a este problema, asumiendo algunas condiciones tales como que los costes de transporte marginal son decrecientes.

Martinich-Hurter (1.990) prueban que la localización óptima o bien pertenece al interior de S_c o es un vértice de S_c donde S_c es la envolvente convexa de $\{A_i\}_{i=0}^n$.

La solución clásica se plantea en los siguientes términos:

Sea

$$\Phi = r_0 d_0 \bar{z}_0 + \sum_{i=1}^n [p_i + r_i d_i(x, y)] z_i + \lambda [\bar{z}_0 - F(z)]$$

(1). la ecuación lagrangiana del problema (2), también podíamos haber puesto la del problema

Se plantean entonces los dos pasos siguientes:

1. Dado el punto (x, y) y z_0 sean $z_i(x, y, z_0)$, $1 \leq i \leq n$, los niveles óptimos de input i . Notemos que al menos en teoría podemos obtener estos valores.

Sean $p_i = p_i + r_i d_i$, $1 \leq i \leq n$. Entonces sustituidos los valores z_i en Φ , pasamos al paso siguiente:

2. Obtenemos los valores (x, y) diferenciando Φ , respecto a dichas variables.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial x} &= r_0 \bar{z}_0 d_0^x + \sum_{i=1}^n P_i \frac{\partial z_i}{\partial x} + \sum_{i=1}^n r_i z_i d_i^x = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial y} &= r_0 \bar{z}_0 d_0^y + \sum_{i=1}^n P_i \frac{\partial z_i}{\partial y} + \sum_{i=1}^n r_i z_i d_i^y = 0 \end{aligned}$$

$$\text{donde } d_i^x = \frac{x - a_i}{d_i(x, y)} \quad \text{y} \quad d_i^y = \frac{y - b_i}{d_i(x, y)}$$

El primer y tercer término se les denomina el impulsor Weberiano y al segundo término impulsor de Moses-Predohl que es nulo como se puede ver en Shieh (1.983) y Kelley-Shieh (1.989). Luego nos queda por resolver:

$$\begin{aligned} r_0 \bar{z}_0 d_0^x + \sum_{i=1}^n r_i z_i d_i^x &= 0 \\ r_0 \bar{z}_0 d_0^y + \sum_{i=1}^n r_i z_i d_i^y &= 0 \end{aligned}$$

4 METODOS DE RESOLUCION

Algoritmo de Weiszfeld:

Suponiendo conocidos los valores z_i el algoritmo Weiszfeld (1.937) desarrollado posteriormente por Kuhn-Kuenne (1.962) y Cooper (1.963) resuelve las ecuaciones (6) y (7). Este algoritmo consiste en aplicar el algoritmo iterado siguiente:

$$x_{k+1} = \frac{\sum_{i=0}^n \omega_i \frac{a_i}{d(P_k, A_i)}}{\sum_{i=0}^n \omega_i \frac{1}{d(P_k, A_i)}}$$

$$y_{k+1} = \frac{\sum_{i=0}^n \omega_i \frac{b_i}{d(P_k, A_i)}}{\sum_{i=0}^n \omega_i \frac{1}{d(P_k, A_i)}}$$

donde $w_i = r_i z_i$ con $0 \leq i \leq n$

Búsqueda en una red:

Debido a que la función de los problemas (1) o (2) no es convexa en general, los óptimos que se obtengan no serán globales. Nykamp-Paelink (1.973) proponen un procedimiento de búsqueda numérico. Para ello se deben de dar algunas condiciones:

1. Una solución óptima (que no sea punto de demanda) debe satisfacer las ecuaciones (6) y (7).
2. Los puntos $\{(a_i, b_i)\}_{i=1}^n$ pueden ser óptimos, por lo que las ecuaciones (6) y (7) no pueden cumplirse.

algoritmo

- (a) Construir una red rectangular sobre el conjunto factible.
- (b) En cada punto (x_i, y_i) de la red se resuelve el problema usando los precios derivados en cada punto. Obtenemos el valor C y las ecuaciones (6) y (7) que naturalmente no serán nulas en cada punto.
- (c) Se estudia el conjunto de los costes totales C para identificar subáreas con costes totales relativamente bajos. Construimos en cada subárea una red más fina y se repite el paso 2). Se utilizan las ecuaciones (6) y (7) para localizar las subáreas.
- (d) Se repiten los pasos 2) y 3) hasta que los refinamientos en las redes no produzcan reducciones significativas en el coste total C.

Algoritmo iterado de Goldman

Este algoritmo propuesto por Goldman (1.974) consiste en ejecutar el algoritmo de Weiszfeld con $w_i = r_i z_i(x, y)$. Así, en cada iteración k , se resuelve el subproblema en el punto (x^k, y^k) para obtener los valores $z_i(x^k, y^k)$, y a continuación se aplica el algoritmo de Weiszfeld, garantizando un mínimo local.

Algoritmos genéticos

1. Son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de la selección natural y la genética natural.
2. En cada generación se obtienen un conjunto de criaturas nuevas (tiradas) usando trozos de bits de los antepasados más aptos.
3. Explotan eficientemente información histórica para especular sobre puntos de búsqueda que tengan la mejor ejecución esperada.
4. La primera monografía sobre esta materia la realizó Holland (1.975).

Metas de su investigación

1. Compendiar y explicar rigurosamente los procesos de adaptación de los sistemas naturales.
2. Obtener sistemas artificiales de software que conserven los mecanismos importantes de los sistemas naturales.
3. Teórica y empíricamente los algoritmos genéticos han probado su robustez en espacios complejos.

Técnicas aleatorias

- Usan la elección aleatoria como una herramienta para guiar la búsqueda.

Diferencia de los algoritmos genéticos con los métodos tradicionales

- (a) G.A.S. trabajan con una codificación del conjunto paramétrico, no con los mismos parámetros.
- (b) G.A.S. investigan sobre una población de puntos, no sobre un único punto.
- (c) G.A.S. usan una información (función objetivo), no las derivadas...
- (d) G.A.S. usan reglas de transición probabilísticas, no determinísticas.

5 EJEMPLOS

Consideramos 2 ejemplos del libro de Hurter (1.989) y comparamos los resultados encontrados por él con los métodos descritos anteriormente con el que nosotros proponemos del algoritmo genético simple.

ejemplo 1:

Sea $p_0 = 100$, $p_1 = p_2 = 20$, $r_0 = r_1 = r_2 = 1$ y el valor de $z_0 = 100$ donde la función de producción es $z_0 = F(z_1, z_2) = z_1^{4/10} \times z_2^{6/10}$ y los puntos de demanda $(a_0, b_0) = (0, 0)$, $(a_1, b_1) = (10, 0)$, $(a_2, b_2) = (0, 10)$.

Los resultados obtenidos por Hurter son: $(x^*, y^*) = (1.547, 3.352)$, $z_1^* = 74.68$, $z_2^* = 121.5$ y el valor de $C^* = 4199.16$.

En la utilización del algoritmo genético hemos encontrado los siguientes resultados:

i	x	y	z_1	C^*
1	1.544	3.298	75.000	4199.135
2	1.515	3.160	75.073	4198.970
3	1.515	3.160	75.037	4198.162
4	1.515	2.895	75.855	4198.071
5	1.838	3.184	75.000	4197.259
6	1.838	3.120	75.000	4197.029

ejemplo 2:

En este ejemplo hemos minimizado los costes según el problema (2). Los datos que hemos utilizado son los siguientes:

Sea $p_1 = p_2 = 20$, $r_0 = 2$, $r_1 = r_2 = 1$ y el valor de $z_0 = 100$ donde la función de producción es $z_0 = F(z_1, z_2) = z_1^{3/10} \times z_2^{6/10}$ y los puntos de demanda son los del ejemplo anterior.

Los resultados obtenidos por Hurter son: $(x^*, y^*) = (0.93, 2.43)$, $z_1^* = 100.79$, $z_2^* = 214.45$ y el valor de $C^* = 9407.15$.

En la utilización del algoritmo genético hemos encontrado los siguientes resultados:

i	x	y	z_1	C^*
1	0.988	2.686	99.568	9411.780
2	0.940	2.696	99.568	9411.794
3	0.954	2.691	99.189	9411.885
4	0.954	2.694	99.174	9411.897
5	0.954	2.700	99.177	9411.910
6	0.940	2.696	99.177	9411.913

A la vista de estos datos, pudimos comprobar que había diferencia en los resultados de Hurter con los nuestros, diferencia que se deben a errores de redondeo en el cálculo realizado por él. Esto se puede ver al sustituir los valores de z_1 y z_2 en la función de producción y probar que sus resultados no la verifican, cosa que si sucede con nuestros datos.

Una vez detectado este primer punto de coste mínimo, es posible con el algoritmo genético obtener otros puntos con mejor función objetivo, sin más que aplicar dicho algoritmo a un recinto acotado por los datos obtenidos.

Los nuevos datos después de tres iteraciones han sido:

i	x	y	z_1	C^*
1	0.928234490	2.431103898	100.8313556	9411.247507
2	0.928234490	2.430869523	100.8313556	9411.247511
3	0.928234490	2.430870438	100.8316416	9411.247511
4	0.928468636	2.434737172	100.8317145	9411.247593
5	0.928470067	2.434855304	100.8317188	9411.247599
6	0.928468636	2.434855733	100.8317188	9411.247599

Al tomar los datos de Hurter $(x^*, y^*) = (0.93, 2.43)$, $z_1^* = 100.79$, $z_2 = 214.45$ obtenemos un valor de $C^* = 9407.174$. Ahora bien $z_0 = z_1^{0.3} z_2^{0.6}$, para el valor de $z_2 = 214.59748$ si se cumple que $z_0 = z_1^{0.3} z_2^{0.6}$, y para este valor, se tiene que $C^* = 9411.2483$.

Para los valores del algoritmo genético, hemos encontrado los valores de (6) y (7) que están en la tabla siguiente:

i	ecuación (6)	ecuación (7)	norma
1	0.061992954	-0.013780059	0.063506034
2	0.066570178	-0.018517615	0.069097689
3	0.066239015	-0.018123074	0.068673524
4	0.013128511	0.055498248	0.057029934
5	0.010961439	0.057859422	0.058895539
6	0.010816488	0.057895924	0.058897661

6 CONCLUSIONES

Como se puede ver por los resultados, hemos de resaltar que no solamente hemos obtenido un óptimo local, sino que el algoritmo nos ofrece varios puntos que dan resultados bastante cercanos entre sí, en cuanto a la función objetivo, si bien hemos de destacar que no sucede lo mismo con los puntos críticos. Hemos de tener en cuenta que estamos buscando un lugar donde colocar una fábrica que abastezca un mercado y al que se le debe de surtir con los inputs z_1 ; también hemos de considerar que no todas las ubicaciones óptimas obtenidas pueden ser posibles debido a múltiples factores, tales como que el punto esté ocupado, el valor del terreno, infraestructuras adecuadas, mano de obra capacitada, centros de población próximos, etc, que podrían aconsejar otras ubicaciones alternativas. De esta manera nos parece acertado el dar al decisor varias opciones entre las que pueda elegir aunque no tenga el mismo beneficio.

Por otro lado, Hurter y Wendell resuelven problemas con pocos inputs, debido a la dificultad que supone el primer paso de la sección (3). Sin embargo el algoritmo genético permite tomar n inputs y buscar directamente el óptimo, tomando en consideración las $n+2$ variables del problema (1) ó (2), teniendo que hay una relación de ligadura entre los inputs dado por la función

de producción. Este algoritmo también, como hemos comprobado, nos permite dar otras soluciones que en general no tienen porqué estar cercanas, ya que el algoritmo genético explora regiones del recinto en el que estudiamos el problema, que otros algoritmos (gradiente, D-F-P, F-R...) pueden desechar, pues buscan un sólo óptimo local.

BIBLIOGRAFIA

- COOPER L. (1963). "Location-Allocation Problems". Operations Research, 11, 331-343
- DAVID E. GOLDBERG (1989). "Genetic Algorithm in search, Optimization, and Machine Learning". Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- GOLDMAN A.J. (1974). "Fixed Point Solution of Plant Input/Location Problems" Res. Nat. Bur.Stand, 78B, 79-94
- HURTER A.P.-MARTINICH J.S. (1989). "Facility Location and the Theory of Production". Kluwer Academic Publishers
- KELLEY P.-SHIEH Y.N. (1988). "The Moses-Predohl Pull and the Location Decision of the Firm". J.Reg.Sc., 28, 121-126
- KUHN H. W.-KUENNE R.E. (1962). "An efficient Algorithm for the Numerical Solution of the Generalized Weber Problem in Spatial Economics". Journal of Regional Science, 4 21-33.
- KUSUMOTO S.L. (1984). "On a Foundation of the Economic theory of Location-Transport Distance vs. Technological Substitucion". J.Reg.Sc., 24, 249-270
- MARTINICH J.S.-HURTER A.P. (1990) "A Simplification and Generalization of the Exclusion theorem: A technical Note". J. Reg. Sc. 30, 421-426 Quaterly Journal Of Economics., 72, 259-272
- NLJKAMP P.-PAELINK J. (1973). "A Solution Method for Neo-Clasical Location Problems". Reg.Sc.Urban Econ., 3, 383-410
- SHIEH Y.N.. (1983). "The Moses-Predohl Pull and the Neoclasical Location Theory: An Alternative Approach". Reg. Sc. and Urban Econ., 13, 517-524
- WEISZFELDE E. (1973). "Sur le point pour le quel la somme des distances de n points donnees est minimum". Tohoku Math, 43, 355-386
- WENDELL R.E.-HURTER A.P. (1973). "Location Theory, Dominance and Convexity" Oper. Res. 21, 314-319

LOCALIZACION COMPETITIVA DE UN CENTRO DE SERVICIO CON DISTANCIA RECTANGULAR

Velasco M.F.
Nadal M.P.
Mirman C.M.
Begines B.F.
Dpto. Economía Aplicada
Universidad de Sevilla

Abstract: Presentamos un trabajo en el que encontramos un clique con mayor demanda en un problema de localización competitiva, empleando la distancia rectangular en el plano.

1 INTRODUCCIÓN

En muchos casos una firma desea recibir sobre un conjunto de lugares para establecer centros de servicio de producción, de almacenamiento, de ventas o de servicios públicos, tales como parques de bomberos, centros sanitarios de primeros auxilios, etc. De forma general un problema de este tipo se suele plantear como un problema de minimización de una función objetivo que es la suma ponderada de distancias del punto buscado a los centros de demanda. Este problema que originalmente planteó Fermat (ver Khun (1975) y que más tarde Weber (1909) en su "Über den Standort der Industrien" lo aplicó a la localización de una industria. Se asume que los consumidores van al centro de servicio más cercano a su lugar de residencia entre varios centros que estén a su alcance. Ahora bien, éstos no se podrán poner en los lugares deseados por las firmas por diversas cuestiones como puede ser el que ese lugar ya esté ocupado por otra firma; es por ello por lo que en este tipo de problemas aparecen restricciones, que de forma usual se consideran que están formados por un conjunto de polígonos convexos. A este respecto podemos citar el trabajo de Hurter -Schaefer- Wendell (1975) en el que estos autores clasifican los polígonos, con lo que pueden hacer el estudio sobre un número muy reducido de tales polígonos.

En este trabajo tratamos con localización competitiva. Se considera a Hotelling (1929) el que da origen a este tipo de problemas. Slater (1975) vuelve a considerar este problema y Hakimi (1983) generaliza el problema con la definición de (r/X_p) medianoide. Nosotros planteamos el problema de localizar un centro de servicio que compita con otro ya establecido que suponemos se encuentra en una ciudad y utilizamos por tanto la distancia rectangular, es decir según la notación de Hakimi (1983) planteamos un $(1/X_p)$ medianoide. Encontramos los cliques maximales que se pueden obtener, que probamos que son 4, con lo que nuestro problema se restringe de forma considerable, ya que los cuatro cliques se encuentran de forma muy sencilla en este caso, y para cualquiera que sea el número de puntos de demanda. El problema se complica de forma considerable para el caso de un problema (r/X_p) medianoide tal y como prueba Muñoz (1.988) encontrando un algoritmo de $O(n^3)$.

2 Conceptos y definiciones

Definición 2.1 : Un grafo $G = (V, E)$ es un conjunto de vértices y E es un conjunto de lados, representado cada uno de ellos por el par de vértices finales (v, w) .

Definición 2.2 : Un conjunto de vértices independientes (también llamado conjunto internamente estable) es un conjunto de vértices de G , tal que cualesquiera que sean dos vértices del conjunto, no son adyacentes, es decir, ninguna pareja de vértices están unidos por un lado.

De aquí que un conjunto $S \subset X$ que satisface $S \cup E(S) = \emptyset$ es un conjunto de vértices independientes.

Definición 2.3 : Un conjunto S es maximal independiente si satisface las dos propiedades siguientes:

1. $S \cap E(S) = \emptyset$
2. $H \cap E(H) \neq \emptyset \quad \forall H \supset S$

Sea \mathcal{D} la familia de los conjuntos internamente estables, llamamos número de independencia del grafo G a

$$\alpha(G) = \max_{S \in \mathcal{D}} |S|$$

y al conjunto S^* que nos da este número se le denomina conjunto independiente máximo.

Tsukiyama ... (1.977) encuentra un algoritmo para generar todos los conjuntos independientes maximales.

Nosotros utilizaremos el concepto de clique que es una definición opuesta al de conjunto independiente maximal.

Definición 2.4 : *Un subgrafo completo maximal (clique) de G es un subgrafo formado por un conjunto S de vértices el cual es completo y que es maximal en el sentido de que cualquier otro subgrafo de G , basado en un conjunto $H \supset S$ de vértices no es completo.*

Hemos de recordar que un grafo es completo si para cualquier x e $y \in X$, se da que ó $(x, y) \in V$ ó $(y, x) \in V$ ó ambos.

En esta definición cada par de vértices de un clique son adyacentes, luego el conjunto independiente maximal de un grafo G corresponde a un clique de un grafo G^c y viceversa, donde G^c es el grafo complementario de G .

Definición 2.5 : *LLamamos número de un clique (también conocido como la densidad) al número de vértices de un clique.*

Para más detalles recomendamos ver el libro de Christofides (1.986).

El encontrar el conjunto de cliques se puede resolver tratando con los conjuntos independientes maximales. No obstante Carraghan-Pardalos (1.990) encuentra un algoritmo muy sencillo para resolver el problema del clique máximo.

Nosotros adecuaremos las definiciones anteriores a las características de nuestro problema en la sección siguiente.

3 Planteamiento del problema

Usaremos las siguientes notaciones:

- $P_i = (a_i, b_i) \in \mathbb{R}^2$ $1 \leq i \leq n$ es el conjunto de puntos de demanda.
- $\omega_i \in \mathbb{R}$, $\omega_i > 0$ $1 \leq i \leq n$ es el conjunto de los pesos asociados respectivamente a cada punto de demanda.
- $Q = (0, 0) \in \mathbb{R}^2$ el centro de servicio con el cual debemos de competir.
- $P = (x, y) \in \mathbb{R}^2$ el centro de servicios que deseamos encontrar.

Siguiendo a Muñoz asumimos que:

1. $F = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ el conjunto de los k centros de servicios existentes.
2. El nivel de demanda de cada consumidor es fijo.
3. Los consumidores siempre usan el centro de servicio más próximo.
4. Los consumidores usan la distancia rectangular.

Nuestro problema podemos entonces plantearlo de la forma siguiente:

$$\max_{P \in \mathbb{R}^2} \sum_{j=1}^n \omega_j z_j(P) \quad (1)$$

$$\text{donde } z_j(P) = \begin{cases} 1 & \text{si } d(P, P_j) < r_j = \min_{Q_j \in F} d(Q_j, P_j) \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} \quad (2)$$

Como $d(P, P_j) = |x - a_j| + |y - b_j|$, la bola $d(P, P_j) = r_j$ es un rombo T_j centrado en el punto P_j y radio r_j , entonces si colocamos nuestro nuevo centro de servicio en el punto P , éste atrae al punto de demanda P_j y nuestra pretensión es atraer a la mayor cantidad posible de dichos puntos de forma que la suma de los pesos asociados a estos puntos sea máxima.

Definición 3.1 : El conjunto C de puntos de demanda es un clique si existe al menos un punto $P \in \mathbb{R}^2$ tal que $d(P, P_j) < r_j \quad \forall P_j \in C$ y el conjunto es maximal.

Si C es un clique, con él viene asociada una región rectangular

$$S_C = \bigcap_{P_j \in C} T_j$$

en la que si $P \in S_C \Rightarrow d(P, P_j) < r_j \quad \forall P_j \in C$, luego cada clique tiene asociado un rectángulo. Nosotros hemos de encontrar, no la región rectangular mayor asociada a un clique, sino aquella región rectangular asociada a un clique que sea de peso máximo.

Muñoz prueba los siguientes resultados cuando hay k centros de servicios.

Proposición 3.1 : Dos puntos de demanda P_i y P_j pertenecen al mismo clique si y sólo si $d(P_i, P_j) < r_i + r_j$. A)

Definición 3.2 : Se define el grafo $G(V, E)$ donde $V = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ y $E = \{(P_i, P_j) / d(P_i, P_j) < r_i + r_j\}$

Muñoz prueba que sólo es necesario encontrar el clique de peso máximo del grafo G para encontrar la solución óptima, estando acotado el número de cliques según el teorema siguiente.

Teorema 3.1 : El número de cliques de G esta acotado por $\binom{n}{2}$

Supongamos que tenemos un único centro de servicio Q y que deseamos introducir otro centro de forma que compita con aquél. Nosotros obtenemos entonces los siguientes resultados.

Sean $\mathcal{P}_n = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, $\mathcal{D}_h = \{D_1, D_2, \dots, D_h\}$ la clase de todos los cliques del conjunto \mathcal{P}_n , y $h_n = |\mathcal{D}_h|$

Proposición 3.2 : Si $\mathcal{P}_n \subset \mathcal{P}_{n+1} \Rightarrow h_n \leq h_{n+1}$

demostración Supongamos que $\mathcal{P}_{n+1} = \{P_1, P_2, \dots, P_{n+1}\}$ y sea $D_j \in \mathcal{D}_n \Rightarrow \exists P \in \mathbb{R}^2$ tal que $d(P, P_i) < r_i \quad \forall P_i \in D_j \Rightarrow$ es un clique formado por puntos de $\mathcal{P}_n \subset \mathcal{P}_{n+1} \Rightarrow D_j$ es un clique de puntos de $\mathcal{P}_{n+1} \Rightarrow D_j \in \mathcal{D}_{n+1} \Rightarrow h_n \leq h_{n+1}$

Proposición 3.3 : Si P_i y P_j pertenecen a cuadrantes no adyacentes, entonces no pertenecen al mismo clique.

demostración Por la proposición (3.1) sabemos que P_i y P_j pertenecen al mismo clique si y sólo si $d(P_i, P_j) < r_i + r_j$ con $r_i = d(P_i, Q)$, $r_j = d(P_j, Q)$.

Sin pérdida de generalidad podemos suponer que el centro de servicio (Q) está situado en el origen de coordenadas.

- Supongamos que $P_i \in I$ y $P_j \in III$, entonces podemos poner $P_i = (a, b)$ con $a, b > 0$ y $P_j = (-c, -d)$ con $c, d > 0$. Se tiene entonces que:

$$d(P_i, Q) = |a| + |b| = a + b = r_i \quad ; \quad d(P_j, Q) = |-c| + |-d| = c + d = r_j.$$

Luego

$$d(P_i, P_j) = |a + c| + |b + d| = a + c + b + d = (a + b) + (c + d) = r_i + r_j$$

y por tanto P_i y P_j no están en el mismo clique.

- De forma análoga se hace para el caso en que $P_i \in II$ y $P_j \in IV$

La siguiente proposición nos generaliza la anterior para el caso en el que hay más de un centro de servicio.

Proposición 3.4 : Sean m centros de servicio $\{Q_k\}_{k=1}^m$. Consideremos dos puntos de demanda P_i y P_j tales que $d(P_i, Q^i) = r_i = \min_{Q_k} \{d(P_i, Q_k)\}$ y $d(P_j, Q^j) = r_j = \min_{Q_k} \{d(P_j, Q_k)\}$. Entonces si P_i y P_j pertenecen a cuadrantes no adyacentes, respecto a Q^i , entonces P_i y P_j no pertenecen al mismo clique.

demostración

Si $Q^i = Q^j$ entonces sirve la demostración de la proposición anterior.

Si $Q^i \neq Q^j$ entonces $d(P_i, Q^i) + d(Q^i, P_j) = d(P_i, P_j)$ ya que P_i y P_j están en cuadrantes no adyacentes.

Ahora:

$$r_i + r_j = d(P_i, Q^i) + d(Q^j, P_j) \leq d(P_i, Q^i) + d(Q^i, P_j) = d(P_i, P_j)$$

ya que

$$d(Q^j, P_j) \leq d(Q^i, P_j).$$

Por lo tanto $d(P_i, P_j) \geq r_i + r_j$, por lo que no pertenecen al mismo clique.

Corolario 3.1 : *Un clique sólo puede estar formado por puntos situados en cuadrantes adyacentes.*

Corolario 3.2 : *Los posibles cliques que se pueden formar son puntos de los cuadrantes (I y II), (I y IV)(II y III), (III y IV).*

Proposición 3.5 : *Sea D un clique, entonces S_D está incluido en un cuadrante formado por las dos bisectrices.*

demostración Sólo es necesario probarlo para un par de puntos $P_i \in I$ y un $P_j \in II$.

Sea entonces un punto $P_i \in I$, entonces el rombo T_i , su frontera pasa por Q y tiene un lado en la segunda bisectriz. Análogamente si $P_j \in II$, entonces T_j es un cuadrado cuya frontera pasa por Q y tiene un lado en la primera bisectriz. Luego $T_i \cap T_j$ pertenece al cuadrante formado por la primera y segunda bisectriz con $y \geq 0$.

Corolario 3.3 : *Hay un clique maximal en cada cuadrante formado por las bisectrices y cada clique está formado por los puntos P_i de los cuadrantes adyacentes cortando los correspondientes T_i a dicho cuadrante.*

Corolario 3.4 : *Si hay una facilidad Q , entonces el número de cliques está acotado por 4.*

Luego si el número de facilidades es 1 tendremos que las posibles regiones $\{S_i\}_{i=1}^4$ asociadas a los cuatro cliques maximales son las siguientes:

$$S_1 = \bigcap_{P_i \in (I \cup II)} T_i \quad S_2 = \bigcap_{P_i \in (II \cup III)} T_i \quad S_3 = \bigcap_{P_i \in (III \cup IV)} T_i \quad S_4 = \bigcap_{P_i \in (I \cup IV)} T_i$$

Sean

$$P_i = (a, 0) \Rightarrow \begin{cases} S_4 \subset T_i & \text{si } a > 0 \\ S_2 \subset T_i & \text{si } a < 0 \end{cases}$$

$$P_i = (0, b) \Rightarrow \begin{cases} S_1 \subset T_i & \text{si } b > 0 \\ S_3 \subset T_i & \text{si } b < 0 \end{cases}$$

Si consideramos el interior de los cuadrantes tendremos entonces:

- Si $P_i \in I^\circ \cup II^\circ \Rightarrow S_1 \subset T_i$
- Si $P_i \in II^\circ \cup III^\circ \Rightarrow S_2 \subset T_i$
- Si $P_i \in III^\circ \cup IV^\circ \Rightarrow S_3 \subset T_i$
- Si $P_i \in I^\circ \cup IV^\circ \Rightarrow S_4 \subset T_i$

Consecuencia 3.1 : *Sea D_i el clique que forma S_i , se tiene entonces:*

1. $D_1 = \{P_i / P_i \in I^\circ \cup III^\circ \text{ ó } P_i = (0, b), b > 0\}$
2. $D_2 = \{P_i / P_i \in II^\circ \cup III^\circ \text{ ó } P_i = (a, 0), a < 0\}$
3. $D_3 = \{P_i / P_i \in III^\circ \cup IV^\circ \text{ ó } P_i = (0, b), b < 0\}$
4. $D_4 = \{P_i / P_i \in I^\circ \cup IV^\circ \text{ ó } P_i = (a, 0), a > 0\}$

4 Obtención de las regiones asociadas a los cliques

1. Sea S_1 el rectángulo de vértices $\{A, C, B, O\}$. Dichos vértices los obtenemos de la forma siguiente:

(a) Calculamos $\min_{P_i \in I} \{a_i + b_i\} = a_j + b_j$

$$\min_{P_i \in II} \{b_i\} = b_h$$

Sea $R_1 = \min\{a_j + b_j, b_h\}$. Tomamos el punto $A = (R_1, R_1)$ $R_1 > 0$

(b) Análogamente calculamos $\min_{P_i \in II} \{b_i - a_i\} = b_h - a_h$

$$\min_{P_i \in II} \{b_i\} = b_j$$

Sea $R_2 = \min\{b_h - a_h, b_j\}$. Tomamos el punto $B = (-R_2, R_2)$ $R_2 > 0$

(c) Y el punto $C = (R_1 - R_2, R_1 + R_2)$

2. Sea S_2 el rectángulo de vértices $\{A, C, B, O\}$. Dichos vértices los obtenemos de la forma siguiente:

(a) Calculamos $\max_{P_i \in II} \{a_i - b_i\} = a_h - b_h$

$$\max_{P_i \in III} \{a_i\} = a_j$$

Sea $R_1 = \max\{a_h - b_h, a_j\}$. Tomamos el punto $A = (R_1, -R_1)$ $R_1 < 0$

(b) Análogamente calculamos $\max_{P_i \in III} \{a_i + b_i\} = a_h + b_h$

$$\max_{P_i \in III} \{a_i\} = a_j$$

Sea $R_2 = \max\{a_h + b_h, a_j\}$. Tomamos el punto $B = (R_2, R_2)$ $R_2 < 0$

(c) Y el punto $C = (R_1 + R_2, R_2 - R_1)$

3. Sea S_3 el rectángulo de vértices $\{A, C, B, O\}$. Dichos vértices los obtenemos de la forma siguiente:

(a) Calculamos $\max_{P_i \in III} \{a_i + b_i\} = a_h + b_h$

$$\max_{P_i \in IV} \{b_i\} = b_j$$

Sea $R_1 = \max\{a_h + b_h, b_j\}$. Tomamos el punto $A = (R_1, R_1)$ $R_1 < 0$

(b) Análogamente calculamos $\min_{P_i \in IV} \{a_i - b_i\} = a_h - b_h$

$$\max_{P_i \in III} \{b_i\} = b_j$$

Sea $R_2 = \min\{a_h - b_h, -b_j\}$. Tomamos el punto $B = (R_2, -R_2)$ $R_2 > 0$

(c) Y el punto $C = (R_1 + R_2, R_1 - R_2)$

4. Sea S_4 el rectángulo de vértices $\{A, C, B, O\}$. Dichos vértices los obtenemos de la forma siguiente:

(a) Calculamos $\min_{P_i \in IV} \{a_i - b_i\} = a_h - b_h$

$$\min_{P_i \in I} \{a_i\} = a_j$$

Sea $R_1 = \min\{a_h - b_h, a_j\}$. Tomamos el punto $A = (R_1, -R_1)$ $R_1 > 0$

(b) Análogamente calculamos $\min_{P_i \in I} \{a_i + b_i\} = a_h + b_h$

$$\min_{P_i \in IV} \{a_i\} = a_j$$

Sea $R_2 = \min\{a_h + b_h, a_j\}$. Tomamos el punto $B = (R_2, R_2)$ $R_2 > 0$

(c) Y el punto $C = (R_1 - R_2, R_1 + R_2)$

Esto nos conduce a un algoritmo de $O(n \log n)$ ya que primero hemos de encontrar el clique de peso máximo. Para ello sólo hemos de sumar los pesos de los puntos de demanda tomados de dos cuadrantes adyacentes. Hemos de tener en cuenta lo siguiente

- Si $P_i = (a, 0)$ $a > 0$, entonces $P_i \in I$.
- Si $P_i = (a, 0)$ $a < 0$, entonces $P_i \in III$.
- Si $P_i = (0, b)$ $b > 0$, entonces $P_i \in II$.
- Si $P_i = (0, b)$ $b < 0$, entonces $P_i \in IV$.

5 Algoritmo

1. Hacemos $i = 1$ $T_1 = 0$ $T_2 = 0$ $T_3 = 0$ $T_4 = 0$

2. hacer mientras sea $i \leq n$

(a) Si $b_i > 0$ entonces $T_1 = T_1 + \omega[i]$
de lo contrario $T_3 = T_3 + \omega[i]$

(b) Si $a_i > 0$ entonces $T_4 = T_4 + \omega[i]$
de lo contrario $T_2 = T_2 + \omega[i]$

Hacer $i = i + 1$;

3. Sea $T[j] = \max_{1 \leq i \leq 4} \{T[i]\}$. La solución es el clique j .

4. Obtener la región S_j utilizando la sección 4.

BIBLIOGRAFÍA

- CARRAGHAN R. - PARDALOS P.N. (1.990).** "An exact algorithm for the maximum clique Problem". Operations Research, 9, 375 - 382
- CHRISTOFIDES N. (1.986).** "Graph Theory and algorithmics approach". Academic Press. London.
- DASARATHY B. - WHITE L.J. (1.980).** "A maximin Location Problem". Operations Research, 28, 1.385 - 1400
- DOBSON G. - KARMAKAR U. (1.987).** "Competitive Location on a network" Operations Research, 35, 565 - 574
- DREZNER Z. - WESOLOWSKY G.O. (1.980).** "A maximin location problem with maximin distance constraints". AIIE Transaction, 12, 249 - 252
- HAKIMI S.L. (1.983).** "On locating new facilities in a competitive environment". Eur. J. Oper. Res., 12, 29 - 35
- HURTER A.P. - SCHAEFFER M.K. - WENDELL R.E. (1.975)** "Solutions of constrained location problems". Management Science, 22, 51 - 56
- HOTELLING H. (1.929).** "Stability in Competition". Econ. J., 39, 41 - 57
- KUHN H.W. (1.973)** "A note on Fermat's problem". Mathematical Programming, 4, 98 - 107
- MELACHRINOUDIS E. CULLINAE T.P. (1.986).** "Locating an undesirable facility with a maximin criterion". Eur. J. of Oper. Resarch, 24, 239 - 246
- MUÑOZ J.P. (1.989).** "Competitive location of two new facilities with rectilinear distances"
- TSUKIYAMA S.- IDE M. - ARIYOSHI H.- SHIRAKAWA I. (1.972).** "A new algorithm for generating all maximal independent sets". Siam J. Comp., 6, 505 - 517

FORMAS TEMPORALES DE LAS FUNCIONES DE UTILIDAD ρ -CONCAVAS

Fco. Javier FAULIN FAJARDO
 Fernando JIMENEZ TORRES
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
 UNIVERSIDAD DE NAVARRA.

INTRODUCCION.

El estudio de las funciones r-cóncavas como elemento de generalización de las funciones de utilidad en la teoría del consumidor ya ha sido desarrollado por diversos autores: Vial[5], Madden[4] y Faulín[2]. La principal aportación económica de este tipo de funciones de utilidad r-cóncavas es la suposición de existencia de un punto de saturación, es decir, es posible encontrar una elección de consumo que maximiza la utilidad globalmente. Esta situación suele diseñarse tomando el punto de saturación como "maximo maximorum". Ya se ha descrito un proceso teleológico: el consumidor buscará situarse en el máximo absoluto de la función de utilidad. Cuantitativamente, en términos de un programa matemático, se escribirá:

$$[P1] \quad \text{Max } U(x_1, x_2) = x_1 + x_2 - \rho(x_1^2 + x_2^2) \quad \text{s. a.}$$

$$\begin{aligned} p_1 x_1 + p_2 x_2 &< m \\ x_1, x_2 &> 0 \end{aligned}$$

siendo $U(x_1, x_2)$ la función de utilidad de un consumidor racional que puede elegir consumir dos bienes B_1 y B_2 , de precios p_1 y p_2 respectivamente. Representaremos las funciones de demanda de estos bienes como x_1 y x_2 . Por otra parte, se supone que el consumidor racional dispone de un presupuesto m para satisfacer sus necesidades. Se ha elegido un modelo de consumo con dos bienes, puesto que el caso de n bienes no supone un cambio sustancial en la descripción microeconómica y su omisión es causa de simplificación en el cálculo.

De acuerdo con Faulín[2], el programa [P1] da como soluciones para las funciones de demanda las siguientes:

a) Solución sobre la recta presupuestaria.

$$x_1(p_1, p_2, m) = \frac{p_1 m}{p_1^2 + p_2^2} - \frac{p_2(p_1 - p_2)}{2\rho_0(p_1^2 + p_2^2)}$$

$$x_2(p_1, p_2, m) = \frac{p_2 m}{p_1^2 + p_2^2} - \frac{p_1(p_2 - p_1)}{2\rho_0(p_1^2 + p_2^2)}$$

$$\text{siempre que: } \frac{1}{8\rho_0} \max \{ p_1, p_2 \} < m < \frac{1}{2\rho_0} (p_1 + p_2)$$

b) Solución sobre el punto de saturación.

$$x_1(p_1, p_2, m) = \frac{1}{2\rho_0}$$

$$x_2(p_1, p_2, m) = \frac{1}{2\rho_0} \quad \text{siempre que: } m \geq \frac{1}{2\rho_0} (p_1 + p_2)$$

En ambos casos ρ_0 es índice de concavidad de la función de utilidad $U(x_1, x_2)$ [vid. Vial[5]]. En esta situación, podremos expresar la utilidad lograda en la forma:

$$1) U(m) = \frac{1}{2\rho_0} - \frac{\rho_0}{p_1^2 + p_2^2} \left[\frac{1}{2\rho_0} (p_1 + p_2) - m \right]^2$$

sobre la recta presupuestaria.

$$2) U(m) = \frac{1}{2\rho_0} \quad \text{sobre el punto de saturación.}$$

Así, la construcción del punto de saturación permite hablar de finalidad en el consumo y definir cuantitativamente el término de frustración ante la meta buscada y no conseguida:

$$\delta(p_1, p_2, m) = \frac{1}{\sqrt{p_1^2 + p_2^2}} \left[\frac{1}{2\rho_0} (p_1 + p_2) - m \right] \quad \text{si } m < \frac{1}{2\rho_0} (p_1 + p_2)$$

$$\delta(p_1, p_2, m) = 0 \quad \text{si } m \geq \frac{1}{2\rho_0} (p_1 + p_2)$$

En este punto de desarrollo de la teoría económica, describiremos la importancia de las variables temporales en la comprensión del modelo de punto saturado. Obsérvese, antes de introducir el tiempo, la sensibilidad (condiciones de estática comparativa) de las funciones de utilidad y de frustración frente a sus parámetros:

S1) La función de utilidad indirecta $U(p_1, p_2, m)$ correspondiente al programa [P1] es decreciente respecto a cada uno de los precios p_1 y p_2 de los bienes B_1 y B_2 . También es decreciente respecto del índice de ρ -concavidad ρ_0 . Por otra parte, U es creciente respecto del presupuesto m .

S2) La función de frustración $\delta(p_1, p_2, m)$ correspondiente al programa [P1] es creciente respecto a cada precio p_1 y p_2 de los bienes B_1 y B_2 . No obstante, δ es decreciente con respecto al presupuesto m y al índice ρ_0 .

1. VARIACION TEMPORAL DE LA UTILIDAD. FORMAS TEMPORALES CONCAVAS

Antes de presentar los tipos de funciones de utilidad con variables temporales, se harán algunas consideraciones sobre lo que entenderemos por tiempo en una función de utilidad. En primer lugar, supondremos un tiempo continuo de corte newtoniano, que se hará presente en la utilidad en diferentes formas funcionales. Así, el tiempo es la actualización permanente de las

preferencias del consumidor expresadas en la utilidad. Pero no se contemplará el tiempo únicamente como factor de descuento de una función económica principal, aún siendo este caso muy importante. Los factores temporales hacen presente, en algún sentido y de forma continua, la descripción de preferencias del consumidor racional. Veamos, la forma temporal base del programa presentado en el apartado anterior:

$$[P2] \quad \text{Max } U(x_1, x_2; t) \quad \text{s.a.} \\ \begin{cases} p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq m \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

A continuación daremos formas diferentes a la función $U(x_1, x_2; t)$ con el fin de generar diferentes modelos de situaciones de consumo. Para cada modelo es posible estudiar la situación de descuento temporal como caso particular del esquema inicial. Explicitemos de diferentes maneras esta situación.

Supuesto 1 Forma temporal de constante actualizada.

Este caso supone una utilidad dinámica en la forma:

$$U(x_1, x_2; t) = W(x_1, x_2) + Mf(t)$$

siendo M una constante, que da nombre al modelo, y que es permanentemente actualizada por la forma temporal $f(t)$. Si la forma temporal fuera constante, entonces U y W describirían el mismo sistema de preferencias. Así, formularemos el programa de consumo:

$$[P3] \quad \text{Max } U(x_1, x_2; t) = W(x_1, x_2) + Mf(t) \quad \text{s.a.}$$

Para no tener problemas a la hora de resolver este programa se harán las hipótesis siguientes de regularización:

$$(H1) \quad U: \mathbb{R}_+^2 \rightarrow \mathbb{R} \text{ es continua en } \mathbb{R}_+^2 \text{ y de clase } C^2(\mathbb{R}_+^2)$$

$$(H2) \quad \forall x \in \mathbb{R}_+^2, \text{ se tiene } \frac{\partial U}{\partial x_i} > 0, \quad i=1,2$$

$$(H3) \quad U \text{ es cóncava en } \mathbb{R}_+^2$$

$$(H4) \quad \text{Toda solución óptima del programa [P3] debe estar definida en } \mathbb{R}_+^2, \forall (p_1, p_2, m, t) \in \mathbb{R}_+^4.$$

Obsérvese que estas hipótesis presentan a U como función de las demandas x_1, x_2 , considerando el tiempo t como un parámetro. No obstante, supondremos que la utilidad U es suficientemente regular con respecto al parámetro t .

(H5) $U(, ; t)$ es de clase $C^2(R^2_{++})$.

En esta situación, las funciones de demanda que origina el programa [P2] vienen caracterizadas por las condiciones siguientes:

a) El cociente de utilidades marginales es igual al precio relativo de un bien con respecto al otro.

$$\frac{\partial U / \partial x_1}{\partial U / \partial x_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

b) La restricción presupuestaria aparece saturada, i.e., se emplea en el consumo todo el presupuesto disponible.

El libro de Intriligator[3] puede aclarar las caracterizaciones anteriores. Aplicando los resultados (a) y (b) al programa [P3] es posible encontrar las funciones de demanda temporales y su comportamiento a largo plazo.

Así, tendremos que:

$$\frac{\partial U}{\partial x_i} = \frac{\partial W}{\partial x_i}, \quad i=1,2 \text{ para el programa [P3].}$$

De este modo, la condición (a) deviene:

$$\frac{W_{x_1}}{W_{x_2}} = \frac{P_1}{P_2}$$

manteniéndose la condición (b). De donde podemos decir que las funciones de demanda que originan $U(x_1, x_2; t)$ y $W(x_1, x_2)$ coinciden y son independientes del tiempo. El sistema:

$$[PD] \quad \begin{cases} P_2 \frac{\partial W}{\partial x_1} = P_1 \frac{\partial W}{\partial x_2} \\ P_1 x_1 + P_2 x_2 = m \end{cases}$$

describe las funciones de demanda del programa dinámico [P3].

Supuesto 2 Forma temporal multiplicativa.

Presentemos ahora una utilidad que viene gobernada por un factor temporal. Esta forma funcional aparece en la mayor parte de las utilidades descontadas en el tiempo. Aquí se le dará una interpretación más genérica. Ahora el programa será el siguiente:

$$[P4] \quad \text{Max } U(x_1, x_2; t) = f(t)W(x_1, x_2) \quad \text{s.a.} \\ \begin{cases} p_1 x_1 + p_1 x_2 \leq m \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Se asumirán las hipótesis (H1)-(H5) del supuesto anterior para asegurar la regularidad de las funciones solución. Ahora la condición de optimalidad (a) se escribe:

$$\frac{U_{x_1}}{U_{x_2}} = \frac{f(t)W_{x_1}}{f(t)W_{x_2}} = \frac{p_1}{p_2} \quad \text{o bien} \quad \frac{W_{x_1}}{W_{x_2}} = \frac{p_1}{p_2}$$

Entonces el sistema [PD] también genera las funciones de demanda del programa [P4] expresado en forma implícita. De esta forma, tomando como base los comentarios acerca de los supuestos, escribiremos:

Teorema 1.1

Dadas las funciones de utilidad dinámicas $U(x_1, x_2; t)$ de constante actualizada y de tipo multiplicativo descritas en los programas [P3] y [P4], entonces las funciones de demanda que generan son estáticas (no dependen del tiempo) y son las que aparecen al resolver el programa estático:

$$[P5] \quad \text{Max } U(x_1, x_2; t) = W(x_1, x_2) \quad \text{s.a.} \\ \begin{cases} p_1 x_1 + p_1 x_2 \leq m \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Una vez se ha concluido el estudio de estos dos supuestos, cabe hacer las observaciones siguientes:

i) La relación aditiva o multiplicativa de la función temporal con las funciones de demanda en la utilidad no es lo suficientemente fuerte como para conseguir unas demandas variables en el tiempo.

ii) Los programas [P3], [P4] y [P5] aún teniendo las mismas funciones de demanda $x(i)(p(1), p(2), m)$ tienen diferentes utilidades maximales, los dos primeros dinámicas y el último estática.

iii) La función $W = W(x_1, x_2)$ suele llamarse componente estática de las utilidades de los supuestos 1 y 2, en razón de que el comportamiento dinámico de la utilidad es extrínseco a $W(x_1, x_2)$.

2. VARIACION TEMPORAL DE LA UTILIDAD. UTILIDAD DINAMICA R-CONCAVA

Después de desarrollar algunas ideas sobre formas de actualización de utilidades cóncavas, vamos a retomar las utilidades ρ -cóncavas para describir la variación temporal de sus demandas. Ahora presentaremos otros casos de utilidades dinámicas.

Supuesto 3 Modelo I de utilidad dinámica ρ -cóncava.

Presentemos una utilidad dinámica en la forma:

$$U(x_1, x_2; t) = f(t)(x_1 + x_2) - \rho g(t)(x_1^2 + x_2^2)$$

función que diversifica la relación temporal entre los componentes lineal y cuadrático. Esta utilidad presenta una actualización temporal diferente para los términos que contienen al índice t y para los que no lo contienen. Nuevamente plantearemos un programa dinámico en la forma:

$$[P6] \quad \text{Max } U(x_1, x_2; t) = f(t)(x_1 + x_2) - \rho g(t)(x_1^2 + x_2^2) \quad \text{s.a.}$$

$$\begin{cases} p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq m \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Sobre este problema de optimización se suponen las habituales condiciones de regularidad (H1)-(H3)-(H4)-(H5), junto con las hipótesis de diferenciabilidad sobre t y $g(t)$. Así la condición de optimalidad para las utilidades marginales implica:

$$\frac{U_{x_1}}{U_{x_2}} = \frac{f(t) - 2\rho x_1 g'(t)}{f(t) - 2\rho x_2 g'(t)} = \frac{p_1}{p_2}$$

Llamando $\psi(t) = \frac{g(t)}{f(t)}$, tendremos:

$$[C] \quad \frac{1 - 2\rho x_1 \psi(t)}{1 - 2\rho x_2 \psi(t)} = \frac{P_1}{P_2}$$

Para que la función $\psi(t)$ esté bien definida haremos la hipótesis adicional:

(H6) Toda función temporal $f(t)$, $g(t)$ es estrictamente positiva en R_{++} .

Desarrollando la expresión [C], observamos que la función paramétrica $\psi(t)$ se maneja de forma solidaria con el índice ρ . Así, teniendo en cuenta las dos condiciones de optimalidad, escribiremos:

i) Solución sobre el punto de saturación de $U(x_1, x_2; t)$

$$x_1 = \frac{1}{2\rho\psi(t)} \quad x_2 = \frac{1}{2\rho\psi(t)} \quad \text{si } m \geq \frac{1}{2\rho\psi(t)} (P_1 + P_2)$$

ii) Solución sobre la recta presupuestaria:

$$x_1 = \frac{P_1 m}{P_1^2 + P_2^2} - \frac{P_2(P_1 - P_2)}{2\rho\psi(t)(P_1^2 + P_2^2)}$$

$$x_2 = \frac{P_2 m}{P_1^2 + P_2^2} - \frac{P_1(P_2 - P_1)}{2\rho\psi(t)(P_1^2 + P_2^2)}$$

$$\text{siempre que } \frac{1}{8\rho\psi(t)} \max \{ P_1, P_2 \} < m < \frac{1}{2\rho\psi(t)} (P_1 + P_2)$$

Curiosamente, la función $\psi(t)$ que establece una relación cualitativa entre las variables temporales de los términos cuadrático y lineal de este modo, se comporta como un índice temporal de la ρ -concavidad. Las expresiones desarrolladas en la introducción son diseñadas de acuerdo con este modelo sin más que acompañar al índice ρ de la función $\psi(t)$. De este modo, la variación

de las demandas en el tiempo puede conocerse mediante estudios en estática comparativa en el índice ρ . Por ejemplo, si tanto $f(t)$ como $g(t)$ son factores de descuento tales que:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{g(t)}{f(t)} = \infty$$

entonces a largo plazo desaparece el punto de saturación de U y las funciones de demanda son las generadas por utilidades lineales. Obsérvese que una utilidad ρ -cóncava lineal de índice $\rho\psi(t)$ genera la misma dinámica que la de este modelo.

La función $\psi(t)$ mide la actualización en el tiempo en términos relativos de cada sumando de $U(x_1, x_2; t)$. La asimetría en la relación temporal es causa de aparición del tiempo en la demanda. Veamos ahora otro modelo con relación temporal asimétrica en las demandas de los bienes B_1 y B_2 .

Supuesto 4 Modelo II de utilidad dinámica ρ -cóncava.

Presentaremos ahora una utilidad temporal con actualización únicamente sobre uno de los bienes, por ejemplo $B(2)$. En concreto,

$$U(x_1, x_2; t) = x_1 + x_2 f(t) - \rho (x_1^2 + x_2^2) g(t)$$

entonces veamos la influencia temporal de la utilidad sobre cada una de las demandas $x(i)$. Construyendo el correspondiente programa tendremos:

$$[P7] \quad \text{Max } U(x_1, x_2; t) = x_1 + x_2 f(t) - \rho (x_1^2 + x_2^2) g(t) \quad \text{s.a.}$$

$$\begin{cases} p_1 x_1 + p_2 x_2 \leq m \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

como en el modelo anterior, asumiremos las hipótesis de regularidad (H1)-(H3)-(H4)-(H5)-(H6), junto con la diferenciabilidad de las funciones $f(t)$ y $g(t)$. La condición de optimalidad relativa a las utilidades marginales presenta la siguiente expresión:

$$\frac{U_{x_1}}{U_{x_2}} = \frac{1 - 2\rho x_1}{f(t) - 2\rho x_2 g(t)} = \frac{P_1}{P_2}$$

Dividiendo la ecuación por $f(t)$ y llamando $\psi(t) = \frac{f(t)}{g(t)}$ tendremos:

$$\frac{1 - 2\rho x_1}{f(t) - 2\rho x_2 \psi(t)} = \frac{P_1 f(t)}{P_2}$$

Como en el modelo estático, aparecerán dos tipos de funciones de demanda:

i) Solución sobre el punto de saturación de $U(x_1, x_2; t)$.

$$x_1 = \frac{1}{2\rho} \quad x_2 = \frac{1}{2\rho\psi(t)} \quad \text{si } m \geq \frac{1}{2\rho} \left[P_1 + \frac{P_2}{\psi(t)} \right]$$

ii) Solución sobre la recta presupuestaria:

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{g(t) p_1 m}{g(t) p_1^2 + p_2^2} - \frac{p_2(p_1 f(t) - p_2)}{2\rho (g(t)p_1^2 + p_2^2)} \\ x_2 &= \frac{p_2 m}{g(t) p_1^2 + p_2^2} - \frac{p_1(p_2 - p_1 f(t))}{2\rho (g(t)p_1^2 + p_2^2)} \end{aligned} \quad \text{si } m \leq \frac{1}{2\rho} \left[P_1 + \frac{P_2}{\psi(t)} \right]$$

además el presupuesto m ha de ser lo suficientemente grande como para conservar la positividad de las demandas x_1, x_2 .

Ahora, es posible comparar estas demandas con las del modelo estático. Obsérvese la relación simétrica-asimétrica entre los parámetros de sus demandas. Este estudio permite distinguir la influencia temporal de los términos lineal y cuadrático sobre las demandas. Así, considerando t y $g(t)$ como factores de descuento, podemos considerar:

Para $t > 0$ suficientemente grande se tiene $g(t) \ll \hat{f}(t)$, de tal manera que $\lim_{t \rightarrow \infty} g(t) = 0$

$$x_1 = \frac{1}{2p}$$

$$x_1 = \frac{1}{2p} \left[1 - \frac{p_1}{p_2 f(t)} \right]$$

$$x_2 \rightarrow \infty \quad \text{o bien}$$

$$x_2 = \frac{m}{p_2} - \frac{p_1(p_2 - p_1 f(t))}{2p p_2^2}$$

sobre el punto
de saturación

sobre la recta
presupuestaria

Estas son las demandas generadas cuando la actualización lineal predomina sobre la cuadrática.

A modo de epílogo podemos decir que en los procesos dinámicos sobre las funciones de utilidad, es necesario expresar una relación asimétrica entre la actualización temporal de un bien y la de los demás, si se desea especificar unas funciones de demanda temporales. La desigualdad temporal es base de la economía del tiempo. En este sentido, Dixit[1] ya expresó algunos comentarios. Aquí únicamente se ha pretendido efectuar una pequeña aportación de esta materia.

BIBLIOGRAFIA:

1. DIXIT, A.K. (1990), *Optimization in Economic Theory*, Oxford University Press, Princeton. 145-185.
2. FAULIN, F.J. (1991), *Nuevos modelos microeconómicos*, EIUNSA, Barcelona 91-138.
3. INTRILIGATOR, M.D. (1971) *Mathematical Optimization and Economic Theory*, Prentice Hall, Los Angeles. 142-177.
4. MADDEN, P. (1987), *Concavidad y Optimización en Microeconomía*, Alianza Editorial, Madrid. 177-251.
5. VIAL, J.P. (1983) "Strong and weak convexity of sets and functions", *Mathematics of Operations Research*, nº2, Abril 1983. 231-259.

DINAMICA PERMANENTE Y TEMPORAL EN UN MODELO DE CONTROL OPTIMO

Guiomar MARTIN HERRAN M.

Dolores SOTO TORRES

Dpto. Economía Aplicada (Matemáticas Empresariales)

Facultad de Ciencias EE. y EE. (UNIVERSIDAD DE VALLADOLID)

1.- INTRODUCCION

Planteado un sistema dinámico, pueden abordarse distintas cuestiones. Una de ellas, sería determinar como cambian las soluciones cuando se modifica un parámetro del sistema, cuya respuesta nos la proporciona el Teorema de Peano; si esta cuestión nos la planteamos en Teoría de la Estabilidad, la Teoría de las Bifurcaciones nos proporciona, en general, una respuesta adecuada.

Ahora bien, si modificaciones de los parámetros, no originan cambios de estabilidad de los estados de equilibrio, pero sí del valor de éstos, podemos plantearnos cómo evoluciona una situación de equilibrio a otra.

Esta cuestión, tienen un desarrollo reciente en la literatura económica y es abordada en el trabajo de J.D. Pitchford (1989) y P. Sen y S.J. Turnovsky (1989), en los que se analiza los comportamientos de variables, en optimalidad, cuando un parámetro del modelo se modifica temporalmente o permanentemente.

En este trabajo, abordamos una situación análoga, considerando un problema de control óptimo planteado en D.A.R. George (pág. 114), donde consideramos un sistema dinámico, que surge al considerar las condiciones necesarias del Principio del Máximo, entre el consumo y el capital productivo y donde explícitamente aparece el tanto de depreciación del capital. Modificaciones de este tanto, no dan lugar a cambios de estabilidad del estado de equilibrio, pero sí a cambios en los valores de este estado. Así, después del planteamiento del modelo en la segunda sección de este trabajo, analizamos, en la sección siguiente la trayectoria que sigue el capital y el consumo, desde un estado de equilibrio al otro, cuando el tanto de depreciación disminuye a un nuevo valor permanentemente. En la cuarta sección, analizamos la situación análoga, pero suponiendo que la disminución de la depreciación del capital es de carácter temporal. El trabajo finaliza con unas conclusiones.

2. PLANTEAMIENTO DEL MODELO

Supongamos que la economía se comporta como una empresa individual, que maximiza el flujo descontado de su utilidad del consumo $c(t)$, sobre un horizonte infinito, si el capital sigue la ecuación fundamental del crecimiento:

$$\dot{k} = f(k) - nK - c, \quad k(0) = K_0$$

donde n es el tanto de depreciación del capital.

El problema podemos plantearle:

sujeto a la restricción del capital; donde δ es el tanto de descuento instantáneo y $u(c)$ la función de utilidad.

Supongamos que las funciones $u(c)$ y $f(k)$ verifican las condiciones:

$$u(c), f(k) \in C^{(2)}, u > 0, u' > 0, u'' < 0, u'(0) = \infty, f > 0, f' > 0, f'' < 0$$

Además, la derivada de la función de producción, $f'(k)$ deberá satisfacer:

$$\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty, \lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0.$$

Para resolver este problema de control óptimo, utilizamos el Principio del Máximo, planteando en primer lugar el Hamiltoniano asociado a él:

$$H = 0 = u(c) + \psi (f(k) - nk - c)$$

donde ψ es la variable de coestado asociada a la variable de estado k , que sabemos que tendrá que ser continua, derivable, y con derivada continua a trozos. Además, ψ tendrá la dimensión de un precio o un pseudoprecio del capital.

Teniendo en cuenta las condiciones necesarias del Principio del Máximo, en nuestro problema tenemos los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} H'_c = 0 &= u'_c - \psi \Rightarrow \psi = u'_c \\ H'_k &= -(\dot{\psi} - \delta\psi) = (\psi f'_k - n\psi) \Rightarrow \dot{\psi} = \psi(\delta + n - f'_k) \end{aligned}$$

Ahora bien, al ser el consumo $c(t)$, una función derivable, podemos expresar la variación de éste en función del tiempo teniendo en cuenta las expresiones (1) y (2). En efecto, si consideramos la ecuación (1) y la derivamos, obtenemos $\dot{\psi} = u''_{cc} \dot{c}$; entonces sustituyendo ψ por su valor, de acuerdo con (2), obtenemos:

$$\dot{\psi} = u''_{cc} \dot{c} = \psi(\delta + n - f'_k) = u'_c(\delta + n - f'_k)$$

despejando \dot{c} en la igualdad anterior tenemos:

$$\dot{c} = \frac{u'_c}{u''_{cc}}(\delta + n - f'_k)$$

Si añadimos a esta ecuación diferencial que nos señala el comportamiento de la variable consumo, la ecuación diferencial que nos determina el comportamiento del capital, obtendremos el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales autónomo:

$$\dot{c} = \frac{u'_c}{u''_{cc}}(\delta + n - f'_k)$$

$$\dot{k} = f(k) - nk - c$$

este sistema, nos proporciona las condiciones necesarias para que c y k puedan ser soluciones optimales de nuestro problema. Pero además, al ser el Hamiltoniano cóncavo en la variable de estado y en la de control, si se verifica la condición de transversalidad $\lim_{t \rightarrow \infty} \psi_k e^{-\delta t} = 0$, entonces las condiciones necesarias son también suficientes.

La dinámica asociada al sistema de ecuaciones diferenciales anterior puede caracterizarse por medio de la estabilidad de sus posibles estados de equilibrio. Así, si existe un par (c^*, k^*) , punto de equilibrio de este sistema tendrá que verificar:

$$\delta + n = f'_k(k^*)$$

$$f(k^*) - nk^* = c^*$$

Supongamos que esto ocurre y entonces, para estudiar su estabilidad determinemos la matriz jacobiana en él:

$$J = \begin{pmatrix} 0 & \frac{u'_c}{u''_{cc}}(-f''_{kk}) \\ -1 & f'_k(k^*) - n \end{pmatrix}$$

cuyo determinante es $|J| = \frac{u'_c}{u''_{cc}}(-f''_{kk}) < 0$, debido a los supuestos iniciales sobre la función de utilidad y la función de producción. Por tanto, el punto de equilibrio (c^*, k^*) es un punto de silla.

El Teorema de Hartman-Grobman (Guckenheimer y Holmes, pág.13) nos permite estudiar el sistema (3) analizando el comportamiento de su sistema linealizado. Además, para los puntos fijos hiperbólicos, podemos caracterizar sus variedades estable e inestable, utilizando el Teorema de la Variedad Estable para un punto fijo. En nuestro caso, este resultado nos permite garantizar la existencia de variedad estable e inestable pasando por el estado de equilibrio cuyas tangentes en él, son el subespacio estable e inestable.

3.-CAMBIOS PERMANENTES DEL TANTO DE DEPRECIACION.

Nuestro propósito, en esta sección, es determinar la evolución del consumo y del capital cuando existe una modificación del tanto de depreciación del capital, suponiendo que en ese momento, capital y consumo se encuentran en estado estacionario.

Para hacer más manejables nuestros cálculos, supongamos una función de producción específica:

$$f(k) = k^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1$$

Entonces, teniendo en cuenta los resultados de la sección anterior, el estado de equilibrio (k^*, c^*) del sistema dinámico (3), verificará:

$$k^* = \left(\frac{\delta + n}{\alpha} \right)^{1/(\alpha-1)}$$

$$c^* = (k^*)^\alpha - nk^* = \left(\frac{\delta + n}{\alpha} \right)^{1/(\alpha-1)} \left[\frac{\delta + n(1-\alpha)}{\alpha} \right]$$

cuyos valores, obviamente, dependen de δ , n y α

Por el estudio realizado anteriormente para una función de producción genérica $f(k)$, sabemos que los puntos de equilibrio son puntos de silla. En el caso particular, con $f(k)=k^\alpha$, $0 < \alpha < 1$, los autovalores de la matriz jacobiana asociada al sistema serán:

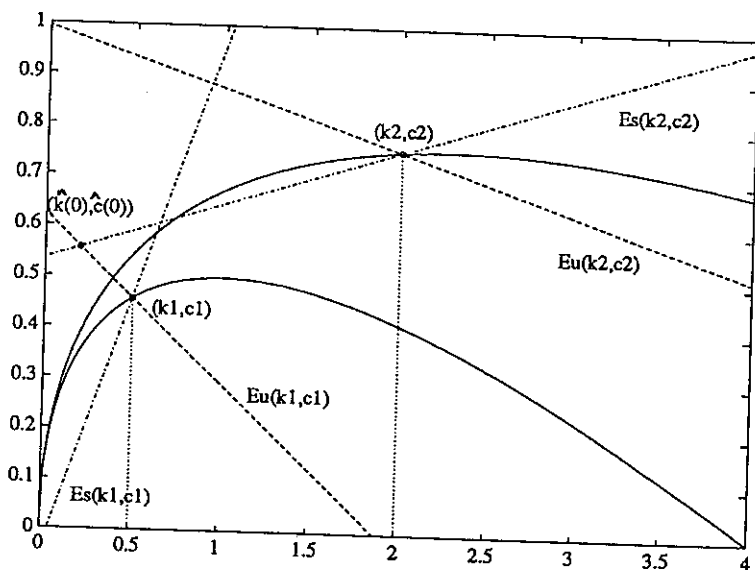
$$\lambda_{1,2} = \frac{\delta \pm \sqrt{\delta^2 + 4 \frac{u'_{cc}}{u'_{cc}} \alpha (\alpha - 1) \left(\frac{\delta + n}{\alpha} \right)^{1 - \frac{1}{\alpha-1}}}}{2}$$

positivo y negativo, respectivamente.

Supongamos que en $t=0$, el sistema se encuentra en un estado de equilibrio (k^*_1, c^*_1) , siendo el tanto de depreciación n_1 . Entonces, si el tanto de depreciación cae de n_1 a n_2 , $n_2 < n_1$, el sistema dinámico tendrá un nuevo estado de equilibrio (k^*_2, c^*_2) y como $n_2 < n_1$ y $0 < \alpha < 1$, las expresiones de k^*_1 y k^*_2 establecen directamente un aumento de capital, $k^*_2 > k^*_1$.

Para determinar como se ve alterado el consumo estacionario con la modificación del tanto de depreciación notemos que $c^* = \left(\frac{\delta + n}{\alpha} \right)^{1/(\alpha-1)} \left[\frac{\delta + n(1-\alpha)}{\alpha} \right]$ es una función decreciente de n , y por tanto, $c^*_2 < c^*_1$.

Por tanto, ante un descenso del tanto de depreciación, los valores del consumo y del capital en el nuevo equilibrio, aumentan en relación a sus valores respectivos en el equilibrio inicial, como se muestra en el gráfico (1).



Gráfica (1)

Determinemos ahora las variedades localmente estable e inestable del punto de equilibrio genérico (k^*, c^*) para mostrar como el sistema puede pasar del punto de equilibrio (k_1^*, c_1^*) al (k_2^*, c_2^*) , debido a la modificación del tanto de depreciación.

El subespacio inestable del sistema linealizado en un entorno del punto de equilibrio (k^*, c^*) es el autoespacio asociado al autovalor positivo, λ_1 esto es:

$$E^u(k^*, c^*) = \{(k, c) : c - c^* = \lambda_1(k - k^*)\}$$

y el subespacio estable, denotado por $E^s(k^*, c^*)$, es el autoespacio asociado al autovalor negativo, λ_2 :

$$E^s(k^*, c^*) = \{(k, c) : c - c^* = \lambda_2(k - k^*)\}$$

Las pendientes de ambas rectas, λ_1 y λ_2 dependen del tanto de depreciación n , y engorrosos cálculos nos proporcionan

$$\frac{d\lambda_1}{dn} > 0, \frac{d\lambda_2}{dn} = -\frac{d\lambda_1}{dn} \Rightarrow \frac{d\lambda_2}{dn} < 0.$$

Luego, si el tanto de depreciación n disminuye, la pendiente del subespacio estable también lo hace, mientras que la del subespacio inestable aumenta, como representamos en el gráfico (1).

Si el sistema desea volver a una situación estacionaria, tendrá que seguir una trayectoria. En efecto, para lograrlo basta que el capital y el consumo se muevan a través de $E^u(k_1^*, c_1^*)$ hasta alcanzar $E^s(k_2^*, c_2^*)$ en un punto que denotamos por $(k(0), c(0))$, y siguiendo $E^s(k_2^*, c_2^*)$ alcanzarían (k_2^*, c_2^*) . Determinamos este punto $(k(0), c(0))$, y así podremos calcular el tiempo T que tarda una solución $(k(t), c(t))$ del problema partiendo de (k_1^*, c_1^*) en llegar a $(k(0), c(0))$.

El punto $(k(0), c(0))$ es el punto de corte de $E^u(k_1^*, c_1^*)$ y $E^s(k_2^*, c_2^*)$, por lo que verificará ambas ecuaciones:

$$\hat{k}(0) - c_1^* = \lambda_2^{(1)}(\hat{k}(0) - k_1^*)$$

$$\hat{c}(0) - c_2^* = \lambda_1^{(2)}(\hat{c}(0) - k_2^*)$$

donde $\lambda_2^{(1)}(n_1)$, $\lambda_1^{(2)}(n_2)$, denotan los valores propios con tantos n_1 y n_2 respectivamente, $\lambda_2^{(1)}(n_1) < 0$, $\lambda_1^{(2)}(n_2) > 0$

Despejando $c(0)$ y $k(0)$ obtenemos:

$$\hat{k}(0) = \frac{c_2^* - c_1^* - \lambda_1^{(2)}k_2^* + \lambda_2^{(1)}k_1^*}{\lambda_2^{(1)} - \lambda_1^{(2)}}$$

$$\hat{c}(0) = c_2^* + \lambda_1^{(2)} \frac{c_2^* - c_1^* + \lambda_2^{(1)}(k_1^* - k_2^*)}{\lambda_2^{(1)} - \lambda_1^{(2)}}$$

que verifican, $k(0) = k_2^*$ y $c(0) = c_2^*$.

Para calcular el tiempo T imponemos las siguientes condiciones iniciales y finales a una solución $(k(t), c(t))$ del problema:

$$\begin{aligned} (k(0), c(0)) &= (k_1^*, c_1^*) \\ (k(T), c(T)) &= (\hat{k}(0), \hat{c}(0)) \end{aligned}$$

sabiendo que durante el intervalo $(0, T)$ el equilibrio del sistema es (k_2^*, c_2^*) .

Considerando el sistema linealizado en un entorno de (k_2^*, c_2^*) , las soluciones verificarán:

$$\begin{pmatrix} k(t) - k_2^* \\ c(t) - c_2^* \end{pmatrix} = P^{-1} e^{J(k_2^*, c_2^*)t} P \begin{pmatrix} k_1^* - k_2^* \\ c_1^* - c_2^* \end{pmatrix}$$

donde

$$e^{J(k_2^*, c_2^*)t} = \begin{pmatrix} e^{\lambda_1^{(2)}t} & 0 \\ 0 & e^{\lambda_2^{(2)}t} \end{pmatrix} \quad \text{y} \quad P = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ \lambda_2^{(2)} & \lambda_1^{(2)} \end{pmatrix}$$

es una matriz de paso del sistema. La expresión anterior nos da una solución del problema que tiene por condición inicial (k_1^*, c_1^*) .

Operando obtenemos que:

$$\begin{aligned} k(t) - k_2^* &= \frac{1}{\lambda_1^{(2)} - \lambda_2^{(2)}} \left[(\lambda_1^{(2)} e^{\lambda_1^{(2)}t} - \lambda_2^{(2)} e^{\lambda_2^{(2)}t})(k_1^* - k_2^*) + \lambda_1^{(2)} (e^{\lambda_1^{(2)}t} - e^{\lambda_2^{(2)}t})(c_1^* - c_2^*) \right] \\ c(t) - c_2^* &= \frac{1}{\lambda_1^{(2)} - \lambda_2^{(2)}} \left[\lambda_2^{(2)} (e^{\lambda_2^{(2)}t} - e^{\lambda_1^{(2)}t})(k_1^* - k_2^*) + (\lambda_1^{(2)} e^{\lambda_2^{(2)}t} - \lambda_2^{(2)} e^{\lambda_1^{(2)}t})(c_1^* - c_2^*) \right] \end{aligned}$$

y si ahora, valoramos estas expresiones en $t=T$ e igualando los valores de $k(T)$ y $c(T)$ con los obtenidos por la condición $(k(T), c(T)) = (k(0), c(0))$, obtenemos una expresión implícita de T, que nos permite resolver el problema.

4.- CAMBIOS TEMPORALES DEL TANTO DE DEPRECIACION.

Consideramos ahora, un nuevo problema. Vamos a suponer que el tanto de depreciación en $t=0$ es n_1 , n_2 es el tanto en $(0, T)$ y en T vuelve a tomar el valor n_1 . Por tanto, en relación al análisis realizado en la sección anterior, suponemos que el tanto se modifica temporalmente y no permanentemente.

Nuestro propósito es determinar, la evolución del capital y del consumo, partiendo de un equilibrio y volviendo a él, después de un cierto tiempo T, durante el cual el sistema se encontraba en otro estado estacionario. Para llevar a cabo este estudio, utilizamos una formulación más general del problema, con el fin de obtener unos resultados más relevantes.

El problema consiste en:

$$\max_c \int_0^{\infty} e^{-\rho(t)} dt$$

sujeto a la restricción:

$$\dot{k} = f(k) - nk - c$$

donde $q(t) = \int_0^t u(c) dz$. Efectuando un cambio de variable, este problema se puede expresar como :

$$\begin{aligned} \max_c \int_0^{\infty} e^{-\rho} \frac{1}{u(c)} dq \\ \text{s.a: } \frac{dk}{dq} = \frac{(f(k) - nk - c)}{u(c)} \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta las condiciones necesarias del principio del Máximo, podemos considerar, realizando análogos cálculos que en el caso anterior, el sistema dinámico autónomo:

$$\begin{aligned} \dot{c} &= \frac{u'_c}{u''_{cc}} (u + u'_c(f(k) - nk - c) - f'(k) + n) \\ \dot{k} &= f(k) - nk - c \end{aligned}$$

y los posibles estados de equilibrio (c^*, k^*) de este sistema verificarán:

$$\begin{aligned} c^* &= f(k^*) - nk^* \\ u(c^*) &= f'(k^*) - n \end{aligned}$$

Para estudiar las modificaciones que sufren los valores del estado de equilibrio cuando varía el tanto de depreciación, consideramos por facilitar los cálculos, una función de producción $f(k)=k^\alpha$ con $0 < \alpha < 1$ y una función de utilidad de la forma $u(c)=ac^\beta$ con $a > 0, 0 < \beta < 1$ y determinamos

$$\frac{dk}{dn} \text{ y } \frac{dc}{dn}$$

Desde el sistema de ecuaciones que verifican los puntos de equilibrio se deduce que $u(c) = \frac{dc}{dk} = c'(k) > 0$, y en el caso particular de la función de utilidad elegida, integrando la ecuación resultante, obtenemos:

$$k = \frac{1}{a} \frac{c^{-\beta+1}}{1-\beta}$$

o bien, sustituyendo la expresión de c , dada la función de producción particular será:

$$k = \frac{1}{a} \frac{(k^\alpha - nk)^{1-\beta}}{1-\beta}$$

y donde operando obtenemos la siguiente ecuación que nos define implícitamente el capital:

$$F(k, \alpha, \gamma, n, a) = k^{\alpha-\gamma} - nk^{1-\gamma} - (a/\gamma)^{\gamma} = 0$$

donde $\gamma = \frac{1}{1-\beta}$. Entonces:

$$\frac{dk}{dn} = \frac{k(1-\beta)}{(\alpha(1-\beta)-1)k^{\alpha-1} + n\beta}$$

y su signo dependerá del de su denominador. Así:

$$\frac{dk}{dn} = \begin{cases} > 0, & \text{si } k > \left(\frac{1-\alpha(1-\beta)}{n\beta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \\ < 0, & \text{si } k < \left(\frac{1-\alpha(1-\beta)}{n\beta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \end{cases}$$

Realizando un estudio análogo para el consumo, éste vendrá definido implícitamente por la ecuación:

$$G(c, \alpha, n, a) = \frac{1}{(a(1-\beta))^{\alpha}} c^{(1-\beta)\alpha} - \frac{n}{a(1-\beta)} c^{1-\beta} - c = 0$$

y derivando, obtenemos:

$$\frac{dc}{dn} = \frac{c^{1-\beta} (a^{\alpha-1} (1-\beta)^{\alpha-2})}{\alpha c^{(1-\beta)\alpha-1} - na^{\alpha-1} (1-\beta)^{\alpha-1} c^{-\beta} - a^{\alpha} (1-\beta)^{\alpha-1}}$$

cuyo signo depende también del de su denominador.

En este caso:

$$\frac{dc}{dn} = \begin{cases} > 0 & \text{si } \alpha c^{(1-\beta)\alpha-1} - na^{\alpha-1} (1-\beta)^{\alpha-1} c^{-\beta} - a^{\alpha} (1-\beta)^{\alpha-1} > 0 \\ < 0, & \text{si } \alpha c^{(1-\beta)\alpha-1} - na^{\alpha-1} (1-\beta)^{\alpha-1} c^{-\beta} - a^{\alpha} (1-\beta)^{\alpha-1} < 0 \end{cases}$$

Ahora, ya podemos analizar como cambian los puntos de equilibrio al modificar el tanto de depreciación n . Para estudiar $\frac{dk}{dn}$, consideramos la función $T(n) = \left(\frac{1-a(1-\beta)}{n\beta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$ cuya representación la hemos recogido en la gráfica (2).

Teniendo en cuenta la gráfica (2), notemos que en la región I, $\frac{dk}{dn} > 0$ y en la II, $\frac{dk}{dn} < 0$. Ahora bien, como $k(0)$, valor del capital en el instante inicial, verifica $k(0) < T(n)$ empezamos en II, pudiéndose dar dos posibilidades dependiendo de que la función $k(n)$ corte a la $T(n)$ o se mantenga siempre por debajo de ella, verificándose éste último caso, ya que para todo n , $\frac{dk}{dn} < T'(n)$.

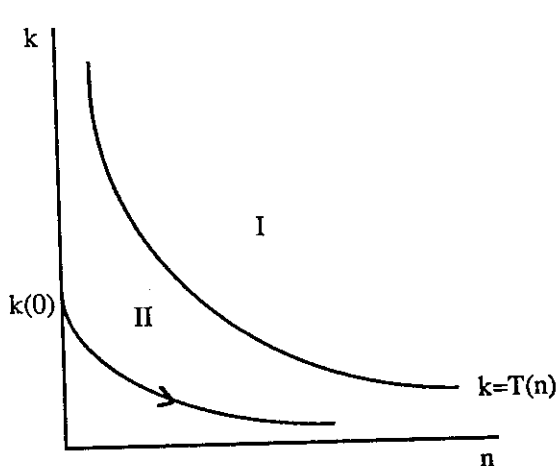
Si realizamos un estudio análogo para la variable consumo, definimos en primer lugar,

$$g(n, c) = \alpha c^{(1-\beta)\alpha-1} - na^{\alpha-1} (1-\beta)^{\alpha-1} c^{-\beta} - a^{\alpha} (1-\beta)^{\alpha-1} = 0$$

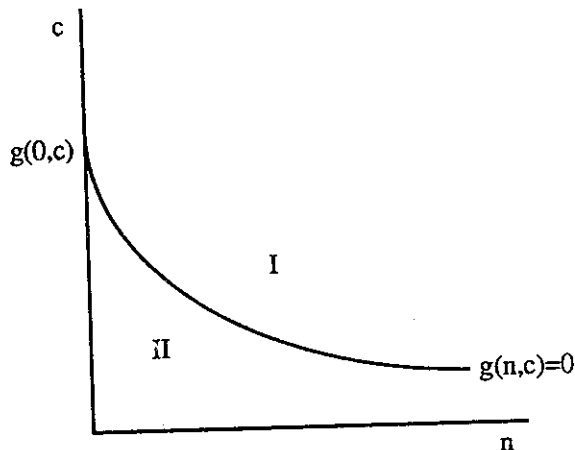
de donde despejando $n(c)$ obtenemos:

$$n(c) = \frac{\alpha c^{(1-\beta)\alpha-1} - a^\alpha (1-\beta)^{\alpha-1}}{a^{\alpha-1} (1-\beta)^{\alpha-1} c^{-\beta}}$$

y por tanto $\frac{dn(c)}{dc} < 0$.



Gráfica (2)



Gráfica (3)

Como muestra la gráfica (3), donde representamos $g(n,c)=0$, en la región I, $\frac{dc}{dn} > 0$, mientras que en la II, $\frac{dc}{dn} < 0$. Para determinar en cual de las dos zonas posibles nos encontramos en el instante inicial calculamos $c(0)$ y lo comparamos con $g(0,c)$. Tenemos:

$$c(0) = \left(\frac{a}{\alpha}\right)^{\frac{-(\alpha-1)^2}{\alpha[(1-\beta)\alpha-1]}}$$

$$g(0,c) = \left(\frac{a^\alpha (1-\beta)^{\alpha-1}}{\alpha}\right)^{\frac{1}{(1-\beta)\alpha-1}}$$

ahora bien, como $c(0)$, puede ser mayor, menor o igual a $g(0,c)$ dependiendo del valor de la constante a , con α y β fijos, tenemos distintas situaciones que pasamos a analizar.

Definamos $A = \left(\alpha^{1+\frac{(\alpha-1)^2}{\alpha}} (1-\beta)^{1-\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha+\frac{(\alpha-1)^2}{\alpha}}}$, entonces:

Caso 1.- Si $a > A$ entonces $c(0) > g(0,c)$. En esta zona $\frac{dc}{dn} > 0$; dn luego, si n crece, c también lo hace.

Caso 2.- Si $a = A$ entonces $c(0) = g(0, c)$ y como $c(n)$ tiene pendiente nula y $g(n, c)$ tiene pendiente negativa, a la derecha de $c(0)$, $c(n)$ está por encima de $g(n, c)$, pasando siempre a la zona I y por tanto, c es creciente con n .

Caso 3.- Si $a < A$ entonces $c(0) > g(0, c)$. En este caso, se nos presentan dos posibilidades distintas. La primera es que la curva $c(n)$ corte a la $g(n, c) = 0$ en algún punto, pasando a partir de ese n a la zona I; o bien, $c(n)$ se mantiene siempre por debajo de $g(n, c) = 0$. Ahora bien, la primera posibilidad no es factible, luego $\frac{dc}{dn} < 0$, y c disminuye ante aumentos de n .

Un análisis análogo al de la sección 3 nos permite determinar las trayectorias del consumo y del capital ante una modificación del tanto de depreciación, si bien en este caso al tratarse de un cambio temporal no tendrá que alcanzar el punto $(k(0), c(0))$, como señalamos en el gráfico (1), sino que dependiendo del tiempo T en que se mantenga el tanto n_2 , partiremos de una condición inicial $(k(0), c(0))$ en $Eu(k^*_1, c^*_1)$ de tal forma que siguiendo el mapa de fases del equilibrio (k^*_2, c^*_2) , después de un tiempo T vuelva a alcanzar el equilibrio inicial.

5.- CONCLUSIONES.

En este trabajo, considerando un modelo que trata de maximizar la utilidad del consumo, sabiendo la evolución del capital, hemos encontrado un sistema dinámico autónomo, entre consumo y capital, que posee un estado de equilibrio, cuya variedad estable corresponde a la solución óptima del problema.

Tal situación de equilibrio se mantiene, si el tanto de depreciación del capital no se modifica; ahora bien, si este tanto disminuye el sistema dinámico tiene un nuevo estado de equilibrio, que de acuerdo con el planteamiento inicial del modelo, tiene un valor de capital y consumo estacionarios superiores o valor de capital inferior y valor de consumo dependiendo de su situación de partida.

El determinar la trayectoria a seguir por el consumo y el capital cuando la modificación del tanto de depreciación es permanente o temporal ocupa el resto del desarrollo del trabajo.

Si la modificación es permanente, la evolución del capital y consumo hasta alcanzar la nueva situación estacionaria, será avanzar por el subespacio inestable del antiguo estado estacionario hasta encontrar el subespacio estable del nuevo, pudiéndose determinar el tiempo que transcurre en este proceso.

Si la modificación es temporal, no necesitaremos situarnos en la nueva posición de equilibrio, sino lo que importa es encontrarnos en el subespacio estable del antiguo estado estacionario, cuando éste vuelva a tener validez.

6.- BIBLIOGRAFIA.

GEORGE, D.A.R. (1988): *Mathematical Modelling for Economists*. London. Macmillan Education LTD.

GUCKENHEIMER, J. Y HOLMES, P. (1983): *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields*. New York. Springer-Verlag.

PITCHFORD, J.D. (1989): "Optimum Borrowing and the Current Account when there are fluctuations in Income". *Journal of International Economics*. Vol. 26 págs. 345-358.

LONG, N.V. Y VOUSDEN, N. (1977): "Optimal Control Theorems", en *Applications of Control Theory to Economic Analysis*. J.D. Pitchford y S.J. Turnovsky, Eds.). Amsterdam. North-Holland.

SEN, P. Y TURNOVSKY, S.J. (1989): "Deterioration of the Terms of Trade and Capital Accumulation: A Re-examination of the Laursen-Metzler effect". *Journal of International Economics*. Vol. 26, págs. 227-250

RESOLUCION DE PROBLEMAS DE CONTROL OPTIMO MEDIANTE PARAMETRIZACION DE CONTROLES Y FUNCIONES DE PENALIZACION.

CABALLERO FERNANDEZ, Rafael
CALDERON MONTERO, Susana
DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES
UNIVERSIDAD DE MALAGA.

HIDALGO SANCHEZ, Ramón
SERVICIO CENTRAL DE INFORMATICA
UNIVERSIDAD DE MALAGA.

1.-INTRODUCCION

Consideramos un problema de control óptimo expresado de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \min \int_0^{\tau} F(x(t), u(t), t) dt \\ \text{s.a. } x'(t) = H(x(t), u(t), t) \\ x(0) = x_0 \\ G(x(t), u(t), t) \geq 0 \\ u(t) \in U \end{aligned}$$

donde $x(t)$ es un vector de R^n correspondiente a la variable de estado y $u(t)$ un vector de R^m que representa a la variable de control. El problema es formulado con restricciones sobre las variables de control y restricciones mixtas, aunque G puede que no dependa de $u(t)$. Las funciones F , G y H serán en general funciones no lineales y diferenciables con continuidad.

El objetivo de este trabajo es determinar las soluciones aproximadas de este problema, (PCO), usando las técnicas de discretización, es decir, transformándolo en un problema de programación no lineal estático, (PPNL), convirtiendo las variables en vectores de dimensión finita, quedando reducido al estudio de:

$$\begin{aligned} \min f(y) \\ \text{s.a. } g(y) \geq 0 \end{aligned}$$

Este problema se puede resolver de diversas maneras, siendo nuestra idea aplicarle funciones de penalización, con lo cual quedaría simplificado al estudio de un problema sin restricciones, siendo éste de más fácil resolución.

2.- FUNCIONES DE PENALIZACION

Dado (PPNL) construimos una función de penalización que incluirá la función objetivo, las restricciones y un parámetro, de forma que, utilizando un proceso iterativo, obtendremos una aproximación $y^{(k)}$ de la solución de (PPNL). Esta función de penalización persigue dos objetivos fundamentales: minimizar $f(y)$ y obligar a que se verifiquen las restricciones del problema.

Dentro de las diversas funciones de penalización existentes, hemos utilizado en primer lugar las funciones llamadas de penalización lagrangianas aumentadas. En estas funciones, partimos de la función lagrangiana asociada a (PPNL):

$$L(y, \lambda) = f(y) - \lambda^t g(y)$$

y le añadimos un término de forma que podamos obtener las soluciones de (PPNL) mediante la minimización de esta función irrestricta, usando un proceso iterativo.

Como utilizamos funciones lagrangianas se necesitan estimaciones de los multiplicadores asociados en cada iteración; este es un punto muy delicado de estos métodos, puesto que la convergencia hacia la solución dependerá de la convergencia de los multiplicadores estimados a los óptimos; además, la convergencia que obtenemos es local, dependiendo por tanto del punto inicial del que partamos. Sin embargo, son funciones muy flexibles de utilizar, robustas y aplicables incluso cuando no se cumplen las condiciones suficientes de segundo orden.

La función de penalización lagrangiana aumentada que hemos utilizado en concreto, dada por Fletcher, (1987) es:

$$\begin{aligned} P(y, \lambda, \epsilon) &= \\ &= f(y) + \sum (-\lambda_i g_i(y) + \frac{1}{2} \epsilon_i g_i(y)^2) \quad \text{si } g_i(y) \leq \frac{\lambda_i}{\epsilon_i} \\ &= f(y) + \sum \left(-\frac{\lambda_i^2}{2\epsilon_i}\right) \quad \text{si } g_i(y) > \frac{\lambda_i}{\epsilon_i} \end{aligned}$$

donde los multiplicadores de Lagrange se adaptan mediante la fórmula:

$$\lambda_i^{(k+1)} = \lambda_i^{(k)} - \min(\epsilon_i g_i(y^{(k)}), \lambda_i^{(k)})$$

Se puede demostrar, que dado (y^*, λ^*) cumpliendo las condiciones suficientes de segundo orden para (PPNL), existe un valor de ϵ, ϵ^* , no negativo, de forma que:

$\forall \epsilon > \epsilon^*, y^*$ es el mínimo local aislado de $P(y, \lambda^*, \epsilon)$

En otra línea de funciones de penalización están las exactas, donde tenemos asegurado que existe un valor del parámetro de tal forma, que a partir de éste, obtenemos la solución de (PPNL) mediante una única minimización de un problema irrestricto, sin tener que utilizar un proceso iterativo como anteriormente; estos métodos se basan en la idea de considerar los multiplicadores de Lagrange como funciones de la variable "y", no teniéndolos que aproximar. Su principal desventaja es que se complican las expresiones de las funciones de penalización y que se necesitan primeras derivadas para la expresión de los multiplicadores.

Una función exacta dada por Fletcher (1973) es:

$$P(y) = f(y) - \phi^t(y) g(y)$$

donde $\phi(y)$ son los multiplicadores asociados, considerados como función de "y"; Fletcher demuestra que se pueden obtener resolviendo un problema de programación cuadrático auxiliar:

$$\begin{aligned} \min \quad & \frac{1}{2} \epsilon z^t z + \nabla f^t z \\ \text{s.a.} \quad & \nabla g^t z + g \geq 0 \end{aligned}$$

obteniéndose, bajo ciertas condiciones, que dado y^* cumpliendo las condiciones suficientes de segundo orden de (PPNL):

$$\exists \epsilon^* / \forall \epsilon \geq \epsilon^*, P(y) \text{ posee un mínimo local en } y^*$$

3.- DISCRETIZACION

El proceso que hemos utilizado para transformar el problema de control óptimo a (PPNL) está basado en el trabajo de Kraft, (1985), usando una aproximación de la variable de control mediante funciones constantes a trozos ó polinomios cúbicos, llamada de tiro directo.

Dada una partición del intervalo $[0, T]$:

$$0 = t_1 < t_2 < \dots < t_{k+1} = T$$

damos un valor inicial de las variables de control en los puntos de la malla:

$$y = (u_1(t_1), \dots, u_1(t_{k+1}), u_2(t_1), \dots, u_m(t_{k+1}))$$

donde "y" es un vector de dimensión $m \times (k + 1)$.

Usando estos valores aproximamos las variables de control mediante polinomios de tercer grado en los subintervalos definidos y tomando el valor inicial en los puntos de la partición. Cuando exigimos que las primeras derivadas de la aproximación sean continuas estamos en el método de aproximación cúbica de Hermite, y cuando exigimos que las segundas derivadas también lo sean, en la aproximación cúbica spline. Para comparar resultados, en este paso, también utilizaremos aproximación constante a trozos. La aproximación la notaremos $v(t)$.

Con este valor $v(t)$, sustituimos en la ecuación diferencial, obteniendo una aproximación de las variables de estado, w :

$$\begin{aligned}w'(t) &= H(w(t), v(t), t) \\ w(0) &= w_0\end{aligned}$$

Una vez obtenidas las variables de control y estado aproximamos el funcional objetivo, utilizando alguna cuadratura, quedando reducido a una función no lineal que dependerá del valor inicial que tomamos, $f(y)$.

Sólo nos queda aproximar las restricciones del problema. Cualquier restricción de control, estado o mixta se considerará en (PPNL) de la manera siguiente. Por cada restricción (de mayor o igual) introducimos una nueva variable de estado auxiliar, solución de la siguiente ecuación diferencial:

$$\begin{aligned}w'_{n+j} &= \min \{0, G_j(w(t), v(t), t)\} \\ w_{n+j}(0) &= 0 \quad j = 1, \dots, s\end{aligned}$$

suponiendo que existan s restricciones de la forma señalada.

Con esto, impondremos como restricciones de desigualdad en nuestro problema:

$$g_j(y) = w_{n+j}(T) \geq 0, \quad j = 1, \dots, s$$

quedando reducido por tanto, al estudio de:

$$\begin{aligned}\min & f(y) \\ \text{s.a. } & g(y) \geq 0\end{aligned}$$

y tratando éste con las funciones de penalización comentadas anteriormente.

Hacemos la observación que con este proceso no obtenemos las expresiones explícitas de f y g , sino evaluadas en los puntos de la partición. Cuando deseemos aplicar cualquier técnica de minimización generalmente necesitaremos el valor de las derivadas. Para ello, tendremos que aproximarlas, utilizando fórmulas en diferencias finitas que nos aseguren un cierto grado de seguridad.

4.- ALGORITMO Y PROGRAMA

Veamos en líneas generales el algoritmo utilizado para la resolución de (PCO) utilizando las técnicas expuestas en los epígrafes anteriores.

Para el problema de la minimización de la función de penalización, usaremos diversos métodos alternativos para la misma, dependiendo de la necesidad de conocer los gradientes de las funciones implicadas. En el caso de la función lagrangiana aumentada (Fletcher, 1987) el algoritmo es básicamente el siguiente:

Algoritmo

Primer paso: Damos y^0, λ^0 iniciales, $k = 0$.

Segundo paso: Minimizamos $P(y, \lambda^{(k)})$, con punto inicial (y^0, λ^0) ; su solución la notamos $y^*(\lambda^{(k)})$.

Tercer paso: Comprobamos si $y^*(\lambda^{(k)})$ es solución; si lo es, paramos; si no, tomamos

$$y^{(k+1)} = y^*(\lambda^{(k)})$$

$$\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} - \min \{ \epsilon g(y^{(k)}), \lambda^{(k)} \}$$

hacemos $k + 1 = k$ y volvemos al segundo paso.

En el algoritmo resolvemos un problema no lineal irrestricto. Para ello, utilizamos dos subrutinas. La primera, E04JBF, no exige las derivadas de las funciones, utilizando un algoritmo cuasi-Newton, donde las cotas sobre las variables de control se pueden considerar fuera de las restricciones, necesitando únicamente un punto inicial y el valor de la función de penalización en cualquier punto. La segunda, E04KDF, sigue un algoritmo modificado de Newton, donde las cotas las tratamos como antes y aquí si necesitamos el valor de las primeras derivadas, utilizando subrutinas apropiadas.

En la ejecución del mismo, serán necesarias múltiples llamadas al algoritmo de evaluación dado a continuación, imprescindibles para la determinación de la función y restricciones, así como sus gradientes o jacobianos.

Algoritmo de evaluación.

Primer paso: Dada una partición del intervalo y un valor inicial para $u(t)$ en esos puntos, obtenemos y .

Segundo paso: Aproximamos $u(t)$, obteniendo $v(t)$ (por procedimiento constante a trozos, spline ó Hermite). Con este valor, sustituimos en la ecuación diferencial y obtenemos $w(t)$.

Tercer paso: Mediante una cuadratura obtenemos una aproximación de $f(y)$, y con las restricciones dadas por las ecuaciones diferenciales de las variables de estado auxiliares construimos $g(y)$.

Para la implementación computacional hemos utilizado lenguaje FORTRAN, ayudándonos de las librerías NAG y IMSL.

En el segundo paso necesitamos aproximar las variables de control, conociendo su valor inicial en una partición; para la aproximación cúbica spline usamos la subrutina E01BAF y para la aproximación cúbica de Hermite, E01BEF. Una vez hallada $v(t)$, tenemos que resolver un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden, con condición inicial, donde incorporamos las variables de estado auxiliares puesto que los sistemas son independientes y pueden ser resueltos conjuntamente. Este problema lo hemos desarrollado mediante dos subrutinas: D02BBF, cuya solución se obtiene interpolando las soluciones dadas por un método de Runge-Kutta-Merson y D02CBF, que utiliza interpolación sobre las soluciones dadas por el método de Adam's.

En el tercer paso aproximamos el funcional objetivo mediante una cuadratura dada por D01GAF; aquí, conocida la función en los puntos de la partición y dado el intervalo de integración, se aproxima la integral mediante el método dado por Gill y Miller, utilizando fórmulas centradas de diferencias finitas de cuatro puntos.

5.- RESULTADOS

Hemos probado el algoritmo expuesto en este trabajo sobre varios problemas test. Los resultados dependen claramente del punto de partida donde iniciamos la búsqueda de la solución pero la convergencia se suele obtener rápidamente.

Cuando la expresión del (PCO) no incorpora restricciones sobre las variables de estado y sólo tenemos restricciones tipo cotas sobre las variables de control hemos considerado una estructura de problema irrestricto, trabajando con un término de penalización nulo y considerando las cotas directamente en la subrutina de minimización; este tipo de problemas ha convergido rápidamente.

En los problemas test que hemos utilizado se han probado las tres formas de aproximación comentadas en el texto. Sobre estos, el método de aproximación constante a trozos parece ser el que produce una convergencia más rápida, después cúbica Hermite y por último la aproximación cúbica spline, obteniéndose, sobre problemas simples, en menos de treinta segundos.

También se han visto los resultados obtenidos al utilizar una subrutina que exige el gradiente de la función objetivo y el jacobiano de las restricciones, donde, como es lógico, se ha prolongado el tiempo de convergencia puesto que se deben hacer llamadas a subrutinas auxiliares para el cálculo de éstas, ya sea por diferencias finitas o cualquier otra técnica. Con esta subrutina, se han conseguido solucionar problemas que con la primera no obteníamos la solución.

Como hemos comentado, en este algoritmo utilizamos la función de penalización lagrangiana aumentada dada por Fletcher (1987). Nuestro objeto de estudio es intentar implementar la función de penalización exacta dada por este mismo autor (1973), obtener resultados utilizando las tres formas expuestas de aproximación de las variables infinito dimensionales, y compararlos con los obtenidos hasta ahora.

6.-BIBLIOGRAFIA.

BERTSEKAS, D.P.(1981):"Augmented lagrangian and differentiable exact penalty methods". (En *Nonlinear Optimization*, (Powell)).

FLETCHER, R.(1973):"An exact penalty function for nonlinear programming with inequalities". *North-Holland Publishing Company*.

FLETCHER, R.(1987): *Practical methods of optimization*. John Wiley & Sons.

GILL, P.E., MURRAY, W. (1989): *Constrained nonlinear programming*. North-Holland.

KRAFT, D.(1980):"Comparing mathematical programming algorithms based on lagrangian functions for solving optimal control problems". *NATO ASI Series*, Vol F15.

KRAFT, D.(1985):"On converting optimal control problems into nonlinear programming problems" *Computational Mathematical Programming*.

FUNCIONES CUASICONVEXAS. APLICACIONES EN PROBLEMAS DE OPTIMIZACION MATEMATICA.

Dolores R. SANTOS PEÑATE
 María del C. MARTEL ESCOBAR
 DPTO. DE ECONOMIA APLICADA
 UNIV. DE LAS PALMAS DE G.C.

1. INTRODUCCION.

En este trabajo presentamos algunas propiedades de las funciones cuasiconvexas. Estudiamos cuestiones referentes a problemas de optimización en los que intervienen este tipo de funciones, tales como la dualidad y la estabilidad en programas cuasiconvexos. Incluimos resultados análogos a los conocidos en programación convexa, y otros relacionados con la estabilidad en el sentido de la continuidad de la "función valor óptimo". Hemos omitido la mayor parte de las demostraciones, algunas de ellas son similares a las del caso convexo, mientras que las relacionadas con la continuidad de la función valor óptimo pueden encontrarse en la bibliografía (Flippo, O.E., 1989). Finalmente, mencionamos una aplicación de la teoría de la cuasiconvexidad en el tratamiento de las funciones de utilidad.

2. FUNCIONES CUASICONVEXAS.

En esta sección estudiamos las funciones cuasiconvexas, también definimos las funciones cuasiconcavas pero, dado que éstas pueden caracterizarse a partir de la cuasiconvexidad, nos referiremos sólo a las propiedades de las primeras. Las propiedades para funciones cuasiconcavas se deducen directamente de las de funciones cuasiconvexas sin más que considerar que una función f es cuasiconcava si y sólo si $-f$ es cuasiconvexa.

Definición 2.1 Sea A un conjunto convexo de \mathbb{R}^n y $f: A \rightarrow \mathbb{R}$.

Decimos que f es cuasiconvexa (cuasiconcava) si y sólo si:

$$\forall x, y \in A, \forall t \in [0, 1], f((1-t)x + ty) \leq (\geq) \max(\min) \{f(x), f(y)\}$$

Cuando las desigualdades son estrictas se habla de cuasiconvexidad (cuasiconcavidad) estricta.

Proposición 2.1 Se verifica que $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ con A convexo, es cuasiconcava (estrictamente) si y sólo si, $-f$ es cuasiconvexa (estrictamente)

Definición 2.2 Sea $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$. Llamamos sección S_k de f al conjunto :
 $S_k = \{ x \in A / f(x) \leq k \}$

Proposición 2.2 Una función $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ con A convexo, es cuasiconvexa si y sólo si S_k es convexo.

Proposición 2.3 Sea $A \subseteq \mathbb{R}^n$ convexo. Se verifica que :

- a) Si $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ es cuasiconvexa y $\alpha \in \mathbb{R}$, $\alpha > 0$ entonces αf es cuasiconvexa.
- b) Si $f_i: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ son cuasiconvexas, $\forall i \in I$, con I un conjunto de índices tal que $\forall x \in A$, $\sup_{i \in I} f_i(x) < +\infty$ entonces $f = \sup_{i \in I} f_i$ definida por $f(x) = \sup_{i \in I} f_i(x)$ es cuasiconvexa en A .

A diferencia de lo que ocurre con funciones convexas, el conjunto de funciones cuasiconvexas en $A \subseteq \mathbb{R}^n$ no es cerrado respecto de la suma de funciones. Otra diferencia entre convexidad y cuasiconvexidad es que una función cuasiconvexa definida en un abierto convexo A no es, en general, continua. En la siguiente proposición se establece una relación entre la convexidad y la cuasiconvexidad de una función.

Proposición 2.4 Sea $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ con A convexo. Si f es convexa (estrictamente) en A entonces f es cuasiconvexa (estrictamente) en A .

Proposición 2.5 (Teorema local-global para funciones cuasiconvexas).

Sea $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ cuasiconvexa en el conjunto convexo y A . Se verifica lo siguiente :

- a) Si en $a \in A$ existe un mínimo local estricto de f entonces éste es mínimo global estricto.
- b) Si f es estrictamente cuasiconvexa en A , entonces un mínimo local en A es mínimo global estricto, y es el único mínimo de f en A .

Demostración:

a) Si f tiene un mínimo local estricto en $a \in A$ entonces existe un r real tal que $f(a) < f(x)$ para todo $x \in B(a, r) \cap A$. Sea $y \in A$ y $t \in [0, 1]$. Para t suficientemente pequeño se verifica que $(1-t)a + ty = a + t(y-a) \in B(a, r)$, y tenemos que $f(a) < f(a + t(y-a)) \leq \max\{f(a), f(y)\}$, por ser f cuasiconvexa. Se deduce que $f(a) < f(y)$ para $y \in A$.

b) Si f es estrictamente cuasiconvexa, un mínimo local $f(a)$ es estricto, y por a) es mínimo global. Además es el único mínimo, pues si no fuese así existiría otro mínimo $f(b)$ que, por a), sería global y se tendría que para $t \in [0, 1]$ es $f((1-t)a + tb) < \max\{f(a), f(b)\} = f(a) = f(b)$ y $f(a)$ no sería mínimo global de f en A .

Proposición 2.6 Sea $f: A \subseteq \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$, A abierto y convexo y $f \in C^1(A)$. Se verifica que: f es cuasiconvexa (estrictamente) en A si y sólo si:

$$\forall x_1, x_2 \in A / f(x_2) \leq (<) f(x_1) \rightarrow \nabla f(x_1) (x_2 - x_1) \leq (<) 0.$$

Proposición 2.7 Sea f una función de $A \subseteq \mathbb{R}^n$ con valores en \mathbb{R} , A abierto y convexo, $f \in C^1(A)$ y estrictamente cuasiconvexa en A . Si $a \in A$ es un punto crítico de f entonces existe un mínimo global estricto de f en a , que es único.

3. PROGRAMACION CUASICONVEXA.

Sea A un subconjunto convexo de \mathbb{R}^n y $f, g_i, i=1, 2, \dots, m$, funciones reales cuasiconvexas en A . Planteamos el siguiente problema de optimización:

$$(I) \min f(x) \text{ s.a. } x \in A, g_i(x) \leq 0, i=1, \dots, m.$$

El conjunto factible es $X=A \cap S$ siendo $S=\{x \in \mathbb{R}^n / g_i(x) \leq 0, i=1, \dots, m\}$. Por la proposición 2.2, el conjunto $S_i=\{x \in \mathbb{R}^n / g_i(x) \leq 0\}$ es convexo, $i=1, \dots, m$, por tanto S , que es la intersección de los conjuntos $S_i, i=1, \dots, m$, es convexo. Supongamos que X es no vacío y que f es acotada inferiormente en X , y sea :

$$q_0 = \inf_x \{f(x) / x \in X\}$$

$$q_0 > -\infty \text{ pues hemos supuesto que } f \text{ es acotada en } X.$$

Definición 3.1 Decimos que y_1, \dots, y_m , son multiplicadores de Kuhn-Tucker del problema (I) si se verifican las siguientes condiciones:

- (a) $y_1, \dots, y_m \geq 0$
- (b) $\inf_x \{f(x) + \sum y_i g_i(x) / x \in A\} = q_0$

Escribiremos MKT para representar a los multiplicadores de Kuhn-Tucker y definimos $R_+^m = \{y = (y_1, \dots, y_m) / y_i \geq 0\}$.

Proposición 3.1 Si $y_i \geq 0, i=1, \dots, m$, entonces:

$$F(y) = \inf_x \{f(x) + \sum y_i g_i(x) / x \in A\}$$

Los multiplicadores de Kuhn-Tucker hacen máximo el valor $F(y)$.

4. DUALIDAD EN PROGRAMACION CUASICONVEXA.

En esta sección definiremos el problema dual del problema (I). A este último lo denominaremos problema primal. Utilizaremos las notaciones PP y PD para representar al problema o programa primal y dual, respectivamente.

Definición 4.1 Sea $F(y)=\inf_x \{f(x) + \sum y_i g_i(x) / x \in A\}$. Definimos el conjunto factible del problema dual en la forma:

$$Y=\{y \in R_+^m / F(y) > -\infty\}$$

y el problema dual de la manera:

$$\max F(y) \text{ s.a. } y \in Y.$$

Admitiremos que el problema primal puede no ser factible o no acotado. El problema dual es factible si Y es no vacío y es acotado si $\sup_y \{F(y) / y \in Y\} < +\infty$.

Proposición 4.1 El conjunto factible dual Y es convexo, y si es no vacío, entonces la función dual F es cuasicóncava.

Demostración:

Para $y = (y_1, \dots, y_m)$, $y' = (y'_1, \dots, y'_m)$ en Y , y para $t \in [0,1]$ tenemos que:

$$q = \inf_x \{f(x) + \sum y_i g_i(x) / x \in A\} > -\infty$$

$$q' = \inf_x \{f(x) + \sum y'_i g_i(x) / x \in A\} > -\infty$$

luego:

$$f(x) + \sum y_i g_i(x) > q \text{ para } x \in A$$

$$f(x) + \sum y'_i g_i(x) > q' \text{ para } x \in A$$

Multiplicando la primera por $(1-t)$ y la segunda por t queda:

$$f(x) + \sum [(1-t)y_i + ty'_i] g_i(x) \geq (1-t)q + tq' > -\infty \text{ para } x \in A$$

y:

$$F((1-t)y + ty') = \inf_x \{f(x) + \sum [(1-t)y_i + ty'_i] g_i(x) / x \in A\} > -\infty$$

de donde $(1-t)y + ty' \in Y$, y por tanto Y es convexo.

Por otro lado, si Y es no vacío, de lo anterior tenemos que para $y, y' \in Y$, y para $t \in [0,1]$ se verifica:

$$F((1-t)y + ty') \geq (1-t)q + tq' = \min\{F(y), F(y')\}$$

y se deduce que es cuasicóncava.

Proposición 4.2 Si $y \in Y$ y $x \in X$, entonces $F(y) \leq f(x)$.

Una consecuencia de la proposición anterior es que si uno de los programas PP o PD es factible y no acotado, el otro es no factible. Se deduce también que si para $x \in X$ y $y \in Y$ se verifica que $F(y) = f(x)$, entonces x es la solución del PP e y es la solución de PD. En este caso el valor óptimo del PP y PD coinciden. Se demuestra que las soluciones primal y dual son iguales si y sólo si el PP tiene MKT.

Proposición 4.3 (Teorema fundamental de la dualidad). Supongamos que PP es factible, acotado y admite MKT. Entonces PD es factible, acotado y verifica lo siguiente:

$$a) \inf_x \{f(x)/x \in X\} = \max_y \{F(y)/y \in Y\}$$

b) Sean $x \in X$ e $y \in Y$. Entonces x es solución primal e y es solución dual si y sólo si x es solución del programa:

$$\min_z \{f(z) + \sum_i g_i(z) / z \in A\}$$

y además se verifican las condiciones de holgura complementaria:

$$y_i g_i(x) = 0, \quad i=1, \dots, m$$

(c) Las soluciones de PD son los MKT del PP.

5. ESTABILIDAD EN PROGRAMACION CUASICONVEXA..

Consideremos el problema:

$$(II) \min f(x) \text{ s.a. } x \in A, g_i(x) \leq b_i, \quad i=1, \dots, m$$

siendo A un conjunto convexo de \mathbb{R}^n y $f, g_i, i=1, \dots, m$, funciones cuasiconvexas en A . Este problema se ajusta a la formulación del problema (I) escribiendo las restricciones en la forma $g_i(x) - b_i \leq 0, i=1, \dots, m$.

La noción de “estabilidad” se refiere a la “suavidad” del comportamiento de ciertos elementos de los programas matemáticos que están sujetos a perturbaciones. Uno de estos elementos es la “función valor” o “función valor óptimo”, la cual puede definirse en la forma:

$$V(b) = \inf_x \{f_0(x, b) / x \in X(b)\} \text{ si } X(b) \text{ es no vacío,}$$

$$V(b) = +\infty \text{ en otro caso}$$

siendo $f_0(x, b)$ una función de valores reales y $X(b)$ una función punto-conjunto, tales que $f_0(x, b) = f(x)$ con $x \in X(b) = \{x \in A / g_i(x) \leq b_i, i=1, \dots, m\}$, y $b = (b_1, \dots, b_m)$, esto es, $X(b)$ es el conjunto factible cuando las constantes en las restricciones son b_1, \dots, b_m .

La “suavidad” puede venir definida de varias maneras, en función de la diferenciabilidad con continuidad de V , por la continuidad de V y también por la existencia de derivadas direccionales de V . En esta sección veremos algunas propiedades de la función valor y varios aspectos de su comportamiento ante variaciones del vector b .

Proposición 5.1 Sea el problema (II) y consideramos que f es cuasiconvexa en A y g_i convexa, $i=1, \dots, m$. Si $T \subseteq \mathbb{R}^m$ es un conjunto convexo tal que para todo $b \in T$ existe un vector $x \in X(b)$ y $V(b)=f(x)$, entonces V es cuasiconvexa en T .

Demostración:

Sean $b, b' \in T$, $t \in [0, 1]$ y $x \in X(b)$, $x' \in X(b')$ tales que $V(b) = f(x)$ y $V(b') = f(x')$. Tenemos que $(1-t)x + tx' \in A$ y $g_i((1-t)x + tx') \leq (1-t)g_i(x) + tg_i(x') \leq (1-t)b + tb'$ pues g_i es convexa, $i=1, 2, \dots, m$, por tanto $(1-t)x + tx' \in X((1-t)b + tb')$. La cuasiconvexidad de V resulta de aplicar la cuasiconvexidad de f en A :

$$V((1-t)b + tb') \leq f((1-t)x + tx') \leq \max\{f(x), f(x')\} = \max\{V(b), V(b')\}$$

Proposición 5.2 Sea el programa PP de (I), factible, acotado y con solución a , y sea $y \in R_{+m}$. Se verifica que y es MKT si y sólo si:

- (a) $f(x) \geq f(a) - \sum y_i (g_i(x) - g_i(a))$ para $x \in A$
- (b) $y_i g_i(x) = 0$, $i=1, \dots, m$

Proposición 5.3 Sean los problemas:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.a.}$$

$$x \in A$$

$$g_i(x) \leq b, i=1, \dots, m$$

$$\min f(x)$$

$$\text{s.a.}$$

$$x \in A$$

$$g_i(x) \leq b', i=1, \dots, m$$

factibles, acotados y con soluciones a y a' . Supongamos que admiten MKT, y , y' , respectivamente. Entonces se verifica:

$$(a) -\sum y'_i (g_i(a') - g_i(a)) \geq f(a) - f(a') \geq -\sum y_i (g_i(a') - g_i(a))$$

$$(b) -\sum y'_i (b'_i - b_i) \geq f(a') - f(a) \geq -\sum y_i (b'_i - b_i)$$

Proposición 5.4 Se consideran los programas de la proposición anterior con soluciones a y a' , y con multiplicadores y , y' , respectivamente. Si $y=y'$, entonces se verifica la relación:

$$f(a') - f(a) = -\sum y_i (b'_i - b_i)$$

Continuidad de la función valor.

Consideremos la familia de programas matemáticos:

$$\Gamma(b): \quad \min f(x)$$

$$\text{s.a.}$$

$$x \in A$$

$$g_i(x) \leq b_i, i=1, \dots, m$$

con $A \subseteq \mathbb{R}^n$ convexo, $f, g_i, i=1, \dots, m$, funciones cuasiconvexas en A , y $b=(b_1, \dots, b_m)$ un vector de \mathbb{R}^m .

Escribimos $P(C)$ para representar el conjunto de las partes del conjunto C .

Consideramos las siguientes funciones y conjuntos:

* FPC es una función punto-conjunto de \mathbb{R}^m en $P(\mathbb{R}^n)$ tal que $FPC(b)=\{x \in \mathbb{R}^n / g_i(x) \leq b_i, i=1, \dots, m\}$.

* RHS es el conjunto $RHS=\{b \in \mathbb{R}^m / FPC(b) \text{ es no vacío}\}$.

* $V(b)$ es la función valor definida en \mathbb{R}^m con valores en $\mathbb{R} \cup \{+\infty, -\infty\}$, de la forma $V(b)=\inf_x \{f(x)/x \in X(b)\}$ si $b \in RHS$, y $V(b) = +\infty$ en otro caso.

* $C(V)$ es el subconjunto de RHS sobre el que V es una función real, esto es, $C(V) = \{b \in \mathbb{R}^m / V(b) \in \mathbb{R}\}$.

Nos referiremos seguidamente a la continuidad de la función valor V . Que V sea continua quiere decir que para pequeños cambios de b en las restricciones, se tienen cambios moderados de $V(b)$. Para una función objetivo continua f , esto parece implicar que el conjunto factible no sufre cambios bruscos ante pequeñas modificaciones de b , es decir, la "función conjunto factible" debe cambiar continuamente ante cambios en sus argumentos. Seguidamente veremos algunas condiciones de $f, g_i, i=1, \dots, m$, y A , que implican ciertas propiedades relacionadas con la continuidad de V (Flippo, O.E., 1989). Definiremos una noción de continuidad que puede ser aplicada a los puntos frontera de RHS y de $C(V)$, y la noción de continuidad de una función punto-conjunto.

Definición 5.1 Sea $C \subseteq \mathbb{R}^m$. Una sucesión $\{y^k\}$ se dice que está en C si para cualquier $k \in \mathbb{N}$, $y^k \in C$.

Definición 5.2 ((Semi)continuidad con respecto a). Sea el conjunto $C \subseteq \mathbb{R}^m$ y h una función definida en C con valores en $\mathbb{R} \cup \{+\infty, -\infty\}$. Si para toda sucesión $\{y^k\}$ en C con $\lim y^k = y \in C$, se verifica:

a) $\limsup h(y^k) \leq h(y)$, entonces se dice que h es semicontinua superiormente en y con respecto a C (c.r.a. C);

b) $\liminf h(y^k) \geq h(y)$, entonces se dice que h es semicontinua inferiormente en y con respecto a C (c.r.a. C);

c) $\lim h(y^k)=h(y)$, entonces se dice que h es continua en y con respecto a C .

La función h es (semi)continua con respecto a C (c.r.a. C) si y sólo si h es (semi)continua con respecto a C en cualquier y de C .

Observamos que h es continua en y con respecto a C si y sólo si es semicontinua inferiormente y superiormente en y con respecto a C . Para los puntos interiores de C , la definición anterior es la definición clásica de continuidad.

Definición 5.3 (Abierta con respecto a). Sea $C \subseteq \mathbb{R}^m$ y FPC1 una función punto-conjunto de C en $P(\mathbb{R}^n)$. Decimos que FPC1 es abierta en y con respecto a C si:

Si se verifica:

- a) $\{y^k\}$ es una sucesión en C con $\lim y^k = y$
- b) $z \in \text{FPC1}(y)$;

entonces existe una sucesión $\{z^k\}$ con $z^k \in \text{FPC1}(y^k)$ para $k \in \mathbb{N}$ y se tiene $\lim z^k = z$.

Definición 5.4 (Cerrada con respecto a). Sea $C \subseteq \mathbb{R}^m$ y FPC1 una función punto-conjunto. Se dice que FPC1 es cerrada en $y \in C$ con respecto a C si:

Si se verifica:

- a) $\{y^k\}$ es una sucesión en C con $\lim y^k = y$
- b) $\{z^k\}$ es una sucesión con $z^k \in \text{FPC1}(y^k)$ para $k \in \mathbb{N}$, y $\lim z^k = z$;

entonces $z \in \text{FPC1}(y)$.

Definición 5.5 (Continuidad con respecto a) Sea $C \subseteq \mathbb{R}^m$ y FPC1 una función punto-conjunto de C en $P(\mathbb{R}^n)$. Decimos que FPC1 es continua en y con respecto a C si FPC1 es abierta y cerrada en y c.r.a. C .

Definición 5.6 (Esencialmente acotada con respecto a) Sea el conjunto $C \subseteq \mathbb{R}^m$ y FPC1 una función punto-conjunto. Decimos que FPC1 es esencialmente acotada en $y \in C$ c.r.a. C si: Si se verifica:

- a) $\{y^k\}$ es una sucesión en C con $\lim y^k = y$
- b) $\{z^k\}$ es una sucesión con $z^k \in \text{FPC1}(y^k)$ para $k \in \mathbb{N}$;

entonces $\{z^k\}$ es acotada.

Proposición 5.1 (Condiciones suficientes de (semi)continuidad de V)

1. Si $C \subseteq C(V)$ y

- a) f es semicontinua inferiormente c.r.a. la unión de los $\text{FPC}(b)$, $b \in C$
- b) FPC es abierta c.r.a. C ;

entonces V es semicontinua inferiormente c.r.a. C .

2. Si $C \subseteq C(V)$ y

- a) f es semicontinua superiormente c.r.a. la unión de los $\text{FPC}(b)$, $b \in C$
- b) FPC es esencialmente acotada c.r.a. C
- c) FPC es cerrada c.r.a. C

entonces V es semicontinua superiormente c.r.a. C .

3. Si $C \subseteq C(V)$ y

- a) f es continua c.r.a. la unión de los $FPC(b)$, $b \in C$
- b) FPC es esencialmente acotada c.r.a. C
- c) FPC es continua c.r.a. C

entonces V es continua c.r.a. C .

Proposición 5.2 (Condiciones necesarias de (semi)continuidad de V)

1. Si $C \subseteq RHS$ y:

a) para cualquier f función objetivo continua c.r.a. A , para la cual la función valor V es una función de valores reales sobre C , se verifica que esta función valor es semicontinua inferiormente c.r.a. C :

entonces FPC es abierta c.r.a. C .

2. Si $C \subseteq RHS$ y:

a) para todo b de C , $FPC(b)$ es un conjunto cerrado;

b) para toda función objetivo f continua c.r.a. A , para la cual la función valor es una función de valores reales sobre C , se verifica que esta función valor es semicontinua superiormente c.r.a. C ;

entonces FPC es cerrada c.r.a. C .

Proposición 5.3 Sea $C \subseteq RHS$ y A un conjunto convexo cerrado, g_i estrictamente cuasiconvexa sobre $FPC(b)$ para todo $b \in C$, y semicontinua inferiormente c.r.a. la clausura de la unión de los $FPC(b)$, $b \in C$, $i=1,2,\dots,m$, y FPC esencialmente acotada c.r.a. C .

Entonces FPC es continua c.r.a. C .

6. APLICACIONES ECONOMICAS.

Podemos aplicar los resultados de las secciones anteriores a problemas de carácter económico. En la teoría del consumidor, por ejemplo, una función de utilidad es utilizada para describir el comportamiento de éste, representando mediante números reales una relación de preferencias. Ciertas propiedades de la función de utilidad están ligadas directamente a otras de la relación de preferencias asociada, así tenemos que una función de utilidad u de $A \subseteq \mathbb{R}^n$ en \mathbb{R} , asociada a un orden de preferencias, es cuasicóncava si y sólo si el orden de preferencias es convexo. Si nuestro objetivo es maximizar la utilidad en un conjunto A sujeta a unas restricciones del tipo $g_i(x) \leq b_i$, con g_i cuasiconvexa en A , $i=1,\dots,m$, se plantea un problema como los discutidos anteriormente. Un caso particular es la maximización de la utilidad $u(x)$ sujeta a una restricción de presupuesto de la forma $\sum p_i x_i \leq I$, siendo $x=(x_1,\dots,x_n)$, p_i el precio por unidad del bien i , $i=1,\dots,n$, e I el ingreso del consumidor.

BIBLIOGRAFIA:

- BALBAS, A., GIL J.A.** Programación Matemática. 1987.
BARTEN, A.P., BOHM, V. Consumer Theory. Handbook of Mathematical Economics. Vol. II. 1987.
DIXIT, A.K. Optimization in Economics Theory. 1990.
NIKAIDO, H. Métodos Matemáticos del Análisis Económico Moderno. 1978.
FLIPPO, O.E. Stability, Duality and Descomposition in General Matemathical Programming. 1989.

PROGRAMACION MATEMATICA EN LA OPTIMACION DE PROCESOS DE POISSON

M^a Rosa Gratal Pamplona
E.U.E.E. de Zaragoza

SUMARIO:

Se plantea el problema de selección óptima cuando las ofertas aparecen según un proceso de Poisson y se propone su resolución aplicando las técnicas básicas de programación lineal.

Del proceso de las ofertas, surgen dos problemas: uno con espacio de índices discreto atendiendo al orden de aparición y otro con espacio de índices continuo atendiendo al instante aleatorio en que aparecen.

Observaremos que la solución de uno de ellos proporciona la solución del otro a través del concepto de "oferta aleatoria".

Tomando como "problema primal" el planteado con ofertas aleatorias, se resolverá mediante programación matemática "su dual": encontrar la mínima supermartingala fuerte que lo mayor.

Finalmente se plantea la solución del problema en el caso de un proceso de Markov.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Supongamos que los instantes de aparición entre las sucesivas ofertas $T_1, T_2, \dots, T_k, \dots$ son variables aleatorias independientes con la misma distribución exponencial.

Sea X_{s_k} la ganancia que se obtiene si se acepta la oferta que aparece en el instante $S_k = T_1 + \dots + T_k$, que supondremos que toma valores en un espacio de estados E , y que no presenta devaluación con el tiempo.

Asociado a los instantes aleatorios $\{T_k\}_{k \in \mathbb{N}}$ se considera el proceso de recuento $\{N_t\}_{t \geq 0}$ y el proceso de ganancias con parámetro continuo $\{Y_{N_t}\}_{t \geq 0}$ definido como:

$$Y_{N_t} = \sum_{k=1}^{\infty} X_{S_k} \mathbf{1}_{\{N_t = k\}}$$

Consideramos las filtraciones $\{F_{s_k}\}_{k \in \mathbb{N}}$ y $\{F_{N_t}\}_{t \geq 0}$ que recogen la información proporcionada por las variables $(X_{S_1}, \dots, X_{S_k})$ y las $\{Y_{N_s} : s \geq t\}$ respectivamente. Y supongamos que no se tiene información inicial, es decir que $F_{x_0} = F_{N_0} = \{0, \Omega\}$

El problema que nos planteamos es el de encontrar un tiempo de parada τ^* tal que:

$$E Y_{N_{\tau^*}} = \sup_{\tau \text{ t.p.}} E Y_{N_{\tau}}$$

Se comprueba que este problema en tiempo continuo es equivalente a otro problema con parámetro discreto formulado a través del concepto de oferta aleatoria:

Definición. Una variable aleatoria x con valores en los naturales, diremos que es una oferta aleatoria si $\{w: x(w) = k\}$ es un suceso de FS_k .

A x se le llama rango de la oferta aleatoria y se identifica con el orden de aparición de dicha oferta.

Veamos, en primer lugar, que todo tiempo de parada τ define una oferta aleatoria x , que se construye del modo siguiente:

$$x=k \quad k=0,1,\dots [c.s] \iff N_\tau = k \quad k=0,1,\dots [c.s] \iff S_k \leq \tau, S_{k+1} > \tau \quad k=0,1,\dots$$

Así se tiene una clase θ de ofertas aleatorias, definidas mediante tiempos de parada.

En segundo lugar, se comprueba que el problema de encontrar un t.p. τ^* que sea la solución del problema en tiempo continuo [1], es equivalente a encontrar una oferta aleatoria x^* de θ que sea solución del problema con espacio paramétrico discreto:

$$E X_{S_{x^*}} = \sup_{x \in \theta} E X_S$$

en el sentido de que si x^* es una o.a. óptima para [2], el t.p.

$\tau^* = \inf \{t \geq 0 : N_t = x^*\}$ es óptimo para el problema [1].

Dada esta equivalencia entre ofertas de θ y tiempos de parada, se resolverá el problema discreto planteando su resolución mediante técnicas de programación matemática.

El problema discreto puede plantearse con los horizontes:

- a) N si se conoce con exactitud el número total de ofertas.
- b) N_T si el número de ofertas son las que aparecen en el intervalo de tiempo $[0, T]$, siendo T un horizonte de tiempo fijo.
- c) N_τ cuando se consideren las ofertas que aparecerán en el intervalo $[0, t]$, siendo τ un horizonte de tiempo aleatorio.

En lo que sigue, se hará el planteamiento con horizonte N .

PLANTEAMIENTO CON PROGRAMACION MATEMATICA

Notemos que la ganancia X_{S_x} que se obtiene aceptando la oferta aleatoria x , puede expresarse como

$$X_{S_x} = \sum_{k=1}^N a_k X_{S_k}$$

donde a_k es el indicador $I_{\{x=k\}}$, que es una v.a. F_{S_k} -medible.

Con esto, el problema discreto [2] puede formularse en términos de programación matemática como el de encontrar una N -tupla a_1^*, \dots, a_N^* que maximice la expresión:

$$\text{Max } Z = \sum_{k=1}^N E(a_k X_{S_k})$$

sujeto a las restricciones:

$$a_k \geq 0 \quad \text{y} \quad \sum_{k=1}^N a_k = 1.$$

Observamos los siguientes hechos:

1. El conjunto de soluciones factibles F de [3], es un conjunto convexo de R^N , cuyos vértices vienen caracterizados por las N -tuplas (a_1, \dots, a_N) tales que existe k con $a_k = 1$ y $a_j = 0$ si $j \neq k$.
2. Si la función objetivo de [3] fuese lineal, se podría aplicar los resultados de la teoría de convexidad para resolver problemas de programación lineal: el máximo ó el mínimo de una función lineal, sobre un recinto F convexo, se encontraría en un vértice de F . En general no se tiene la igualdad

$$E(a_k X_{S_k}) = E(a_k) E(X_{S_k})$$

pues, las v.a. a_k no son independientes de las X_{S_k} .

3. Toda oferta aleatoria x de θ define un vértice en F [c.s.]:

$(a_1, \dots, a_N) = (1_{\{x=1\}}, \dots, 1_{\{x=N\}})$ pues:

$x = k$ [c.s.] $\Rightarrow c_k = 1$ y $c_j = 0$ para $j \neq k$

Y recíprocamente, todo vértice (a_1, \dots, a_N) de F define una o.a., ya que se puede definir la v.a. $x(w) = k \Leftrightarrow a_k = 1$ y $a_j = 0$ para $j \neq k$.

Por un lado se tiene que $x(w)$ toma valores en los naturales, y por otro que el suceso:

$\{w: x(w) = k\} = \{w: a_k(w) = 1 \text{ y } a_j(w) = 0\}$ es F_{S_k} - medible

4. Si x^* es una o.a. óptima del problema [2], el vértice que define en [3] proporciona el mejor valor de Z de entre todos los vértices de F .

Buscando un planteamiento con "estructura lineal" consideremos el clásico problema de encontrar la mínima supermartingala positiva $\{V_{S_k}^*\}_{k=1, \dots, N}$ que mayor a el proceso de ganancias.

Se sabe que coincide con la envolvente de Snell.

El término k -ésimo es: $V_{S_k}^* = \sup_{x \text{ o.a. } \geq S_k} \text{esencial } E(X_{S_k} | F_{S_k})$

y representa la máxima ganancia esperada a partir de la aparición de la k -ésima oferta, utilizando la información que se tiene hasta el instante S_k

Esta supermartingala coincide con la mínima solución de la ecuación estocástica de Bellman:

$$V_{sk}^* = \max \{ X_{sk}, E(V_{sk+1} | F_{sk}) \}$$

y muestra la estrategia a seguir con la aparición de la oferta k-ésima: ó bien se acepta recibiendo una ganancia X_{sk} ó bien se rechaza continuando óptimamente.

La oferta aleatoria óptima será

$$x^* = \inf \{ k \leq N : V_{sk} = X_{sk} \} = \inf \{ k \leq N : X_{sk} \geq E(V_{sk+1} | F_{sk}) \}$$

Podemos plantear así, un problema de optimización estocástica que puede considerarse como el problema dual de [3]:

$$\text{Min } W = \sum_{k=1}^N V_{sk} \quad [4]$$

$$\text{S.a. } V_{sk} \geq X_{sk} \text{ para } k=1, \dots, N$$

$$V_{sk} \geq E(V_{sk+1} | F_{sk}) \text{ para } k=1, \dots, N$$

$$V_{sk} \geq 0$$

El conjunto de soluciones factibles de [4] está formado por todas las supermartingalas positivas que mayoran a $\{X_{sk}\}_{k=1, \dots, N}$

Si tenemos un vértice (a_1, a_2, \dots, a_N) factible de [3] y $\{V_{sk}\}_{k=1, \dots, N}$ factible de [4], serán óptimas en sus respectivos problemas si la oferta aleatoria x que determina el vértice (a_1, a_2, \dots, a_N) verifica:

$$\sum_{k=1}^N E(a_k X_{sk}) = E X_{sx} = E V_{s1} = E V_{sx} \Leftrightarrow E X_{sx} = E V_{sx}$$

donde se ha utilizado la propiedad de las supermartingalas.

RESOLUCION DE UNA CADENA DE MARKOV

Cuando el proceso de ganancias $\{X_{sk}\}_{k=1, \dots, N}$ es una cadena de Markov, con espacio de estados finito se gana en operatividad. El problema [4] puede ser resuelto cómodamente mediante procedimientos de programación lineal.

En este caso, se tiene la igualdad

$$E(V_{sk+1} | F_{sk}) = E_{X_{sk}} V_{s1} = \sum_{ei} P_{X_{sk}, ei} V_{ei}$$

siendo P_{e_i, e_j} la probabilidad de transición del estado e_i al e_j .

El problema [4] puede formularse como encontrar k valores V_{e_1}, \dots, V_{e_k} de forma que minimicen

$$W = V_{e_1} + V_{e_2} + \dots + V_{e_k}$$

y tales que para cada estado e_i de E ($i=1,2,\dots,k$) verifiquen:

$$V_{e_i} \geq e_i$$

$$V_{e_i} \geq \sum_{j=1}^k P_{e_i, e_j} V_{e_j}$$

$$V_{e_i} \geq 0$$

El problema planteado en estos términos puede ser fácilmente resuelto por procedimientos computacionales, encontrando un vector de k componentes

$$V = (V_{e_1}, V_{e_2}, \dots, V_{e_k})^T \quad \text{de forma que :}$$

$$\text{Minimice } W = (1, \dots, 1) V$$

$$\text{s.a: } A V \geq b$$

$$V \geq 0$$

siendo A la matriz de $2k$ filas y k columnas $A = \begin{bmatrix} I \\ I - P \end{bmatrix}$ y b el vector de $2k$ componentes $b = (e_1, \dots, e_k, 0, \dots, 0)^T$

BIBLIOGRAFIA:

AVI MANDELBAUM. "Discrete Multi-armed Bandits and Multi-parameter Processes" Springer-Verlag. 1986.

ADELL J.A. "Parada óptima para procesos de Markov". U.de Zaragoza. 1986

NEVEU J. "Martingales a temps Discret". Ed. Masson 1972.

SHIRYAYEV A.N. "Optimal stopping rules". Springer-Verlag. 1978.

TABLAS INPUT - OUTPUT

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Antonio Pulido San Román

PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL DISEÑO DE UN MODELO DE ANALISIS REGIONAL INTEGRADO CON DESAGREGACION SECTORIAL

Antonio PULIDO SAN ROMAN
INSTITUTO L. R. KLEIN. U.A.M.

1. ANTECEDENTES

A lo largo de los dos años anteriores hemos diseñado diferentes variantes del denominado "modelo de congruencia" Hispalink.

La idea inicial -Pulido (1991)- es partir de una matriz (W) de interrelaciones regiones-sectores y definir a partir de ella una matriz (B) de coeficientes de distribución regional de los valores sectoriales, que permite pasar de valores añadidos nacionales (w^s) a valores añadidos regionales (w^r)

$$w^r = B w^s$$

W = Matriz (r x s) de valores añadidos para una desagregación a r regiones y s sectores (a precios constantes)

w^s = Vector (s x 1) de valores añadidos sectoriales agregados a nivel nacional, es decir suma por columnas de la matriz W, $w^s = W' i$, con i vector unitario de orden (r x 1)

w^r = Vector (r x 1) de valores añadidos regionales, es decir suma por filas de la matriz W, $w^r = W i$, con i de orden (s x 1)

B = Matriz (r x s) de coeficientes de distribución regional de los valores añadidos sectoriales (es decir de suma unitaria por columnas), en que $B = W^{(s)-1}$, indicando el acento circunflejo la conversión de un vector en matriz diagonal.

Una aplicación inmediata a efectos de predicción o simulación, consiste en partir de estimaciones de futuro del vector de V. A. sectoriales, suponiendo la constancia de la matriz de coeficientes de distribución y obteniendo así V. A. por regiones:

$$[1] \quad w_{t+h}^r = B_t w_{t+h}^s$$

Sin embargo, mantener constante la matriz B de coeficientes, es tanto como admitir la igualdad de las tasas de crecimiento de un mismo sector para todas las regiones. Es decir, las diferencias de crecimiento entre regiones sólo pueden explicarse por la distinta composición sectorial de su renta.

Una primera variante que establecimos, consistía en calcular la matriz de diferencias entre coeficientes de dos años consecutivos y utilizarla como corrección hacia futuro

$$\mathbf{B}_{t+h}^* = \mathbf{B}_t + h\mathbf{V}$$

$$\mathbf{w}_{t+h}^r = \mathbf{B}_{t+h}^* \mathbf{w}_{t+h}^s$$

Una segunda variante, utilizaba información parcial de expertos sobre determinadas filas o columnas de la matriz \mathbf{B}_{t+h}^* , manteniéndose un procedimiento de ajuste, adaptado del caso anterior, para los restantes coeficientes.

Una tercera variante, transformaba el modelo de variación de coeficientes a tasas. Para ello, partimos de la descomposición de valores añadidos para cualquier sector j y las distintas regiones:

$$w^{1j} + w^{2j} + \dots + w^{ij} = w^j$$

Si dividimos la expresión anterior en un año 1 por la correspondiente al año base, 0:

$$\frac{w^{1j}_1}{w^{1j}_0} \frac{w^{1j}_0}{w^j_0} + \dots + \frac{w^{ij}_1}{w^{ij}_0} \frac{w^{ij}_0}{w^j_0} = \frac{w^j_1}{w^j_0}$$

y teniendo en cuenta que

$$\frac{w^{ij}_1}{w^{ij}_0} = 1 + r^{ij}_1 \text{ y } \frac{w^{ij}_0}{w^j_0} = b^{ij}_0$$

son tasas de variación y coeficientes de reparto, respectivamente, podemos expresar la relación anterior como

$$[3] \quad (1 + r^{1j}_1) b^{1j}_0 + \dots + (1 + r^{ij}_1) b^{ij}_0 = (1 + r^j_1)$$

con lo que, dividiendo por la tasa de variación del sector, se obtienen los nuevos coeficientes de reparto correspondientes al año 1, de suma unitaria

$$[4] \quad b^{ij}_1 = b^{ij}_0 \frac{(1 + r^{ij}_1)}{(1 + r^j_1)}$$

Una consecuencia obvia y conocida es que si $b^{ij}_1 = b^{ij}_0$, ello implica que $r^{ij}_1 = r^j_1$, es decir todas las regiones crecen al mismo ritmo para el sector j y coincidentes con la media nacional.

Si disponemos de algunos valores de tasas de crecimiento (r^{ij}_1) suministradas por expertos, pueden calcularse directamente los coeficientes técnicos correspondientes y rectificar los restantes coeficientes de forma automática para que siga manteniéndose la suma unitaria -Pulido y Carazo (1991)-.

Las distintas variantes han sido utilizadas para armonizar las predicciones sectoriales y regionales dentro del proyecto Hispalink de modelización regional integrada.

El nuevo modelo regional-sectorial integrado que se plantea a continuación, trata de profundizar en la transformación regional de datos nacionales, utilizando, como herramienta metodológica básica, tablas input-output regionales.

2. MODELOS INPUT-OUTPUT REGIONALES ALTERNATIVOS

Sólo con carácter excepcional se dispone, en algún país y para algún año en particular, de tablas input-output de cada una de las regiones diferenciadas, obtenidas por investigación directa, utilizando encuestas a empresas de cada zona (técnica "survey"). La situación habitual es disponer sólo de tablas nacionales y de algunas tablas aisladas para algunos años y regiones.

Antes de referirnos en detalle a esta situación habitual, vamos a comentar de pasada los planteamientos teóricos admisibles:

A.-Modelo input-output **interregional**, con consideración de transacciones bilaterales entre regiones

B.-Modelo input-output **multirregional**, con inclusión de una matriz de transacciones interregionales

C.-Modelo input-output **multirregional integrado**, con exclusión de información sobre comercio bilateral entre regiones

D.-Modelos input-output de **regiones aisladas**.

A.-Modelo interregional

Existe una información diferenciada de las transacciones interindustriales entre sectores y regiones, del tipo

z_{ij}^{lm} = ventas del sector i de la región l al sector j de la región m

Se dispone, por tanto, de tantas matrices de coeficientes técnicos como el cuadrado de regiones diferenciadas

$$A = \begin{bmatrix} A^{11} & A^{12} & \dots & A^{1p} \\ A^{21} & A^{22} & \dots & A^{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{p1} & A^{p2} & \dots & A^{pp} \end{bmatrix}$$

Para el conjunto de regiones, el vector de vectores de producción (W) puede calcularse a partir del correspondiente de demanda final (F) o viceversa, ya que:

$$[5] \quad (I - A) W = F$$

con

$$W = \begin{bmatrix} w^1 \\ \vdots \\ w^p \end{bmatrix} \quad F = \begin{bmatrix} f^1 \\ \vdots \\ f^p \end{bmatrix}$$

y en que cada uno de los vectores w^r y f^r corresponden a la desagregación sectorial de producción y demanda final de la región r .

La correspondiente operación matricial, nos permite calcular la producción de cada región a través de los efectos de la demanda de la propia región y los inducidos de la demanda de las otras regiones o, en forma similar, la producción disponible para la demanda final después de descontar las necesidades directas e indirectas de consumos intermedios.

$$- A^{r1} w^1 - A^{r2} w^2 - \dots + (I - A^{rr}) w^r - \dots - A^{rp} w^p = f^r$$

Con tablas regularmente calculadas cada cinco años para nueve regiones, este enfoque se utiliza en Japón (véase p. ej. K. Abe, 1986). Conceptualmente, fue ya propuesto por Walter Isard (1951) y por ello se denominan a este tipo de planteamientos como modelos "tipo Isard".

B.-Modelo multirregional con tablas de comercio

El modelo multirregional parte de una matriz única de coeficientes técnicos para cada región diferenciada. Se necesitan pues p tablas y no $p \times p$:

$$A' = [A^1 \ A^2 \ \dots \ A^p]$$

Para cuantificar el comercio interregional, se utiliza adicionalmente una matriz de intercambios entre regiones para cada tipo de productos. En lugar de necesitar disponer de valores de ventas para q sectores y p regiones entre sí ($p^2 q^2$) como en el modelo interregional (elementos z_{ij}^{lm}), necesitamos ahora sólo $p \times q \times q$ datos, ya que suponemos que la proporción de productos de la región l incorporados a la región m son una proporción similar, sea cual fuese el sector j de destino:

$$c_{ij}^{lm} = \frac{z_{i1}^{l1}}{z_{i1}^{m1}} = \frac{z_{i2}^{l1}}{z_{i2}^{m1}} = \dots = \frac{z_{iq}^{l1}}{z_{iq}^{m1}}$$

Es decir, debemos disponer sólo de los $p \times q^2$ elementos z_{ij}^{lm} en lugar de los $p^2 q^2$ elementos z_{ij}^{lm} . A partir de p matrices A' de coeficientes técnicos (de orden $q \times q$) y de q^2 vectores c^{lm} de participación comercial, "trade coefficients", (de orden $q \times 1$), se puede definir el modelo:

$$[6] \quad (I - CA)W = CF$$

con

$$A = \begin{bmatrix} A^1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & A^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & A^p \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} \hat{c}^{11} & \dots & \hat{c}^{1p} \\ \hat{c}^{21} & \dots & \hat{c}^{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \hat{c}^{p1} & \dots & \hat{c}^{pp} \end{bmatrix}$$

en que lm es la matriz diagonal del vector c^{lm} previamente definido, es decir

$$\hat{c}^{lm} = \begin{bmatrix} c^{1m} & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & c^{pm} \end{bmatrix}$$

Este enfoque ha sido desarrollado en el Harvard Economic Research Project, siguiendo las propuestas de Karen Polenske (1980) en el MIT. Por los antecedentes incluidos, en forma independiente, por Chenery (1953) y Moses (1955), se denomina a este tipo de planteamiento como modelo "Chenery-Moses".

C.-Modelo multirregional integrado

La dificultad de disponer tanto de matrices de coeficientes técnicos interregionales como de matrices de coeficientes de comercio interregional, conducen a planteamientos más simplificados y, como consecuencia, más limitados a la hora de valorar los efectos entre regiones.

En lugar de conocer los z_{ij}^{lm} o los z_i^{lm} , nos limitaremos ahora a conocer sólo las transacciones interindustriales diferenciando entre:

- las que se producen y emplean dentro de la región (z_{ij}^r)
- las que se importan del conjunto de otras regiones, sin diferenciar según región de origen (z_{ij}^{rr})
- las que se importan de otros países del resto del mundo (z_{ij}^m)

Incluso para mayor simplicidad pueden considerarse conjuntamente todas las importaciones de inputs intermedios, provengan de otras regiones u otros países. A partir de la información disponible, pueden elaborarse las matrices de coeficientes técnicos interiores ('coeficientes de inputs regionales') y de importación:

$$A^r = Z^r(r)^{-1}$$

$$A^{nr} = Z^{nr}(r)^{-1}$$

$$A^{mr} = Z^{mr}(r)^{-1}$$

Similarmente puede diferenciarse entre demanda final abastecida por producción de la región (vector f^r), proveniente de otras regiones (f^{nr}) o del resto del mundo (f^{mr}). Si utilizásemos la matriz suma de "coeficientes técnicos regionales" ($A^r = A^r + A^{nr} + A^{mr}$), y la aplicásemos a la demanda total de la región ($f^r = f^r + f^{nr} + f^{mr}$) obtendríamos, a partir del modelo simplificado de Leontief, una valoración de la producción total requerida para abastecer las necesidades de la región

$$w^r = (I - A^r)^{-1} f^r$$

Sin embargo, el modelo de interés supone calcular sólo la producción inducida en la región

$$[7] \quad w^r = (I - A^r)^{-1} f^r$$

siendo las importaciones necesarias

$$[8] \quad m^r = (A^{nr} + A^{mr}) (I - A^r)^{-1} f^r + (f^{nr} + f^{mr})$$

Para que el modelo no se limite a un análisis de regiones aisladas, es preciso buscar un nexo de unión entre demanda de una región y la producción inducida en otras regiones.

Como primer paso, estableceremos unos coeficientes de paso (que pueden venir diferenciados por componentes) de demanda regional total a demanda regional importada

$$m_i^r = \frac{f_i^{nr}}{f_i^r} \quad \text{y} \quad n_i^r = \frac{f_i^{mr}}{f_i^r}$$

con lo que la demanda interior puede calcularse a partir de la demanda total y de los coeficientes anteriormente definidos:

$$f_i^r = (1 - m_i^r - n_i^r) f_i^r$$

o en forma matricial

$$f^r = [I - m^r - n^r] f^r$$

Por tanto, la producción interior puede calcularse ahora como

$$[9] \quad w^r = (I - A^r)^{-1} [I - m^r - n^r] f^r$$

y la importación total (de otras regiones o países):

$$[10] \quad im^r = (A^{nr} + A^{mr}) (I - A^r)^{-1} (I - m^r - n^r) f^r + n^r f^r + m^r f^r$$

Dado que las importaciones no están desagregadas por región de origen, es preciso disponer de algún procedimiento indirecto de reparto. La metodológica tiene antecedentes en los balances regionales de Isard (1953) y ha sido ya apuntada por el propio Leontief (1977): todas las importaciones de todas las regiones (en su aplicación se trataba de países) van a un fondo único o "pool" por cada producto, a partir del cual se establecen unas cuotas o áreas de participación regional. A continuación desarrollamos nuestra propia propuesta metodológica, basada en esta idea inicial.

El fondo común de las importaciones sólo de otras regiones (no de países), estará constituido para cada producto, por los q elementos del vector:

$$[11] \quad in = \sum_{r=1}^p in^r = \sum_{r=1}^p A^{nr} (I - A^r)^{-1} (I - m^r - n^r) f^r + n^r f^r$$

que deberá coincidir con la suma de las exportaciones entre regiones,

$$en = \sum_{r=1}^p en^r$$

La cuota de participación regional en este "pool" será pues para cada producto s y región r

$$e_s^r = \frac{en_s^r}{en_s}$$

De esta forma, cuando el modelo se utilice a efectos de simulación, la columna de exportaciones (a otras regiones) no es fija, sino que se determina para cada producto y región como

$$[12] \quad en_s^r = in_s \cdot e_s^r$$

en que in_s se estima a su vez a partir de [11], es decir, en forma matricial

$$\begin{bmatrix} en_1^1 & \dots & en_1^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ en_q^1 & \dots & en_q^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} in_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & in_q \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1^1 & \dots & e_1^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ e_q^1 & \dots & e_q^p \end{bmatrix}$$

$$[13] \quad EN = in E$$

En resumen, con este planteamiento se reparte el volumen total de exportaciones por regiones y productos, en lugar de hacerlo en forma de comercio bilateral entre regiones. Por otra parte, uno de los componentes de la demanda final (las exportaciones) se endogeniza, con lo que deberá resolverse simultáneamente (o mediante iteraciones sucesivas) [9], [10], [11] y [13].

3. OBTENCION DE TABLAS INPUT-OUTPUT REGIONALES

Para el análisis de efectos regionales de una demanda final dada (ecuación [9]) necesitamos conocer la matriz de coeficientes técnicos de input regionales (A^r). Para la valoración de efectos sobre otras regiones (vía importación) de la demanda final regional (ecuación [11]), debemos disponer de la matriz de coeficientes técnicos de inputs importados de otras regiones (A^{nr}). Por último, el cálculo de los inputs intermedios importados exige el conocimiento previo de la matriz A^{nr} .

Una alternativa metodológica simplificadora consiste en partir sólo de dos matrices de coeficientes, A^r y $(A^r + A^{nr})$ o bien, de A^r y A^r , obteniendo los coeficientes de importación por diferencia:

$$A^{nr} + A^{nr} = A^r - A^r$$

Vamos pues a centrarnos en el problema de cómo obtener tablas input-output regionales, tanto de los coeficientes regionales totales (A^r) como de los coeficientes de inputs regionales (A^r). A su vez, debemos considerar dos situaciones diferentes, según exista o no alguna tabla input-output previa en la región.

A.-Obtención de la tabla de coeficientes regionales totales (A^r) en regiones sin tablas input-output previas

En este caso, las opciones de actuación son bastante limitadas, ya que la información regional disponible no es directamente utilizable, al referirse a efectos específicos sobre la región.

Con todas las limitaciones que supone, la vía operativa consiste en tomar como matriz de referencia la nacional (A), corregida por el "product-mix" regional. Es decir, admitir que, al nivel más desagregado posible, la tecnología productiva es similar para todas las regiones (e igual a la

nacional), y que lo que cambia de unas regiones a otras es la mayor o menor proporción de unos tipos de productos sobre otros, a nivel agregado.

En otras palabras, si se agregan los coeficientes técnicos nacionales de los sectores j_1, j_2, \dots, j_s en un único coeficiente a_{ij} , el resultado es equivalente a una media ponderada de los coeficientes integrantes, utilizando como ponderaciones las áreas de participación de cada sector en la producción efectiva:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{w_j} = \frac{z_{ij1} + \dots + z_{ijs}}{w_{j1} + \dots + w_{js}} = \frac{z_{ij1}}{w_{j1}} \frac{w_{j1}}{w_j} + \dots + \frac{z_{ijs}}{w_{js}} \frac{w_{js}}{w_j} = a_{ij1} q_{j1} + \dots + a_{ijs} q_{js}$$

Para el cálculo de los coeficientes técnicos regionales agregados se utilizarán, en cambio, las ponderaciones propias de cada región, es decir:

$$[14] \quad a_{ij}^r = a_{ij1}^r q_{j1}^r + \dots + a_{ijs}^r q_{js}^r$$

B.-Obtención de tablas de coeficientes regionales totales (A^r) en regiones con tablas previas

Si se dispone directamente de una tabla regional homogénea con los datos integrados y referida al año base de los cálculos (en principio el último año para el que se disponga de una tabla input-output nacional y de datos de Contabilidad Regional), entonces no existe proceso alguno de adaptación. No suele ser, sin embargo, ésta la situación, sino la de disponer de una tabla realizada h años antes (A_{t-h}^r).

En este caso, puede aceptarse la constancia en el tiempo de la tabla regional (supuesto no excesivamente disparatado para períodos cortos y referido a coeficientes técnicos **totales**) o bien aplicar el criterio de la **constancia de proporciones** entre coeficientes nacionales y regionales, es decir

$$[15] \quad a_{ij}^r(t) = \frac{a_{ij}(t)}{a_{ij}(t-s)} a_{ij}^r(t-s) = k_{ij} a_{ij}^r(t-s)$$

C.-Obtención de tablas de coeficientes de inputs regionales (A^{rr}) en regiones sin tablas previas

La propuesta metodológica habitual consiste en elaborar unas áreas o porcentajes de participación regional en las necesidades por productos, es decir

$$p_j^r = \frac{\text{producción regional disponible de } j}{\text{necesidades regionales del producto } j}$$

a los que es habitual denominar **coeficientes de compra regional** ("regional purchasing coefficient", RPC).

Sobre el tema existe una amplia literatura técnica que enlaza con la variedad de medidas alternativas de coeficientes de localización que recoge Walter Isard (1960), con el "survey" de Schaffer y Chu (1969) y con el más reciente de Stevens, Treyz y Lahr (1989).

Una vez conocidos los coeficientes de compra regional por productos, podría corregirse la matriz de coeficientes regionales obtenida de una nacional, para pasar a la matriz de coeficientes de inputs regionales:

$$[16] \quad A^{\pi} = P^r A^r$$

en que P^r es la matriz diagonal con elementos p_j^r que sirven para convertir coeficientes a_{ij}^r en a_{ij}^{π} . La simplificación consiste en suponer que la proporción de productos j abastecidos regionalmente es la misma para todos los sectores productivos que la utilizan. Es decir, es distinta por producto o rama suministradora, pero no por rama utilizadora.

Para el cálculo de los coeficientes correctores regionales, la opción más inmediata y tradicional consiste en establecer **coeficientes de localización regional** para cada rama j como:

$$c_j^r = \frac{w_j^r / w^r}{w_j / w}$$

es decir, entre el tanto por uno de la producción regional y nacional correspondiente a productos j .

Si el coeficiente es igual a la unidad, podría interpretarse como que la región es autosuficiente en ese tipo de productos, ya que mantiene la **proporción adecuada**. Si supera la unidad, puede existir incluso un excedente de producción que se transforme en exportación a otras regiones (o países). Si es inferior a la unidad, parece que habrá sido preciso importar producción.

A efectos de paso de A^r a A^{π} , una regla muy elemental (pero que ha sido habitualmente utilizada) es la siguiente:

$$[17] \quad \begin{array}{ll} \text{Si } c_j^r \geq 1 & \text{entonces } a_{ij}^{\pi} = a_{ij}^r \\ \text{Si } c_j^r < 1 & \text{entonces } a_{ij}^{\pi} = c_j^r a_{ij}^r \end{array}$$

o, en otros términos, los coeficientes del vector de paso regional p_j^r se hacen unos para $c_j^r \geq 1$ e iguales a c_j^r cuando son inferiores a uno.

La debilidad conceptual del procedimiento utilizado para establecer el coeficiente de localización es evidente. Sólo con una estructura sectorial de la región similar a la nacional, tiene sentido comparar la participación sectorial de sectores específicos y sacar de ahí alguna conclusión sobre las necesidades de importación o las posibilidades de exportación. Por ello, un perfecciona-

miento potencial es establecer coeficientes de localización que consideren relaciones entre cada dos sectores ("cross-industry quotient")

$$c_{ij} = \frac{w_i^r/w_i}{w_j^r/w_j}$$

Pero, en nuestra opinión, son las técnicas genéricamente denominadas de balances o fondos ("pool techniques") las que aportan un marco conceptual más apropiado.

En la propuesta inicial de Isard (1953), se compara la producción, conocida, de la región r para cada sector i (w_i^r) con la que teóricamente correspondería si tanto la demanda final como el proceso de producción se abasteciera con producción de la región (w_i^{r*})

$$[18] \quad w_i^{r*} = A^r w_i^{r*} + f^r$$

en que f^r se estima como una proporción (constante) de la demanda nacional (incluso desagregada por componentes) si no se dispone de la información directa

$$f_{is}^r = f_{is} \frac{f_s^r}{f_s}$$

Para aquellos productos en que $w_i^{r*} = w_i^r$, existen recursos suficientes en la región para abastecer las necesidades del proceso productivo y de la demanda final regional, quedando un excedente para exportación (neta). Por el contrario, cuando $w_i^{r*} > w_i^r$, ha sido preciso importar (neto) producción de otras regiones. La propuesta concreta de Moore y Petersen (1955) es la siguiente:

[19]

$$b_i^r = w_i^r - w_i^{r*} > 0$$

$$b_i^r = w_i^r - w_i^{r*} < 0$$

$$a_{ij}^r = a_{ij}^r$$

$$a_{ij}^r = a_{ij}^r \frac{w_i^{r*}}{w_i^r}$$

$$f_i^r = f_i^r$$

$$f_i^r = f_i^r \frac{w_i^{r*}}{w_i^r}$$

$$\text{in}_i^r = 0$$

$$\text{in}_i^r = \sum_j (a_{ij}^r - a_{ij}^r) w_i^r + (f_i^r - f_i^r)$$

$$\text{en}_i^r = b_i^r$$

$$\text{en}_i^r = 0$$

Existe una variante iterativa propuesta por Schaffer y Chu (1969).

D.-Obtención de tablas de coeficientes de inputs regionales (A^r) en regiones con tablas previas

Pueden perfeccionarse los resultados anteriores, si procedemos a estimar los consumos intermedios totales por filas y columnas, en base a la nueva información generada en cuanto a importaciones y exportaciones interregionales por el procedimiento descrito y, en cambio, tomamos como punto de referencia la matriz $A^r(t-s)$ disponible para la región por estimación directa, ajustándola a los nuevos datos mediante RAS.

Dado el carácter aproximado de los cálculos de consumos intermedios, podría utilizarse sólo la información sobre cambio entre $t-s$ y t , aplicándolo a los valores inicialmente estimados de forma directa en $t-s$.

E.-Obtención de tablas de coeficientes de inputs importados (A^{mr} y A^{nr})

Para las tablas de inputs importados de otros países (A^{mr}) procederemos como en los casos A ó B según que se disponga o no de tabla previa.

Las tablas de inputs importados de otras regiones (A^{nr}), pueden obtenerse ya como diferencia entre las matrices previamente calculadas

$$A^{nr} = A^r - A^r - A^{mr}$$

4. UTILIZACION DE MODELO A EFECTOS DE SIMULACION DE POLITICAS REGIONALES

Tanto en la obtención de las tablas regionales como en el empleo del modelo multirregional integrado a efectos de simulación, debemos disponer de los vectores regionales de demanda regional diferenciados por ramas (f^r) y con información separada según esté abastecida por producción interior (f^r), proveniente de importación de otros países (f^{mr}) o de otras regiones (f^{nr}).

En la práctica, no será suficiente con disponer de la demanda agregada en su conjunto, sino que interesará diferenciar los componentes más significativos con el fin de utilizar matrices-puente, lo más estables posible a efectos de simulación.

La información disponible de Contabilidad Regional, puede utilizarse (posteriormente detallaremos el procedimiento) para diferenciar entre:

1.- Consumo final de las familias sobre el territorio económico (correspondiente al consumo privado interior de C.N.).

1.1.- Consumo final de los hogares en productos alimenticios, bebidas y tabaco (correspondiente al consumo nacional privado de este tipo de productos en CN).

1.2.- Consumo final de los hogares en otros productos

1.3.- Consumo de no residentes en el territorio económico menos consumo de residentes fuera de la región.

- 2.- Consumo público
 - 2.1.- Consumo de A.P. territoriales
 - 2.2.- Consumo de A.P. centrales y S.S.
- 3.- Formación bruta de capital
 - 3.1.- FBC fijo A.P. territoriales
 - 3.2.- FBC fijo A.P. centrales y S.S.
 - 3.3.- FBC privado
- 4.- Exportaciones
 - 4.1.- Exportaciones a otras regiones (resto del país)
 - 4.2.- Exportaciones a otros países (extranjero).

El proceso de desagregación resulta claramente excesivo para la información habitualmente disponible en C.R. Sin embargo, aunque los criterios de estimación tienen que ser en ocasiones simplistas, es conveniente hacer explícito tanto el proceso de cálculo como la simulación de políticas que afecten a componentes específicos de la demanda.

Las simulaciones posibles, de momento por el lado de la demanda final, se pueden realizar a dos niveles:

- A.- Cambios en la demanda final nacional
- B.- Cambios en la demanda final regional

A.-Cambios en la demanda final nacional

Las variables de decisión del modelo son, en este caso, cualquiera de las diez componentes de la demanda final diferenciadas (en realidad nueve, ya que la exportación interregional es endógena y la calcula el propio modelo).

En esta variante de cálculo, la regionalización de las magnitudes nacionales se realiza a partir de la matriz R de reparto.

Para p regiones ($r = 1, 2, \dots, p$) y h categorías diferenciadas en la demanda final ($c = 1, 2, \dots, h$), la matriz R de orden $p \times h$ y de suma unitaria por columnas, permite pasar del vector de demandas finales nacionales para las h categorías (vector f de orden $h \times 1$ convertido en matriz diagonal) a la matriz FR de demanda final por categorías y regiones, de orden $p \times h$:

$$[20] \quad \overset{\wedge}{FR} \quad = \quad R \quad . \quad f$$

$$(p \times h) \quad (p \times h) \quad (h \times h)$$

De esta forma, un incremento p. ej. del consumo de los turistas o de los fondos generales disponibles para FBC de las A. P. territoriales, puede distribuirse de forma automática entre todas las regiones según la estructura del año base.

B.-Cambios en la demanda final regional

Como segunda variante, pueden simularse directamente políticas regionales que alteren

algunos valores de la demanda final de determinadas regiones.

En este caso, las variables de decisión son los diferentes componentes de cada uno de los vectores regionales de demanda final:

$$f_r = [f_{r1} \ f_{r2} \ \dots \ f_{rh}]$$

Se trataría aquí de simular, por ejemplo, los efectos de nuevas inversiones centradas en determinadas regiones en particular, tales como los fondos estructurales o los de cohesión de la CEE.

En cualquiera de los dos enfoques anteriores, es preciso pasar de demandas regionales totales a demandas regionales por ramas de actividad. Para ello se utilizará una matriz H^r de paso (de orden $q \times h$), que puede ser igual para todas las regiones en que no se disponga de información específica (tabla input-output propia) e igual a la que corresponde a los datos agregados a nivel nacional.

$$[21] \quad \begin{matrix} F^r & = & H^r & \hat{f}^r \\ (q \times h) & & (q \times h) & (h \times h) \end{matrix}$$

En todo caso, dos columnas de la matriz H^r deberán ser distintas de unas regiones a otras: las que corresponden a las exportaciones a otras regiones (en^r) y las referidas a las exportaciones a otros países (em^r).

Las exportaciones a otras regiones se calculan por el modelo según el mecanismo anteriormente descrito (ecuaciones [11] y [13]), de integración del comercio interregional. Las exportaciones a otros países no admiten una composición similar por productos dada la especialización sectorial de cada región. La solución es utilizar matrices de reparto directamente obtenidas de la información disponible por regiones y productos (en particular por estadísticas de aduanas) o bien repartiendo las exportaciones por productos según la importancia relativa de cada región en la producción nacional del sector.

Para las regiones con tablas input-output recientes, puede utilizarse la estructura de reparto que se deduce directamente de las mismas.

El reparto de la demanda final regional ya calculada para cada categoría por rama suministradora (f_{cs}^r) debe todavía repartirse entre producción interna de la región (f_{cs}^r), producción importada de otras regiones (f_{cs}^{mr}) y producción importada de otros países (f_{cs}^{mr}).

Para algunas categorías de consumo, sólo existe producción interna a la región (tal es el caso del consumo público o de la exportación, con la única excepción del sector comercio). Para el resto, el proceso anteriormente descrito (ecuación [19]) permite determinar f_{cs}^r . Por su parte, la componente de importación internacional se puede establecer en proporción similar a la nacional para ese producto

$$[22] \quad f_{cs}^{mr} = \frac{f_{cs}^m}{f_{cs}^r} f_{cs}^r$$

obtenido por diferencia al total de la componente de otras regiones

$$[23] \quad f_{cs}^r = f_{cs}^r - f_{cs}^r - f_{cs}^r$$

Aparte de las simulaciones anteriormente comentadas, ante variaciones en la demanda final, pueden plantearse otras aplicaciones basadas en la desagregación de los inputs primarios, en la conexión con modelos input-output complementarios (por ejemplo utilización de coeficientes de empleo) o en la endogeneización de la demanda final.

BIBLIOGRAFÍA

- ABE, K., "Input-output tables in Japan and application for inter-regional analysis". *Eighth International Conference on Input-Output Techniques*, Sapporo, Japón, agosto 1986.
- CHENERY, H. B., "Regional Analysis". En Chenery, Clark y Cao Pinna, editores, *The Structure and growth of the Italian Economy*, Roma, U. S. Mutual Security Agency, 1953.
- ISARD, W., "Interregional and regional input-output analysis: a model of a space economy", *Review of Economics and Statistics*, vol. 33, nº 4, noviembre 1951, págs. 318-328.
- ISARD, W., "Regional commodity balances and interregional commodity flows", *The American Economic Review*, vol. 43, mayo 1953, págs. 167-180.
- ISARD, W., *Methods of regional analysis*, MIT Press, Cambridge, Mass, 1960.
- LEONTIEF, W. Y OTROS, *The future of the world economy*, Oxford University Press, New York, 1977.
- MOORE, F. T. Y PETERSON, J. W., "Regional analysis: An interindustry model of Utah", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 37, 1955, págs. 368-383.
- MOSES, L. N., "The stability of interregional trading patterns and input-output analysis", *American Economic Review*, vol. 45, nº 5, diciembre 1955, págs. 803-832.
- POLENSKE, K., *The U. S. multirregional input-output accounts and model*, Lexington Books, Lexington, Mass, 1990.
- PULIDO, A. Y CARAZO, C., "Una primera aplicación del modelo de congruencia Hispalink", *Centro L. R. Klein, Documento 91/2*, febrero 1991.
- PULIDO, A., "El futuro económico de las regiones españolas. El proyecto Hispalink". En varios autores, *Las economías regionales en la España de los noventa*, Economistas Libros, Madrid 1991, págs. 81-151.
- SCHAFFER, W. A. Y CHU, K., "Nonsurvey techniques for constructing regional interindustry models", *Papers of the Regional Science Association*, vol. 23, 1969, págs. 83-101.
- STEVENS, B. H.; TREYZ, G. I. Y LAHR, M. L., "On the comparative accuracy of RPC estimating techniques". En Miller, Polenske y Rose, editores, *Frontiers of input-output analysis*, Oxford University Press, Oxford, 1989, págs. 245-257.

INPUT-OUTPUT Y ENERGIA

Emilio FONTELA
UNIVERSIDAD DE GINEBRA Y UAM

1.- Input-Output y Energía: Referencias Conceptuales

El modelo Input-Output de Leontief se utiliza frecuentemente para estudiar los flujos de productos energéticos dentro del marco de producción sectorial y la correspondiente demanda final. El modelo puede ser complementamente abierto (en cuyo caso las demandas finales son exógenas) o parcialmente (eventualmente lo será de forma total) cerrado (en este caso las demandas finales son, de forma parcial o total, endógenas del sistema de ecuaciones).

A continuación se describe el marco conceptual para estos dos puntos de referencia. En el caso del modelo parcialmente cerrado, es posible una serie de configuraciones por lo que sólo hemos utilizado una de estas alternativas como ejemplo (esta configuración es la que se desarrollará más tarde para aplicaciones cuantitativas).

Para el modelo abierto la configuración es necesariamente la que corresponde al caso general.

1.1.- Referencias conceptuales para el modelo abierto de Input-Output particionado

El primer modelo utilizado es simplemente la ecuación dual de precios de un sistema input-output de Leontief, escrito de forma particionada.

La relación de Leontief:

$$q = A * q + f$$

donde q es el vector de recursos finales, f es el vector de demanda final y A la matriz de coeficientes técnicos, que puede ser dividida en:

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ \dots \\ q_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & \dots & A_{12} \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{21} & \dots & A_{22} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} q_1 \\ \dots \\ q_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ \dots \\ f_2 \end{bmatrix}$$

donde el subíndice 1 hace referencia al grupo de bienes energéticos y el subíndice 2 se refiere al grupo de bienes no-energéticos (i.e. el resto de la economía).

Se puede demostrar fácilmente que las unidades de medición para los elementos de ambos grupos de bienes, 1 y 2, pueden ser diferentes, y en particular los bienes energéticos pueden ser medidos en unidades físicas y el resto de la economía en unidades monetarias.

Un sistema particionado puede ser resuelto por los Outputs. Cuando las demandas finales son definidas de forma exógena (sistema abierto), entonces:

$$q_1 = [I - A_{11} - A_{12} (I - A_{22})^{-1} A_{21}]^{-1} [A_{12} (I - A_{22})^{-1} f_2 + f_1]$$

$$q_2 = [I - A_{22} - A_{21} (I - A_{11})^{-1} A_{12}]^{-1} [A_{21} (I - A_{11})^{-1} f_1 + f_2]$$

La relación dual sigue exactamente el mismo sistema de partición; la relación básica:

$$p = A' p + v$$

donde p es el vector de precios de bienes, v es el vector de coeficientes de valor añadido de bienes y A' la matriz transpuesta de coeficientes técnicos, pueden ser divididos entre:

$$\begin{bmatrix} p_1 \\ \dots \\ p_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}' & \dots & A_{12}' \\ \dots & \dots & \dots \\ A_{21}' & \dots & A_{22}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ \dots \\ p_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ \dots \\ v_2 \end{bmatrix}$$

Si el grupo 1 de bienes energéticos es medido en unidades físicas y el grupo 2 de otros bienes en unidades monetarias, y si el valor añadido se mide en unidades monetarias, podrá establecerse entonces que p_1 será el vector de precios nominales para los bienes energéticos (unidades monetarias por unidades físicas de bienes), mientras que p_2 será, como en el caso típico del sistema dual de Leontief, un índice de precios implícito igual a la unidad en el caso de equilibrio (cuando $A'i + v = i$, donde i es el vector de identidad).

El sistema de precios particionado puede ser resuelto para ambos grupos de precios, si contamos con los valores exógenos para los coeficientes de valor añadido:

$$p_1 = [I - A_{11}' - A_{21}' (I - A_{22}')^{-1} A_{12}']^{-1} [A_{21}' (I - A_{22}')^{-1} v_2 + v_1]$$

$$p_2 = [I - A_{22}' - A_{12}' (I - A_{11}')^{-1} A_{21}']^{-1} [A_{12}' (I - A_{11}')^{-1} v_1 + v_2]$$

Dentro de este marco conceptual, ahora es posible establecer un procedimiento de simulación que medirá el impacto de cambios de precios debido a cambios de la estructura impositiva. En el cuadro de referencia del sistema de cuentas nacionales, los impuestos indirectos son parte del valor añadido. Por lo tanto, con los cálculos apropiados, es siempre posible traducir aumentos o caídas de impuestos indirectos en uno o varios bienes a cambios en los coeficientes de valor añadido (cambios en v_1 si se consideran los impuestos sobre productos energéticos; cambios en v_2 si se consideran otros bienes, por ejemplo en un proceso de compensaciones).

1.2.- Referencias conceptuales del modelo Input/Output parcialmente cerrado

El modelo simple, descrito con anterioridad, no implica reacción de los agentes económicos a cambios en precios relativos, inducidos por la nueva estructura impositiva; la estructura de la demanda final y las opciones tecnológicas de las empresas continúan sin cambios.

Para añadir algo de realismo a la simulación, el modelo debe ser parcialmente cerrado. Mientras las condiciones iniciales (dadas por los vectores f y v y la matriz A) se conservan exógenas, como en el primer modelo, ahora las tres se hacen reaccionar en relación a cambios en los precios relativos. Por lo cual, cuando se producen cambios en la estructura impositiva que modifican los precios nominales, un nuevo equilibrio debe ser encontrado, donde nuevos valores para f , v y A provocaran cambios en q , y nuevos cambios indirectos en p .

Existe una serie de metodologías que cumplen el doble propósito de expresar el modelo input-output en sí y también en función de precios relativos: todo esto implica modelización a larga escala (debido a que el número de relaciones aumenta en la medida en que se requiera un mayor grado de realismo); para este caso he seleccionado el siguiente procedimiento.

- (I) Exportaciones y la proporción sectorial de importaciones están desarrolladas para depender de la posición relativa de precios nacionales y extranjeros.
- (II) El resto de los componentes de demanda final son sensibles a la fluctuación de precios en un Sistema Lineal del Gastos dinámico (por supuesto, hay una gran variedad de otros sistemas de demanda que pueden alcanzar los requerimientos necesarios para este procedimiento).
- (III) Los coeficientes técnicos en la matriz A y el valor añadido de los coeficientes (fuerza de trabajo y capital) del vector v y las relaciones básicas de sensibilidad de precios puede ser representadas por funciones de costes translog (Christensen, Jorgenson, Lau, 1971, 1973). Formulaciones alternativas desarrolladas en análisis input-output incluyen el caso de una función de producción CES a dos niveles.

2.- Aplicaciones

Parte del actual debate, dentro de la CEE, está dirigido a definir algunas hipótesis sobre la armonización fiscal en relación con el tratamiento fiscal de diferentes productos energéticos.

El principio de armonización es consistente con los principios de mercado; sin embargo, el impacto de tales medidas en economías de forma individual debe ser considerado cuidadosamente.

Desde otro punto de vista, desde la perspectiva en que se ha considerado el objetivo de la armonización, no considera tres problemas importantes, i.e.:

- a) La determinación de niveles de imposición eficientes, uniformes a través de todos los países de la CEE;
- b) Su armonización dentro de una estructura impositiva global;
- c) El seguimiento de un objetivo de estabilidad de precios para productos energéticos para los consumidores finales, dentro de un marco consistente de armonización fiscal e institucional;

Las aplicaciones, cuyos resultados siguen a continuación, están simplemente dirigidas a mostrar cómo un marco analítico, como el descrito en el capítulo 1, puede proveernos de modelos capaces de confrontarse con los problemas a, b y c. Los modelos de Leontief que se utilizan son el modelo abierto (denominado modelo 1) y el parcialmente cerrado (modelo 2).

2.1.- Los Datos

a) El modelo abierto de Input-Output parcializado.

Estimulado por la investigación pionera de la desaparecida Vera Cao-Pinna, la oficina estadística de la CE publicó por primera vez las tablas input-output para flujos energéticos, en unidades físicas para 1975 (para siete países), y más tarde se amplió este procedimiento para 1980 y 1985, incluyendo nuevos países miembros de la CE. El Instituto de Investigación Económica (Munich) ha utilizado de forma frecuente este método estadístico para calcular el contenido en la demanda final de productos energéticos de diferentes países (i.e., importaciones de crudo como porcentaje de requerimientos energéticos primarios, directos e indirectos, de diferentes sectores industriales, en Murdter H., 1983); otros investigadores han utilizado estos datos estadísticos para calcular los multiplicadores de energía primaria para los componentes de demanda final (Antille G., 1984). Sin embargo, a pesar de su simpleza y de su interés potencial, no es frecuente encontrar en la literatura relativa a economía energética aplicaciones del sistema dual de Leontief para calcular los impactos en precios.

La base de datos utilizada, i.e., la parcialización de las tablas I/O para Italia, con 9 sectores de energía y 21 sectores no-energéticos, se ha obtenido desde la re-ordenación de las tablas energéticas para Italia de 1984. Esta tabla ha sido calculada por el Directorate of Studies of ENEA, Roma (inicialmente bajo la supervisión de V. Cao-Pinna), utilizando las tablas italianas para 1980 (preparadas por Eurostat), así como los datos anuales de balances energéticos por el Ministerio de Industria Italiano.

En la versión final de las tablas I/O particionadas, carbón, coque, lignito, petróleo y productos petrolíferos son medidos en toneladas métricas, gas natural y manufacturado en pies cúbicos, electricidad en KWH.

b) Modelo Input-Output, parcialmente cerrado,

Los datos necesarios para este tipo de análisis son de diferente naturaleza: se requieren series temporales para estimar los parámetros de las ecuaciones de demanda final y los coeficientes I/O.

Como a los datos de productos energéticos en unidades físicas, estos no están disponibles para todos los sectores usuarios, este modelo sólo utiliza unidades monetarias y un sector energético único.

Los modelos de demanda LES son estimados a partir de series temporales de consumo por función y luego convertidos a sectores de bienes input/output utilizando una matriz puente. Las funciones translog son estimadas con cuatro factores de producción (Capital, Trabajo, Energía y Materiales).

Los datos reconstruidos se refieren a la serie temporal de:

- Las cuentas nacionales agregadas más importantes, en precios constantes y corrientes
- Consumo por ítem de gastos
- Importación y exportación por sector productivo
- Cuotas de participación de costes (de producción sectorial) de capital, trabajo, energía y materiales de input, a precios corrientes y constantes.

Las series temporales utilizadas comienzan en el año 1960.

2.2.- Las Aplicaciones

Las simulaciones llevadas a cabo con el modelo abierto parcializado consisten en, aproximadamente, un aumento de un 50% de los impuesto indirectos para los siguientes casos:

- a) Cuando se gravan simultáneamente todos los productos energéticos (i.e. total de energía).
- b) Cuando se gravan alternativamente un grupo de productos a la vez (productos petrolíferos, gas natural, electricidad, carbón).

En todos los casos, el monto total de ingresos por imposiciones fiscales es el mismo. La simulación para el caso a) se repite utilizando el modelo parcialmente cerrado. A este nivel no se considera compensación a través de la proporción de la seguridad social sobre los costes laborales. Los resultados se reflejan en el apartado 2.3.

A continuación una hipótesis de compensación, (que prácticamente consiste en una estructura impositiva modificada) es introducida en las dos referencias conceptuales, la del modelo abierto y la del modelo parcialmente cerrado.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Cuadro 1: Análisis de Sensibilidad
utilizando el modelo I/O de coste-precio

Sectores	MODELO 1			MODELO 2		
	Base A	Simulación B	(B-A)/A %	Base A	Simulac. B	(B-A)/A %
Productos energét.						
Carbón	0.000	0.000	--			
Lignito	0.050	0.051	2.0			
Coque	0.191	0.199	4.4			
Petróleo crudo	0.379	0.379	0.1			
Prod. petrolíferos	0.678	0.800	18.0			
Gas natural	0.392	0.397	1.2	SECTOR ENERG.	1.000	1.158
Energía eléctrica	0.130	0.158	22.2			
Gas manufacturado	0.202	0.209	3.5			
Combustib. nuclear	0.000	0.000	--			
Agua	1.000	1.041	4.1			
Agricultura	1.000	1.009	0.9	1.000	1.059	5.9
Prod.metál.primario	1.000	1.029	2.9	1.000	1.053	5.3
Prod. no metálicos	1.000	1.020	2.0	1.000	1.066	6.6
Prod. químicos	1.000	1.084	6.4	1.000	1.053	5.3
Prod. metálicos	1.000	1.010	1.0	1.000	1.057	5.7
Maquinaria no elèct	1.000	1.008	0.8	1.000	1.051	5.1
Maquinaria eléctric	1.000	1.007	0.7	1.000	1.050	5.0
Vehículos	1.000	1.008	0.8	1.000	1.051	5.1
Aliment.,beb.,tabac	1.000	1.009	0.9	1.000	1.050	5.0
Prod.textiles,cuero	1.000	1.007	0.7	1.000	1.050	5.0
Madera	1.000	1.008	0.8	1.000	1.050	5.0
Papel,art.impresión	1.000	1.011	1.1	1.000	1.054	5.4
Prod.caucho,plástic	1.000	1.012	1.2	1.000	1.049	4.9
Otras industrias	1.000	1.006	0.6	1.000	1.040	4.0
Construcción	1.000	1.008	0.8	1.000	1.058	5.8
Comercio y turismo	1.000	1.005	0.5	1.000	1.062	6.2
Transport.terrestre	1.000	1.026	2.6	1.000	1.078	7.8
Otros transportes	1.000	1.032	3.2	1.000	1.054	5.4
Servicios	1.000	1.004	0.4	1.000	1.064	6.4
Administrac.pública	1.000	1.005	0.5	1.000	1.064	6.4

El cuadro 1 compara el impacto de, aproximadamente, un aumento de un 50% de impuestos sobre energía utilizando el modelo abierto (desde ahora denominado modelo 1) y el modelo parcialmente cerrado (modelo 2). En el modelo 2, por falta de datos desagregados contamos con un único sector energético que es una representación agregada de los 9 sectores del modelo abierto. Para el modelo abierto parcial, el impacto de un incremento impositivo sobre productos energéticos es más acentuado (una media de aumento de precios de un 5.3%) y más uniforme entre sectores que en el caso anterior; sin embargo, los sectores afectados más fuertemente son los del transporte, turismo, materiales de construcción, productos metalúrgicos, agricultura, así como los sectores de servicios y administración pública.

El cuadro 2 muestra el impacto de un incremento impositivo sobre productos energéticos en las variables macroeconómicas más importantes, utilizando el modelo cerrado parcial. Las variaciones porcentuales que se indican (en su mayoría de signo negativo) están tomadas en relación con el caso de referencia (valores históricos de 1984). Utilizando el modelo parcialmente cerrado, la producción total disminuye un 2.1%, el PIB disminuye un 2.2%, la demanda final cae un 1.7%, consumo un 1.3%, la inversión 2.5%, las exportaciones un 3%, mientras que las importaciones aumentan un 0.1%. Por lo tanto, de forma predecible, un aumento de un 50% de los impuestos sobre la energía tendrá una influencia negativa sobre el output y sobre los niveles de renta, también sobre el consumo y de forma aún más pronunciada sobre la inversión, penalizando las exportaciones y aumentando las importaciones de forma moderada.

La actividad económica de la administración pública se reducirá más que en cualquier otro sector debido a las restricciones que el modelo impone sobre cuenta corriente y presupuesto. La producción se ve afectada de forma más pronunciada en el sector energético, la industria metalúrgica primaria, la maquinaria eléctrica, la industria automotriz y la industria papelera. La producción disminuye de forma más acusada en el sector energético, materiales de construcción, industria forestal y en toda la industria de maquinaria mecánica, eléctrica (incluyendo vehículos). Las caídas más importantes en la demanda final corresponden a los sectores de materiales de construcción, de metales básicos, vehículos, de productos madereros, de papel, de artes gráficas y de edición. La reducción más alta desde la perspectiva de la demanda, obviamente, es la de los productos energéticos; también resalta de forma especial el impacto en vehículos, construcción, y en todos los ámbitos de los sectores del turismo y del transporte. La producción de bienes de inversión cae de forma uniforme en todos los sectores. Las exportaciones disminuyen de forma más pronunciada en las industrias de la madera y del papel, en la industria de automoción, en los materiales de construcción y en la industria de metales primarios. Las importaciones crecen en los productos alimenticios, agrícolas y textiles.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Cuadro 2: Análisis de Sensibilidad
según simulaciones con el modelo 2

Sectores	Produc.	PIB	Demanda Final	Consumo	Invers.	Expor.	Impor
Productos energét.	-3.1	-3.1	-1.2	-1.5	--	+0.0	-3.1
Agricultura	-1.1	-1.5	-0.2	+0.5	-0.8	-4.2	+2.4
Prod.metál.primario	-3.6	-1.3	-3.2	--	--	-4.1	+0.4
Prod. no metálicos	-2.9	-3.0	-4.1	+0.2	-2.6	-6.4	-1.4
Prod. químicos	-1.5	-1.7	-0.9	-0.2	--	-1.8	-0.1
Prod. metálicos	-1.9	-2.3	-1.1	0.1	-3.0	-1.0	-0.7
Maquinaria no elèct	-2.4	-3.1	-1.5	-0.1	-3.0	-0.2	+1.8
Maquinaria eléctric	-3.5	-4.4	-2.3	-0.2	-3.0	-3.4	+0.9
Vehículos	-3.8	-4.9	-3.0	-1.3	-0.2	-8.9	-0.8
Aliment.,beb.,tabac	-0.7	-0.2	+0.3	+0.6	--	-3.8	+4.6
Prod.textiles,cuero	-0.8	-1.1	-0.2	+0.4	-2.5	-1.2	+4.2
Madera	-3.1	-3.3	-3.0	+0.2	-2.5	-12.0	+1.7
Papel,art.impresión	-1.8	-2.2	-3.0	-0.5	--	-8.8	-0.3
Prod.caucho,plástic	-1.7	-2.5	-1.5	-0.4	-2.5	-1.9	-0.6
Otras industrias	-1.7	-3.2	-1.3	-0.4	-2.5	-2.7	+1.0
Construcción	-2.3	-2.3	-2.4	-1.6	-2.6	0.0	-2.3
Comercio y turismo	-1.2	-1.5	-1.1	-1.0	-2.5	-1.2	+0.0
Transport.terrestre	-1.8	-1.7	-1.8	-1.3	-2.5	-3.6	+1.9
Otros transportes	-2.1	-2.1	-2.2	-1.3	-2.5	-2.5	+1.3
Servicios	-1.8	-1.4	-1.1	-1.0	--	-2.9	+0.7
Administrac.pública	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	--	0.0	--
TOTAL	-2.1	-2.2	-1.7	-1.3	-2.5	-3.0	0.1

El modelo cerrado parcial nos ofrece información adicional con respecto al modelo abierto de Leontief. Como indican las predicciones que recogemos a continuación bajo la hipótesis considerada de inputs sobre el total de output, los cambios que se observan no son cuantiosos; la proporción energética total sobre el total de output disminuye de forma moderada (1.6%) como resultado del incremento de precios; la proporción del factor trabajo disminuye menos del 0.5%, mientras que los inputs de materiales aumentan un 0.5%, y el capital aumenta un 0.7%. Esto de forma indirecta nos indica que la sustitución de otros inputs por energía, inducida por un aumento de un 15% en precios energéticos (como resultado de un incremento impositivo de un 50%), es relativamente moderado (una elasticidad ex-post de 0.106), y que, bajo la hipótesis establecida, la sustitución se da entre energía y capital o energía y materiales.

Coeficientes técnicos de inputs primarios
y secundarios según la hipótesis de un incremento
del 50% del impuesto sobre la energía

	Energía	Mat. primas	Trabajo	Capital	Total
Valores básicos	0.0747	0.4336	0.3871	0.1047	1.000
Simulación	0.0735	0.4357	0.3853	0.1055	1.000

2.3 Una hipótesis de estructura impositiva alternativa.

Como se muestra en nuestro experimento, una política que trata de modificar la estructura de preferencias desde la producción intensiva en requerimientos energéticos y pautas de consumo, con sólo un aumento en los costes energéticos a través de impuestos más elevados, alcanza el objetivo a costa de un impacto depresivo en las variables macroeconómicas más importantes (producción, PIB, empleo, demanda final y consumo), y la deteriorización de la balanza de intercambio comercial del país. Se dan procesos de sustitución (fundamentalmente capital y materiales para energía) pero a un nivel tan limitado que los cambios relevantes unicamente podrían obtenerse a costa del crecimiento devastador (para la economía) en los precios energéticos.

Los problemas (fundamentalmente de asimetrías de impacto) se pueden concebir para los países que se vean envueltos en un plan de armonización impositiva. Un cuadro impositivo alternativo se ha diseñado para evitar caer en impactos económicos depresivos de gran escala. Esta nueva hipótesis se desarrolla como un aumento en los impuestos energéticos que son compensados por una disminución en los costes de la Seguridad Social para todas las empresas en todos los sectores. Los ingresos adicionales que corresponden a las finanzas públicas como resultado del aumento de impuestos sobre la energía, son utilizados para disminuir correspondientemente los pagos por factor trabajo a la Seguridad Social de las empresas, sin provocar una carga adicional al presupuesto público. En este contexto se pueden formular hipótesis más sólidas concernientes a precios energéticos.

De nuevo, el modelo parcialmente cerrado nos permite medir los cambios que ocurrirán en la proporción de inputs sobre la producción total. El resultado que se deriva del siguiente cuadro es que, bajo la nueva hipótesis, los procesos de sustitución en factores de input son más pronunciados; en efecto, la producción global de energía sobre el output total disminuye un 22% como consecuencia del incremento de precios; la proporción del factor trabajo, debido a la disminución de los costes de Seguridad Social para las empresas, aumenta un 7%, mientras que los inputs de materiales disminuyen un 1.5% y el capital disminuye un 3.2%. Por lo tanto, en este caso, la mejoría de costes que se otorgan al factor trabajo es tal que su uso aumenta a costa de materiales y capital. Esto explica la caída en la inversión total de un 10%, así como algunos de los fenómenos menos intuitivos que se producen a nivel sectorial (tal como, p.ej: un incremento importante en el PIB de la industria metalúrgica primaria o en el sector de transporte interno).

Coeficientes técnicos de inputs primarios
y secundarios según la hipótesis de un incremento
del 260% del impuesto sobre los productos petrolíferos
antes del IVA, más un 43% de disminución en los costes de la seguridad social.

	Energía	Mat. primas	Trabajo	Capital	Total
Valores básicos	0.0747	0.4336	0.3871	0.1047	1.000
Simulación	0.0580	0.4268	0.4140	0.1013	1.000

Considerando que los resultados simulados se obtienen a través de un enfoque estático comparativo (estos, en efecto, representan cambios en las trayectorias de crecimiento estable a largo plazo), se debe tener la suficiente precaución, en extender estos a una etapa de transición.

Mientras que los impactos simulados son positivos para la economía (niveles más elevados de empleo y output, la reducción del déficit de intercambio comercial etc.), en la etapa de transición algunos efectos pueden ser negativos, debido a una disminución en la inversión y en las reducciones de outputs en sectores que tienen efectos multiplicadores fuertes (construcción, automóvil y energía).

El modelo parcialmente cerrado obviamente ofrece una visión más profunda e interesante del sistema económico, y muestra el proceso de ajuste hacia un equilibrio general. Si consideramos las diferencias que existen en la información estadística de los países de la CE, sería difícil adoptar un criterio unificado en términos de especificación. Sin embargo, el camino analizado en esta ponencia (modificando la demanda final y los coeficientes técnicos como una función de precios) está abierto a una variedad de alternativas en cuanto a su formulación, y dan lugar a un proceso de cuantificación más realista sobre el impacto de impuestos energéticos y precios.

BIBLIOGRAFIA

ANTILLE, G. (1984): Utilization des Tableaux Entrees-Sorties pour l'Analyse des Interdependances Entre Economie et Energie. Dep. Econometrie. Univ. Geneve. April 1984

CARLUCCI, M.; LO CASCIO, M. and PAGANETTO, L. (1990): "Alternative Tax Systems and Structural Change" Rivista di Politica Economica, July-August 1990. Págs. 233-266.

CHRISTENSEN, L.R., JORGENSEN, D.W. y LAU, L.J. (1971): "Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function" Econometrica. July 1971.

CHRISTENSEN, L.R., JORGENSEN, D.W. y LAU, L.J. (1973): "Transcendental Logarithmic Production Frontiers" Review of Economics and Statistics. February 1973.

DE BOER, P. (1979): "Effects of Relative Price Changes on Input-Output Ratios" Erasmus University. March 1979.

JORGENSEN, D.W. and HUDSON, A.E.(1974): "Energy Policy and Economic Growth 1975-2000" Bell Journal of Economics and Management Science. Vol. 5. pág. 461.

LO CASCIO,M.; CARLUCCI,M.;CINGOLANI,N. and FERRARI, S.(1991): "Politica Fiscale e Fattori di Produzione" Innovazione, Società e Ambiente, ENEA. Roma. March 1991.

LOCASCIO,M.; CARLUCCI,M.;CINGOLANI,N.(1990): "Divergent Sectorial Paths in Productivity and Long-Term Inflation". Economic Systems Research. Vol.2 nº 2.

MURDTER, H. (1983): "The Structure of Energy Production and Requirements in the European Community in Input-Output Modelling" A.Smychlyaev, IIASA. Laxenburg. 1983.

TRUCHON, M.: "Using Exogenous Elasticities to Induce Factor Substitution in Input-Output Price Models" Review of Economics and Statistics, nº 66. pág. 329.

LA EMISION DE CO₂ Y SU PROBLEMÁTICA COMUNITARIA. UN METODO DE ESTIMACION GENERAL

Vicente Antón Valero
Andrés de Bustos Guadaño
Luis Manzanedo del Hoyo
Victoriano Sierra Ludwig

0. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones auspiciadas por las Naciones Unidas han demostrado en los últimos años un aumento regular de las concentraciones en la atmósfera de gases favorables a la formación del “efecto invernadero”; en particular, desde el comienzo de la era industrial.

Este incremento, evaluado a partir de 1850, se ha cifrado en torno al: 26% en Anhídrido Carbónico, 11,4% en Metano, y el 8% en Óxido de Nitrógeno.

La contribución relativa del dióxido de carbono en el “efecto invernadero” se sitúa, en una participación del 61%.

Dado que las emisiones del CO₂ (principal factor para la formación del “efecto invernadero”) proceden su mayor parte del uso energético de combustibles fósiles, la Comisión de las Comunidades Europeas propuso, a través de una Comunicación al Consejo presentada en Octubre de 1991, una estrategia Comunitaria para limitar las emisiones de CO₂ y mejorar la eficacia energética.

El conjunto de medidas propuestas abarca un amplio abanico: acciones específicas en I+D, medidas sectoriales e intervenciones normativas voluntarias, e incluso la formulación de programas nacionales complementarios y la introducción de medidas fiscales, particularmente, la creación de un impuesto comunitario.

1. OBJETIVOS COMUNITARIOS SOBRE EL ECO-IMPUESTO

El objetivo básico del impuesto sobre la emisión del CO₂, “Eco-impuesto”, es lograr la estabilización de las emisiones totales de CO₂ en el año 2.000 a los niveles registrados durante 1990, en cumplimiento del acuerdo del Consejo Conjunto de Energía/Medio Ambiente adoptado el 29 de Octubre de 1990.

Una característica clave del nuevo impuesto sería su “neutralidad” en lo referente a los “ingresos”: es decir, que no provocase aumento alguno en las contribuciones y gravámenes fijados por la ley.

Esta figura impositiva debería analizarse cuidadosamente para que, al mismo tiempo, se lograra minimizar los efectos económicos negativos sobre la competitividad de las industrias comunitarias y sobre la actividad económica en general, maximizando la disminución de las emisiones del CO₂ y aportando beneficios en otras políticas.

Las fórmulas propuestas parecen centrarse en dos tipos de impuestos: sobre el consumo de energía, que se aplicaría por igual a todas las fuentes energéticas ó, sobre el CO₂, en función del contenido de carbono.

Un impuesto sobre la energía sería más eficaz para fomentar el rendimiento energético, mientras que un impuesto sobre el carbono supondría un incentivo más específico para la reducción de las emisiones de CO₂. Sin embargo, esta segunda opción crearía una presión fiscal, relativamente alta sobre el carbón, que es la fuente de energía más segura, y favorecería a la energía nuclear, que ofrece ventajas en cuanto a la disminución de emisiones de CO₂ pero que presenta sus propios inconvenientes. Por otra parte, la opción de imponer un impuesto sobre el carbono al 100% tendría una repercusión considerablemente diferente sobre la competitividad industrial en los Estados Miembros, según su estructura energética.

En base a las limitaciones expuestas, la Comisión ha considerado que la mejor opción sería un impuesto basado en un componente energético y en un componente sujeto al contenido de carbono. El tipo impositivo necesario para alcanzar el objetivo de estabilización comunitario para el año 2000 dependerá, por una parte, de la evolución de un conjunto de variables fundamentales (crecimiento económico, los precios mundiales de la energía y la difusión del progreso técnico) y por otra parte, de la respuesta de los agentes económicos a las medidas propuestas.

Teniendo en cuenta las diferentes posibilidades que se ofrecen y la necesidad de garantizar la cohesión del mercado interior, la Comisión se ha inclinado, hasta ahora, por la aplicación de un impuesto cifrado en 3 por barril al 1-I-93, con un aumento de un dólar por barril en los años sucesivos hasta el año 2000.

2. NECESIDAD DE UNA ESTIMACIÓN REALISTA DE EMISIONES DE CO₂

Uno de los debates que existen en el seno de la Comunidad es el impacto que puede tener este tipo de medidas. Algunos análisis de este paquete de medidas indican que, en la Comunidad en su conjunto, podría darse una ligera disminución de la tasa de crecimiento económico anual (entre 0,05 y 0,1 puntos porcentuales) y un aumento temporal en el índice de inflación (0,3 a 0,5 puntos al año).

En cualquier caso, parece necesario disponer de una estimación de CO₂ para cada país comunitario, desagregada por ramas de actividad o procesos productivos, ajustada a la realidad y homogénea en cuanto a su método de estimación que permita conocer la estructura comunitaria de emisiones de CO₂ y su tendencia hacia el año 2000.

Lo que aquí se propone es un método general de estimación de CO₂ para los países miembros de la CEE que cumpla las características anteriores. En efecto, todos los miembros comunitarios disponen de tablas input-output de energía (TIOE) con una metodología de elaboración común y enmarcadas en un esquema compatible con las contabilidades nacionales (CN) respectivas.

España acaba de publicar la segunda TIOE correspondiente al año 1985, coincidente con la nueva base de CN, la primera corresponde a la anterior base 1980 y fue publicada en 1986. Ambas han sido cofinanciadas por EUROSTAT dentro del programa de apoyo a la elaboración de estadísticas económicas nacionales.

Partiendo de la fuente estadística común, la TIOE, es posible estimar las Tm de CO₂ clasificadas por ramas de actividad, así como la estructura energética generadora de emisiones de CO₂.

3. MÉTODO GENERAL DE ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂

La Comisión y otras organizaciones supranacionales han realizado distintas estimaciones sobre las emisiones de CO₂ para los países miembros de la Comunidad, sin embargo, los procedimientos han sido globales, con métodos indirectos (con insuficiente desagregación sectorial) y con información heterogénea e incompleta.

El procedimiento que aquí se presenta se basa, fundamentalmente, en el modelo de Leontieff en su versión energética. De forma esquemática, el método de estimación seguido es muy sencillo: se ha partido de las previsiones de crecimiento de las macromagnitudes de la demanda final estimadas en el escenario macroeconómico (programa de convergencia) para el período considerado (1993-1996), y del modelo input-output energético que relaciona las variaciones de los niveles de producción de las distintas ramas de actividad ante las variaciones previstas en la demanda final, utilizando como eje central, la Tabla Input-Output de la Energía de 1985. Los niveles de producción exigidos se obtienen en dos unidades distintas, en el caso de las ramas energéticas (productoras de energía primaria o transformadoras) sus recursos y empleos vienen expresados en unidades energéticas homogéneas (terajulios)⁽¹⁾, mientras que en el resto de las ramas de actividad vienen expresados en precios constantes de 1985.

Una vez estimadas las producciones que son necesarias para satisfacer los niveles de demanda previstos, se obtienen las emisiones de CO₂ (Tm) asociadas al consumo de cada uno de los tipos de energía, a partir de los coeficientes de transformación Tm de CO₂/terajulio.

Dado que la fecha de referencia de la TIO de la Energía es 1985, ha sido necesaria una actualización de los datos de 1985 a 1989, utilizando como base los datos disponibles de la Serie de Contabilidad Nacional del INE, publicada recientemente, así como otras fuentes de información (Índices de producción industrial, estadísticas energéticas) apropiadas para analizar la variación sufrida en la estructura de producción y consumo energético desde 1985.

El escenario macroeconómico ha proporcionado, únicamente, la senda de evolución de los componentes del PIB, durante el período 1993-1996, en términos reales y nominales. Ha sido necesario, por lo tanto, estimar una desagregación de cada uno de los componentes de la demanda en las 56 ramas de actividad que considera la TIOE de 1985.

(1) Terajulio: Unidad energética equivalente a 10¹² julios.

3.1. La Tabla Input-Output de la energía de 1985. El modelo aplicado

La TIOE es una presentación especializada⁽²⁾ y adaptada a la energía de la Tabla input-output económica TIO general, cuya finalidad es estudiar y cuantificar como interviene en el proceso productivo (medido en unidades físicas) el conjunto de la energía utilizada. En el plano metodológico, tiene la misma articulación y sigue los mismos principios generales que la TIO económica, con las adaptaciones necesarias para una mejor presentación de los flujos energéticos.

En esta Tabla, los flujos de las ramas de la energía se expresan no sólo en valor, sino también en unidades energéticas homogéneas (terajulios). Las ramas energéticas consideradas en la TIOE son: extracción y aglomeración de hulla; Extracción y aglomeración de lignito; Coquerías; Extracción de petróleo; Refino de petróleo; Gas natural; Energía eléctrica; Gas manufacturado; Combustibles nucleares.

Resulta, pues, una matriz de la demanda interindustrial de carácter mixto en valores y cantidades. Se puede demostrar que la denominada matriz de los coeficientes técnicos (matriz A), así como la correspondiente matriz inversa $\text{inv}(I-A)$ guarda la dimensionalidad heterogénea que presenta la matriz original.

La ecuación de equilibrio fundamental en la economía se verifica entre el total de recursos disponibles y los empleos a los que se destinan éstos. En los recursos se incluyen la producción y las importaciones, mientras que los empleos comprenden la demanda intermedia y la demanda final (consumo privado, consumo público, formación bruta de capital, exportaciones). En forma de ecuaciones, podemos escribir:

$$P = DI + CPr + CPu + FBC + (X-M)$$

- Siendo:
- P = valor de producción
 - DI = demanda interindustrial
 - CPr = consumo privado interior
 - CPu = consumo público
 - FBC = formación bruta de capital
 - X = exportaciones
 - M = importaciones

Si hacemos que la demanda final (DF) sea:

$$DF = CPr + CPu + FBC + (X-M)$$

Llamando DI al vector de la demanda intermedia, podemos expresar la producción como,

$$P = DI + DF \quad (1)$$

(2) Ver V. Antón. Reunión ASEPELT de Valladolid. Tabla input-output de la energía de 1980. demanda final

En forma matricial, P, DI y DF serían vectores columna de dimensiones (56*1), ya que la TIO se desagrega en 56 ramas de actividad.

Realizando las correspondientes operaciones llegaríamos al modelo conocido:

$$P = \text{inv} (I-A) * DF \quad (3)$$

donde I es la matriz unidad.

La expresión (3) nos permite relacionar la demanda final estimada con los niveles de producción que es necesario lograr para satisfacerla.

3.2. Actualización de los agregados de la TIOE de 1985 y de sus coeficientes técnicos

La aplicación del modelo descrito en el apartado anterior, implica obtener previamente una estimación desagregada por ramas de actividad, de la demanda final que proporciona el escenario macroeconómico y presupuestario, pero de forma globalizada.

Por otra parte, al considerar la evolución de los agregados de la demanda final a precios constantes de 1985 se elimina el efecto de perturbación que sobre los coeficientes técnicos tendrían la evolución de los precios. Sin embargo, los cambios en dichos coeficientes generados por modificaciones tecnológicas no quedarían recogidas si utilizásemos la matriz A, correspondiente a 1985, sin ningún tipo de actualización.

Las soluciones aportadas en este trabajo han pretendido contemplar estos dos tipos de problemas conjuntamente con las limitaciones lógicas derivadas de la ausencia parcial de información.

La información estadística-económica existente relativa a la desagregación de la demanda final y a la variación de los coeficientes técnicos, específicamente los energéticos, la proporcionan la Contabilidad Nacional de España y las estadísticas energéticas, del Ministerio de Industria, Energía Comercio Y Turismo. Los últimos datos alcanzan 1989 con el mínimo nivel de desagregación necesaria; en consecuencia, se ha optado por elegir este año como la última base de actualización. Así a partir de 1989 se asumirá que no existen variaciones significativas ni en la estructura de la demanda final ni en los coeficientes técnicos energéticos.

Dentro de la demanda final, la desagregación del consumo privado para el año 1989 se ha obtenido a partir de la evolución del consumo privado desagregado por funciones (PROCOME) de la CNE, con un suficiente grado de desagregación hasta 1988 y con un grado menor en 1989. En relación al Consumo Público no han existido especiales dificultades al estar localizado en sólo tres ramas de actividad.

La formación bruta de capital fijo se ha estimado a partir de la evolución de los doce grupos de productos que proporciona la CNE. Sin embargo, por lo que se refiere a la variación de existencias, tan sólo, se ha dispuesto su evolución globalizada.

En el caso de las importaciones (al igual que para las exportaciones), la información desagregada sobre su evolución a precios constantes es muy escasa, limitándose a un reducido número de grandes agrupaciones. En definitiva, ha sido necesario acudir a la variación en términos nominales (Dirección General de Aduanas), asumiendo que es un indicador "proxy" de la variación estructural.

En relación a las modificaciones tecnológicas de carácter energético y de mercado acaecidas en el período 1985-1989, las más sobresalientes son las relacionadas con la energía eléctrica y con el gas natural.

Respecto a la energía eléctrica, es suficientemente ilustrativo señalar que la producción de origen nuclear se duplicó en el período 1985-89 (medida en MWH), mientras que el total de la energía eléctrica producida crecía sólo un 16%. Por otra parte, conviene recordar el comportamiento errático de la producción de energía eléctrica, de origen térmico clásico (y por lo tanto, del consumo de combustibles asociado) dada su dependencia del año hidráulico. Al actualizar los coeficientes técnicos energéticos en esta rama se ha intentado reflejar estos dos hechos, teniendo presente que la producción de electricidad de origen nuclear permanecerá estabilizada en el período considerado, al no estar previsto que entre en funcionamiento ninguna nueva central de este tipo.

En el caso del gas natural, el crecimiento de su consumo en dicho período se cifra en más del 85%, siendo significativa su implantación en la práctica totalidad de los sectores de la economía. En este caso, el incremento de sus coeficientes técnicos por fila se ha realizado a costa de una minoración similar en los correspondientes a los productos del refino, reflejando así un proceso de sustitución de productos derivados del petróleo por gas natural.

3.3. Ajustes de coherencia estructural

Una vez determinados los distintos componentes de la demanda final, compatibles con la desagregación sectorial de la TIOE para el período 1985-1989, se realizó un primer contraste de coherencia, que podría calificarse de estructural.

El vector de producción para el mencionado período 1985-1989, podría obtenerse, por un lado, a partir de la desagregación sectorizada de la demanda final (estimada en la fase previa), mediante la ecuación [3]:

$$P = \text{inv} (I - A) DF$$

Y, por otro, podría estimarse por la vía de la oferta. Es decir, utilizando la contabilidad nacional y las estadísticas de producción (CNE, IPI y estadísticas energéticas) (Encuesta Industrial de Índices de Producción Industrial) y asumiendo que el coeficiente técnico global de producción (valor añadido bruto/valor de producción) no ha sufrido variaciones significativas en el período 1985-1989.

Comparando ambos vectores de producción se observó que eran necesarias algunas reestimaciones en la desagregación sectorial de la demanda final, al mismo tiempo que habría que modificar algunos coeficientes técnicos, especialmente energéticos.

Una vez realizados los ajustes necesarios en la matriz A correspondiente a 1989, se extrapolaron dichas estructuras (estructura sectorial de la Demanda Final y estructura tecnológica) al horizonte 1990-1996 mediante la ecuación [3] antes descrita.

En realidad, el año 1989 puede considerarse, en el contexto de este trabajo, como el año base de la investigación.

4. RESULTADOS

Como se exponía al principio, la aplicación de los elementos de la matriz A de coeficientes técnicos relativos a las ramas energéticas a las producciones estimadas por el modelo, permite obtener la cantidad de energía consumida (en terajulios) en el proceso productivo (demanda intermedia) y en la demanda final.

Un paso previo a la transformación en Tm de CO₂ de esta energía lo constituye el análisis del destino que se le da a esos productos energéticos. Es decir, no toda la energía producida es objeto de emisión de CO₂. Por ejemplo, el gas natural puede ser utilizado como combustible para la generación de energía eléctrica o bien ser utilizado para la síntesis química, o los productos energéticos destinados a la exportación que no suponen ninguna emisión de CO₂ (asfaltos, betunes, lubricantes, etc.) En estos casos, se ha supuesto que el empleo de estos productos energéticos no se traducen en emisiones de CO₂.

Los resultados obtenidos, agrupados en 17 ramas de actividad se presentan en el cuadro 1.

5. CONTRASTACIÓN EMPÍRICA

Es necesario destacar que los resultados se han contrastado con los derivados del PEN (Plan Energético Nacional) para el año 1990. En términos generales, los resultados son positivos, no existiendo diferencias significativas en la estructura de la emisión de CO₂ por grandes ramas de actividad, aunque no ocurra así en la estimación de los niveles del dióxido de carbono. Así, para 1990, la estimación de emisiones de CO₂ que de este trabajo se obtiene supera a la presentada en el PEN en un 3%.

CONTRASTE DE RESULTADOS CON EL PEN. AÑO 1990

SECTORES	mill. Tm MODELO I-0	mill. TM P.E.N.	% MODELO I-0	% P.E.N
Industria	46.105	45.642	18,6	20,9
Transporte	73.730	67.063	29,8	30,8
Primario, domés. y terc.	35.972	25.356	14,6	11,6
Sectores transformadores	91.423	79.939	37,0	36,7
TOTAL	247.230	218.000	100,0	100,0

Nota. Con el fin de poder garantizar la comparabilidad entre ambas estimaciones (modelo I-0 y PEN), se han agrupado los resultados del modelo I-0 de la siguiente forma:

- Industria: Comprende las ramas 03 a 12 (mirar cuadro 1)

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

- Primario doméstico y terciario: Comprende las ramas 01, 13, 15, 16, 17 y el consumo privado

- Sectores transformadores: Rama 02

- Transporte: La rama 14 más los consumos derivados del transporte por cuenta propia en el resto de las ramas de actividad y en el consumo privado.

La razón para este tratamiento especial es la distinta clasificación "Transportes" utilizada por el PEN y por la TIOE. En efecto, en el PEN, ésta función recoge todo el consumo de gasolinas y gasóleos consumidos en el transporte, mientras que en la clasificación seguida en la TIOE, las ramas de los transportes agrupa, tan sólo, los realizados por cuenta ajena. En consecuencia, la comparabilidad es posible si al total de gasolinas y gasóleos consumidos por esta rama se añade lo consumido, por el resto de las ramas, que realizan en régimen de cuenta propia, más la parte del consumo privado correspondiente.

Consideremos, sin embargo, que nuestras estimaciones tienen, en cualquier caso, más garantías estadísticas que las proporcionadas en el PEN, aunque las diferencias deben considerarse no excesivamente importantes.

Las razones de esta apreciación se basan en la importancia del marco donde se han realizado las estimaciones:

- Estimación realizada en el contexto de la tabla input-output de la energía.

- Actualización de coeficientes técnicos, especialmente, en aquellas energías cuya estructura han evolucionado de manera más importante desde 1985 (Gas Natural y Energía Eléctrica).

A partir de esta metodología general se abre todo un conjunto de explotaciones energéticas que pueden permitir la realización de análisis de tipo económico-energético sobre planificación energética, dependencia energética, modificaciones en la estructura del consumo de energía tendentes a la sustitución de energías clásicas por otras menos contaminantes, etc.

Por último, conviene destacar que este método permite una actualización permanente de las estimaciones, en la medida que las fuentes de información vayan mejorando y contrastando la hipótesis y en que la disponibilidad de los datos actualizados vayan retroalimentando el proceso de estimación.

CUADRO 1: EMISIONES DE CO₂, POR 17 RAMAS DE ACTIVIDAD
Unidad: Tm CO₂

	1.985	1.989	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.998
RAMAS R. 17									
01 Agric. y pesca	8.075.854	8.712.225	8.728.011	8.759.126	8.824.055	8.928.303	9.043.087	9.144.936	9.210.115
02 Prod. energéticos	80.455.780	88.963.684	91.902.353	93.187.365	95.632.589	99.072.955	102.745.641	106.556.413	110.274.478
03 Min. y met. Fe y no Fe	14.068.890	14.183.480	14.262.958	13.994.276	14.107.996	14.508.209	15.033.996	15.463.129	15.974.385
04 Min. no met. pr. deriv.	9.409.357	10.854.515	11.180.127	11.211.125	11.344.030	11.694.531	12.030.479	12.362.670	12.693.818
05 Productos químicos	9.470.624	9.639.458	9.777.636	9.683.363	9.757.020	9.904.863	10.073.711	10.260.783	10.449.006
06 Prod. met., maquin.	1.817.376	1.957.921	2.014.475	2.002.234	2.031.418	2.110.804	2.193.173	2.271.924	2.355.216
07 Material de transp.	519.774	597.560	624.493	610.864	638.036	684.211	732.411	784.526	837.345
08 Alim., beb. y tabac.	4.698.613	4.904.566	4.992.196	4.976.863	5.040.436	5.119.558	5.198.900	5.272.233	5.329.394
09 Textil, vest., y calz.	1.682.731	1.638.197	1.659.512	1.670.220	1.685.479	1.714.156	1.753.687	1.800.796	1.844.369
10 Papel, imprección	1.921.239	2.058.061	2.098.460	2.094.037	2.110.693	2.158.662	2.206.579	2.252.999	2.304.675
11 Prod. industr. divers.	853.458	941.091	961.832	959.846	972.134	1.003.524	1.034.658	1.065.441	1.096.851
12 Construcción	1.968.984	2.892.728	3.030.926	3.074.170	3.140.934	3.264.500	3.382.986	3.493.146	3.599.064
13 Rec. y rep., comer., hosped.	9.555.651	11.395.754	11.835.785	12.209.897	12.608.958	13.044.250	13.457.344	13.990.695	14.464.730
14 Transport. y comunic.	23.603.790	26.682.012	27.638.585	28.579.792	30.105.310	32.017.491	34.080.596	36.183.912	38.499.868
15 Crédito y seguros	294.211	328.133	337.093	339.972	347.835	360.126	372.546	385.674	399.439
16 Otros serv. no venta	4.369.624	5.142.507	5.303.722	5.397.749	5.538.063	5.731.621	5.933.185	6.145.381	6.356.208
17 Servicios no venta	4.010.483	5.092.494	5.310.617	5.513.269	5.701.582	5.797.967	5.921.965	6.048.674	6.176.762
TOTAL DEMANDA INTERMEDIA	176.789.639	195.974.367	201.600.181	204.263.998	209.598.590	217.083.551	225.234.925	233.489.531	241.865.784
CONSUMO PRIVADO	33.902.284	42.604.772	45.629.429	48.153.329	50.122.084	52.704.406	55.680.686	58.139.976	62.739.585
TOTAL	210.691.923	238.579.139	247.229.610	252.417.327	259.708.664	269.787.957	280.915.611	292.629.507	304.605.369

DETERMINACION DE SECTORES IMPORTANTES EN LA ECONOMIA ESPAÑOLA (1980 Y 1985).

LOPEZ, Ana M^a
INSTITUTO L.R.KLEIN, UAM
PULIDO, Antonio
INSTITUTO L.R.KLEIN, UAM

El análisis input-output estudia la interdependencia de las unidades producidas y consumidas en una economía moderna mostrando las interrelaciones entre diferentes sectores que compran bienes y servicios de otros sectores y producen bienes y servicios que son vendidos a otros sectores. En este sentido podemos apreciar la valiosa información que nos proporcionan las tablas input-output en la medida en que podrían calificarse como la fotografía de la economía nacional en un momento determinado del tiempo.

La matriz de coeficientes técnicos (y su inversa) contiene información relevante sobre la importancia relativa de los diferentes sectores en las transacciones interindustriales. Evidentemente, un a_{ij} nulo (o muy pequeño) mostrará la ausencia de (o reducida) influencia que el sector j ejerce sobre el sector i . En este sentido, los coeficientes input-output juegan un papel importante en la modelización input-output. El presente análisis tiene como objetivo prioritario determinar los coeficientes claves de la economía española en los años 1980 y 1985. La definición de coeficientes importantes está en línea con la teoría del análisis del error en modelos lineales. Para determinar los coeficientes importantes y la conexión con transacciones intermedias, se calculan los efectos que tienen en la producción sectorial sobre la base de hipotéticos errores en coeficientes individuales. Estas variaciones inconsistentes del error dentro del conocido modelo abierto y estático de Leontief permite distinguir entre coeficientes importantes y no importantes y la clasificación de éstos por grupos de significación. Adicionalmente, columnas y filas importantes de la matriz de transacciones intermedias pueden especificarse a partir del cálculo de los coeficientes importantes.

1.- ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE COEFICIENTES.

El **análisis de sensibilidad estructural** de un modelo trata precisamente de dar una respuesta sistemática a la pregunta de cuál es la importancia relativa de cada uno de los elementos (variables o coeficientes) que lo componen.

Si en el modelo $y = B \cdot x$ producimos un cambio bien en B o bien en x tendremos

[1]

$$y - y^* = Bx - B^*x^* = \underbrace{B(x - x^*)}_{\text{multiplicadores}} + \underbrace{(B - B^*)x^*}_{\text{sensibilidad coeficientes}}$$

El primer sumando de la última igualdad conduce al cálculo de multiplicadores (efectos del tipo $\Delta x \rightarrow \Delta y$) y el segundo al análisis de sensibilidad de coeficientes (efectos del tipo $\Delta b \rightarrow \Delta y$).

En el campo del análisis de sensibilidad de coeficientes, comenzaremos por cuantificar la **elasticidad** de los resultados sobre la endógena correspondiente, de una alteración en un coeficiente cualquiera. Para ello, adaptaremos a los modelos de participación los resultados generales propuestos por Kuh, Neese y Hollinger (1985) para modelos econométricos de cualquier tipo.

Si partimos de la ecuación i-ésima del modelo general

$$y_i = b_{i1}x_1 + b_{i2}x_2 + \dots + b_{in}x_n$$

esta puede expresarse en incrementos (de variables y parámetros) como:

$$\Delta y_i = (b_{i1}\Delta x_1 + b_{i2}\Delta x_2 + \dots + b_{in}\Delta x_n) + (\Delta b_{i1}x_1 + \Delta b_{i2}x_2 + \dots + \Delta b_{in}x_n)$$

o bien en términos de tasas (% Δ),

$$\% \Delta y_i = \left(\frac{b_{i1}x_1}{y_i} \% \Delta x_1 + \dots + \frac{b_{in}x_n}{y_i} \% \Delta x_n \right) + \left(\frac{b_{i1}x_1}{y_i} \% \Delta b_{i1} + \dots + \frac{b_{in}x_n}{y_i} \% \Delta b_{in} \right)$$

Es decir, la elasticidad de la endógena respecto a un cambio en el coeficiente de un 1% es aproximadamente:

$$\eta(y_i, b_{ij}) = \frac{\% \Delta y_i}{\% \Delta b_{ij}} = \frac{b_{ij}x_j}{y_i} = d_{ij}$$

siendo d_{ij} la cuota de participación en horizontal. Naturalmente, se cumple que:

$$\sum_j \eta(y_i, b_{ij}) = 1$$

es decir, un incremento del 1% en todos los coeficientes que afectan a una endógena en un modelo de reparto simple, produce un efecto total del 1%. Asimismo,

$$\eta(y_i, b_{ij}) = \eta(y_i, x_i)$$

lo que significa que un incremento de un 1% en el coeficiente tiene el mismo efecto que un incremento similar en la variable explicativa, al ser los dos factores de un producto.

Los anteriores resultados son trasladables al modelo input-output que, en su versión simplificada, daría una ecuación i -ésima en que la producción del sector (x_i) depende de la demanda final de todos los sectores (y_j) y los coeficientes correspondientes de la matriz inversa de Leontief (b_{ij})

$$x_i = b_{i1} y_1 + b_{i2} y_2 + \dots + b_{in} y_n$$

con lo que la elasticidad podría escribirse ahora como:

$$\eta(x_i, b_{ij}) = \frac{b_{ij} y_j}{x_i}$$

Sin embargo la elasticidad que nos interesa es respecto a los coeficientes originales a_{ij} y no a los de la matriz inversa

$$\eta(x_i, a_{ij}) = \eta(x_i, b_{ij}) \cdot \eta(b_{ij}, a_{ij})$$

El cálculo de los efectos de una variación en los coeficientes a_{ij} de la matriz original sobre los coeficientes b_{ij} de la matriz inversa, tiene la complejidad propia de las múltiples interrelaciones entre coeficientes que supone el proceso de inversión de una matriz.

Una de las aproximaciones propuestas, es la de Sherman y Morrison (1950), quienes demostraron matemáticamente que, dada una matriz $A = \{a_{ij}\}$ de orden $n \times n$ y una matriz perturbada $A+E = \{a_{ij} + e_{ij}\}$, los elementos característicos de la nueva matriz inversa $B(E) = [I-A-E]^{-1} = \{b_{ij}(E)\}$, para el caso de un cambio en un sólo coeficiente a_{rs} de un $\delta\%$, pueden calcularse mediante la fórmula:

$$b_{ij}(E) = b_{ij} + \frac{b_{ir} b_{sj} \delta a_{rs}}{1 - b_{rs} \delta a_{rs}}$$

$$\text{con } \delta = \frac{a_{rs} + e_{rs}}{a_{rs}}$$

En otros términos, la elasticidad entre coeficientes, vendrá dada por

$$\eta(b_{ij}, a_{ij}) = \frac{b_{ir} b_{sj} \delta a_{rs}}{1 - b_{rs} \delta a_{rs}} \cdot \frac{1}{b_{ij}}$$

y la elasticidad entre producción sectorial y coeficientes técnicos,
[2]

$$\eta(x_i, a_{ij}) = \frac{b_{ir} b_{sj} \delta a_{rs}}{1 - b_{rs} \delta a_{rs}} \cdot \frac{y_j}{x_i}$$

Un estudio sistemático de estas elasticidades permite localizar los **coeficientes claves o parámetros más importantes** ("Most Important Parameters", MIP) en la terminología propuesta inicialmente por Sebal (1974), es decir "aquéllos cuya incertidumbre es responsable de una incertidumbre significativa en cualquier elemento de la solución".

A estos efectos, puede calcularse una medida (w_{ij}) del grado de importancia de cada parámetro que, para cambios muy pequeños, puede aproximarse por

$$w_{ij} = 100 b_{ii} d_{ij}$$

es decir, el producto del elemento correspondiente de la diagonal principal de la matriz inversa por el coeficiente de distribución, $d_{ij} = x_j/x_i$.

Sin embargo, una fórmula más correcta para medir la importancia de un coeficiente, hace depender ésta del porcentaje máximo de error absoluto (p) que provocará sobre la producción de cualquier sector, x_j . Con p expresado en tantos por ciento:

[3]

$$w_{ij}(p) = a_{ij} (b_{ji}/100 p + \max_k b_{ki} x_j/x_k) = a_{ij} (b_{ji}/100 p + b_{ii} x_j/x_i)$$

Cuanto mayor sea w_{ij} , más importante será el coeficiente técnico correspondiente y puede demostrarse que podrá llegarse hasta una variación porcentual, r_{ij} , igual a $p/w_{ij}(p)$ (es decir, tanto más reducida cuanto más importante sea el coeficiente) sin que los errores en las producciones sectoriales superen el $p\%$.

Por ejemplo, para el caso especial de $p = 1\%$, los coeficientes podrán alterarse en cada caso hasta:

[4]

$$r_{ij} = \frac{p}{w_{ij}(p)} = \frac{1}{a_{ij} (0,01 b_{ji} + b_{ii} x_j/x_i)}$$

Puede comprobarse que los r_{ij} en este caso son las inversas de las elasticidades

$$r_{ij} = 1/\eta(x_i, a_{ij}) = \eta(a_{ij}, x_i)$$

ya que r_{ij} es el porcentaje de aumento en un coeficiente para un 1% de cambio en la producción.

La expresión [4] es la que se utiliza en este análisis para la obtención de coeficientes importantes y no importantes.

2.- CRITERIOS DE AGREGACION.

La cuestión de agregación cuando se trabaja con tablas I/O depende del grado de detalle que se quiera obtener. El tamaño óptimo de desagregación en I/O no tiene una única respuesta. Aunque no se puede establecer a priori las consecuencias de una agregación sobre la variación de los coeficientes, por norma general es preferible utilizar las tablas lo más detalladas posibles para evitar errores de agregación. Una tabla I/O con mayor agregación de coeficientes estará sujeta a cambios subyacentes en mezcla de mercados y productos (*product mix*), pero por otro lado la correlación negativa entre la mayoría de los coeficientes en una columna tenderá a reducir la variación en tablas de coeficientes agregados.

La agregación tiene como resultado coeficientes más estables pero conlleva naturalmente, una limitada pérdida de información. Sin que sea posible dar una norma de carácter general (ya que depende de los datos concretos de cada aplicación), como orientación inicial puede pensarse que, en una tabla de unos 50 sectores, resultarán ser coeficientes importantes (variaciones menores del 100%) alrededor de una tercera parte de los coeficientes no nulos. Además, es previsible que exista una mayor concentración de coeficientes en los límites más reducidos (p. ej. un tercio, a su vez, de los coeficientes importantes puede tener un límite de variación del 10%).

En este análisis, se ha optado por trabajar a un nivel de desagregación sectorial de 56 ramas de tal forma que puedan observarse claramente aquellos sectores en los que se debería profundizar cualquier análisis de tipo estructural. Si bien trabajar a un nivel de desagregación como el considerado representa mayores dificultades de análisis, sobretodo en el manejo y cálculo numérico, después aporta una información muy valiosa al poder analizar con un grado de detalle significativo qué sectores representan un papel de "importantes" en el tejido económico de España en los años de estudio considerados.

Generalmente, tablas I/O desagregadas muestran un alto número de celdas positivas en la matriz de transacciones intermedias. Por tanto, resulta necesario concentrarse en celdas específicas y coeficientes seleccionados durante el proceso de recopilación. Pero debe tenerse en cuenta que la significación de celdas individuales en la tabla I/O depende del propósito del análisis al que se refiera. Esto es relevante para seleccionar el criterio que deberá utilizarse en la clasificación de celdas o coeficientes tanto importantes como no importantes. De aquí se deduce la utilidad fundamental del análisis de coeficientes pues en vez de centrar nuestra atención sobre el total de coeficientes que conforman el nivel de desagregación considerado - téngase en cuenta que al trabajar con 56 ramas, tenemos un total de 3136 coeficientes bajo estudio - se puede ir directamente, previo cálculo de los coeficientes importantes, al análisis de aquellos cuya variación por encima del límite establecido provoca mayores perturbaciones en el sistema.

3. IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION SECTORIAL.

Para poder evaluar la importancia de los coeficientes deben calcularse los efectos sobre la producción sectorial bajo la hipótesis de errores ficticios en coeficientes individuales. La medida de significación de coeficientes sigue la teoría del análisis del error dentro de los modelos lineales. Los coeficientes input, tanto como sus correspondientes columnas y filas de la matriz de transacciones intermedias, pueden clasificarse de acuerdo a su influencia en el total de la producción sectorial.

Asumiendo un error mínimo en la tabla I/O, la inconsistencia de simulaciones de error debe ser llevada a cabo por coeficientes que han variado ficticiamente.

Según los criterios expuestos y aplicando la ecuación [4] pueden obtenerse coeficientes r_{ij} de acuerdo a la siguiente clasificación:

$R_{ij} \leq 10$	Coeficientes muy importantes
$R_{ij} \leq 100$	Coeficientes importantes
$R_{ij} \geq 1000$	Coeficientes insignificantes
$R_{ij} \geq 100$	Coeficientes no importantes

Aquellos coeficientes técnicos más importantes tendrán un límite muy reducido de variación. Entonces podríamos seleccionar una proporción dada de estos coeficientes (p. ej. el 10% de los coeficientes no nulos más importantes) y ver hasta qué alteración es permisible en cualquiera de ellos sin que ningún sector supere el 1% de error en la producción. Lo más habitual es calificar de importantes todos aquellos coeficientes que pueden sufrir una variación hasta del 100%, es decir, que podrían llegar incluso, aisladamente uno a uno, a duplicarse sin que ninguna producción sectorial mostrara un error por encima del 1% prefijado.

Coeficientes importantes y consumos intermedios.

Cada coeficiente técnico (a_{ij}) puede caracterizarse por el grado de importancia $r_{ij}(p)$ 0 con $p > 0$ que refleja la influencia de los coeficientes sobre la producción total sectorial.

La importancia de un coeficiente r_{ij} dentro de una fila es aproximadamente proporcional al correspondiente coeficiente técnico o el consumo intermedio absoluto. Esto refleja la significación del sector j como industria compradora para un sector i como ofertante.

Las consideraciones presentadas conducen a una distinción de celdas importantes y no importantes. Un input intermedio o el valor de un consumo intermedio distinto de cero, o el correspondiente coeficiente técnico, será definido como importante si el porcentaje de error en esa celda es menor que el 100%, es decir, el grado de sensibilidad de $R_{ij}(p)$ es menor que el 100%; esto conduce a un cambio prefijado de $p\%$ en, al menos, la producción total de un sector. En este caso, la demanda final constante tendrá menor error también. El resto de celdas de consumos intermedios o coeficientes técnicos caracterizada por un aceptable intervalo de error o un alto grado de sensibilidad $R_{ij}(p) > 100\%$ se clasifican como no importantes.

El límite de error p puede especificarse de acuerdo con la agregación de la tablas I/O. Diversos análisis empíricos confirman que es aconsejable utilizar un porcentaje p que permita que todas las celdas importantes incluyan el 90% del total de consumos intermedios (transacciones interindustriales).

En los cuadros siguientes se puede observar la distribución de consumos intermedios y coeficientes R_{ij} para los años 80 y 85, donde efectivamente se aprecia cómo el mayor volumen de C.I. corresponde a los coeficientes clasificados como importantes ($R_{ij} > 100$), siendo los porcentajes de 89.2 (1980) y 85.72 (1985) bastante elevados.

1980

Importancia coeficientes	Volumen C.I.	% C.I. sobre el total de C.I.
$R_{ij} < 10$	7994	56.73
$R_{ij} > 100$	12570	89.21
$R_{ij} > 1000$	147	1.05
$R_{ij} > 100$	1521	10.79
$R_{ij} > 0$	14092	100.00

1985

Importancia coeficientes	Volumen C.I.	% C.I. sobre el total de C.I.
$R_{ij} < 10$	13910	56.33
$R_{ij} > 100$	22356	85.72
$R_{ij} > 1000$	433	1.66
$R_{ij} > 100$	3725	14.28
$R_{ij} > 0$	26081	100.00

4. RESULTADOS.

Sobre la base de la tabla I/O de la economía española (80 y 85) distinguiendo 56 sectores o ramas, se han calculado las sensibilidades R_{ij} . Los resultados se han analizado en diferente forma y detalle: en los cuadros 1 y 2 se presenta la clasificación de coeficientes importantes y su correspondencia con el tamaño de los coeficientes técnicos a_{ij} , para los años 1980 y 1985 respectivamente. Por otro lado, una misma clasificación pero atendiendo al porcentaje de variación de los coeficientes a_{ij} se muestra en los cuadros 3 y 4.

Los grados de sensibilidad R_{ij} permiten una clasificación de coeficientes input según su influencia en la producción sectorial. El orden resultante parece ser principalmente independiente del prefijado límite de error p . La utilización de $p=1\%$ garantiza que en la tabla I/O con 56 sectores

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

los coeficientes importantes constituyan acerca del 30% de todas las celdas positivas (coeficientes positivos). Ello también incluye al menos el 90% del total de consumos intermedios.

Los coeficientes importantes se clasifican según su importancia en cuatro grupos de significación, donde cada grupo refleja un intervalo de sensibilidad diferente. Esto puede observarse en los cuadros 1 y 2 donde se muestran las cuantías de los coeficientes importantes, no importantes y todos los coeficientes positivos y su correspondencia con el tamaño de los coeficientes a_{ij} .

Un cierto error menor que el 100% en cada uno de los coeficientes induce un porcentaje máximo de error de $p=1\%$ en la producción sectorial. Los cuadros muestran, por ejemplo, que en la tabla I/O de 1980, 83 coeficientes se incluyen en el primer grupo de significación $0 < R_{ij}(1\%) 10$, suponiendo alrededor del 5% del total de coeficientes no nulos. Resultados similares se obtienen en el año 85 donde el porcentaje es de 6,4%.

CUADRO 1

COEFICIENTES DE LA TABLA INPUT-OUTPUT DE 1980 POR IMPORTANCIA Y TAMAÑO.							
	Intervalo de error	<10-4	10-4 a 10-3	10-3 a 10-2	10-2 a 10-1	10-1 a 1	Total
Coef. más importan	0 - 10	1	2	8	33	39	83
Coef. importantes	0 - 100	2	30	146	222	49	449
Coef. más insignif	> 1000	159	268	200	30	1	658
Coef. no important.	> 100	180	431	603	172	5	1391
Coef. no nulos	> 0	181	461	749	394	54	1839

CUADRO 2

COEFICIENTES DE LA TABLA INPUT-OUTPUT DE 1985 POR IMPORTANCIA Y TAMAÑO.							
	Intervalo de error	<10-4	10-4 a 10-3	10-3 a 10-2	10-2 a 10-1	10-1 a 1	Total
Coef. más importan	0 - 10	0	0	9	41	36	86
Coef. importantes	0 - 100	0	16	147	233	49	445
Coef. más insignif.	> 1000	0	21	103	25	0	149
Coef. no important.	> 100	0	133	556	199	2	890
Coef. no nulos	> 0	0	149	703	432	51	1335

Puede observarse que 658 de los 1391 (el 35.8%) coeficientes de la tabla 1980 son los más insignificantes con sensibilidades superiores al 1000%. Los resultados comparables con la tabla 85 muestran 149 de los 890 (el 11.2%) coeficientes no importantes que son los más insignificantes. Todos los coeficientes importantes con R_{ij} por encima de 100% varían generalmente en el intervalo $10^{-4} - 10^{-2}$ en ambas tablas. La mayor parte de los coeficientes R_{ij} se concentran en el intervalo $10^{-3} - 10^{-2}$ pero reflejan grandes diferencias en la distribución de los coeficientes de acuerdo al tamaño de las clases de sensibilidad. En el caso de los coeficientes $R_{ij} < 100$ la mayor concentración se produce en el intervalo $10^{-2} - 10^{-1}$. El resto de coeficientes calificados como no importantes se distribuyen de desigual forma en ambas tablas. En el año 80, la distribución de coeficientes $R_{ij} > 1000$ se sitúa mayoritariamente en el intervalo $10^{-4} - 10^{-3}$ mientras que en el año 1985 se sitúan en el intervalo $10^{-3} - 10^{-2}$. En el caso de coeficientes no importantes, la distribución de éstos es similar en ambas tablas (intervalo $10^{-3} - 10^{-2}$).

Las tablas muestran que 39 y 36 coeficientes respectivamente representan el tamaño de clase 10^{-1} donde un error de menos del 10% podría inducir a un porcentaje máximo de error del 1% en las producciones sectoriales.

Dentro de este primer grupo hay coeficientes que son extremadamente importantes con grados de sensibilidad inferior al 1%. Estos coeficientes que coinciden en ambas tablas (80 y 85), corresponden al cruce de sectores y representan transacciones intersectoriales y flujos entre ellos de elevada dependencia :

Sectores con $R_{ij} < 1\%$
Lignito - Energía eléctrica
Petróleo - Productos petrolíferos refinados
Gas manufacturado - Minerales no férreos
Combustibles nucleares - Energía eléctrica
Hierro y prod. siderúrgicos - Hierro y prod. sider.

Un análisis de estas tablas produce una gran conformidad en los resultados. La comparación entre ambas tablas (80 y 85) muestra una distribución compatible en la participación de los coeficientes de acuerdo a los grupos de significación y a los % de inputs intermedios.

Las tablas 3 y 4 muestran una desagregación de los coeficientes importantes y no importantes, según el tamaño de la variación de los coeficientes a_{ij} . A este respecto, simplemente señalar que la distribución de las diferentes categorías de sensibilidad mostradas para los coeficientes R_{ij} sigue un comportamiento similar en los dos periodos de estudio analizados. En general, los coeficientes R_{ij} más importantes corresponden a coeficientes técnicos a_{ij} que han sufrido una variación pequeña (0-20%) entre los dos años considerados.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

CUADRO 3

COEFICIENTES DE LA TABLA I/O DE 1980 POR IMPORTANCIA Y TAMAÑO VARIACION.								
	Intervalo de error	0	20	40	60	80	>	Total
		-	-	-	-	-	-	
		20	40	60	80	100	100	
Coef. más importan.	0 - 10	38	24	9	3	0	9	83
Coef. importantes	0 - 100	185	109	61	31	14	49	449
Coef. más insignif.	> 1000	482	32	34	24	21	65	658
Coef. no important.	> 100	781	179	141	91	60	139	1391
Coef. no nulos	> 0	965	288	202	122	74	188	1839

CUADRO 4

COEFICIENTES DE LA TABLA I/O DE 1985 POR IMPORTANCIA Y TAMAÑO VARIACION.								
	Intervalo de error	0	20	40	60	80	>	Total
		-	-	-	-	-	-	
		20	40	60	80	100	100	
Coef. más importan.	0 - 10	37	26	9	6	0	8	86
Coef. importantes	0 - 100	169	104	63	35	15	59	445
Coef. más insignif.	> 1000	52	24	25	18	13	17	149
Coef. no important.	> 100	292	184	139	87	59	129	890
Coef. no nulos	> 0	461	288	202	122	74	188	1335

Pero los coeficientes importantes se concentran además en determinadas ramas de actividad. Una columna (o fila) podría considerarse importante si incluye muchos coeficientes importantes, aunque cabría también ampliar a este nivel el criterio aplicado a los coeficientes individuales. En este sentido, la importancia de una columna se mediría por la variación máxima a que podrían someterse sus coeficientes (p. ej. suma de variaciones absolutas) sin que afecte en más del 0% de la producción sectorial.

Los resultados encontrados en base a una medida de este tipo, sitúan como sectores más importantes en términos de sensibilidad máxima ($R_{ij} < 10$).

SECTORES más IMPORTANTES EN TIO-80 ($R_{ij} < 10$).

Sectores por filas	Nº de coeficientes importantes
Gas natural	8
Hierro y prod.siderúrgicos	4
Minerales no férreos	5

Sectores por columnas	Nº de coeficientes importantes
Agricultura	4
Energía Eléctrica	5
Minerales no férreos	5
Vehículos automóviles y motores	5
Edificación y obras de ing. civil	8
Comercio	4
Restaurantes y alojamientos	5

SECTORES más IMPORTANTES EN TIO-85 ($R_{ij} < 10$).

Sectores por filas	Nº de coeficientes importantes
Gas natural	8
Gas manufacturado	4
Hierro y prod. siderúrgicos	5
Minerales no férreos	5

Sectores por columnas	Nº de coeficientes importantes
Agricultura	5
Energía Eléctrica	5
Hierro y prod. siderúrgicos	5
Vehículos automóviles y motores	7
Edificación y obras de ing. civil	8
Comercio	3
Restaurantes y alojamientos	6
Servicios Admón Pública	5

A este respecto, los sectores importantes por columnas representan el condicionamiento de esos sectores al input procedente de otros sectores ofertantes.

La determinación de estos sectores importantes representa un factor clave en el análisis posterior que se quiera efectuar sobre coeficientes input-output. Es en estos sectores donde debe prestarse la máxima atención en cuanto a posibles variaciones que se introdujesen en el modelo planteado.

BIBLIOGRAFIA :

KUH, E., NEESE, J.W. y HOLLINGER, P. (1985), *Structural ensivity in Econometric Models*, Wiley & Sons, New York.

PULIDO, A. y FONTELA, E. (1991), Análisis estructural con modelos input-ouput. Documento 91/10. Instituto L.R.Klein. Facultad de CC. Económ. y Empresar., UAM.

SHERMAN, J. y MORRISON, W. (1950), Adjustment of a inverse matrix corresponding to a change in one element of a given matrix, *Annals of Mathematical Statistics*, vol.21, págs 124-127.

SEBAL, A.V. (1974), An Analysis of the sensivity of large scale input-ouput models to parametric uncertainties, *Center for Advanced Computation*, Document n° 122, University of Illinois at Urbana-Champaign.

EL MULTIPLICADOR ESTRUCTURAL CORRESPONDIENTE A LA TABLA INPUT-OUTPUT ESPAÑOLA DE 1986

AUTORES:

- María Angeles CADARSO VECINA
PROFESORA AYUDANTE DE ANALISIS ECONOMICO

- Carmen CORCOLES FUENTES
PROFESORA AYUDANTE DE ANALISIS ECONOMICO

- Oscar DE JUAN ASENJO
CATEDRATICO DE ANALISIS ECONOMICO

DIRECCION:

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Castilla - La Mancha
Campus Universitario s/n 02071 ALBACETE. Tel (967) 228650

1. INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo es el cálculo del *multiplicador estructural* para la economía española, a partir de la última tabla input-ouput publicada (la correspondiente al año 1986). El concepto de *multiplicador estructural* y la metodología utilizada para su calculo lo hemos explicado con más detalle en otros trabajos¹.

La idea básica que se trata de enfatizar es que el multiplicador está enraizado en la estructura productiva de una economía, la cual ha de ajustarse a la demanda sectorial. A su vez, esta última depende no sólo de las preferencias de los consumidores y propensiones al consumo, sino también de la distribución de la renta y la tecnología. El énfasis dado a los aspectos distributivos vinculan nuestro multiplicador estructural con la familia de multiplicadores inspirados en Kalecki².

¹ / Véase, en particular, los capítulos 6 y 7 del trabajo (inédito) de Oscar DE JUAN: "Demand-constrained accumulation: structural multiplier and prospective accelerator", New School for Social Research, 1989. Un resumen parcial de estos capítulos se ha presentado a las V Jornadas de ASEPELT bajo el título: "el multiplicador estructural".

² / KALECKI, M. (1971): *Selected essays on the dynamics of the capitalist economy*, Cambridge University Press, New York. (Véase, en particular, los capítulos 1 y 3 escritos en 1933 y 1935). Un multiplicador matricial de inspiración kaleckiana lo elaboraron MIYAZAWA & MASEGI: (1963): "Interindustry analysis and the structure of income distribution", *Metroeconomica*, v. 15, n. 2-3, pp. 89-103.

En cuanto a la metodología utilizada, la novedad principal posiblemente resida en haber operado en términos de sectores verticalmente integrados³. Ello nos permitirá obtener el multiplicador de una forma nítida y totalmente desagregada. A través del mismo podremos analizar los efectos de arrastre que la expansión de un sector origina sobre todos los que están vinculados al mismo directa o indirectamente. Los multiplicadores input-output tradicionales nos daban la cuantía total del crecimiento de la renta. El multiplicador estructural nos permite especificar la forma en que este incremento de la renta se distribuye entre los diferentes sectores de la economía.

La segunda novedad metodológica es que hemos introducido el consumo de capital fijo en la *matriz sociotécnica*, de la que se deriva la matriz multiplicadora. Esto es algo que faltaba en los multiplicadores input-output tradicionales y que originaba la infravaloración de los resultados. El problema concreto en que se incurría, era la omisión del consumo inducido de todos los trabajadores empleados directa o indirectamente en la producción de los bienes para la reposición del capital utilizado en el conjunto del sistema.

El presente trabajo se encuentra todavía en estado de elaboración, y requerirá sin duda de múltiples refinamientos, a medida que se vayan encontrando fuentes de información más fidedignas (por ejemplo, la matriz de stocks de capital que el INE ha prometido publicar en breve). Tampoco hacemos aquí ninguna aplicación concreta, pero el lector no tendrá dificultades de imaginar el extenso abanico de posibilidades que quedan abiertas. A las múltiples aplicaciones de los tradicionales multiplicadores desagregados, hemos de añadir alguna adicional que resulta posible por el hecho de haber incluido explícitamente las variables distributivas y tecnológicas.

2. AGREGACION SECTORIAL A PARTIR DE LA TABLA INPUT-OUTPUT

El primer paso a realizar consistirá en la agregación de los 57 sectores especificados en la tabla input-output de 1986 en un número más manejable, pero todavía con suficiente capacidad explicativa a nivel sectorial. Al final hemos optado por mantener 14 sectores. En esta decisión ha pesado la información que podíamos obtener desde otros frentes (p.e. los 17 sectores de la NACE-CLIO) y también razones de conveniencia personal pensando en las futuras aplicaciones de los resultados (esta sería, por ejemplo, la justificación de la no agregación de los dos sectores relativos a las administraciones públicas).

Los catorce sectores seleccionados son:

- 01 PRODUCTOS DE LA AGRICULTURA, SILVICULTURA Y PESCA
- 02 PRODUCTOS ENERGÉTICOS, OTROS MINERALES Y PRODUCTOS QUIMICOS
- 03 PRODUCTOS METALICOS; MAQUINAS; MATERIAL Y ACCESORIOS ELECTR.
- 04 MATERIAL DE TRANSPORTE
- 05 PRODUCTOS ALIMENTICIOS, BEBIDAS Y TABACO
- 06 PRODUCTOS TEXTILES, CUERO Y CALZADOS, VESTIDO
- 07 PRODUCTOS DE INDUSTRIAS DIVERSAS

³/ La expresión fue introducida por L. Pasinetti (1973): "The Notion of Vertical Integration in Economic Analysis", *Metroeconomica*, XXV, pp. 1-29.

- 08 CONSTRUCCION Y OBRAS DE INGENIERIA CIVIL
 09 RECUPERACION Y REPARACION. SERVICIOS DE COMERCIO Y HOSTELERIA 10
 SERVICIOS DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES
 11 OTROS SERVICIOS DESTINADOS A LA VENTA
 12 SERVICIOS DE ADMINISTRACION GENERAL
 13 SERVICIOS DE ENSEÑANZA, INVESTIGACION Y SANIDAD (NO VENTA)
 14 SERVICIO DOMESTICO Y OTROS SERVICIOS (NO VENTA)

3. CALCULO DE LA MATRIZ SOCIOTECNICA

La matriz multiplicadora aspira a darnos información de los efectos de arrastre de un sector sobre todos los que le suministran *-directa o indirectamente-* "recursos". El primer paso a realizar, consiste, pues, en configurar la matriz sociotécnica (A^*) donde figuran todos los "requerimientos" *directos* de la producción de cada bien. Las palabras "recursos" y "requerimientos" han sido entrecomilladas para indicar que deben interpretarse en el sentido más amplio de la expresión. En ellas se contienen, por supuesto, los inputs intermedios que configuran la *matriz de coeficientes técnicos* (A^a). A caballo entre la naturaleza técnica y la económica, se encuentra el consumo de capital fijo, que forman el sustrato de la *matriz de coeficientes de consumo de capital fijo* (A^b). Por último, debe considerarse el papel del consumo final. En la medida en que parte de las rentas generadas tras la expansión de un sector se gastan sistemáticamente en la adquisición de bienes de consumo, podemos considerar esta expresión de la demanda como un requerimiento sociocultural y formular la *matriz de coeficientes de consumo final inducido* (A^c). La suma de estas tres matrices nos dará la *matriz sociotécnica* (A^*). Una vez contemos con esta información, el cómputo de la matriz multiplicadora es inmediato, basta con invertir la matriz $[I-A^*]$.

3.1. Matriz de coeficientes técnicos

A partir de la matriz de consumos intermedios de la TIO, previamente agregada en 14 sectores, se obtiene la matriz de coeficientes técnicos dividiendo cada elemento por la producción efectiva de cada sector.

$$a_{ij} = X_{ij}/X_j \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

siendo:

a_{ij} = coeficiente técnico

X_{ij} = consumo intermedio de inputs del sector i por el sector j

X_j = producción total (*efectiva*) del sector j

3.2. Matriz de coeficientes de consumo de capital fijo.

Se trata, en primer lugar, de calcular el consumo de capital fijo para cada uno de los 14 sectores que consideramos en nuestro estudio. A partir de las cuentas nacionales (en concreto, de la Cuenta de Explotación para la Economía Nacional) obtenemos el porcentaje que representa el

consumo de capital fijo en el excedente bruto de explotación de la economía española, que resulta ser del 25,86%. A falta de mejor información, aplicamos este porcentaje al excedente bruto de explotación de cada sector y obtenemos así la cuantía que se dedica a la reposición del capital.

Una vez obtenido el valor del CKF de cada sector debemos distribuir ese volumen total asignando la cantidad correspondiente de CKF según el tipo de bien de capital de que se trate. Por este motivo tenemos que diferenciar los sectores productores de bienes de capital de los que no lo son. Sobre el telón de fondo de las 7 ramas productoras de bienes de inversión a las que se refiere la NACE-CLIO nosotros hemos distinguido tres:

- Productos metálicos, máquinas, material y accesorios eléctricos (Sector 03)
- Material de transporte (Sector 04)
- Construcción y obras de ingeniería civil (Sector 08)

EL criterio utilizado para la imputación del CKF a los tres sectores productores ha sido el más simple de todos: reparto en tres partes iguales. Esta nos pareció ser la decisión más simple y sensata hasta que se publique la matriz de stocks de capital fijo que está confeccionando el INE.

Como resultado de todas estas operaciones y tras dividir cada valor de CKF por el correspondiente valor de la producción total efectiva del sector, obtenemos finalmente la matriz de coeficientes de consumo de capital fijo.

3.3. Matriz de coeficientes de consumo final inducido

Se trata, sin duda, de la parte más compleja y laboriosa. Para no perdernos en la exposición procederemos por partes.

a) Clasificación de los ingresos.

Nuestro propósito consiste en diferenciar cuatro grupos de renta:

- W_1 : rentas salariales de los trabajadores ordinarios.
- W_2 : rentas salariales de los profesionales, directivos y altos cuadros.
- W_3 : rentas de la propiedad distribuidas.
- W_4 : rentas de la propiedad no distribuidas (coincide con los beneficios retenidos por las empresas o ahorro empresarial).

La delimitación entre los grupos 3 y 4 no plantea excesivos problemas, pues la propia contabilidad nacional nos da las rentas netas de la propiedad (excedente neto de explotación) y el ahorro empresarial. El porcentaje del ENE que representan las rentas distribuidas y no distribuidas (un porcentaje que se ha mantenido relativamente estable en los últimos años) resulta ser del 85,975374% y 14,024626% respectivamente. Aplicando estos mismos porcentajes a cada sector tenemos la distribución del ENE sectorial entre las rentas W_3 y W_4 .

La separación entre los grupos W_1 y W_2 es más problemática y nos ha obligado a considerar información complementaria suministrada por la encuesta de presupuestos familiares (en adelante, EPF), en particular lo que hace referencia a los ingresos familiares según categorías socioeconómicas del sustentador principal. En los salarios de tipo 1 hemos englobado a los obreros

agrarios, resto de personal, obreros especializados y suboficiales, obreros sin especializar y resto de personal. Los directivos, cuadros superiores medios y oficiales de las fuerzas armadas se han englobado en los salarios de tipo 2. (la relación entre ambos tipos de rentas salariales, resulta ser 5,3 a 1). Las rentas de los empresarios agrarios con o sin asalariados y los empresarios no agrarios sin asalariados, se han considerado rentas de la propiedad (incluidas por tanto en W_3).

b) Obtención de las rentas disponibles

El consumo inducido se define como el tanto por ciento de la renta *disponible* que es gastado sistemáticamente en bienes de consumo. Nos corresponde ahora determinar la renta disponible de los cuatro grupos considerados.

Para pasar de la renta global a la disponible habremos de sustraer, en primer lugar, los impuestos sobre la renta y el patrimonio que suman 2.654.960 millones de pts. Como una primera aproximación hemos distribuido el monto total de impuestos entre las rentas W_1 , W_2 y W_3 en la proporción: 50, 30 y 20 (Las rentas del tipo W_4 , ya estaban netas de impuestos).

En segundo lugar habremos de añadir los intereses de la deuda pública por un volumen de 1.278.471 que, lógicamente, corresponden a rentas del tipo W_3 .

Por último la abultada partida de prestaciones sociales (4.519.975) se supone recibida por un grupo especial (W'_0) que se identificaría fundamentalmente con los pensionistas. No se les imputa impuestos pues la mayoría de los perceptores se encuentran por debajo del mínimo exento.

El cuadro de renta disponibles queda así:

$$\begin{aligned} w'_1 &= 9405301,41 - 1327480 = 8077821,41 \\ w'_2 &= 1768340,59 - 796488 = 971852,59 \\ w'_3 &= 9508216,02 - 530992 + 1278471 = 10255695,02 \\ w'_4 &= 1551015,98 \\ w'_0 &= 4511975 \end{aligned}$$

Esta es la distribución del impuesto y de los intereses por grupos de rentas; su distribución sectorial se ha hecho manteniendo constante la relación impuesto/tipo de renta global o la relación intereses/tipo de renta 3 para todos los sectores. La distribución sectorial de las transferencias se ha realizado por partes iguales para cada uno de los sectores.

c) Hipótesis sobre las propensiones al consumo de los diferentes grupos de renta.

Hemos denominado c_1 a la propensión al consumo del grupo de rentas tipo 1, c_2 es la propensión al consumo del grupo de rentas tipo 2, c_3 : propensión al consumo de las rentas de la propiedad distribuidas, c_4 : propensión al consumo de las rentas de la propiedad no distribuidas y c_0 es la propensión al consumo de las transferencias.

El valor calculado para c_1 es aproximadamente la unidad, ya que con la EPF y los datos que ésta ofrece en su clasificación tanto de los gastos como de los ingresos de las economías domésticas por categorías socioeconómicas del sustentador principal llegamos a una proporción

de gasto de 67,21% y de ingreso de 66,22% para el grupo de renta 1. La misma propensión al consumo se asigna a las transferencias ($c_0=1$).

Por la propia definición de beneficios no distribuidos, su propensión marginal al consumo (c_4) es 0.

Por falta de información que nos permitiera calcular c_2 y c_3 , y obtener valores distintos para cada uno de ellas, hemos supuesto que ambas son iguales, hipótesis que no está muy alejada de la realidad si tenemos en cuenta que la mayoría de los perceptores de renta tipo 3 coinciden con los que reciben los salarios tipo 2. Su valor concreto lo hemos obtenido tras recordar que la propensión agregada al consumo (consumo nacional / renta disponible) es una media de las propensiones de los diferentes grupos, ponderadas por el peso relativo de sus rentas.

$$c = c_1 W'_1 + c_2 W'_2 + c_3 W'_3 + c_4 W'_4 + c_0 W'_0 \quad (*)$$

Tras calcular c ($=$ Consumo nacional / renta disponible $= 0,806$) la única variable que nos falta por conocer es $c_2 = c_3$. Su valor resulta ser 0,699572659

d) Consumo inducido de los diferentes grupos de rentas

El consumo inducido de los perceptores de rentas del tipo 0 y 1 coincide con la cuantía de la renta disponible. Por el contrario, las rentas del tipo 2 y 3 habrán de multiplicarse por 0,6999 para obtener el porcentaje gastado en bienes de consumo.

e) Delimitación de los sectores productores de bienes de consumo.

Basándonos en la clasificación del gasto en bienes y servicios por grupos de gasto de la EPF hemos delimitado 11 sectores productores de bienes de consumo.: 01, 02, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 14.

f) Porcentajes de gasto en consumo correspondientes a cada uno de los sectores anteriores

Con la clasificación mencionada anteriormente del gasto en bienes y servicios por grupo de gasto de la EPF, y asimilando los distintos grupos de gasto que en ella aparecen con los 11 sectores productores de bienes de consumo, hemos deducido el porcentaje del gasto total dirigido a cada uno de los sectores.

e) Matriz de coeficientes de consumo final inducido.

Una vez conocidas las propensiones al consumo de cada de cada sector, podemos obtenemos la matriz de consumos inducidos. Sus casillas nos indican la proporción de la renta generada en cada sector que se destina sistemáticamente al consumo de algún tipo de bien determinado. Dividiendo estas cifras por la producción efectiva de cada sector obtenemos la matriz de coeficientes de consumo final inducido.

3.4. Matriz sociotécnica y matriz multiplicadora.

Ya estamos en condiciones de obtener la matriz sociotécnica. Basta con sumar la matriz de coeficientes técnicos (A^a), la matriz de coeficientes de consumo de capital fijo (A^b) y la matriz de coeficientes de consumo final inducido (A^c).

$$A^* = A^a + A^b + A^c$$

El paso de la matriz sociotécnica a la matriz multiplicadora consiste simplemente en la operación $[I - A^*]^{-1}$. Las columnas de esta matriz indican el efecto de arrastre sobre todos los sectores de la economía que sigue a la expansión unitaria del sector columna. Si hubiéramos diferenciado y separado tajantemente los sectores productores de bienes intermedios, bienes de capital para la reposición y bienes para el consumo final, podríamos distinguir nítidamente entre el multiplicador de la renta neta (suma vertical de los coeficientes correspondientes a los sectores de consumo), el multiplicador de la renta bruta y el multiplicador de la renta total. Pero como no hemos hecho -y es difícil hacer- esta separación, los resultados aparecen un tanto confusos. La suma de cada columna nos dará el multiplicador de la renta total, pero no podemos separar el de la renta neta, y evadir el problema de la doble contabilización. La solución para este problema consiste en trabajar con sectores verticalmente integrados.

4. CALCULO DE LA MATRIZ SOCIOTECNICA DESDE LA PERSPECTIVA DE SECTORES VERTICALMENTE INTEGRADOS

Definiremos la *matriz técnica ampliada* como la matriz que recoge todos los inputs técnicos, tanto si se trata de bienes intermedios, como si son bienes para la reposición del capital fijo consumido. Esta matriz A^* será, por tanto el resultado de adicionar las matrices A^a y A^b que ya nos son conocidas. Al realizar la operación $[I - A^*]^{-1}$ obtenemos otra matriz cuyas columnas nos indican los requerimientos de los sectores verticalmente integrados correspondientes a los diversos bienes finales. Y al premultiplicar esta matriz inversa por la matriz de coeficientes de consumo final inducida, obtenemos los requerimientos de bienes de consumo en los diferentes sectores verticalmente integrados.

$$\underline{A}^* = A^c [I - A^*]^{-1}$$

Esta matriz no es otra cosa que la matriz sociotécnica expresada en forma de sectores verticalmente integrados. Su elemento representativo c_{ij} nos indicaría la cantidad del bien i que se consume por las rentas generadas en el conjunto del sector verticalmente integrado j , cuando la producción del bien j aumenta en una unidad monetaria. En él se incluiría, por tanto, el consumo de los trabajadores directamente empleados en la producción de una unidad adicional de j , más los empleados en la producción de los bienes destinados a la reposición del capital fijo consumido en todo el sistema, más los empleados en la producción de los bienes intermedios consumidos en el conjunto del sistema.

5. LA MATRIZ MULTIPLICADORA

Lo único que faltaría para que la matriz A^* representara al multiplicador es que incluyera también el consumo que emana, directa o indirectamente, de las nuevas rentas generadas en todos los sectores verticalmente integrados tras la expansión del sector columna. Esto es, precisamente lo que se consigue con la operación $[I-A^*]^{-1}$.

Estamos ya ante el multiplicador estructural. La suma de los coeficientes de cada columna nos da el multiplicador de la renta neta resultante tras la producción de una unidad monetaria adicional en el sector columna. Esto ya se conseguía en los multiplicadores input-output tradicionales, si bien en ellos era necesario realizar unos cálculos adicionales para separar lo que era propiamente incremento del valor añadido del consumo intermedio.

Otra ventaja del multiplicador estructural es que este efecto de arrastre lo concreta en los diferentes sectores. Veámoslo con un ejemplo. Tras la prestación de nuevos servicios generales de las administraciones públicas (sector 12) por valor de 1 millón de pesetas, la renta nacional aumentará, "ceteris paribus", 5,54 millones. En esta cifra se incluye el millón de pesetas con que se valoran los nuevos servicios públicos (de ahí que las cifras en la diagonal principal sean siempre iguales o mayores a 1). De los 4,54 millones restantes 0,18 se habrán generado en el sector 1; 0,83 en el sector 5 (productos alimenticios); 1,59 en el sector 8 (construcción y obras de ingeniería civil), etc. Si el mismo millón hubiera sido gastado por las administraciones públicas en servicios educativos (sector 13) el multiplicador global sería algo más bajo (4,45) y la contribución de cada sector al incremento de la renta hubiera también cambiado.

CUADRO 13 : $(I-A^*)^{-1}$

SECT.	01	02	03	04	05	06	07	08
01	1.1438311819	0.14264940341	0.13685972716	0.14002220366	0.12496509155	0.13495178463	0.18594895705	0.10539018551
02	0.09051224944	1.08636583967	0.07805924928	0.08492140603	0.07570047317	0.0817823785	0.10309303449	0.0635012001
03	0	0	1	0	0	0	0	0
04	0.13518779633	0.12899488071	0.11658823735	1.12683752635	0.11306511426	0.122148954	0.15397710756	0.09484453201
05	0.69494099615	0.66310591196	0.59932899614	0.65201602281	1.58121831886	0.62791422347	0.79152864936	0.48755424027
06	0.354795612	0.385424966	0.30598170748	0.33288064218	0.29673549317	1.32057566024	0.40410754433	0.2489162784
07	0.31447124698	0.3006530672	0.2712053103	0.29504705679	0.26300989766	0.2841405481	1.35817858863	0.22062553932
08	1.2851313491	1.14451924693	0.93442307438	0.9838928723	0.87700285512	0.93599690131	1.40154102853	1.81732583337
09	0.45404645764	0.4324853959	0.39157701575	0.42610754679	0.37974371409	0.4102529162	0.51715198258	0.31854877813
10	0.07259362678	0.06926803176	0.06260598862	0.06810955769	0.06071402968	0.06559193964	0.08266831025	0.05097995471
11	0.16883959613	0.16110503683	0.14561004961	0.15841063692	0.14121000743	0.1525550819	0.19230605005	0.1184538289
12	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.01769630693	0.01688568062	0.01526159417	0.01660326126	0.01480044131	0.01598944474	0.02015589608	0.01241534039
TOTAL	4.73804641939	4.48475037481	4.05750095024	4.28485883278	3.92816543631	4.15189920815	5.21067194115	3.53850571112

SECT.	09	10	11	12	13	14	15	16
01	0.13936219259	0.19131271544	0.26246113424	0.18187231358	0.14956678151	0.30960614888	0.18765076289	0.18765076289
02	0.08435897238	0.11590175903	0.09969456024	0.10866894674	0.0905428503	0	0	0
03	0	0	0	0	0	0	0	0
04	0.12599733374	0.17310930971	0.14890181819	0.16230627732	0.13523343879	0.28027248924	0.31854877813	0.31854877813
05	0.64769701855	0.88987873045	0.76543897337	0.83434547451	0.69517601482	1.44075786083	0.73556522889	0.73556522889
06	0.33067562011	0.45431924618	0.39078765486	0.42596729509	0.35491556696	0.73556522889	0.73556522889	0.73556522889
07	0.29309262781	0.40268345494	0.34637263244	0.37755374572	0.31457749698	0.65196445858	0.65196445858	0.65196445858
08	1.1552735991	1.7129891867	1.37670985425	1.59366472792	1.00028682884	2.03853967435	2.03853967435	2.03853967435
09	1.42317844857	0.58141062986	0.50010791678	0.54512635927	0.45419603893	0.94132627598	0.94132627598	0.94132627598
10	0.06765841873	1.24611164447	0.07995771649	0.08715575541	0.07261910927	0.15050157043	0.15050157043	0.15050157043
11	0.15736138146	0.21620064336	1.18596746162	0.20270860381	0.1648956222	0.35003970267	0.35003970267	0.35003970267
12	0	0	0	1	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.01649332686	0.07266038223	0.01949147568	0.02124619299	0.01770223175	1.03668808828	1.03668808828	1.03668808828
TOTAL	4.4411489399	6.00657770238	5.17589119814	5.54061568864	4.45381198025	8.1229086893	8.1229086893	8.1229086893

CONTRASTE DE UN MODELO DE PREDICCIÓN INPUT-OUTPUT

Aránzazu MUR PEREZ

Instituto L.R. Klein. Profesor asociado UAM

Antonio PULIDO SAN ROMAN

Instituto L.R. Klein. Catedrático UAM

En la pasada reunión de ASEPELT se expuso la forma en que se elaboraba la demanda final sectorial a partir de las matrices puente. Esto no era más que una pequeña parte del trabajo que se está llevando a cabo, ya que actualmente ya se dispone de la producción efectiva a través de un modelo input-output.

Lo que se presenta, es un contraste de validez para el año 1987, del procedimiento utilizado. El modelo se ha construido con la información histórica de tablas input-output (1980, 1985 y 1986), de Contabilidad Nacional (la última presentada con datos provisionales de 1990) y la información de predicción del modelo Wharton-UAM para 1991-1992.

Esto sería en rasgos generales lo que se ha utilizado para construir el modelo completo con predicciones 1991-1992. En la presente comunicación se exponen los resultados que se obtienen para 1987 y su comparación con los valores reales de la tabla.

En definitiva, se elaboran las tablas input-output para todos los años, requisito fundamental para la obtención de la producción efectiva, en base a la siguiente ecuación:

$$W = [I - A_d]^{-1} F_d^*$$

siendo W = el vector de producción efectiva

A_d = Matriz de coeficientes interiores en la cual cada elemento estará formado por el consumo intersectorial interior dividido entre la producción efectiva.

F_d^* = Matriz de demanda final interior, neta de importaciones y transferencias.

I = Matriz identidad.

Nuestro objetivo es, en este caso, la elaboración de estas matrices para poder obtener la producción efectiva. Se utilizan matrices interiores para realizar un tratamiento diferencial entre consumos importados e interiores.

DEMANDA FINAL

La demanda final sectorial se obtiene a través de las matrices puente, matrices cuya característica fundamental es que permite transformar la clasificación funcional de CNE, de cualquiera de los componentes, en la clasificación por ramas¹.

¹ Las ramas son las siguientes: A Agricultura, silvicultura y pesca E Energía Q Productos manufacturados intermedios K Productos manufacturados de equipo B Obras públicas y construcción Z Transportes y comunicaciones L Otros servicios destinados a la venta G Servicios no destinados a la venta

Diferenciando los cuatro componentes que integran la demanda final; consumo privado, consumo público, formación bruta de capital y exportaciones, son necesarias tres matrices puente, ya que el consumo público se destina directamente al sector público.

Las matrices puente tienen una estructura de nueve sectores (los nueve del Hermes, en los que se agregan los 54 de las TIO) y un número variable de funciones según la clasificación de la CNE. Estas matrices han sido elaboradas para los años 80, 85 y 86, a partir de un trabajo minucioso que permitiera cuadrar la información de CNE y la de tablas.

Para la obtención de la demanda final de 1987 se utiliza la última matriz disponible, la matriz de 1986.

Antes de establecer las diferencias entre real y estimado, analizaremos lo que supone la utilización de una matriz puente:

- **Constancia en el reparto de los bienes entre sectores.** Se trataría de un cambio del tipo de bien demandado dentro de una misma categoría, el cual iría a otro sector. Puede ser un ejemplo el cambio en el tipo de bienes alimenticios consumidos. Actualmente existe una clara tendencia a consumir menos productos agrícolas naturales, pertenecientes al sector agrícola, y más productos transformados del tipo de los congelados que se incluyen en el sector de bienes de consumo.

En un plazo corto no parece que esta estructura puede cambiar fácilmente.

- **El cambio de precios no varía la matriz puente,** la estructura de reparto será la misma ya que la variación del precio de un bien repercutirá en el mismo porcentaje a todos los sectores. En la obtención de la demanda por sectores está recogido el incremento desigual de los precios de los bienes.

- **La matriz puente no exige constancia en la estructura de gasto entre bienes.** En la estimación por sectores, a través de la matriz puente, se recoge el mayor o menor gasto en un bien, en el sentido que este quedará reflejado en la asignación a los sectores.

En términos de consumo privado interior puede apreciarse que la predicción no tiene diferencias significativas.

Estructura de reparto del consumo privado total

	TIO87	ESTIMADO	TIO 86
A	2,60	2,56	2,67
E	5,30	5,24	5,36
Q	2,29	2,29	2,34
K	6,13	5,99	5,14
C	22,17	22,15	22,80
B	0,29	0,31	0,32
Z	4,34	4,35	4,37
L	55,20	55,51	55,36
G	1,66	1,60	1,64
TOTAL	24.435.018	24.435.018	21.887.721

Porcentajes y millones de pesetas

Para analizar de forma más detallada los problemas en la estimación de los sectores debemos acudir a la matriz puente. Si tal y como se ha dicho no es problema de precios y en principio no tiene porque existir diferencias en la asignación de los productos a los sectores ¿Por qué existen discrepancias?

Si se observa el cuadro de la página siguiente podremos encontrar la respuesta. El cuadro presenta la asignación, con todo detalle, de las funciones de consumo privado de Contabilidad Nacional en los distintos sectores. Sumando las filas de la matriz tenemos los totales de las funciones y por columnas los totales de los sectores, cuyo resultado será el estimado en función de la matriz puente de 1986. Se puede observar, en el cuadro, las diferencias con los valores reales de la TIO87. Las mayores diferencias se producen en el sector B, G y K por orden de importancia.

	A	E	Q	K	C	B	Z	L	G
TIO87	635922	1296173	558970	1498026	5418460	71251	1060688	13488806	406722
ESTIMADO	626666	1280756	559583	1463245	5411188	74880	1063381	13563650	391668
DIFER	-9256	-15417	613	-34781	-7272	3629	2693	74844	-15054
% ERROR	-0.01	-0.01	0.00	-0.02	0.00	0.05	0.00	0.01	-0.04
Alimentos, beb. y tabaco	626666	0	0	0	3484704	0	187400	1466578	0
Vestido y calzado	0	0	0	0	1285003	0	70394	817234	0
Alquileres, calef. y alumbr.	0	644150	32521	0	0	74880	0	2440296	0
Muebles y acces. para hogar	0	0	0	436744	266389	0	34970	713124	168910
Servicios médicos y sanitarios	0	0	324129	69132	25235	0	14659	392082	0
Automóviles	0	0	0	957369	0	0	25889	161010	0
Transportes y comunicaciones	0	636607	0	0	0	0	639336	1193414	0
Esparcimiento, enseñanza, etc..	0	0	202933	0	192926	0	24420	962795	222758
Otros bienes y servicios	0	0	0	0	156931	0	66312	5417117	0

Tanto en el sector de construcción como de servicios no a la venta, aunque las diferencias son cercanas al 5%, estas no son cifras de importancia en relación al total de consumo. El sector G, además, presenta un gran crecimiento entre 1986 y 1987 (cerca de un 13,5%) del cual se recoge la mitad en la predicción.

Respecto a la formación bruta de capital las diferencias entre una y otra estructura son grandes para algunos sectores, obteniéndose estas como consecuencia de la inclusión de la variación de existencias.

Estructura de reparto del total de la Formación Bruta de Capital

	TIO87	ESTIMADO	TIO86
A	0,28	0,50	0,60
E	0,32	0,00	-0,20
Q	0,59	0,48	0,45
K	34,60	34,70	32,68
C	4,32	4,59	4,52
B	50,25	50,08	52,08
Z	0,59	0,64	0,61
L	9,05	9,02	9,28
G	0,00	0,00	0,00
TOTAL	7.775.708	7.775.708	6.458.777

Porcentajes y millones de pesetas

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Los mismos porcentajes hallados para la formación bruta de capital fijo dan unos resultados mucho mejores, sin apenas diferencias significativas entre valor real y estimado. Sólo dos sectores presentan mayores errores, el sector energético que se sobrevalora en la estimación y el sector construcción que lo infravalora, aproximadamente en la misma cantidad.

Estructura de reparto de la formación bruta de capital fijo

	TIO87	ESTIMADO	TIO86
A	0,32	0,32	0,45
E	0,11	0,28	0,29
Q	0,22	0,22	0,23
K	34,35	34,32	32,21
C	3,07	3,08	3,25
B	51,97	51,79	53,42
Z	0,61	0,66	0,62
L	9,36	9,33	9,52
G	0,00	0,00	0,00
TOTAL	7.518.125	7.518.125	6.296.770

porcentajes y millones de pesetas

Respecto al sector energético la inversión que le corresponde es la destinada a la prospecciones petrolíferas, cuyo porcentaje en 1987 disminuye frente al asignado en el año precedente, cantidad que no resulta estable en el tiempo.

En el cuadro que aparece a continuación, se presenta la asignación de la inversión en función de la matriz puente de 1986. El porcentaje de error cometido en el sector de la construcción no es significativo debido al gran volumen de inversión que se realiza en dicho sector.

El resto de los sectores no presentan mayores problemas, ya que el sector Z tiene un volumen bajo de inversión, por lo que un error del 9% no es significativo en el total. Es importante señalar que la estimación para los dos sectores más importantes, L y B, no tengan prácticamente error, lo cual valida, hasta el momento, el procedimiento de predicción.

	A	E	Q	K	C	B	Z	L	G
FBCF TIO87	23930	7968	16340	2582433	230541	3907302	45817	703794	0
ESTIMADO FBCF	24059	20792	16503	2580156	231746	3893816	49717	701336	0
DIFERENCIAS	129	12824	163	-2277	1205	-13486	3900	-2458	0
% ERROR	0.01	1.61	0.01	0.00	0.01	0.00	0.09	0.00	0.00
VE TIO87	-1928	16851	29260	108211	105189	0	0	0	0
FBC TIO87	22002	24819	45600	2690644	335730	3907302	45817	703794	0
ESTIMADO FBC	38602	-70	37028	2698541	356738	3893816	49717	701336	0
DIFERENCIAS	16600	-24889	-8572	7897	21008	-13486	3900	-2458	0
% ERROR	0.75	-1.00	-0.19	0.00	0.06	0.09	0.00	0.00	0.00

Productos de agrícolas	24059	0	0	0	0	0	221	497	0
Productos metálicos	0	0	0	253164	0	0	5116	12397	0
Maquinar. y tract. agrícolas	0	0	0	77944	0	0	1583	4294	0
Maquinas industriales	0	0	0	661328	0	0	13376	37244	0
Maquinas de oficina	0	0	0	378246	0	0	7616	17095	0
Maquinas y material elettrico	0	0	0	454410	0	0	9171	21694	0
Vehiculos automoviles	0	0	0	559222	0	0	10584	18153	0
Buques	0	0	0	94336	0	0	988	3457	0
Material ferroviario	0	0	0	53887	0	0	564	1974	0
Aeronaves	0	0	0	38955	0	0	409	1498	0
Otros	0	0	0	8664	0	0	91	318	0
Inmuebles residenciales	0	0	0	0	0	1286012	0	351813	0
Construcciones	0	0	0	0	0	2607804	0	187269	0
otros productos	0	20792	16503	0	231746	0	0	43630	0
VARIACION DE EXISTENCIAS	14543	-20862	20525	118385	124992	0	0	0	0

Los sectores más exportadores son, por orden de importancia; los bienes de equipo, los bienes de consumo, bienes intermedios y el sector transportes y comunicaciones. Entre estos sectores las diferencias nunca son mayores de un punto de porcentaje entre ambas estructuras.

Estructura de reparto de las exportaciones

	TIO87	ESTIMADO	TIO86
A	7,22	7,16	6,54
E	5,38	6,26	6,40
Q	16,37	16,10	17,05
K	28,31	28,15	27,58
C	21,91	21,39	21,02
B	0,00	0,00	0,00
Z	12,32	11,65	11,96
L	8,48	9,28	9,36
G	0,00	0,00	0,00
TOTAL	5.144.828	5.144.828	4.731.177

Porcentajes y millones de pesetas

El problema fundamental se presentan en sectores como el energético, los transportes y comunicaciones y los servicios destinados a la venta. El problema de los servicios parece ser por motivos de cambio de estructura, sin embargo el caso de los productos energéticos es diferente. Existe una incompatibilidad entre fuentes estadísticas. Las tablas input-output presentan una disminución en el volumen de exportaciones del sector energético entre 1986 y 1987, sin embargo, las exportaciones de productos energéticos (medida por la variable EXPE procedente de la Dirección General de Indicadores Económicos del M° de Economía) mantiene un crecimiento del 8,7%. Como consecuencia, el sector K al aplicarle la matriz puente de 1986 se sobrevalora en la predicción.

	1986	1987
EXPE	239.743	260.704
Sector E	302.869	276.678

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Puede observarse con detenimiento el reparto de las exportaciones al aplicarle la matriz puente de 1986:

	A	E	Q	K	C	B	Z	L	G
ESTIMADO	368589	321905	828442	1448070	1100540	0	599599	477683	0
tio87	371602	276678	842116	1456592	1127440	0	633892	436508	0
DIFER	-3013	45227	-13674	-8522	-26900	0	-34293	41175	0
% ERROR	-0.01	0.16	-0.02	-0.01	-0.02	0.00	-0.05	0.09	0.00
EXPA	368589	0	0	0	288253	0	0	38336	0
EXPE	0	235588	0	0	0	0	0	31980	0
EXBC	0	0	0	471704	812286	0	0	74912	0
EXMP	0	0	0	210573	0	0	0	13689	0
EXIN	0	86317	828442	167199	0	0	0	44697	0
EXBE	0	0	0	598594	0	0	0	34937	0
SERVICIOS	0	0	0	0	0	0	599599	239132	0

REPARTO DE LA IMPORTACIONES

Hasta aquí quedan comentadas las diferencias en el reparto de los total de la demanda final, pero, remitiéndonos a la ecuación (1), vemos que necesitamos diferenciar la distribución de dichos totales en interior e importado.

La Contabilidad Nacional no suministra el reparto del total de importaciones en sus destinos finales, por lo tanto, tras la transformación sectorial mediante la matriz puente correspondiente, hay que establecer una nueva matriz de reparto de las importaciones sectoriales en importaciones de consumos intermedios, consumo privado, formación bruta de capital y exportaciones.

Esta matriz de reparto no presenta estabilidad en el tiempo y puede comprobarse en las diferencias que presentan de reparto entre las tablas de 1986 y 1987.

Reparto de la importaciones

	TIO86	TIO87
Demanda final	30,21	37,56
Consumo Privado	14,65	18,61
Formación Bruta de Capital	14,60	18,17
Exportaciones	0,96	0,78
Consumo intermedio	69,79	62,44
TOTAL	100	100

El crecimiento de los consumos intermedios es más estable que el de la demanda final, ya que va muy unido a la producción interior de un país. La demanda importada tiene un movimiento flexible que se ve influenciado al alza en estos años por el crecimiento elevado de la economía (5,54 de crecimiento del PIB en 1987). El crecimiento de la demanda final afecta negativamente a los consumos intermedios importados, los cuales dependen de la producción interior del país.

La solución propuesta a este problema es la aplicación de un factor corrector de la matriz de reparto de 1986, en función de la relación de las importaciones con la producción total de años consecutivos. Es decir, que si la proporción importaciones/producción total es mayor para 1987 que para 1986, en tal caso, deberá corregirse al alza la demanda final importada según dicho coeficiente.

Después de la aplicación de este coeficiente corrector, el reparto de importaciones resulta más coherente con la realidad.

Reparto de la importaciones

	ESTIMADO	TIO87
Demanda final	37,62	37,56
Consumo Privado	18,61	18,61
Formación Bruta de Capital	18,08	18,17
Exportaciones	0,93	0,78
Consumo intermedio	62,39	62,44
TOTAL	100	100

La demanda final importada queda sobrevalorada en la estimación y su reparto por sectores es el siguientes:

Reparto de la demanda final importada

	ESTIMADO	TIO87	TIO86
A	2,29	3,14	3,92
E	0,24	1,98	0,39
Q	2,42	3,10	3,59
K	66,82	67,02	66,47
C	24,65	21,00	20,96
B	0,00	0,00	0,00
Z	0,57	0,63	0,76
L	3,00	3,14	3,90
G	0,00	0,00	0,00
	2.789.094	2.739.192	1.759.284

porcentajes y millones de pesetas

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Los errores que se producen en la asignación por sectores son mayores que en el caso de la demanda final total. El proceso para su obtención ha sido más complicado, con un mayor número de pasos. Los sectores que se ven más afectados son el alimenticio, energético, bienes intermedios y consumo, los cuales varían en un punto de porcentaje.

Una vez obtenida la demanda final importada, la matriz F_d , de la ecuación (1) es fácil de obtener mediante diferencia entre la demanda final y la demanda importada.

PRODUCCIÓN EFECTIVA

La producción efectiva vendrá determinada por la demanda interior neta de transferencias y la matriz de coeficientes interiores según la ecuación (1).

El modelo está basado en coeficientes fijos, de forma que la predicción se realiza con los coeficientes de la tabla 1986:

Aplicando la ecuación (2) obtenemos la predicción de la producción efectiva, que se presenta a continuación:

	REAL	ESTIMADO	DIFERENCIAS	%
A	3.873.714	3.903.159	-29.445	-0,01
E	3.613.810	3.820.459	-206.649	-0,06
Q	4.734.268	5.036.678	-302.410	-0,06
K	5.958.357	5.672.453	285.904	0,05
C	9.761.356	9.672.089	89.267	0,01
B	4.597.325	4.599.265	-1.940	0,00
Z	3.281.428	3.275.899	5.529	0,00
L	20.712.674	20.725.326	-12.652	0,00
G	6.175.260	6.160.206	15.054	0,00
	62.708.192	62.865.535		

millones de pesetas

El cuadro presenta la producción efectiva estimada, la real de la TIO87 para cada sector, las diferencias entre ellas y el porcentaje que esta diferencia supone sobre el total.

Resulta una buena predicción para los sectores de servicios en general y los de alimentación y bienes de consumo. Considerando como buenas, aquellas predicciones que tienen una desviación del 1% o incluso menor. Sin embargo los sectores básicamente industriales, como son el energético de bienes intermedios o de equipo son más difíciles de predecir, y nos encontramos con un 5% de error.

Un error en la estimación de la demanda final sería admisible en el sector E, en el cual se tenían mayores problemas de estimación, pero no en los otros sectores. La explicación posible a estas discrepancias es un cambio en las matrices de coeficientes A_d seguramente motivado por cambio en los precios ya que se trabaja en precios corrientes.

Por último decir que esta comunicación es un pequeño resumen de algunas conclusiones obtenidas, hasta el momento en el trabajo de tesina que realiza actualmente.

BIBLIOGRAFIA

- FONTELA**, Emilio y Antonio **PULIDO** (1986, junio) Input - Output analysis and forecasting, New approaches. Documento 86/5. Centro Lawrance R. Klein. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. U.A.M.
- _____ (1986, junio) Input - Output, technical change and the long waves. Documento 86/6. Centro Lawrance R. Klein. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. U.A.M.
- _____ (1991, abril) Análisis de las repercusiones sectoriales de variaciones en demanda y precios. Documento 91/6. Centro Lawrance R. Klein. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. U.A.M.
- _____ (1991, septiembre) Análisis estructural con modelos input-output. Documento 91/10. Centro Lawrance R. Klein. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. U.A.M.
- INE** (1990), *Contabilidad Nacional de España. Base: 1985. Cuentas Nacionales y Tablas Input-Output*.
- _____ (1986), *Tabla Input - Output de España. Año 1980. Agregación según modelo de la CEE (R44)*.
- _____ (1991), *Contabilidad Nacional de España. Base 1985. Serie Contable 1985-1989 y tabla Input-Output 1986*.
- _____ (1992), *Contabilidad Nacional de España. Base 1985. Serie Contable 1985-1990 y Tabla Input-Output 1987*.
- LEONTIEF**, Wassily (1986), *Input - Output Economics*. Oxford Univesity Press. New York.
- MUR**, Aránzazu y A. Pulido (junio 1991), *Estudio sectorial de los principales componentes de la economía. Predicción 1990-1992*. Comunicación de la V Reunión ASEPELT-ESPAÑA. Gran Canaria 20-21 junio 1991.
- PULIDO**, Antonio (1986, enero). "Crecimiento económico y esfuerzo tecnológico. Un enfoque integrado, modelo econométrico/modelo input-output con coeficientes variables. Documento 86/1. Centro Lawrance R. Klein. Universidad de Ciencias Económicas y Empresariales. U.A.M.

DESINDUSTRIALIZACION DEL EMPLEO Y MERCADO UNICO.(*)

José SERRANO
Milagros DONES
Ana DEL SUR

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

SUMARIO:

1. Planteamiento general.
2. Aspectos metodológicos.
3. Estimación de los efectos de la integración sobre e empleo de la industria española.
 - 3.1. Importancia del comercio de manufacturas con la CEE en la generación de empleo por demanda externa.
 - 3.2. Recomposición de las fuentes de generación de empleo a nivel sectorial.
4. Referencias bibliográficas.

I. PLANTEAMIENTO GENERAL.

Durante los años transcurridos desde la integración en la Comunidad Económica Europea, la economía española ha experimentado un amplio proceso de cambios que, sin duda, va a intensificarse a medida que culminen las etapas previstas para la puesta en marcha del mercado único.

Desde la perspectiva del mercado de trabajo los resultados, en términos de generación de empleo, fueron muy positivos. Al amparo del fuerte crecimiento de la actividad económica, durante el período 1986-90 el empleo registró un incremento medio anual del 3.4 por ciento, tasa muy superior a la correspondiente al resto de los países industrializados y suficiente para absorber parte de la oferta de trabajo hasta reducir la tasa de paro de un 21.1 a 16.3 por ciento de la población activa. Con ello nuestro diferencial de paro respecto a los países centrales de la CEE se redujo en mas de 7 puntos en sólo cinco años.

Sin embargo, esta favorable etapa expansiva de la actividad económica y el empleo ha ido acompañada por el reforzamiento de dos desequilibrios tradicionales de nuestra economía:

- En primer lugar, la rápida liberalización de los intercambios comerciales se ha traducido en un *rápido crecimiento de nuestro déficit comercial* que pasó de representar un 3.4 por ciento del PIB en 1986 pasó a 6.7 por ciento en 1990. Ninguna balanza comercial del mundo ha experimentado un empeoramiento semejante en tan corto período de tiempo.

(*) Esta comunicación recoge algunas de las conclusiones de un proyecto de investigación más amplio llevado a cabo por los mismos autores bajo el título *Efectos sobre e empleo de la integración de España en la Comunidad Económica Europea*, financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia.

Dos son los factores que suelen citarse como determinantes de este fuerte desequilibrio comercial. Por una parte, el aumento generalizado de la penetración de importaciones comunitarias de productos manufacturados como consecuencia del dismantelamiento de la antigua estructura proteccionista y el fuerte crecimiento de la demanda interna de los últimos años. Por otra parte, el relativo estancamiento de nuestras exportaciones debido a la pérdida de competitividad de nuestros productos exportables, en particular, frente a nuestros principales competidores comunitarios.

Pero los efectos de la integración no se han limitado a un crecimiento desequilibrado de importaciones y exportaciones. Los cambios también se dejaron sentir de forma sustancial sobre la *naturaleza de los productos intercambiados* en un sentido muy poco acorde con lo que se supone son nuestras ventajas comparativas, es decir, menor disponibilidad relativa de tecnología y capital frente a una mayor dotación de trabajo relativamente barato. En sólo cuatro años la proporción de exportaciones de manufacturas intensivas en mano de obra se ha reducido de un 18 por ciento a un 15 por ciento del total, mientras que las de alto contenido tecnológico o con rasgos diferenciados aumentaron de un 15.5 a un 21 por ciento. Por otra parte, aunque la mayor parte de las importaciones de manufacturas siguen siendo intensivas en tecnología y capital, la proporción de las intensivas en trabajo ha aumentado hasta alcanzar algo más del 12 por ciento del total.

- En segundo lugar, la mejora del empleo ha ido acompañada por un rápido proceso de *desindustrialización del empleo* que, iniciado en los peores años del ajuste económico, se prolonga hasta nuestros días al margen de cual haya sido la coyuntura económica general.

La desaceleración en la creación de empleo durante la primera parte de los años ochenta fue acusada por todos los sectores económicos pero recordemos que, del medio millón de puestos de trabajo perdidos durante esos años, casi dos terceras partes correspondieron a actividades vinculadas a la industria manufacturera. A partir de 1986 nuestra economía recupera rápidamente su capacidad para generar empleo, pero esa trayectoria siguió una pauta de desequilibrio sectorial semejante a la del período anterior: con la excepción del sector agrario que sigue registrando pérdidas continuas de empleo por razones estructurales, todos los sectores económicos aumentaron su nivel de empleo, pero mientras que el sector servicios absorbe más de las dos terceras partes de los nuevos empleos la industria manufacturera creció tan lentamente que a la altura de 1990 todavía no había recuperado los niveles de empleo correspondientes a diez años antes.

Ante estas circunstancias cabe preguntarse *¿hasta qué punto la fuerte penetración de importaciones y el cambio en la dotación factorial de nuestro comercio exterior de manufacturas con la CEE han colaborado en el proceso de desindustrialización del empleo de nuestra economía?*

Con la finalidad de buscar una respuesta a esa cuestión, hemos llevado a cabo un trabajo empírico dirigido a cuantificar la importancia del comercio con la CEE en la demanda de empleo de la industria manufacturera española y estimar la importancia de los cambios en la dotación factorial de ese comercio sobre la capacidad de generar empleo de nuestra economía. Los comentarios que se hacen a continuación son resultado de algunas de esas estimaciones.

2. ASPECTOS METODOLOGICOS.

El efecto de los cambios en la cuantía y naturaleza de nuestro comercio con la CEE sobre la demanda de empleo en nuestra industria manufacturera depende del cumplimiento de las siguientes hipótesis:

- En la medida que la fuerte penetración de importaciones procedentes de la CEE estén desplazando producción nacional se estará frenando la capacidad de generar empleo de nuestra industria manufacturera. Ese efecto será tanto mayor cuanto mayor sea la proporción de factor trabajo que tiendan a incorporar.

- Las exportaciones de manufacturas, en cuanto componentes de demanda final, estimulan la producción nacional y el empleo. Pero ese estímulo será tanto menor cuanto mayor sea la tendencia a incorporar tecnología y capital en las manufacturas exportadas.

- En consecuencia, el efecto final de los cambios en el comercio de manufacturas con la CEE sobre el nivel de empleo de nuestra industria no sólo depende del efecto neto de la corriente de exportaciones e importaciones, sino también de los cambios en la naturaleza de los bienes que son objeto de ese comercio.

A partir de esas hipótesis, la metodología dirigida a cuantificar y analizar las consecuencias de los cambios en la cuantía y naturaleza del comercio sobre el empleo en manufacturas, podría responder a las siguientes características generales:

a. Ambito temporal.

El análisis se centra en el período de tiempo comprendido entre los años 1980 y 1990, tomando como punto de referencia intermedio el año 1986 cuando nuestro país se integra en la Comunidad Europea como miembro de pleno derecho. De ese modo se consideran dos subperíodos de observación:

- .antes de la integración > 1980-1985
- .después de la integración > 1986-1990

De acuerdo con el proceso de diversificación de mercados que supone la integración en el mercado único, el análisis se lleva a cabo diferenciando las corrientes comerciales de nuestro país con:

- . Comunidad Europea (CEE).
- . Países no comunitarios (Extra CEE).

b. Sectorización utilizada.

Teniendo en cuenta los objetivos previsto, el trabajo se aborda a dos niveles de desagregación sectorial:

- . Primer nivel: 30 unidades sectoriales básicas (USB).

Obtenidas a partir de la nomenclatura NACE-CLIO R-44) que, además de utilizarse como base sectorial de la Tablas Input-Output, es compatible con la CNAE y posibilita el tratamiento homogéneo de la información económica disponible en la mayor parte de las fuentes estadísticas españolas.

. Segundo nivel: 5 unidades sectoriales con dotación factorial homogénea (USH).

Obtenidas por agregación de unidades sectoriales básicas, de acuerdo con los criterios resultantes de la aplicación de un "test de Cluster" a las 30 unidades sectoriales básicas en términos de dotación relativa de capital, tecnología, trabajo cualificado y trabajo no cualificado.(1)

c. Estimación de los cambios netos en el empleo.

De acuerdo con los coeficientes de empleo y de sustitución de importaciones estimados en base a las Tablas Input-Output (2), para cada año considerado el efecto neto sobre el empleo aparecería como diferencia entre el empleo generado por exportaciones y el desplazado por importaciones.

$$EN_{it} = EX_{it} - ESM_{it}$$

siendo

$$ESM_{it} = (M_{it} \cdot m_i) \hat{e}_i \quad \text{empleo desplazado por importaciones}$$

$$EX_{it} = X_{it} \cdot \hat{e}_i \quad \text{empleo generado por exportaciones}$$

donde

X_{it} = exportaciones del sector i en valores constantes

M_{it} = importaciones del sector i en valores constantes

\hat{e}_i = coeficiente de empleo del sector i

m_i = coeficiente de sustitución importaciones del sector i

De ese modo, para cada uno de los sectores considerados en el momento t, los cambios en el empleo neto ofrecen como alternativa

$$EX_{it} > ESM_{it} ; EN_{it} > 0 \quad \text{creación neta de empleo}$$

$$EX_{it} < ESM_{it} ; EN_{it} < 0 \quad \text{destrucción neta de empleo}$$

3. ESTIMACION DE LOS EFECTOS DE LA INTEGRACION SOBRE EL EMPLEO DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA.

3.1. Importancia del comercio de manufacturas con la CEE en la generación de empleo.

A la vista de nuestras estimaciones (cuadro 1), puede afirmarse que el comportamiento de la demanda externa nunca ha jugado en contra de la generación de empleo en manufacturas. Por

(1) Véase Sur A.; Serrano, J. y Dones M. (1992): "Criterios de calificación factorial para la industria manufacturera española". VI Reunión ASEPELT-España. Universidad de Granada.

(2) Véase Serrano, J. y Sur A. (1991): "Una metodología para estimar los efectos sobre el empleo de la integración de España en la Comunidad Económica Europea". V Reunión ASEPELT-España. Universidad de Las Palmas.

el contrario, la demanda externa ha jugado un importante papel como fuente de generación de empleo de la industria manufacturera, tanto en los peores años del ajuste económico como durante los años posteriores a la integración y fuerte deterioro del saldo de la balanza comercial.

Durante el período previo a la integración, el empleo neto generado por demanda externa se consolida como un decisivo amortiguador de unas tasas de paro que, en otras circunstancias, hubieran alcanzado cotas mucho mas elevadas.

En ese juego amortiguador resultó decisiva la creciente vinculación de nuestro comercio de manufacturas al área de la CEE. El consiguiente trato preferencial dado a nuestras exportaciones y el mantenimiento de barreras proteccionistas frente a sus importaciones, explican la existencia de una tasa de crecimiento del empleo tres veces superior a la del empleo generado por comercio con el resto de los mercados mundiales.

A partir de nuestro ingreso en la CEE se recupera la capacidad de generación de empleo por demanda interna, pero el crecimiento del empleo por comercio con el área comunitaria todavía mantiene un ritmo cinco veces superior al generado por demanda interna.

Esa tendencia resulta compatible con el creciente déficit comercial registrado con la Comunidad durante ese mismo período de tiempo si se tienen en cuenta, al menos, las siguientes circunstancias:

-Aunque el crecimiento de exportaciones se ha desacelerado respecto al período anterior, ese crecimiento -un 13 por ciento en términos reales- no es nada despreciable si se tiene en cuenta que ha generado empleo mas que suficiente para compensar no solo el efecto de la penetración de importaciones sino también la tendencia a exportar bienes cada vez menos intensivos en trabajo. Es decir, que haya disminuido el coeficiente de trabajo por unidad exportada no significa pérdidas de puestos de trabajo siempre que ese proceso haya servido para mantener el crecimiento real de las exportaciones.

-El desmantelamiento de las barreras al comercio con la CEE ha provocado un notable crecimiento de las importaciones en términos reales y, con ellas, se han multiplicado por tres el número de empleos teóricamente desplazado por nuestras compras de manufacturas a la Comunidad. Aún así, la proporción de puestos de trabajo desplazados por importaciones solo representa un 28 por ciento del generado por exportaciones porque, en éste caso, el efecto cantidad queda amortiguado por la naturaleza de esas importaciones: una proporción elevada de esas importaciones corresponden a bienes intensivos en capital y tecnología para los que la oferta nacional es insuficiente ó, simplemente, resultan indispensables como inputs intermedios en el crecimiento de la producción y las exportaciones.

En definitiva, a pesar del fuerte incremento de las importaciones, puede afirmarse que el comercio de manufacturas con la CEE ha sido un factor decisivo para la recuperación del empleo durante los últimos años y, previsiblemente, lo será mas a medida que culmine el proceso de adaptación al mercado único. En el futuro habrá que contar con altas tasas de importaciones si se quieren mantener un elevado ritmo de actividad económica aunque, probablemente, la intensidad y capacidad de esas importaciones para desplazar trabajo será menor a medida que se consolide el proceso de racionalización de nuestra oferta productiva en el contexto del gran mercado comunitario.

3.2. Recomposición de las fuentes de generación de empleo a nivel sectorial.

Que la intensificación de las relaciones comerciales con nuestros socios comunitarios no haya deteriorado la capacidad de generar empleo de la industria manufacturera no significa, sin embargo, que el proceso de racionalización y especialización comercial iniciado con la integración no esté generando efectos sobre la producción y la capacidad de generar empleo de ciertos sectores concretos de nuestra industria manufacturera.

Tras el análisis de treinta sectores manufactureros, cuyos resultados agregados en términos de dotación factorial se recogen en el cuadro 3, puede decirse que la integración está determinando un intenso proceso de recomposición de las fuentes de generación de empleo por demanda externa.

Con carácter general puede decirse que, desde la integración, los sectores que registraron los mayores ritmos de crecimiento del empleo por comercio fueron precisamente aquellos que por su naturaleza tenían menos capacidad teórica para generarlo: los calificados de intensivos en capital e I+D y los intensivos en mano de obra cualificada aumentaron su importancia relativa dentro del total de empleo generado por comercio exterior de manufacturas, a costa de los sectores incluidos en el grupo de sólo intensivos en capital, trabajo y capital y, sobre todo, los intensivos en trabajo no cualificado.

Lo anterior no significa que todos los sectores sigan la pauta general del grupo en el que están incluidos. Conviene, por tanto, hacer algunas matizaciones respecto al comportamiento de algunos sectores incluidos en los grupos anteriores:

-El grupo de sectores *solo intensivos en capital* es, junto con los intensivos en trabajo, donde se registra de menor ritmo de crecimiento del empleo por comercio. Se incluyen aquí una amplia gama de actividades que, concebidas en su momento como la base de crecimiento industrial del país, ahora resultan particularmente afectadas por el desarme arancelario y la ausencia de intervencionismos que exige nuestra integración en la Comunidad.

La ficción competitiva creada en su momento por la Administración en actividades vinculadas a la siderurgia, construcción naval, etc., y el desfase tecnológico de otras como las de papel y cartón, el vidrio ó los productos cerámicos han hecho imposible que el fuerte crecimiento de las importaciones que exige nuestro crecimiento económico de este tipo de bienes fuera amortiguado con un crecimiento sustancial de las exportaciones estimuladoras de la demanda de empleo.

-Paradójicamente el grupo de *sectores intensivos en capital e I+D* registra las mayores ganancias relativas de empleo por comercio. En cualquier caso, ese comportamiento del grupo está muy influido por la inclusión en el mismo de industrias vinculadas a empresas multinacionales como las del automóvil, las de material electrónico ó las de productos alimenticios más elaborados. En todas ellas, el desarme arancelario y la normalización en la producción exigido por la integración no parece haberles afectado como fuentes de generación de empleo porque, aunque el incremento de las importaciones ha sido importante, el alto grado de apertura al mercado exterior alcanzado por estos sectores antes de la integración y su capacidad tecnológica e innovadora han jugado un decisivo papel el crecimiento de sus exportaciones.

-El grupo de *sectores intensivos en trabajo cualificado e I+D*, a pesar de registrar los menores coeficientes de empleo por unidad de producto y tener poca importancia relativa, también

gana peso en el empleo total por comercio de manufacturas. Integran este grupo industrias con alta penetración de capital extranjero como son todas las químicas y las de máquinas de oficina e informática donde, además, predominan las importaciones de carácter intraindustrial que son reexportadas una vez transformadas o simplemente incorporadas a otros productos. Sólo la industria química de base y la de consumo final difieren de estas pautas generales.

-El grupo de *sectores intensivos en trabajo y capital* también se ha visto afectado negativamente desde la integración. Las pérdidas de peso relativo en el empleo por comercio se centran particularmente en industrias como las de productos metálicos, metales no féreos y materias sintéticas, donde el agotamiento de un modelo de competitividad basado en costes de mano de obra relativamente bajos y la asimilación de una tecnología madura les ha dejado en situación muy vulnerable frente a la competencia de otros países comunitarios.

-Los sectores calificados de *intensivos en trabajo*, a pesar de ser los de mayor tradición exportadora y los que ofrecen mayor capacidad potencial para generar empleo, han sido los más afectados por la integración desde la perspectiva de generación de puestos de trabajo por comercio. La fragilidad de una capacidad exportadora basada durante años en el proteccionismo, el escaso nivel de calidad media y, sobre todo, la existencia de mano de obra abundante, barata y fácilmente "sumergible", se ha puesto de manifiesto a medida que el desarme de barreras proteccionistas han hecho accesibles al consumidor español productos comunitarios mas competitivos en términos de calidad y diseño. Esa fragilidad se ha puesto de manifiesto en el estancamiento del empleo por comercio de sectores como los de confección, curtidos y artículos de piel, productos de madera y muebles, y algo menos en los de calzado e industria textil.

En definitiva, cinco años de integración han hecho a nuestra economía mas internacionalizada en sus mercados y fuentes de aprovisionamiento, pero también más vinculada en su capacidad para generar empleo a actividades donde la combinación de tecnología, capital y trabajo cualificado permiten hacer frente a la competencia del exterior y mantener las exportaciones.

Por tanto, la idea de vincular nuestra integración en la CEE con la desindustrialización del empleo sólo es parcialmente válida para las actividades intensivas en trabajo menos cualificado y/o capital. Y es previsible que esta tendencia se acentúe a medida que culmine el proceso de puesta en marcha del mercado único, porque el aumento del stock de capital, la mejora en la productividad y la lógica e inevitable homologación de costes de trabajo, acabarán con la ventaja comparativa de esos productos.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- BALASSA,B. y BAUWENS,L. (1988): "The determinants of intra European trade in manufactured goods", incluido en Jacquemin y Safir,A.: *The European Internal Market*.
- BUIGUES,P.;ILKAVITZ,F. y LEBRUN,F.(1990): "L'impact sectoriel du marché intérieur sur l'industrie: les enjeux pour les Etats membres". *Economie Européenne*. n. esp.
- DOLADO,J.; MALO J. y ZABALZA A. (1986): "Spanish industrial unemployment. Some explanatory factors". *Economica*.
- CHENERY,H. (1960): "Patterns of industrial growth". *American Economic Review*. Septiembre. Págs. 624-654.

DESAY,P. (1968): "Alternative measures of import substitution". *Oxford Economic Papers*. Noviembre. Págs 312-325.

FERNANDEZ,I. y SEBASTIAN,M. (1989): *El sector exterior y la incorporación de España a la CEE: análisis a partir de funciones de exportaciones e importaciones*. Mº de Economía y Hacienda.

JACQUEMIN,A. y SAPIR,A. (1988): "International trade and integration of European Community: An econometric analysis". *European Economic Review*. Pags. 1439-50.

MARTIN,J. y EVANS,J. (1981): "Notes on measuring the employment displacement effects of trade by accounting procedure". *Oxford Economic Papers*. Marzo. Págs. 154-164.

MARTINEZ,C. y SANSO,M. (1991): *El impacto de la integración española en la CEE sobre las importaciones de manufacturas: creación y desviación de comercio 1986-1990*. FIES-CECA. Documento de Trabajo n. 77/91.

MORLEY,S. y SMITH,G. (1970): "On measurement of import substitution". *American Economic Review*. Septiembre. Pág. 728

SEBASTIAN,C. y OTROS (1979): *Crecimiento, generación de empleo y necesidades de capital de la economía española bajo condiciones alternativas*. FIES-CECA.

SERRANO,J. (1989): *Comercio exterior y generación de empleo durante la crisis. El caso de España*. MITSS. Madrid.

SERRANO,J.; SUR,A. y DONES,M. (1992): *Efectos sobre el empleo de la integración de España en el Mercado Unico Europeo*. Dirección General de Investigación Científica y Técnica. Mimeo.

Cuadro 1

IMPORTANCIA RELATIVA DEL EMPLEO GENERADO POR COMERCIO EXTERIOR DE MANUFACTURAS. 1981-1990.				
Empleo generado por:	Miles de empleos (media anual)		Variación media anual (%)	
	1981-85	1986-90	1981-85	1986-90
.Demanda externa neta de manufacturas (1)	279.1	360.2	8.7	4.4
con CEE	134.9	197.7	12.2	10.1
extra CEE	144.2	108.5	4.7	-4.4
.Demanda interna de manufacturas (2)	2321.3	2270.3	-4.8	2.1
.Empleo total (3)	2600.4	2576.5	-3.9	2.2

Fuente: Estimación propia. Notas: (1) Empleo estimado (EN).
 (2) Empleo estimado: (3)-(2)
 (3) Empleo oficial EPA.

Cuadro 2

DETERMINANTES DEL EMPLEO VINCULADO AL COMERCIO EXTERIOR DE MANUFACTURAS. 1981-1990.				
Empleo vinculado al comercio con:	Miles de empleos (media anual)		Variación media anual (%)	
	1981-85	1986-90	1981-85	1986-90
CEE	134.9	197.6	12.2	10.1
+ por exportaciones	160.2	274.9	11.2	14.0
- por importaciones	25.3	77.3	6.5	27.6
Extra CEE	144.2	108.5	4.7	-4.9
+ por exportaciones	168.5	143.0	4.4	-0.6
- por importaciones	24.3	34.5	2.9	16.9

Fuente: Estimación propia.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Cuadro 3

CAMBIO EN LA ESTRUCTURA SECTORIAL DEL EMPLEO VINCULADO AL COMERCIO EXTERIOR DE MANUFACTURAS. 1981-1990.			
Sectores	Peso relativo		Tendencia
	1981-85	1986-90	
1. Intensivos en capital			
CEE	4.4	7.0	+ 2.6
Extra CEE	13.5	8.9	- 4.9
Total mundial	17.9	15.9	- 2.0
2. Intensivos en capital e I+D			
CEE	25.6	36.2	+10.6
Extra CEE	15.7	11.2	- 4.5
Total mundial	41.3	47.4	+ 6.1
3. Trabajo cualificado e I+D			
CEE	1.5	2.7	+ 1.2
Extra CEE	2.9	2.6	- 0.3
Total mundial	4.4	5.3	+ 0.9
4. Intensivos en trabajo y capital			
CEE	4.7	6.1	+ 1.4
Extra CEE	8.5	5.6	- 2.9
Total mundial	13.2	11.7	- 1.5
5. Intensivos en trabajo			
CEE	12.1	12.7	+ 0.6
Extra CEE	11.1	7.0	- 4.1
Total mundial	23.2	19.7	- 3.5
Total	100.0	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia.

EL MULTIPLICADOR ESTRUCTURAL

Oscar DE JUAN ASENJO
(CATEDRÁTICO DE ANÁLISIS ECONÓMICO)
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
UNIVERSIDAD DE CASTILLA - LA MANCHA
Campus Universitario s/n
02071 Albacete
Tels.: (967) 228650, 507949

I. INTRODUCCION Y VISION DE CONJUNTO¹

Desde su descubrimiento en los años treinta, el multiplicador se ha convertido en una de las herramientas más socorridas tanto en la economía teórica como en la aplicada. Por extraño que parezca, todavía quedan muchas incógnitas por resolver. Una de ellas consistiría en desvelar la relación existente entre el *multiplicador agregado*, utilizado en los textos de Macroeconomía, y el *multiplicador desagregado*, asociado al análisis input-output. En su expresión más simple, el primero de ellos aparece como el inverso de la propensión al ahorro: $= 1/s = 1/1-c$ (siendo s el porcentaje de la renta disponible que se destina al ahorro y c el porcentaje destinado al consumo). El segundo aparece en forma matricial $[I]$ y se obtiene a partir de la matriz inversa de Leontief, tras laboriosos ajustes para endogeneizar el consumo final y separar en una última operación las rentas propiamente dichas de los consumos intermedios². ¿Cuál de los dos conceptos es el válido? Si el multiplicador keynesiano es correcto, ¿para qué molestarnos con los complejos cálculos requeridos por los multiplicadores input-output? Pero si sólo estos últimos son correctos, ¿cómo nos atreveremos a seguir engañando a generaciones enteras de estudiantes? La cuestión de fondo no radica exclusivamente en la mayor o menor complejidad de las fórmulas sino en los determinantes que entran en juego. ¿Depende el multiplicador exclusivamente de las propensiones psicológicas al consumo y ahorro, como parece sugerir la teoría keynesiana? ¿Hasta dónde llega el peso de los condicionantes tecnológicas las cuales figuran en el primer plano del análisis input-output? ¿Y qué papel queda para la distribución de la renta, que fue la variable más enfatizada por el otro gran pionero de la teoría del multiplicador, Kalecki (1968, 1971 caps. 1 y 3).

¹ Estas páginas son el resumen de los capítulos 6 y 7 del trabajo de investigación que realicé en 1989, bajo la dirección del profesor Edward Nell, en la New School for Social Research de Nueva York. Este trabajo lleva por título: "Demand-constrained accumulation: structural multiplier and forward accelerator". El lector interesado puede solicitarlo pues, desde luego, los argumentos presentados en estas páginas resultan en algunos puntos excesivamente resumidos. Una aplicación de la metodología aquí propuesta para el cálculo de los multiplicadores correspondientes a la economía española de 1986, lo he realizado junto a las profesoras María Angeles Cadarso y Carmen Córcoles. Esta aplicación se ha recogido en una ponencia independiente presentada también a las VI Jornadas de ASEPELT (Granada, Junio 1992).

² Una introducción y resumen de los multiplicadores input-output puede encontrarse en Martínez Estévez, 1980.

Estas y otras muchas cuestiones creemos quedarán aclaradas a la luz del *multiplicador estructural* que vamos a desarrollar en este artículo. Su fuente originaria de inspiración radicó en los trabajos de Kalecki y otros afines como los de Miyazawa-Masegi (1963) y Nell (1988, cap. 5). Con el paso del tiempo, su soporte teórico fue buscado en el concepto de *sectores verticalmente integrados*, introducido por Pasinetti en 1971. Una modificación de este constructo teórico nos permitirá ver el multiplicador como el efecto de arrastre de un sector en expansión sobre todos los demás sectores que le suministran recursos ya sean directos o indirectos, ya sean de naturaleza técnica, económica o sociocultural. Veremos que el multiplicador se encuentra arraigado en la misma estructura productiva de una economía multisectorial. Estructura que, en para encontrarse en equilibrio, debe ajustarse a la demanda sectorial según los vínculos creados conjuntamente por la tecnología, las pautas de distribución de la renta y de las pautas de gasto.

Bajo determinadas hipótesis restrictivas, el multiplicador puede expresarse en función de una sola de estas tres variables, digamos de la propensión al ahorro. Nuestro estudio reconoce, pues, la legitimidad del multiplicador agregado o keynesiano, si bien reduce su validez a unos casos muy particulares, tan particulares que sólo sirven a efectos didácticos. Por el contrario -y por extraño que parezca-, concluiremos que los típicos multiplicadores derivados de las tablas input-output están "truncados", en la medida que "infravaloran" los efectos inducidos desencadenados tras la expansión de un sector.

II. EL MULTIPLICADOR COMO "EFECTO DE ARRASTRE". DE LA MATRIZ SOCIOTECNICA A LA MATRIZ MULTIPLICADORA.

(a) Un modelo de análisis y un ejemplo numérico.

El alto grado de abstracción que envuelve algunos momentos a la teoría del multiplicador aconseja poseer un ejemplo numérico de referencia. Partiremos de una economía real y agregaremos las n industrias que figuran en la tabla input-ouput en tres sectores con un significado económico bien definido. El sector 0 producirá los bienes intermedios o capital circulante (X_0); el sector 1 producirá los bienes de capital fijo necesarios tanto para la reposición del capital consumido como para los nuevos proyectos de inversión (X_1); y el sector 2 producirá los bienes para el consumo final de la población (X_2). La estructura productiva de nuestra economía aparece reflejada en la siguiente expresión:

	<u>K</u>	<u>L</u>	<u>CI</u> <u>m</u>	<u>De</u> <u>=C</u> <u>k</u>	<u>R</u> <u>=S</u>	<u>W</u> <u>=C</u>	<u>Y</u> <u>=X</u>				
0:	200	20	10	+	10	+	20	+	20	=	60
1:	100	10	40	+	20	+	10	+	10	=	80
2:	100	30	10	+	10	+	10	+	30	=	60
Total	400	60	60	+	40	+	40	+	50	=	200

Si dividimos todas las magnitudes por el output total del sector correspondiente obtendremos la misma estructura productiva en términos unitarios (en coeficientes):

	<u>k</u>	<u>l</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>s</u>	<u>c</u>
0:	10/3	1/3	1/6+	1/6+	1/3+	1/3 = 1
1:	5/4	1/8	1/2+	1/4+	1/8+	1/8 = 1
2:	5/3	1/2	1/6+	1/6+	1/6+	1/2 = 1

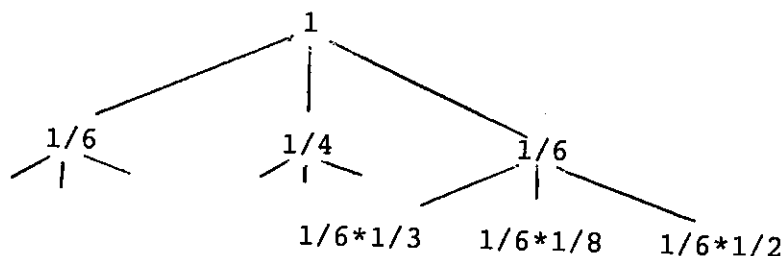
A la izquierda de la raya vertical tenemos los stocks de recursos productivos (capital, K y trabajo, L); a la derecha, los flujos de bienes producidos y rentas pagadas. Cada fila (de manera análoga a cada columna de la tabla input-output) nos facilita información sobre la estructura productiva - distributiva de cada sector. Así, por ejemplo, el sector 0 ha producido 60 unidades de X_0 valoradas en otras tantas unidades monetarias (u.m.) para lo cual ha necesitado utilizar 200 unidades de capital fijo (que estaría formado por unidades de X_1) y los servicios de 20 unidades de trabajo. En la producción de esas 60 unidades ha debido comprar bienes intermedios a otras empresas por valor de 10 u.m. (lo que constituye el consumo intermedio del sector, Cim), ha hecho unas provisiones para la depreciación (De) por valor de 10 que se suponen equivalentes al capital fijo "consumido" en el proceso de producción (Ck), ha pagado unos salarios (W) por valor de 20 y le queda un excedente neto de explotación rentas de la propiedad o beneficios en sentido amplio (R) valorado en 20. La lectura de las restantes filas es similar³.

A efectos de completar el esquema contable necesitamos hacer alguna hipótesis sobre el destino de la renta neta entre el consumo final y el ahorro. Para simplificar, y sin alejarnos excesivamente de la realidad, adoptaremos la hipótesis extrema de la economía política clásica, a tenor de la cual todos los salarios son consumidos y todos los beneficios se ahorran. El esquema contable queda entonces completo y el lector puede comprobar cómo si todos los beneficios (ahorros) se invierten resulta garantizado tanto el equilibrio macroeconómico como el sectorial.

Estamos ya preparados para plantearnos la pregunta clave para la que se ideó el concepto del multiplicador, a saber: ¿cuál será el efecto sobre la renta o el empleo nacional tras la expansión de algunos de los sectores? O, en términos más concretos, ¿cuál será el impacto sobre la renta tras la decisión del sector 1 de producir una nueva máquina valorada en 1 u.m. en respuesta al incremento esperado de la demanda de inversión? En el proceso de producción de los nuevos bienes de capital se generará una demanda inducida de bienes intermedios por valor de 1/6, una demanda de bienes de capital fijo para la reposición por valor de 1/4 y una demanda de bienes de

³ En el ejemplo que estamos utilizando para la derivación del multiplicador estructural, los flujos vienen expresados en unidades monetarias. No existiría ninguna dificultad para expresarlo todo en unidades físicas. De hecho, el ejemplo numeroso arranca de un sistema de cantidades, a partir del cual calculamos los precios de producción según el modelo de Sraffa. Tomando X_1 como numerario ($1X_1 = 1$ u.m.), y para un salario real igual a la unidad ($w=1$), obtuvimos el precio de los restantes bienes y el tipo de beneficio uniforme (en nuestro ejemplo resultó ser del 10%). Estas hipótesis facilitarán la lectura del trabajo, en la medida que será fácil recordar que el número de trabajadores coincide con las unidades monetarias pagadas en salarios, y el número de máquinas que componen el stock de capital de cada sector resulta de multiplicar por 10 los beneficios obtenidos en el sector respectivo.

consumo final para los nuevos trabajadores contratados por valor de $1/6$. A su vez, las empresas del sector 2, para hacer posible un incremento de la producción por valor de $1/6$, necesitarán adquirir bienes intermedios por valor de $1/6 \cdot 1/3$, bienes de capital para la reposición valorados en $1/6 \cdot 1/8$, y bienes de consumo para los nuevos trabajadores contratados valorados en $1/6 \cdot 1/2$. Este proceso multiplicador podría expresarse a través del siguiente árbol cuya ramificación aumenta más y más a medida que nos alejamos del tronco originario.



(b) La matriz sociotécnica

El lector familiarizado con los principios del álgebra conocerá que estamos ante una progresión geométrica que converge hacia el límite dado por $[I-A^*]^{-1}$. Esta expresión es precisamente la matriz multiplicadora que buscamos. El primer paso en su elaboración consistirá, por tanto, en la obtención de la *matriz sociotécnica* A^* , donde se recogen todos los "recursos" directamente necesarios para la producción de una unidad adicional del bien X_1 y de los restantes bienes finales. La palabra "recursos" aparece entrecomillada para advertir que se utiliza en el sentido más amplio posible. En ella tienen cabida no sólo los inputs intermedios, sino también los bienes requeridos para la reposición del capital fijo desgastado en el proceso de producción, y el consumo inducido de los nuevos trabajadores contratados para hacer posible el incremento deseado de la producción final. La matriz sociotécnica resulta, en definitiva de la adición de tres matrices: la *matriz de coeficientes técnicos*, que es la habitualmente utilizada en el análisis input-output (A^a), la *matriz de coeficientes de capital fijo* (A^b) y la *matriz de coeficientes de consumo final inducido* (A^c). En nuestro modelo, dada la sectorialización que hemos hecho de la economía, la matriz A^a tendrá todas las casillas vacías excepto las correspondientes a la primera fila, en la matriz A^b la única fila que aparecerá llena será la segunda, y en la matriz A^c , la tercera. Sumando las tres tendremos el siguiente resultado:

$$A^* = A^a + A^b + A^c = \begin{bmatrix} 1/6 & 1/2 & 1/6 \\ 1/6 & 1/4 & 1/6 \\ 1/3 & 1/8 & 1/2 \end{bmatrix}$$

(c) La matriz multiplicadora

La información que la matriz multiplicadora aspira a suministrar apunta más lejos. No se trata sólo de conocer los recursos directamente necesarios en el proceso de producción sino también los *indirectamente* necesarios: esto es los inputs, más los inputs de los inputs, y los inputs de los inputs de los inputs. Como hemos adelantado, para obtener esta información basta con invertir la matriz $[I-A^*]$. El resultado será:

$$\mu = \begin{vmatrix} 1+\alpha^{00} & \alpha^{01} & \alpha^{02} \\ \alpha^{10} & 1+\alpha^{11} & \alpha^{12} \\ \alpha^{20} & \alpha^{21} & 1+\alpha^{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} (1)+25/26 & 3/2 & 15/13 \\ 10/13 & (1)+1 & 12/13 \\ 3/2 & 3/2 & (1)+2 \end{vmatrix}$$

El elemento representativo de esta matriz, \hat{O}_{ij} , nos indica los recursos del bien i “consumidos”, directa e indirectamente en el conjunto del sistema, para producir una unidad adicional de j . La suma de los elementos de la columna j , nos dará el efecto de arrastre de un sector sobre todos los que le suministran sus inputs intermedios, bienes de capital fijo para la reposición y bienes para el consumo final al que se destinarán parte de las nuevas rentas generadas en el conjunto del sistema. Tal como hemos diseñado el modelo, la demanda directa e indirecta de bienes intermedios correspondiente a cada sector aparecerá en la primera fila, la demanda de bienes de capital para la reposición en la segunda y la demanda de bienes de consumo final en la tercera. La cifra que aparece en esta columna (más el uno entre paréntesis que corresponde al incremento de la producción en el sector que inició el proceso expansivo) nos dará ya el multiplicador de la renta neta. Así, p.e., una demanda autónoma de bienes intermedios por valor de 1 u.m. (digamos para la exportación) generaría un incremento de la renta nacional equivalente a $1+(3/2)=2,5$. Por casualidad, este sería también el multiplicador de la expansión de los bienes de capital fijo. El multiplicador de los bienes de consumo sería algo más elevado: $1+2=3$.

(c) Comparación con los multiplicadores input-output tradicionales

Esta capacidad para ver como se desagrega el crecimiento de la renta entre los diferentes sectores, constituye una ventaja evidente del multiplicador estructural sobre los tradicionalmente derivados del modelo input-output. Otra ventaja adicional es que al explicitar las variables distributivas y tecnológica, puede analizarse los cambios en el valor del multiplicador resultantes de cambios en la distribución y la tecnología.

La diferencia de fondo -y lo que a nuestro juicio invalida los resultados de los multiplicadores input-output tradicionales- es que en estos últimos no se ha incluido el consumo de capital fijo en la matriz sociotécnica. El resultado no puede ser otro que el de una infravaloración de los multiplicadores. En concreto, dejan de computar el valor de la producción de los bienes de consumo destinados a los trabajadores empleados directa o indirectamente en la producción de bienes para la reposición del capital consumido en el conjunto del sistema.

IV. EL MULTIPLICADOR DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INTEGRACION VERTICAL DE LOS SECTORES

El problema con la matriz multiplicadora hallada es que presenta dificultades de interpretación cuando algunos bienes se destinan simultáneamente al consumo intermedio, el consumo de capital fijo, el consumo final y la inversión. Pero este problema se solventa sencillamente operando en términos de *sectores verticalmente integrados*. Se trata de un constructo teórico propuesto por Pasinetti en 1973 que reestructura los stocks de factores y los flujos de bienes y rentas de manera que se configuren unos sectores "técnicamente autárquicos". El nuevo sector verticalmente integrado (SVI) correspondiente a los bienes de capital, contendrá no sólo las empresas que producen bienes de capital para nuevas inversiones, sino también las empresas (mejor dicho, fracción de empresas) que producen los bienes para reponer el capital desgastado en el seno del SVI 1 y la fracción de empresas que producen los bienes intermedios requeridos en el seno del SVI 1. Nuestros sectores reales habrían de reestructurarse así:

	<u>K</u>	<u>L</u>	<u>R=S</u>	<u>W=C</u>	<u>Y X</u>
SVI 1	200	20	20 +	20 =	40
SVI 2	200	40	20 +	40 =	60
TOTAL	400	60	40 +	60 =	100

La matriz de coeficientes sociotécnicos correspondiente a esta economía adoptaría una forma más simple. Se limitaría a contener en su segunda fila, el consumo final al que van destinados los salarios de los trabajadores de cada SVI.

$$\underline{A}^* = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 1/2 & 2/3 \end{vmatrix}$$

La obtención de la matriz multiplicadora es ya inmediata:

$$\mu = [\underline{I} - \underline{A}^*]^{-1} = \begin{vmatrix} 1 + \hat{O}_{11} & \hat{O}_{12} \\ \hat{O}_{21} & 1 + \hat{O}_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} (1) & 0 \\ 3/2 & (1) + 2 \end{vmatrix}$$

Cada una de las columnas de esta matriz representa un *sector verticalmente superintegrado*. La primera columna correspondería a una economía cuyo output no vinculado (o demanda autónoma) consiste exclusivamente en bienes de capital para nuevas inversiones. La suma de los coeficientes de esta columna nos indicaría el efecto de arrastre sobre los restantes sectores reales

de la economía que le suministran inputs en sentido técnico, económico o social. En nuestro modelo simplificado este efecto de arrastre sólo se refleja sobre otro sector: el productor de bienes de consumo. Pero, si desagregáramos la producción de bienes de consumo en n subsectores, veríamos el efecto de arrastre sobre cada uno de ellos. El impacto sobre las industrias productoras de bienes intermedios o bienes de capital fijo para la reposición, no aparece explícitamente (ni conviene que lo haga para evitar problemas de doble contabilización). De todas maneras, también el multiplicador da debida cuenta de lo que pasa en estos sectores. Por ejemplo, el coeficiente \hat{O}_{21} recoge el consumo de los trabajadores empleados en la producción de los bienes intermedios y bienes de capital para la reposición del capital desgastado en el SVI 1 en el proceso de producción de una unidad adicional.

V. REPRESENTACION GRAFICA

Otra ventaja adicional de presentar al multiplicador desde la perspectiva de sectores verticalmente integrados es que hace posible su ilustración gráfica, tanto en términos desagregados como agregados. En la parte izquierda de la figura 1@ hemos representado la función de producción (o, si se prefiere, la función de utilización de la capacidad productiva) del SVI 1. 20 unidades de trabajo, utilizando un stock de capital de 200 unidades, han producido bienes de capital por valor de 40. Estas unidades se reparten a mitades entre beneficios y salarios. En el gráfico de la derecha se representa la función de producción del SVI 2 cuya interpretación es similar.

La línea de trazo grueso (a.-b.-c) marca las condiciones de equilibrio intersectorial. Para el supuesto de que todos los salarios se consumen y todos los beneficios se ahorran, el consumo procedente de los salarios pagados a los trabajadores del SVI 1 ha de ser equivalente a las nuevas inversiones que emanan de los beneficios de los capitalistas del SVI 2. Podemos comprobar como $W_1 = R_2 = 20$.

Imaginemos ahora que los empresarios del sector 1 vislumbran un incremento de la demanda de inversión y se lanzan a producir diez unidades adicionales. El empleo en el SVI 1 pasará de 20 a 25. Aquí ya se contiene, de hecho, un efecto multiplicador sobre el empleo pues entre estos trabajadores no sólo se encuentran los empleados directamente en las empresas que iniciaron la expansión del producto, sino también en las que producen el capital necesario para la reposición y los bienes intermedios consumidos por el conjunto de industrias (o fracción de industrias) que componen el SVI 1. El consumo de capital fijo en el SVI 1 aparece en la parte negativa del eje de ordenadas y suma 21,5. El consumo intermedio aparecería como una tercera dimensión que no se ve (ni nos interesa que se vea).

El verdadero efecto multiplicador sobre la renta neta se registrará cuando estos nuevos trabajadores pasen a consumir las 5 u.m. "extra" que han percibido. Para atender a esta demanda adicional, las empresas productoras de bienes de consumo han de aumentar su producción, y al hacerlo generarán una demanda inducida de bienes de capital para la reposición y de bienes intermedios. Si la demanda de bienes de consumo de los nuevos trabajadores empleados en el SVI 1 ascendía a 5, la demanda de los nuevos trabajadores contratados en el SVI 2 asciende a 10. El aumento de la producción final del SVI 2 será pues de 15, que si se suma a las 10 unidades de bienes de capital, nos da un incremento del PIN por valor de 25 u.m. Como se aprecia, esta cifra corresponde al multiplicador de 2,5 que habíamos derivado anteriormente. Gráficamente el

resultado se obtiene con solo trazar una línea paralela a la que señala el equilibrio intersectorial ($a'-b'-c'$).

Para variar de pregunta podríamos inquirir ahora sobre el incremento de la renta que resultaría tras un incremento de la producción de bienes de consumo (digamos, de 5 u.m. destinadas a la exportación). Para obtener el resultado gráficamente el lector no tiene más que dibujar un segmento vertical a la altura del punto c, y a continuación trazar una recta paralela al vector OC_2 que representa el multiplicador interno del SVI 2. Como se aprecia en el gráfico la renta ascendería de 60 a 75 lo que significa un multiplicador de 3 ($=15/5$), tal y como nos indica la casilla O_{22} de la matriz multiplicadora. Por su parte, el empleo aumentaría 10 unidades. Recordaremos una vez más, que una parte de este incremento del empleo (y de la demanda inducida que le sigue) no corresponde a las empresas productoras de bienes de consumo sino a las que producen bienes intermedios y bienes de capital para la reposición del capital consumido en el SVI 2.

Una nota peculiar de este último ejercicio es que hemos conseguido representar el multiplicador con un sólo gráfico. Esto ha sido posible por cuanto el SVI 2 es, de hecho, un sector verticalmente superintegrado, esto es, un sector autárquico en el sentido más amplio de la expresión. En su seno se producen los inputs intermedios, los bienes para la reposición del capital utilizado y los bienes para el consumo de sus trabajadores.

Para obtener el sector verticalmente superintegrado correspondiente a la producción de bienes de capital, no tenemos más que seguir las indicaciones de la primera columna de la matriz multiplicadora. La figura 2 nos ofrece una ilustración gráfica. En ella aparece la economía en términos agregados, si bien continúa siendo posible seguir el rastro de cada uno de sus sectores: los bienes de capital fijo para nuevas inversiones aparecen en la parte superior, los destinados a la reposición en la parte negativa del eje de ordenadas y los bienes para el consumo final de los trabajadores en el área sombreada. La representación del efecto multiplicador es todavía más simple que antes. Supongamos, una vez más, que se nos pregunta por el impacto sobre la renta nacional tras un incremento de 10 unidades de la demanda autónoma de bienes de capital. Para responder a la pregunta dibujaremos a la altura de a un vector ab de dimensión 10 y trazaremos a continuación la recta multiplicadora (línea raya-círculo que une b con c). Comprobamos que la renta asciende de 100 a 125 y el empleo de 60 a 75.

VI. MULTIPLICADORES AGREGADOS Y DESAGREGADOS

El último gráfico nos evoca ya la típica representación del multiplicador keynesiano de carácter agregado (). Podemos comprobar, incluso que el resultado es el mismo. Para una propensión media al ahorro de 0,4 ($s = S/X = 40/100$) tendremos un multiplicador de 2,5 ($= 1/s = 1/0,4 = 2,5$), que coincide con la suma de la primera columna de la matriz multiplicadora (). Sin embargo, el multiplicador keynesiano agregado (y su representación por una figura como la 2 o similar) nos conduciría a un resultado erróneo cuando se nos pregunta por el impacto de la producción de una unidad adicional en el sector 2 (digamos, bienes de consumo para la exportación).

La ausencia de espacio nos impide abordar este tema, cuyo estudio detallado acometimos en el trabajo mencionado en la primera nota. De todas maneras, sí podemos avanzar las conclusiones más importantes. La fundamental es que el multiplicador keynesiano no puede

aplicarse a cualquier multiplicando. La composición del multiplicando ha de ser tal que asegure un *crecimiento armónico* de la producción nacional, esto es, que todos los sectores crezcan proporcionalmente a fin de mantenerse el equilibrio intersectorial del que, supuestamente, se partía.

El entendimiento intuitivo de esta conclusión y este requisito tampoco es difícil. Como es obvio, el multiplicador agregado resulta plenamente legítimo cuando la economía produce un único mercancía. Por la misma lógica, su validez queda asegurada cuando la economía produce una única *mercancía compuesta*, esto es, una cesta de mercancías cuyos elementos guardan determinadas proporciones y crecen al unísono. La proporción más relevante es la que debe existir entre la demanda autónoma y la inducida. Pues bien, la condición para que se dé este crecimiento armónico o proporcional es que, en el multiplicando estén representados todos los elementos de la demanda autónoma según su peso relativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- KAHN, R.F. (1931): "The relation of home investment to unemployment", *The Economic Journal*, June, 173-198.
- KALECKI, M. (1968): "The Marxian equations of reproduction and modern economics", *Social Science Information*, vol. 7, num. 6, pp. 73-79.
- KALECKI, M. (1971): *Selected essays on the dynamics of the capitalist economy*, Cambridge University Press, New York.
- KEYNES, J.M. (1936): *The general theory of employment, interest and money*, Macmillan, London.
- KURZ, H. (1985): "Effective demand in a classical model of value and distribution: the multiplier in a Sraffian framework", *The Manchester School*, vol. 53, June, pp. 121-137.
- MARTINEZ ESTEVEZ, A. (1980): "Multiplicadores de la renta a través de las tablas input-output", *Revista de Economía Política*, n.85, pp. 161-195.
- MIYAZAWA, K. & MASEGI, S. (1963): "Interindustry analysis and the structure of income distribution", *Metroeconomica*, v. 15, n. 2-3, pp. 89-103.
- NELL, E. (1988): *Prosperity and public spending. Transformational growth and the role of government*, Unwin Hyman, London.
- PASINETTI, L. (1973): "The notion of vertical integration in economic analysis", *Metroeconomica*, v. 25, pp. 1-29.

Figura 1
EL EQUILIBRIO INTERSECTORIAL Y EL MULTIPLICADOR

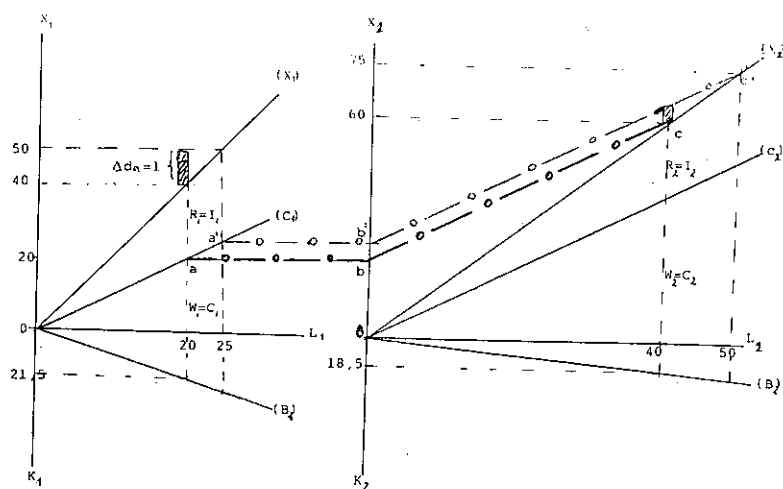
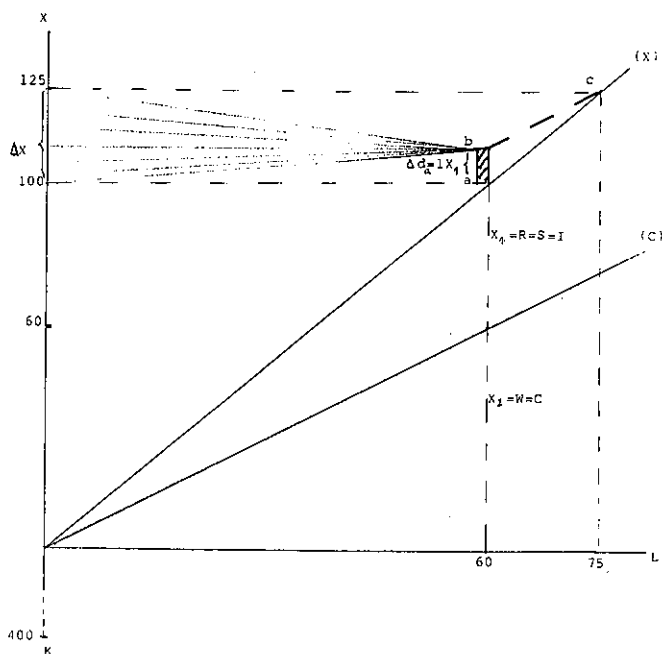


Figura 2
EL MULTIPLICADOR EN LA ECONOMIA AGREGADA



DOTACION FACTORIAL Y COMPETITIVIDAD DEL COMERCIO DE MANUFACTURAS. EFECTOS DE LA INTEGRACION EN LA CEE. (*)

Milagros DONES
José SERRANO
Ana del SUR
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

SUMARIO:

1. Planteamiento general.
2. Aspectos metodológicos.
3. Efectos de la integración sobre la estructura del comercio de manufacturas.
 - 3.1. Cambios en la dotación factorial de demanda externa de manufacturas.
 - 3.2. Competitividad y dotación factorial.
4. Referencias bibliográficas.

I. PLANTEAMIENTO GENERAL.

A lo largo de la década de los noventa la economía española ha pasado por dos etapas bien diferenciadas cuyo punto de inflexión debe situarse en 1986, año de nuestra integración como miembros de pleno derecho en la Comunidad Económica Europea.

En la primera de ellas, el estancamiento de la actividad económica, el necesario ajuste industrial y la insuficiente apertura del mercado a la competencia exterior, configuraban una situación en la que el peso de los sectores tecnológicamente mas avanzados era relativamente escaso en comparación con los más intensivos en capital y, sobre todo, en trabajo. El elevado nivel de proteccionismo que durante años gozaron éstos últimos y el decidido apoyo público a sectores básicos de la industria española, originaron ventajas comparativas positivas que, en realidad, no eran mas que indicadores ficticios de competitividad.

En estas condiciones, los déficit de la balanza industrial con el exterior no parecían ofrecer motivos de preocupación, sobre todo teniendo en cuenta que el efecto compensatorio de otras subbalanzas -en particular las de capital- permitieron obtener incluso algún superavit en nuestra balanza básica.

(*) Esta comunicación recoge algunas de las conclusiones de un proyecto de investigación más amplio llevado a cabo por los mismos autores bajo el título *Efectos sobre el empleo de la integración de España en la Comunidad Económica Europea*, financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia.

Al amparo del auge económico que caracteriza el quin-quenio 1986-90, la industria manufacturera española entra en una etapa de recuperación pero muy sometida a las fuertes presiones derivadas del progresivo desarme proteccionista que exige nuestra condición de miembros comunitarios. Una etapa que, en cualquier caso, ha servido para poner de manifiesto dos aspectos importantes de nuestro sistema productivo:

- La escasa competitividad de buena parte de nuestra oferta industrial para las condiciones del mercado comunitario.

Mientras las exportaciones de manufacturas se ralentizan respecto al período anterior y apenas logran crecer a una tasa media anual del 13 por ciento, las importaciones de este tipo de productos se disparan hasta alcanzar un ritmo anual en torno al 30 por ciento. El resultado final es un deterioro continuo de la balanza comercial que, a la altura de 1990, se sitúa en torno a los tres billones de pesetas de las que más del 67 por ciento corresponden al déficit de la balanza de manufacturas.

- La inconsistencia de centrar las mejoras de competitividad siguiendo criterios de ventaja comparativa que, en realidad, ya no existe o tienden a desaparecer rápidamente.

El auge económico y el crecimiento de la inversión privada de esos años permitió iniciar un proceso de racionalización productiva y de toma de posiciones frente a las nuevas condiciones de competitividad. Sin embargo, los sectores más atractivos no coincidieron con los que, hasta entonces, se suponía con mayor ventaja comparativa desde el punto de vista del comercio exterior. En general, ni la inversión nacional ni la extranjera parecieron interesarse especialmente por las actividades mas intensivas en trabajo; por el contrario, son las industrias de mayor contenido tecnológico la que concentraron los mayores impulsos inversores y, en consecuencia, las menos afectadas por el descenso general de las tasas de cobertura comercial desde nuestra integración en la Comunidad Económica Europea.

Ante estas circunstancias, el propósito de este trabajo es conseguir una evidencia empírica que verifique hasta qué punto la integración de nuestro país en la Comunidad Europea ha podido provocar una ruptura estructural en el comportamiento del comercio exterior de manufacturas y, en consecuencia, en la estructura de nuestra industria en términos de dotación relativa de factores productivos.

2. ASPECTOS METODOLOGICOS.

De acuerdo con los objetivos propuestos, el análisis propuesto responde a las siguientes características generales:

a. Ambito de estudio.

El análisis se centra en el período de tiempo comprendido entre los años 1981 y 1990, tomando como punto de referencia intermedio el año 1986 cuando nuestro país se integra en la Comunidad Europea. De ese modo se consideran dos subperíodos de observación:

- .antes de la integración: 1981-1985
- .después de la integración: 1986-1990

y, de acuerdo con la intensificación del proceso de diversificación de mercados que supone la integración en la CEE, el análisis se lleva a cabo diferenciando las corrientes comerciales de nuestro país con:

- .Comunidad Europea (CEE).
- .Países no comunitarios (Extra CEE).

b. Tratamiento de la información.

El análisis previsto requiere, como punto de partida, la explotación de las Estadísticas de Comercio Exterior (ECE) de la Dirección General de Aduanas, a nivel de cuatro dígitos y diferenciada por países de origen y destino.

La disponibilidad de esta información en formato original ha exigido, además de la agregación por países (CEE-11 y resto), una labor previa de enlace de series para evitar la ruptura que significa el cambio de la nomenclatura NDBNIMEXE por la del Arancel Integrado Comunitario (TARIC) a partir de 1988.

Una vez deflactadas las series de comercio exterior y teniendo en cuenta los objetivos previsto, el trabajo se abordó a dos niveles de agregación sectorial:

- . Primer nivel: 30 unidades sectoriales básicas (USB).

Obtenidas a partir de la nomenclatura CNAE que, además de ser compatible con la utilizada como soporte para el comercio exterior, posibilita el tratamiento homogéneo de la información económica disponible en la mayor parte de las fuentes estadísticas españolas de donde obtenemos indicadores complementarios.

- . Segundo nivel: 5 unidades sectoriales con dotación factorial homogénea (USH).

Obtenidas por agregación de unidades sectoriales básicas, de acuerdo con los criterios resultantes de la aplicación de un "test de Cluster" a las 30 unidades sectoriales básicas en términos de dotación relativa de capital, tecnología, trabajo cualificado y trabajo no cualificado.(1)

c. Indicadores de comportamiento comercial.

Como indicador que sintetiza las actividades más afectadas por los cambios en el comercio desde la integración, utilizamos la ventaja comparativa revelada (VCR), obtenido como proporción del saldo comercial de cada sector sobre el saldo total del comercio de manufacturas de cada área geográfica de que se trate. De ese modo este indicador puede expresarse:

1) Véase Sur A.; Serrano, J. y Dones M. (1992): "Criterios de calificación factorial para la industria manufacturera española". VI Reunión ASEPELT-España. Universidad de Granada.

$$VCR_{ij} = \frac{\frac{X_{ij} - M_{ij}}{X_{ij} + M_{ij}} - \frac{X_{tj} - M_{tj}}{M_{tj} + M_{tj}}}{1 + \frac{X_{tj} - M_{tj}}{X_{tj} + M_{tj}}} \cdot 100$$

siendo el valor del denominador

$$1 + \frac{X_{tj} - M_{tj}}{X_{tj} + M_{tj}} \quad \text{si} \quad \frac{X_{ij} - M_{ij}}{X_{ij} + M_{ij}} < \frac{X_{tj} - M_{tj}}{X_{tj} + M_{tj}}$$

$$1 - \frac{X_{tj} - M_{tj}}{X_{tj} + M_{tj}} \quad \text{si} \quad \frac{X_{ij} - M_{ij}}{X_{ij} + M_{ij}} > \frac{X_{tj} - M_{tj}}{X_{tj} + M_{tj}}$$

donde X_{ij} y M_{ij} = exportaciones e importaciones del sector i con el área j, respectivamente.
 X_{ij} y M_{tj} = exportaciones e importaciones totales con el área j, respectivamente.

El valor de este coeficiente VCR puede oscilar entre +100 y -100. Pero conviene recordar que su signo no siempre se corresponde con un superavit o déficit comercial del sector en cuestión. Un signo positivo puede corresponderse con un déficit comercial pero en cuantía relativamente menor al del conjunto del área de que se trate, y viceversa.

3. EFECTOS DE LA INTEGRACION EN LA ESTRUCTURA DEL COMERCIO DE MANUFACTURAS.

3.1. Cambios en la estructura factorial de exportaciones e importaciones..

Desde nuestra integración en la CEE, el déficit comercial de la balanza de manufacturas ha ido acompañado de un descenso generalizado de las tasas de cobertura sectorial, provocado tanto por la ralentización del crecimiento de las exportaciones como por el notable aumento de la penetración de importaciones.

Pero los efectos de la integración no se han limitado a cambios en la dinámica del comercio de manufacturas. Junto a esa tendencia, se ha registrado una aceleración del proceso de cambio en la naturaleza de los bienes intercambiados que ha jugado, con carácter general, a favor de los sectores de mayor contenido tecnológico y en contra de los de mayor contenido en trabajo y capital.

El proceso no es nuevo, pero tiene matices que lo diferencian de los cambios en la dotación factorial ocurrida en los años precedentes:

- Las pérdidas de importancia relativa de los sectores intensivos en trabajo son superadas notablemente por los que incorporan exclusivamente capital. Es decir, la intensidad en capital se ha convertido, junto con la de trabajo poco cualificado, en un factor de vulnerabilidad frente a la competencia del exterior.
- La demanda externa de manufacturas se ha desviado fundamentalmente hacia sectores que combinan capital y trabajo cualificado con alta dotación relativa de tecnología. Es decir, el componente tecnológico -gastos en I+D- se está convirtiendo en un factor determinante dentro del proceso de racionalización productiva que impone nuestra integración en la CEE.

Hechas estas observaciones, conviene tener en cuenta que la intensidad de dichos cambios en al dotación factorial son distintos según el área geográfica de que se trate.

a). Comercio con la CEE.

Respecto a las exportaciones, la reducción más significativa se detecta en las ramas industriales de alto componente laboral no cualificado, frente a los sectores que, dominados por el factor capital, sólo mantienen su participación relativa y ello gracias a que la política de apoyo público recibida por sectores como siderurgia y construcción naval, determinan el sostenimiento de las ventas al mercado comunitario. La pérdida de importancia del grupo intensivo en trabajo es general en todas los subsectores, y especialmente acusada en productos textiles y confección.

Los sectores intensivos en capital e I+D registraron los mayores aumentos de participación relativa en la demanda externa de manufacturas. En este caso, el carácter intraindustrial del comercio de componentes electrónicos y, sobre todo, el elevado volumen de exportaciones de automóviles han sido determinante en el resultado final del grupo, con un crecimiento suficiente para compensar el estancamiento que, por lo general, han registrado las industrias de maquinaria.

Las actividades ligadas a la combinación de trabajo cualificado e I+D representan todavía una proporción relativamente baja de la demanda externa, pero el notable crecimiento experimentado en el último quinquenio es un indicador de las perspectivas que regirán el comportamiento exportador futuro. Ejemplos como los del sector de la informática, la química industrial ó la de productos farmacéuticos - una vez más comercio intraindustrial - determinan el comportamiento conjunto de este grupo.

En definitiva, el comportamiento del comercio en manufacturas con la CEE está ligado en mayor medida a intensificación tecnológica incorporada en los bienes de capital, lo que podría originar una mayor rapidez en el desmantelamiento de sectores cuyas ventajas están determinadas fundamentalmente por los costes laborales y las condiciones impuestas por el mercado de trabajo.

b). Comercio Extra-CEE.

Si la dotación exclusiva de capital ha jugado en contra de las exportaciones al mercado comunitario, este fenómeno es aún más evidente en el mercado extracomunitario. En particular el desplome de las ventas de productos industriales vinculados al capital público - siderurgia y construcción naval - originan una pérdida de cinco puntos en el peso relativo de exportaciones intensivas en capital.

El segundo comportamiento diferencial lo registra el sector de bienes intensivos en trabajo. El mantenimiento de las exportaciones de este tipo de bienes se ha traducido en un aumento de su peso relativo, sin que ello signifique una mejora sustancial en la venta genérica de este tipo de bienes. Al parecer, en estos mercados todavía resultan relativamente competitivos los sectores de calzado y curtidos y artículos de piel.

Por último, en relación al mercado extracomunitario, los resultados vuelven a incidir sobre las claves de la competitividad de la industria española. Se mantienen y/o mejoran la participación de las exportaciones, en aquellos sectores industriales caracterizados por la incorporación de procesos tecnológicos avanzados al capital y al trabajo cualificado.

En definitiva, el comercio exterior de manufacturas se está guiando por pautas de comportamiento afines al resto de los países comunitarios, independientemente de la dotación tradicional de factores productivos.

3.2. Competitividad y dotación factorial.

Una aproximación parcial de la competitividad comercial es el índice de ventaja comparativa. La validez del índice, se deriva de que en ausencia de fuertes distorsiones de otros factores explicativos de competitividad, cabe esperar que un país presente índices positivos en aquellos sectores donde ofrezca ventajas comparativas, en términos de costes y precios, respecto a otros países con los que comercia.

Nuestros resultados parecen confirmar que, desde la integración, se acentúa la tendencia al desplazamiento de la ventaja comparativa hacia sectores donde la innovación tecnológica ha jugado un papel primordial. Es decir, tal como apuntábamos en el epígrafe anterior, son las industrias que combinan la inversión en tecnología con el capital y el trabajo cualificado los que ofrecen mejoras relativas de su saldo comercial. Por el contrario, son precisamente los sectores que todavía ofrecen mayores ventajas comparativas en términos absolutos, -los intensivos en trabajo no especializado y capital físico- los que registran las mayores pérdidas de competitividad comercial.

No obstante el comportamiento de la VCR cambia notablemente al desagregar el comercio por áreas geográficas.

En el mercado comunitario, las mayores pérdidas de competitividad comercial corresponden a los sectores intensivos en trabajo y, particularmente en las industrias de confección y calzado. La pérdida de competitividad de éste grupo también se registra en los mercados extracomunitarios sólo que, en este caso, son las industrias de curtido y artículos de piel junto con madera y muebles los determinantes de la pérdida de competitividad.

En relación a los sectores intensivos en trabajo cualificado e I+D, las mejoras de competitividad es común a ambos mercados. El saldo relativo del comercio de productos

farmacéuticos y química industrial, son determinantes de éste comportamiento. La única diferencia, en relación a las áreas geográficas, la registra el subsector de maquinas de oficina e informática que, mientras gana competitividad en la Comunidad, la pierde en el resto de los mercados. La naturaleza intraindustrial de este comercio explica en gran medida tal efecto.

Tanto los sectores intensivos en capital físico como aquellos que combinan este factor con inversiones en I+D, ofrecen un comportamiento marcadamente diferencial según el área geográfica de que se trate. En el primero de ellos contrasta la intensa pérdida de competitividad del comercio Extra-CEE con la mejora relativa de este tipo de productos en el mercado comunitario. Recuérdese lo ya argumentado sobre la competitividad ficticia derivada de la política protectionista comunitaria respecto a sectores como la siderurgia, la construcción naval, etc. Para el segundo grupo, el efecto derivado de la fuerte penetración de las importaciones procedentes de la CEE -particularmente en los sectores del automóvil, bebida y productos alimenticios elaborados- da como resultado una pérdida de competitividad, no compartida por el comercio de este mismo tipo de productos con el resto del mundo.

En definitiva, la estructura y variación de los índices de ventaja comparativa revelada desde nuestra integración en la CEE recogen ciertos cambios en el patrón de especialización de nuestro comercio exterior. Es decir, son el reflejo del tipo de especialización por el que está optando la economía española durante los últimos años y, por consiguiente, de los rasgos característicos de su proceso de industrialización con vistas a su integración en el Mercado Unico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ALONSO, J. (1990): "Comercio exterior: factores de competitividad". IV Jornadas de Economía Española. Alicante. Mimeo.
- BAJO, O. Y TORRES, A. (1990): "Contenido factorial y abundancia revelada de factores en el comercio exterior de España, 1975 y 1980". *Información comercial española*, nº 672-673
- BALASSA, B. (1986): "Comparative advantage in manufactured goods: A reappraisal". *Review of Economics and Statistics*. Vol.6, n.2. Págs. 315-319.
- BALLANCE, R.; FOSTNER, H. y MURRAY, T. (1987): "Consistency test of alternative measures of comparative advantage". *The Review of Economics and Statistics*. Noviembre.
- BUIGUES, P.; ILKAVITZ, F. y LEBRUN, F. (1990): "L'impact sectoriel du marché intérieur sur l'industrie: les enjeux pour les Etats membres". *Economie Européenne*. nº esp.
- FARIÑAS, J. y MARTIN, C. (1989): *La ventaja comparativa de España y las exportaciones netas de productos manufacturados*. Fundación Empresa Pública.
- JACQUEMIN, A. y SAPIR, A. (1988): "International trade and integration of European Community: An econometric analysis". *European Economic Review*. Págs. 1439-50.
- LAFAY, G. (1990): "La mesure des avantages comparatives révélés". *Economie Prospective Internationale*. nº 4.
- MARTINEZ, C. y SANJOSE, M. (1991): *El impacto de la integración española en la CEE sobre las importaciones de manufacturas: creación y desviación de comercio 1986-1990*. FIESCECA. Documento de Trabajo n. 77/91.

MYRO, R. (1990): "La recuperación de la industria española. 1985-1989", incluido en Velarde, J.; García Delgado, J.L. y Pedreño A. (Coords.): *La industria española. Recuperación, estructura y mercado de trabajo*. Economistas Libros.

SERRANO, J.; SUR, A. y DONES, M. (1992): *Efectos sobre el empleo de la integración de España en el mercado único europeo*. Dirección General de Investigación Científica y Técnica. Madrid. Mimeo.

Cuadro 1

CAMBIO EN LA DOTACION FACTORIAL DE LAS EXPORTACIONES DE MANUFACTURAS. 1981-1990.			
Sectores	Peso relativo		Tendencia
	1981-85	1986-90	
1. Intensivos en capital			
CEE	10.0	10.7	+ 0.7
Extra CEE	25.5	20.5	- 5.0
Total mundial	18.1	14.1	- 4.0
2. Intensivos en capital e I+D			
CEE	53.3	56.0	+ 2.7
Extra CEE	32.5	35.6	+ 3.1
Total mundial	42.4	49.0	+ 6.6
3. Trabajo cualificado e I+D			
CEE	9.3	10.9	+ 1.6
Extra CEE	12.5	15.1	+ 2.6
Total mundial	11.0	12.3	+ 1.3
4. Intensivos en trabajo y capital			
CEE	11.1	9.3	- 1.8
Extra CEE	14.5	12.8	- 1.7
Total mundial	12.9	10.5	- 2.4
5. Intensivos en trabajo			
CEE	16.3	13.0	- 3.3
Extra CEE	15.0	16.1	+ 1.1
Total mundial	15.6	14.1	- 1.5
CEE	100	100	0.0
Extra CEE	100	100	0.0
Total Mundial	100	100	0.0

Fuente: Elaboración propia.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Cuadro 2

CAMBIO EN LA DOTACION FACTORIAL DE LAS IMPORTACIONES DE MANUFACTURAS. 1981-1990.			
Sectores	Peso relativo		Tendencia
	1981-85	1986-90	
1. Intensivos en capital			
CEE	11.2	9.3	- 1.9
Extra CEE	8.0	12.0	+ 4.0
Total mundial	9.6	10.3	+ 0.7
2. Intensivos en capital e I+D			
CEE	42.4	50.3	+ 7.9
Extra CEE	50.8	44.6	- 6.2
Total mundial	46.5	48.2	+ 1.7
3. Trabajo cualificado e I+D			
CEE	25.3	19.6	- 5.7
Extra CEE	18.0	18.0	+ 0.0
Total mundial	21.7	19.1	- 2.6
4. Intensivos en trabajo y capital			
CEE	13.5	11.9	- 1.6
Extra CEE	10.6	10.6	+ 0.0
Total mundial	12.0	11.4	- 0.6
5. Intensivos en trabajo			
CEE	7.6	8.8	+ 1.2
Extra CEE	12.6	14.8	+ 2.2
Total mundial	10.1	11.0	+ 0.9
CEE	100	100	0.0
Extra CEE	100	100	0.0
Total Mundial	100	100	0.0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3

CAMBIOS EN LA VENTAJA COMPARATIVA Y DOTACION FACTORIAL. 1981-1990.			
Sectores	Ventaja comparativa		Tendencia
	1981-85	1986-90	
1. Intensivos en capital			
CEE	- 4.8	4.7	+ 9.5
Extra CEE	54.9	24.7	- 30.2
Total mundial	32.7	14.1	- 18.6
2. Intensivos en capital e I+D			
CEE	12.1	4.9	- 7.2
Extra CEE	- 19.8	- 13.2	+ 6.4
Total mundial	- 4.2	0.6	+ 4.8
3. Trabajo cualificado e I+D			
CEE	- 46.0	- 32.2	+ 13.8
Extra CEE	- 16.3	- 10.9	+ 5.4
Total mundial	- 31.2	- 24.5	+ 6.7
4. Intensivos en trabajo y capital			
CEE	- 8.8	- 13.7	- 4.9
Extra CEE	17.2	7.2	- 10.0
Total mundial	3.7	- 4.8	- 8.5
5. Intensivos en trabajo			
CEE	37.7	19.0	- 18.7
Extra CEE	9.4	3.7	- 5.7
Total mundial	23.0	11.7	- 11.3

Fuente: Elaboración propia.

ECONOMIA ESPAÑOLA Y REGIONAL II

Presidencia de la mesa:

Profa. Dra. Doña Guillermina Martín Reyes

COMERCIO INTRAINDUSTRIAL: UN NUEVO ENFOQUE PARA SU MEDICION

Juana CASTILLO GIMENEZ
UNIVERSIDAD DE VALENCIA

1.-INTRODUCCION.

El comercio intraindustrial (CII) no es un fenómeno nuevo, el interés por su estudio aparece en la década de los años 30, aunque es en los años 50, al analizar los efectos generados en el proceso de integración económica europea, cuando cobra de nuevo importancia.

En este sentido, los trabajos realizados en el ámbito del CII han seguido una doble vertiente: por una parte, aquéllos interesados en su medición, en la construcción de índices que proporcionen evidencia del CII a través de su cuantificación; y por la otra, los encargados de la confección de modelos teóricos que ayuden a comprender sus pautas de comportamiento. En esta comunicación nos centramos en la primera de ella.

2.- MEDICION: PROBLEMATICA INTRINSECA.

Para efectuar una correcta medición se precisa especificar de forma previa el contenido otorgado, entendiéndose por CII:

“La exportación e importación simultánea de bienes diferenciados pertenecientes a la misma industria”.

A través de tal definición aparece uno de los dos principales problemas: el criterio empleado para agrupación de bienes pertenecientes a cada industria. El otro está relacionado con la necesidad o no de compensar el saldo de la Balanza Comercial.

El índice más utilizado y sobre el que giran posteriormente distintas versiones, es el de Grubel y Lloyd, tanto para cuantificar la importancia del CII, como para las contrastaciones econométricas. Sobre el mismo se realizan incluso revisiones por parte de los propios autores a través de su índice corregido y el ponderado(1).

Lo que resulta de interés es que detrás del problema de la corrección del desequilibrio comercial aparecen **dos conceptos distintos en la medición y análisis del CII:**

1.- Uno mediante el estudio de la magnitud de los flujos comerciales, es decir, **del solapamiento de las corrientes de exportación e importación**, y en este caso el índice adecuado es el índice tradicional elaborado por Grubel y Lloyd (1975).

1 Para más detalles consúltese cap. nº2 de CASTILLO GIMENEZ, JUANA (1991) *Comercio Intraindustrial y Empresas Multinacionales*. Tesis Doctoral dirigida por Martínez Estévez, A. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Valencia.

2.- Y el otro, de la **similitud que aparece en la estructura relativa de exportaciones e importaciones**. Existiendo para ello, además del índice de Aquino (1978) los índices de:

- Michaely (1962)
- Balassa (1965). Índice de Ventaja Comparativa.
- Finger y Kreinin (1979).
- Glejser et.al. (1979).

En cuanto a la problemática relativa al **concepto de industria**, cabe mencionar, que su solución **requiere una adecuada agregación de los bienes**, en este sentido:

- 1.- Se puede agrupar los bienes de acuerdo con los criterios seguidos en la clasificaciones oficiales, o,
- 2.- Establecer nuevas pautas teniendo en cuenta la homogeneidad de los productos.
- 3.- MEDICION ALTERNATIVA.

Por nuestra parte se obvia el problema relativo al concepto **industria** a través de un nuevo enfoque de medición que nos lleva a definir el concepto **CIIE** (Comercio IntraIndustrial Empresarial).

SE CUANTIFICAN LAS OPERACIONES DE COMERCIO EXTERIOR REALIZADAS POR LAS EMPRESAS, LA EXPORTACION E IMPORTACION SIMULTANEA DEL MISMO TIPO DE PRODUCTO, LA MISMA PARTIDA TARIC DE LA D.G. DE ADUANAS. Con este proceso no se incurre en la subjetividad de una reagrupación de bienes que impediría cualquier tipo de comparación, puesto que se sigue una clasificación estandarizada, y, a la vez se puede obviar la problemática que encierra sujetarse a una definición, a una clasificación de industria.

Han sido elaborados índices a nivel de empresa, y de tal proceso deriva la cuantificación del **CIIE**. Sobre tales índices puede efectuarse un posterior diseño de índices industriales que servirán para la clasificación de industrias como de carácter intraindustrial o no.

Tales índices empresariales son:

- "El indicador de la situación de la Balanza Comercial de la Empresa", y, "El indicador que cuantifica el grado de CII en la empresa".

INDICES EMPRESARIALES

INDICADOR DE LA SITUACION DE LA B.C. EN LA EMPRESA:

$$R1i = \left[1 - \frac{\left| \sum_{j=1}^c X_{ij} - \sum_{j=1}^c M_{ij} \right|}{\left(\sum_{j=1}^c X_{ij} + \sum_{j=1}^c M_{ij} \right)} \right] \times 100$$

INDICADOR QUE CUANTIFICA EL GRADO DE CIIE:

$$R2i = \left[1 - \frac{\left| \sum_{j=1}^c X_{ij} - \sum_{j=1}^c M_{ij} \right|}{\left(\sum_{j=1}^c X_{ij} + \sum_{j=1}^c M_{ij} \right)} \right] \delta_{ij} \times 100$$

PONDERACION:

$$P_i = \frac{\text{Volumen Ingresos de la empresa (i)}}{\text{Vol.Ing.Industria (2) (z) a que pertenece}}$$

INDICES MICRO EMPRESARIALES:

$$\text{MICRO Ii} = R1i \times P_i$$

$$\text{MICRO Iii} = R2i \times P_i$$

Donde:

$i = (1, 2, \dots, m)$ empresas, siendo m las empresas que formen la población de referencia.
 $j = (1, 2, \dots, c)$ partidas, siendo c el número total de esas partidas (desagregación a cuatro dígitos) TARIC de la D.G. de Aduanas, de los productos con que comercie la i -ésima empresa.

X_{ij} = importe total de las exportaciones de *cada* j -ésima partida TARIC en la i -ésima empresa.

M_{ij} = importe total de las importaciones de *cada* j -ésima partida TARIC en la i -ésima empresa.

δ_{ij} es un operador matemático tal que :

$$\delta_{ij} = 1 \quad \text{si} \quad X_{ij} \neq 0 \quad \cap \quad M_{ij} \neq 0$$

$$\delta_{ij} = 0 \quad \text{resto}$$

Se elige la industria de la población de referencia como denominador en la ponderación, toda vez que de este modo $P_i = 1$ dentro de cada industria.

La diferencia entre los índices R_{1i} , R_{2i} radica en que en este último se contabilizan únicamente aquellas partidas Taric de exportaciones e importaciones coincidentes, de ahí la introducción del operador matemático δ_{ij} .

Ambos índices oscilan entre [0, 100]:

En el primer índice, si ofrece valores **igual a cero**, nos encontraríamos ante empresas que sólo realizan *una* de las dos facetas de comercio exterior, o sólo exportan o sólo importan, ajustando su comportamiento al modelo H-O. Resultados superiores a cero cuantifican el grado de equilibrio en su Balanza Comercial.

En el segundo índice un resultado igual a cero indica que no existe CII en tales empresas; y los valores superiores, cuantifican su grado.

También, y con el fin de ser utilizados como índices industriales, se elaboran a nivel de empresa dos índices más, los Micro, cuya diferencia con los anteriores consiste en establecer una ponderación, la cual queda reflejada.

Finalmente en el cuadro que figura a continuación se presenta un sencillo ejemplo aplicado a una supuesta empresa "H" sobre la que se simula el proceso de cálculo de tales índices empresariales.

BIBLIOGRAFIA:

BALASSA, B. (1965): *Economic Development and Integration*. Mexico DF: Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.

BERGSTRAND, J.H. (1983): *Measurement and Determinants of Intra-Industry International Trade*. En Tharakan (1983) op.cit.

CASTILLO, J. (1991): *Comercio Intraindustrial y Empresas Multinacionales*. Tesis Doctoral dirigida por Martínez, A. Facultad de Ciencias Economicas y Empresariales. Universidad de Valencia.

FARIÑAS, J.C. y MARTIN, C. (1986): "El CII en España. Medición y Determinantes". *II Jornadas de Economía Industrial*. Madrid.

FINGER, J.M. y KREININ, M. (1979): "A Measure of "Export Similarity" and its Possible Uses". *Economic Journal*, 89, 905-12.

GLEJSER, H., GOOSSENS, K. y VANDEN EEDE, M. (1979): "Inter-Industry and Intra-Industry Specialisation Do Occur in World Trade". *Economics Letters*, 3, 261-5.

GLEJSER, H., GOOSSENS, K. y VANDEN EEDE, M. (1982): "Inter-Industry versus Intra-Industry Specialization in Exports and Imports (1959-1970-1973)". *Journal of International Economics*, 12, 363-369.

GRAY, P. (1979): "Intra-Industry Trade: The Effects of Different Levels of Data Aggregation". En Giersch, H. (1979), op. cit.

GRAY, P. (1988): "Intra-Industry Trade: An Untidy Phenomenon". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 124, 211-229.

GRAY, P. y MARTIN, J.P. (1980): "The Meaning and Measurement of Product Differentiation in International Trade". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 106, 322-329.

GREENAWAY, D. y MILNER, CH. (1981): "Trade Imbalance Effects in the Measurement of Intra-Industry Trade". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 117, 757-762.

GREENAWAY, D. y MILNER, CH. (1983): "On the Measurement of Intra-Industry Trade". *Economic Journal*, 93, 900-908.

GREENAWAY, D. y MILNER, CH. (1985): "Categorical Aggregation and International Trade: A Reply". *Economic Journal*, 95, 486-7.

GREENAWAY, D. y MILNER, CH. (1986): *The Economics of Intra-Industry Trade*. Oxford: Blackwell.

GREENAWAY, D. y MILNER, CH. (1987): "Intra-Industry Trade: Current Perspectives and Unresolved Issues". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 123, 38-57.

GRUBEL, H.G. y LLOYD, P.J. (1975): *Intra-Industry Trade*. London: Macmillan.

KOL, J. y MENNES, L. (1983): "Measurement of Intra-Industry Trade and Intra-Industry Specialization". En Tharakan, P. (ed). op.cit.

KOL, J. y MENNES, L. (1986): "Intra-Industry Specialización: Some Observations on Concepts and Measurement". *Journal of International Economics*, 21, 173-181.

MICHAELY, M. (1962): "Multilateral Balancing in International Trade". *American Economic Review*, 52, 685-702.

POMFRET, R. (1985): "Categorical Aggregation and International Trade: A Comment". *Economic Journal*, 95, 483-485.

THARAKAN, P.K.M. (ed) (1983): *Intra-Industry Trade: Empirical and Methodological Aspects*. Amsterdam: North Holland.

CUADRO Nº 1
CALCULO DE INDICES EMPRESARIALES EN LA SUPUESTA EMPRESA "H"

TARIC	EXPORTA- CIONES Mill. Ptas.	IMPORTA- CIONES Mill. Ptas.	R1i	R2i1	MICROI1	MICROI11
5601	50	-				
5602	-	80				
5603	95	70				
ΣXi j*	145	-	$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 145-150 \end{array} \right]$		$98,31\% \times P1$	(1)
ΣMij*	-	150	$\left[\begin{array}{c} 1 \\ (145+150) \end{array} \right]$		$= 24,58\%$	
ΣXi j**	95	-		$\left[\begin{array}{c} 1 \\ 95-70 \end{array} \right]$		$84,85\% \times P1$
ΣMij**	-	70		$\left[\begin{array}{c} 1 \\ (95+70) \end{array} \right]$	$= 84,85\%$	$= 21,21$

* a utilizar en R1i

** a utilizar en R2i

(1) se supone que $P1 = 0,25$

CRITERIOS DE CUALIFICACION SECTORIAL PARA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA ESPAÑOLA (*).

Ana DEL SUR
José SERRANO
Milagros DONES
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

SUMARIO:

- 1.- Introducción
- 2.- Sectorización y Fuentes utilizadas
- 3.- Antecedentes en la clasificación
- 4.- Aspectos metodológicos
- 5.- Características de los grupos seleccionados
- 6.- Referencias bibliográficas

1.- INTRODUCCION

Desde la integración de España en la Comunidad Económica Europea se han producido una serie de ajustes estructurales en los sectores de nuestra economía que han tenido su origen en los nuevos mecanismos y reglas de juego establecidos. En efecto, la bajada de barreras arancelarias, la supresión de mecanismos de protección o la libre circulación de mercancías han operado una serie de cambios que han afectado a la especialización sectorial y como consecuencia al conjunto de ventajas comparativas que existían en la industria española. El análisis de los ajustes producidos en el conjunto de sectores industriales de manufacturas lleva a la creación de una serie de indicadores económicos relativos a la utilización e intensidad de factores productivos, tales como *trabajo*, diferenciando este entre cualificado y no cualificado, *capital* distinguiendo el origen de este ente público, privado y exterior así como la intensidad del mismo, medida a través de los gastos en I+D, que permiten agrupar los diferentes sectores según su participación sectorial.

La elección de la industria manufacturera viene determinada por la gran influencia que tradicionalmente estas industrias han tenido sobre el mercado de trabajo español, y la precariedad de este en comparación con el del resto de países comunitarios. De ahí el creciente interés en analizar la evolución y los posicionamientos industriales tanto desde el conjunto de la Comunidad como por cada país integrante.

(*)Esta comunicación recoge algunas de las conclusiones de un proyecto de investigación más amplio llevado a cabo por los mismos autores bajo el título *Efectos sobre el empleo de la integración de España en la Comunidad Económica Europea*, financiado por la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia.

El trabajo se ha estructurado en tres grandes bloques: el primero destinado a las fuentes estadísticas utilizadas así como a experiencias recientes en este mismo campo; el segundo trata aspectos metodológicos en base a los cuales se ha desarrollado la clasificación sectorial de acuerdo a la dotación factorial existente en cada industria y por último se realiza análisis de las características de los grupos seleccionados y su relación con variables económicas que reafirman las ventajas o no de estos grupos en cuanto a su nivel de comercio y la evolución de su empleo.

2.- SECTORIZACION Y FUENTES UTILIZADAS.

Dado que el objetivo final perseguido en la investigación es detectar simultáneamente las actividades manufactureras más dinámicas y más vulnerables con respecto al comercio y la relación de estas con el mercado de trabajo. Un planteamiento como el propuesto, exige trabajar con una desagregación suficiente, tanto a nivel sectorial como a nivel de mercados de origen y destino, que permita diferenciar la naturaleza de los bienes intercambiados.

El nivel de desagregación sectorial utilizado ha estado condicionado por los distintos niveles de sectorización de las fuentes de información analizadas. A este respecto, la compatibilidad entre la desagregación de las distintas fuentes se ha convertido en uno de los principales problemas a la hora de desarrollar la investigación (1). Finalmente, la desagregación de la actividad económica manufacturera elegida para la caracterización factorial ha sido de 30 sectores, utilizando la información contenida en la encuesta industrial la Central de Balances y la Dirección General de Aduanas.

De la encuesta industrial las variables utilizadas en el presente trabajo han sido: *Tamaño del establecimiento; Personas ocupadas; Horas trabajadas; Costes de personal; Producción bruta, Valor añadido,; Excedente bruto de explotación, Formación bruta de capital fijo,*

De la Central de Balances que incluye también información en el campo de la actividad industrial, se han seleccionado las siguientes variables: *las inversiones en investigación y desarrollo* del total de empresa tanto públicas como privadas; *la formación bruta de capital de las empresas públicas,* y el *capital extranjero* para el ejercicio 85-86.

De la Dirección General de Aduanas, las variables utilizadas son *exportaciones e importaciones* de mercancías para los años 1980 a 1990, calculando *las tasas de cobertura* de cada industria para los dos períodos 80-85 y 86-90.

3.- ANTECEDENTES DE LA CLASIFICACION.

Para la caracterización sectorial es necesario reagrupar las distintas industrias de manufacturas con el fin de identificar los componentes más dinámicos de cada uno de ellas, a la vez que se obtiene la diferente dotación factorial para cada conjunto antes y después de la integración. A

(1) Los detalles sobre la compatibilidad y congruencia entre las diferentes fuentes se encuentra en Serrano, J y Sur, A (1991). Una alternativa a la sectorización actual hubiera sido la realizada por la Fundación INE, que distingue 20 sectores de manufacturas, nivel que fué considerado insuficiente dado la gran agregación que significaba para algunas ramas productivas.

este respecto, existen numerosos trabajos y artículos realizados por distintas instituciones tanto públicas como privadas de entre los que cabe resaltar el abordado por la Comunidad (2), encaminado a conocer la diferente posición de industrias de cada uno de los mercados nacionales. El trabajo que se realiza para el conjunto de países miembros analiza 40 sectores industriales comunes a todos ellos, caracterizando a las industrias según la dotación factorial existente en cada una de ellas con respecto a la mano de obra cualificada, la intensidad del capital y trabajo, y la incorporación de I+D, según el siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\text{LOGTC} = a + (\text{FBKPR}) + c \text{ Log (OCUPR)} + d \text{ Log ID}$$

$$\text{LOGTC} = a + b \text{ log (FBKOC)} + c \text{ Log ID}$$

$$\text{LOGTC} = a + b \text{ Log(FBKPR)} + c \text{ Log(OCUPR)} + d \text{ Log ID} + e \text{ Log OCUEST}$$

donde:

TC = Tasa de cobertura

FBKPR = Inversión por producto

OCUPR = Trabajo por producto

ID = Inversión en I+D

OCUES = n° de empleo por establecimiento.

Tomando como base este trabajo se procedió a la estimación para España de las ecuaciones anteriores, tanto para el conjunto de industrias (30) en el año 1986, como para cada rama en el período 1980-1988. Los resultados de tal aproximación en el caso español, para el conjunto, (cuadro 1) arrojan niveles muy bajos de significación, al igual que para cada una de las ramas analizadas.

Cuadro 1

LS // Dependent Variable is LTC				
SMPL range: 1 - 30				
Number of observations: 30				
VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	7.4221718	1.7432590	4.2576415	0.000
LFBKPR	0.3446302	0.4275026	0.8061478	0.427
LOCUPR	0.5765841	0.3624336	1.5908684	0.124
LID	-0.0747343	0.1112723	-0.6716346	0.508
R-squared	0.151837	Mean of dependent var	4.547097	
Adjusted R-squared	0.053972	S.D. of dependent var	1.042832	
S.E. of regression	1.014300	Sum of squared resid	26.74893	
Durbin-Watson stat	1.717007	F-statistic	1.551494	
Log likelihood	-40.84761			

(2) Economía Europea. L' impact sectorial du marché intérieur Sur L'industrie: Les enjeux pour les Etats membres. 1990

LS // Dependent Variable is LTC				
SMPL range: 1 - 30				
Number of observations: 30				
VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	4.8021224	0.8748925	5.4888141	0.000
LFBKOC	-0.1983425	0.2981519	-0.6652396	0.512
LID	-0.0893478	0.1148881	-0.7776943	0.444
R-squared	0.055525	Mean of dependent var	4.547097	
Adjusted R-squared	-0.014436	S.D. of dependent var	1.042832	
S.E. of regression	1.050332	Sum of squared resid	29.78635	
Durbin-Watson stat	1.707746	F-statistic	0.793662	
Log likelihood	-42.46095			

LS // Dependent Variable is LTC				
SMPL range: 1 - 30				
Number of observations: 30				
VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	6.3354377	1.9304940	3.2817702	0.003
LFBKPR	0.1221768	0.4586880	0.2663616	0.792
LOCUPR	0.7259712	0.3778542	1.9212996	0.066
LID	-0.1083883	0.1133075	-0.9565855	0.348
LOCUEST	0.2422374	0.1934125	1.2524394	0.222
R-squared	0.201912	Mean of dependent var	4.547097	
Adjusted R-squared	0.074218	S.D. of dependent var	1.042832	
S.E. of regression	1.003388	Sum of squared resid	25.16968	
Durbin-Watson stat	1.746971	F-statistic	1.581219	
Log likelihood	-39.93480			

En vista de lo cual, no pareció conveniente utilizar esta caracterización, para realizar el agrupamiento de las distintas industrias, procediendo al uso de una metodología alternativa de tipo multivariante, utilizada ampliamente en este tipo de investigaciones(3).

4.- ASPECTOS METODOLOGICOS

En los últimos años las técnicas de análisis de datos multivariante han visto aumentar su importancia y utilización en la mayoría de los campos científicos de investigación. De las múltiples razones para su desarrollo, merecen ser destacadas al menos dos:

- a) La necesidad de realizar análisis de relaciones simultáneas entre variables y
- b) Los avances informáticos que han permitido desarrollar estas técnicas de forma sencilla.

Así pues, el análisis multivariante puede definirse como la aplicación de métodos a un número grande de variables medidas sobre uno o más objetos en una o varias muestras simultáneamente.

Para este trabajo se propone la utilización de métodos de interdependencia con medidas sobre las variables y utilizando el análisis factorial y el análisis cluster, a los cuales se dedicaran los siguientes párrafos.

(3) A este respecto pueden consultarse los trabajos desarrollados por Alonso y Donoso.

El análisis factorial se utiliza para agrupar un conjunto de variables observadas en un pequeño número de factores, mediante el análisis de las relaciones existentes entre ellos. De esta forma se consigue encontrar unos factores comunes a todas ellas, cuyo significado no se conoce a priori y sobre el que se tendrá que dar una interpretación posteriormente.

El método sirve para explicar una realidad definida por un gran número de variables, con un número pequeño de factores comunes a dichas variables, de forma que el trabajo se simplifica, aunque exista el problema de la identificación de los factores.

Además, estos factores deberán ser independientes entre sí, de tal forma que cada factor explique características diferentes del conjunto de variables iniciales.

El análisis Cluster establece grupos de objetos de tal forma que los elementos pertenecientes a un grupo tengan un alto grado de asociación natural entre ellos mismos, mientras que los grupos formados sean relativamente distintos unos de otros.

El punto de partida será un conjunto de objetos de los cuales se quiere descubrir la existencia de alguna o varias estructuras que los agrupen. Sobre estos objetos se tienen P medidas o variables, en base a las cuales se obtendrán las medidas de similitud.

El análisis factorial se realizó en base a la siguiente información para el año 1986:

- ID: Inversión en investigación y desarrollo de cada sector.
- CUALOCU: Definido como porcentaje de ocupados cualificados sobre el total de ocupados por sector
- OCUPRO: Número de ocupados por producto en cada sector.
- FBKPRO: Inversión por producto en cada sector.
- CPUKT: Capital público sobre capital de cada sector.

Con el fin de poder clasificar el conjunto de sectores manufactureros de acuerdo a su intensidad de factores y a la especialización de estos.

Como consecuencia del análisis se obtienen dos factores que absorben el 54,7% del total de la variación del conjunto de variables originales (cuadro 2), que una vez realizada la rotación se pueden interpretar como:

FACTO 1: Cualificación y penetración de capital extranjero.

FACTO 2: Intensidad del factor capital.

con la información recogida en estos dos factores, se realizó el Cluster para agrupar los sectores.

Tras un primer análisis y a la vista de dendograma (figura 1), se obtienen cinco grupos, teniendo en cuenta que tomamos el segundo nivel de la escala para clasificar los grupos seleccionados de acuerdo a los factores utilizados. Se fuerza el último grupo atendiendo a criterios de participación de las variables seleccionadas, realizándose el cálculo de los percentiles de cada una de estas variables, dando como resultado los grupos cuya definición final se detalla a continuación.

GRUPO 1.- Intensivos en capital

- 1.- Siderurgia
- 3.- Vidrio
- 4.- Ptos. Ceramicos

- 16.- Industria Naval.
- 17.- Otro material de transporte.
- 27.- Industrias del papel

GRUPO 2.- Intensivos en capital e I+D

- 10.- M. Agrícola.
- 11.- M. Industrial.
- 13.- M. Electrico.
- 14.- Electronica.
- 15.- Automóvil.
- 19.- Alimentos básicos.
- 20.- Otras industrias alimentarias.
- 21.- Bebidas.

GRUPO 3. Intensivos en trabajo cualificado e I+D

- 5.- Quimica base.
- 6.- Química industrial.
- 7.- Producción Farmaceutica.
- 8.- Química consumo.
- 12.- Material oficina e Informática.

GRUPO 4. Intensivos en trabajo y capital

- 2.- Productos no ferreos.
- 9.- Productos Metálicos.
- 18.- Precisión.
- 28.- Editorial.
- 29.- Sintéticos.

GRUPO 5. Intensivos en trabajo y capital

- 22.- Textil.
- 23.- Curtidos.
- 24.- Calzado.
- 25.- Confección.
- 26.- Madera.
- 30.- Juguetes y otras.

Cuadro 2

----- FACTOR ANALYSIS -----						
Initial Statistics:						
Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
ID	1.00000	*	1	2.10784	35.1	35.1
CUALOCU	1.00000	*	2	1.17626	19.6	54.7
OCUPRO	1.00000	*	3	.98674	16.4	71.2
FBKPRO	1.00000	*	4	.78167	13.0	84.2
CEXKT	1.00000	*	5	.62626	10.4	94.6
CPUKT	1.00000	*	6	.32124	5.4	100.0

E	2.108	*
I		
G		
E		
N		
V		
A	1.176	*
L	.987	*
U	.782	*
E	.626	*
S	.321	*
	.000	*

PC Extracted 2 factors.

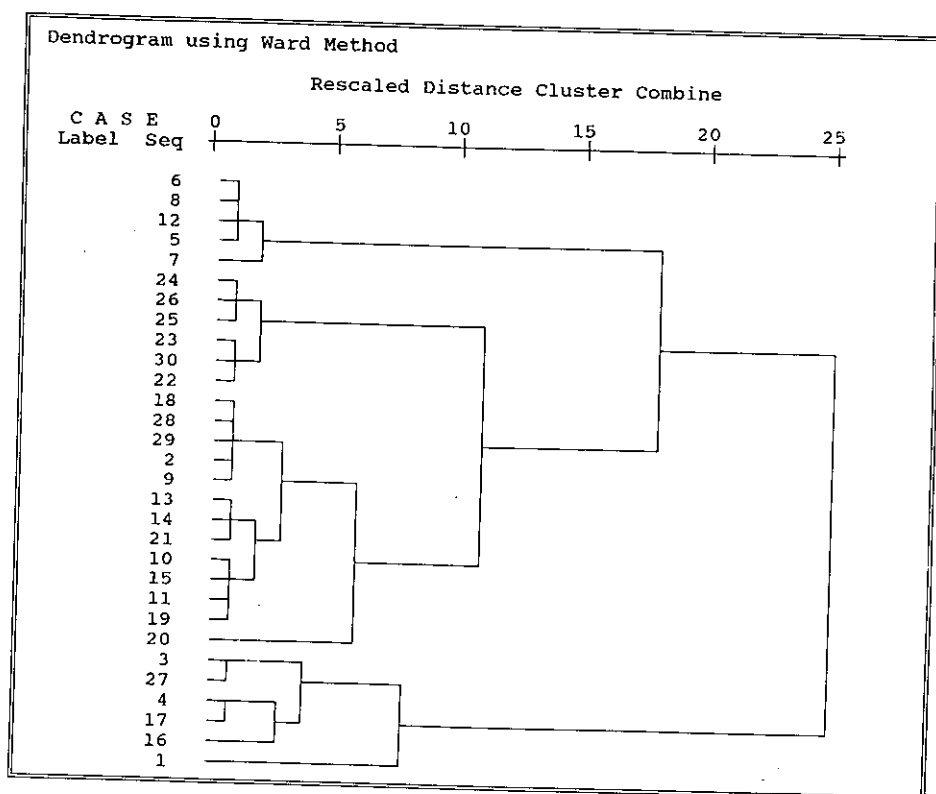
Factor Matrix:		
	FACTOR 1	FACTOR 2
ID	.45965	-.31747
CUALOCU	.78147	.11076
OCUPRO	-.66105	-.29700
FBKPRO	-.14764	.86478
CEXKT	.78915	.22796
CPUKT	-.45201	.41856

Final Statistics:						
Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
ID	.31206	*	1	2.10784	35.1	35.1
CUALOCU	.62297	*	2	1.17626	19.6	54.7
OCUPRO	.52520	*				
FBKPRO	.76964	*				
CEXKT	.67473	*				
CPUKT	.37950	*				

Rotated Factor Matrix:		
	FACTOR 1	FACTOR 2
ID	.28768	-.47885
CUALOCU	.75754	-.22159
OCUPRO	-.72471	.00225
FBKPRO	.22238	.84864
CEXKT	.81290	-.11800
CPUKT	-.23901	.56778

Factor Transformation Matrix:		
	FACTOR 1	FACTOR 2
FACTOR 1	.91089	-.41266
FACTOR 2	.41266	.91089

Figura 1



5.- CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS SELECCIONADOS.

Del comportamiento simultaneo observado por los 30 sectores básicos respecto a las distintas variables analizadas, se obtienen los siguientes grandes grupos:

- 1.Sectores intensivos en capital
- 2.Sectores intensivos en capital e I+D
- 3.Sectores intensivos en trabajo cualificado e I+D.
- 4.Sectores intensivos en trabajo y capital.
- 5.Sectores intensivos en trabajo.

Para explicar el comportamiento global de estos sectores, se analizarán sus características más relevantes, y su relación con indicadores tales como el tamaño, el coste de trabajo o las variaciones en las ventajas comparativas relativa total que indican como el proceso de racionalización y especialización comercial iniciado desde la integración afecta a cada uno de ellos.(cuadro 3)

USD	VARIACION DE LA VENTAJA COMPARATIVA RELATIVA TOTAL (MEDIA PARA CADA PERIODO)		OCUPADOS/ESTABLECIMIENTOS (MEDIA PARA CADA PERIODO)		COSTE PERSONAL/PRODUCCION (MEDIA PARA CADA PERIODO)	
	1983/85	1986/88	1983/85	1986/88	1983/85	1986/88
I. INTENSIVOS EN CAPITAL	37.812	16.252	868.969	883.062	1.712	1.724
1.- SIDERURGIA	51.462	22.412	285.289	270.194	0.188	0.191
3.- VIDRIO	1.476	-3.333	31.658	32.013	0.278	0.248
4.- PRODUCTOS CERAMICOS	60.930	58.744	26.836	24.118	0.298	0.282
16.- CONSTRUCCION NAVAL	82.426	52.762	320.811	339.542	0.393	0.491
17.- OTRO MATERIAL DE TRANSPORTE	-11.772	-2.614	105.553	110.894	0.411	0.362
27.- PRODUCTOS DE PAPEL Y CARTON	-12.766	-10.547	98.822	106.312	0.144	0.150
II. INTENSIVOS EN CAPITAL E I+D	-3.790	0.063	332.066	329.749	1.647	1.483
10.- MAQUINARIA AGRICOLA	-26.604	-60.539	7.297	6.318	0.225	0.218
11.- MAQUINARIA INDUSTRIAL	-25.472	-32.509	23.485	22.234	0.310	0.272
13.- MAQUINAS Y MATERIAL ELECTRICO	-14.571	-15.132	41.303	40.325	0.264	0.249
14.- ELECTRONICA, RADIO Y TV	-70.281	-71.008	80.038	75.032	0.278	0.231
15.- AUTOMOVILES	36.753	19.421	153.129	158.575	0.209	0.157
19.- ALIMENTACION BASICA	-88.804	-76.787	9.490	10.119	0.071	0.077
20.- OTRA INDUSTRIA ALIMENTARIA	5.721	20.715	6.206	6.577	0.113	0.117
21.- BEBIDAS	55.077	40.179	11.117	10.570	0.176	0.163
III. INTENSIVO EN TRABAJO CUALIFICADO E I+D	-30.641	-25.323	352.456	367.787	0.731	0.728
5.- QUIMICA DE BASE	-23.636	-22.571	114.733	116.549	0.095	0.101
6.- QUIMICA INDUSTRIAL Y ABONOS	-31.809	-27.606	35.466	36.259	0.152	0.160
7.- PRODUCTOS FARMACEUTICOS	-13.582	3.412	94.090	101.858	0.236	0.229
8.- QUIMICA CONSUMO DOMESTICO	3.824	0.965	26.094	27.125	0.163	0.151
12.- MAQUINAS OFICINA E INFORMATICA	-54.827	-42.668	82.074	85.996	0.085	0.086
IV. INTENSIVOS EN TRABAJO Y CAPITAL	1.236	-4.565	169.816	167.878	1.214	1.167
2.- METALES NO FERREOS	29.572	6.757	106.923	103.879	0.092	0.112
9.- PRODUCTOS METALICOS	35.887	19.799	9.383	9.090	0.292	0.273
18.- ARTICULOS DE PRECISION	-68.088	-66.983	16.521	15.698	0.340	0.312
28.- EDITORIAL E IMPRENTA	19.797	22.001	13.997	13.849	0.255	0.218
29.- PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLASTICO	0.800	13.666	22.993	25.361	0.235	0.233
V. INTENSIVOS EN TRABAJO	23.018	16.078	95.550	91.910	1.442	1.309
22.- PRODUCTOS TEXTILES	5.775	4.597	27.171	27.557	0.237	0.230
23.- CURTIDOS Y ARTICULOS PIEL	-12.010	1.217	15.508	16.164	0.173	0.153
24.- CALZADO	92.862	85.418	20.180	15.641	0.240	0.211
25.- VESTIDO Y CONFECCION	41.094	14.486	14.502	15.411	0.270	0.249
26.- PRODUCTOS DE MADERA Y MUEBLES	5.859	1.614	4.952	5.051	0.262	0.233
30.- JUGUETES Y OTRAS MANUFACTURAS	24.979	3.536	13.238	12.086	0.259	0.234

Tras el análisis de estos cinco grandes grupos de manera global, puede decirse que la integración está determinando un intenso proceso de recalificación de sectores y de las fuentes de generación de empleo por demanda externa (4), ya que los sectores que registrarán mayores niveles de empleo por comercio fueron aquellos que por su naturaleza tenían menos capacidad teórica para generarlo, esto es, aquellos que se caracterizaban por un alto nivel de cualificación e intensidad de capital e I+D, frente a los intensivos en mano de obra que fueron los que menos empleo generaron.

Las características especiales de algunos sectores incluidos dentro de estos grandes grupos, obliga a realizar un análisis más detallado de estos, matizando su comportamiento ante indicadores como los anteriormente enunciados que miden, además, el grado de eficiencia sectorial de cada uno de ellos.

a) *Los sectores intensivos en capital* que, incluyen una amplia gama de actividades que concebidas en su momento como base del crecimiento industrial, resultan actualmente afectadas

por el desarme arancelario, las condiciones de mercado y la ausencia de intervención mismo que exige la integración en la CEE. A este grupo corresponden sectores fuertemente afectados por la reconversión industrial. La diferencia en ventaja comparativas antes y después de la entrada en la CEE, sitúan claramente mal a sectores como la construcción naval, la siderurgia o los productos cerámicos, siendo la excepción del grupo los productos de papel y cartón. En cuanto al tamaño medio de sus establecimientos, estos son de tipo pequeño (menos de 20 empleados) perdiendo establecimientos de este tipo en el período 86-88, salvo, nuevamente, las industrias de papel y cartón que están caracterizadas por establecimientos de tamaño mediano y grande y que han consolidado su caracterización. Por lo que respecta a los costes laborales por unidad de producto, la evolución desde la integración ha sido para el conjunto de sectores que intervienen en este grupo creciente, siendo especialmente significativos los aumentos en las industrias de reconversión.

b) *Sectores intensivos en capital e I+D*, que incluyen los sectores de maquinaria, del automóvil, de las industrias de alimentación y bebidas. Tienen un nivel de penetración de capital extranjero alto, no se han visto muy afectadas por la normalización en la producción o el desarme arancelario, ya que si bien su volumen de importaciones ha crecido desde la integración, el alto grado de apertura existentes en estos sectores antes de la integración y su capacidad tecnológica han favorecido de manera decisiva su competitividad exterior. En este sentido, el indicador de variación de las tasas de cobertura, lo confirma ya que su evolución ha sido muy favorable para este conjunto de sectores, excepción de las industrias del automóvil y de bebidas, las primeras por el gran desarme arancelario que se produce y las segundas por su poca vinculación a empresas multinacionales. Además, el tamaño medio de este tipo de sectores se caracteriza por un importante número de empresas de tamaño mediano-grande, que se han mantenido después de la integración y con una gran proliferación de establecimientos de tipo pequeño, que lejos de desaparecer después de la integración, han aumentado su número. Respecto a los costes de personal, la evolución experimentada es de descenso en los costes, presentando buenas perspectivas para el futuro.

c) *Intensivos en trabajo cualificado e I+D* en este grupo se encuentran los sectores de la química, la industria farmacéutica y las de precisión e informática, que con un alto grado de tecnología tienen una elevada proporción de importaciones de carácter interindustrial y son a su vez reexportadores una vez realizada la transformación a la incorporación a otros productos. En relación al indicador de comercio, así parece confirmarse, puesto que las variaciones en las tasas de cobertura son muy favorables para todos los sectores después de la integración. En cuanto al tamaño medio del establecimiento, este es de tipo medio grande, habiendo perdido en establecimientos pequeños después de la integración. Con referencia a sus costes laborales la evolución observada desde la integración ha sido de ligero crecimiento lo cual no dificulta su posicionamiento favorable en los mercados internacionales, ya que son este tipo de industrias los que generan las más altas productividades y además aunque son costes crecientes, siguen siendo más bajos que sus homólogos internacionales.

d) *Intensivos en trabajo y capital*, que también podrían ser calificados de no especializados ni en trabajo ni en capital, puesto que la participación de cada factor productivo se encuentre muy repartida. A este grupo pertenecen las industrias relacionadas con productos metálicos, no ferreos, sintéticos o editorial, cuyas características más relevante se encuentran en el hecho de que su modelo de competitividad basado en costes de mano de obra relativamente bajos y asimilación

de tecnología moderna, se ha agotado. Por ello, el índice de cobertura muestra una muy mala evolución de sus sectores, con un tamaño medio del establecimiento que se pueden calificar de tipo pequeño, donde han ido desapareciendo aquellos de tamaño medio y grandes que podrían ser más competitivos.

e) *Sectores intensivos en trabajo*, que incluyen los sectores de textil, confección calzado, muebles..., es decir los de mayor tradición exportadora y los que ofrecen, en teoría mayores ventajas para la exportación, son precisamente los que registran los mayores retrocesos relativos. A este respecto el indicador de nivel comercial presenta los valores más negativos del período y en cuanto al tamaño medio de sus establecimientos caracterizados durante años por una gran atomización, han pasado después de la integración a reducir su número, no creando nuevos establecimientos de tamaño superior, y aunque con costes cada vez más decrecientes su participación en los mercados internacionales es cada vez menor, como resultado de la poca especialización de estos sectores.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALONSO Y DONOSO (1988). Rasgos y conductas de la empresa exportadora. *El sector exterior economía Española*. Colegio de Economistas.

BAJO Y TORRES (1989). Contenido factorial y abundancia revelada de factores en el comercio exterior de España. ICE

DONES, SUR, SERRANO (1992). Dotación factorial y competitividad del comercio exterior de manufacturas. Efectos de la integración en la CEE. *VI Reunión Asepelt*.

Economie Européenne. L'impact sectoriel du marché intérieur sur l'industrie: les enjeux pour les Etats membres. Especial 1990

SERRANO, DONES, SUR (1992). Desindustrialización del empleo y mercado único. *VI Reunión Asepelt*.

SERRANO Y SUR (1991). *Efectos sobre el empleo de la integración de España en el mercado único europeo*. Dirección General de Investigación Científica y Técnica, Madrid (mimeo)

LA MARGINALIDAD ECONOMICA EN LA ESPAÑA DE LOS NOVENTA

Por Santos M. RUESGA BENITO
 PROFESOR TITULAR DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID
 DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURA ECONOMICA Y ECONOMIA DEL DESARROLLO

1. SOBRE EL CONCEPTO DE MARGINALIDAD ECONOMICA.

Hablar de marginalidad supone hacer referencia a pautas de comportamiento sociales, económicas y culturales determinadas, aunque variables, en función de los distintos contextos históricos y espaciales existentes.

En las sociedades occidentales desarrolladas, la marginalidad, vista en la perspectiva económica, exige hacer referencia previa a un conjunto de premisas que definen y caracterizan sus sistemas económicos, donde se inscribe el fenómeno. Su comprensión global requiere la incorporación al análisis de elementos sociales y culturales intrínsecamente ligados e interactivos con la vertiente estrictamente económica. El concepto marginalidad exige, por tanto, en la medida que hace referencia a algo que está "al margen", definir "lo establecido" las formas económicas, sociales y culturales dominantes, que, por extensión, establecen la frontera entre lo integrado y lo marginado. Bajo esta óptica es muy restrictivo establecer criterios exclusivamente económicos para hablar de la marginalidad, en tanto que, las situaciones ubicadas dentro de este fenómeno llevan consigo formas de vida social y culturalmente "atípicas".

En términos económicos podríamos concretar parámetros estadísticos¹ para evaluar, cuantitativamente, el "umbral" de marginalidad, asimilándolo a la pobreza. Estableceríamos así una línea divisoria, más o menos arbitraria, con referencia a los niveles medios o habituales de riqueza, renta u otra variable económica, por debajo de la cual se situarían colectivos cuyos medios no les permitirían mantener un estándar de vida considerado como el mínimamente aceptable. Ahora bien, la definición de pobreza no es "ahistórica" sino que se refiere a contextos concretos.

Fundamentalmente, tales umbrales se definen frente a modelos de consumo establecidos, de modo tal, que la inaccesibilidad a los mismos, definiría el estatus de pobreza.

En las economías preindustriales, con formas económicas de subsistencia y básicamente orientadas al autoconsumo, la pobreza queda fuera de consideración puesto que no se perciben los modelos de contraste y, a lo sumo, se define socialmente un reducido grupo de privilegiados que cuentan con los recursos suficientes para establecer unos estándares de vida muy por encima de

¹ Véase a este respecto las diversas definiciones que se recogen en los diferentes estudios de Cáritas sobre la pobreza. Vid., asimismo, EUROSTAT (1991): *Retrato social de Europa*, Oficina Estadística de las Comunidades Europeas, Bruselas, 120 págs.; y SCHILLER, B.R. (1989): *The Economics of Poverty & Discrimination*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, nº 5, 5ª edición, págs. 18-26.

la gran masa de población, que se desenvuelve con escasas diferencias entre modos de vida semejantes. La extensión de las formas económicas industriales desarrolladas y la implantación de un modelo de consumo crecientemente acumulativo, establece el parámetro de comparación para todas las economías, haciendo posible la idea estadística de pobreza. La concepción de la miseria aparece como un estadio en el que convergen definiciones estadístico-económicas con valoraciones culturales y sociales de desventaja frente a las pautas habituales establecidas. Así, mientras el pobre de las sociedades preindustriales constituye la opción de vida generalizada, la miseria en las sociedades industriales se torna selectiva, concentrándose en grupos sociales minoritarios o individuos aislados que quedan excluidos de la prosperidad económica por motivos diversos, aunque en general relacionados con un entorno poco propicio en términos educativos, formativos, laborales, sanitarios y, en general, sociales.

También, es posible desde un punto de vista formal, hablar de otro tipo de marginalidad. Fundamentalmente, desde la perspectiva de la oferta o de la producción. Se conecta el fenómeno denominado como "economía sumergida" entendida como el conjunto de actividades productivas y/o comerciales que se realizan *al margen* de los circuitos formales de la economía. Una y otra forma de marginalidad, la antes conceptualizada, vista desde el lado de los modelos de consumo, y la economía sumergida, están en relación con un sistema económico que cuenta con un elevado nivel de regulación e intervención por parte de los aparatos económicos del Estado.

2. MARGINALIDAD ECONOMICA Y ECONOMIA SUMERGIA.

La marginalidad económica en su sentido más amplio va a mostrar su presencia de forma creciente a partir de los años cincuenta/sesenta -superado los lastres económicos de la postguerra-, al compás de la construcción del modelo económico urbano-industrial que se va configurando en nuestro país durante esos años. La construcción de un sistema económico que se apoya, como en el resto de los países occidentales, en el llamado "pacto postkeynesiano"² supone, en definitiva, un proceso de estabilización de la sociedad, apoyado en una amplia capa social que sociológicamente se ha denominado *clase media*.

La estabilización y expansión de este grupo social excluye a colectivos más o menos numerosos que configuran el campo de la marginalidad. En la medida que la construcción de ese modelo económico, en el caso español, refleja lagunas importantes sobre todo en lo que a la edificación del Estado del Bienestar se refiere -al menos en contraste con lo que por ello se entiende en los países del centro-norte de Europa-, resulta poco viable que cierta parte de la marginalidad en términos socioeconómicos se vea compensada por la intervención "benefactora" del Estado, de modo tal que los síntomas externos, de la marginalidad, cuantitativa y cualitativamente, se hacen mas patentes en países como España que en otros con mayor grado de protección pública.

Comprender la difusión de formas económico-productivas marginales requiere introducirse, siquiera brevemente, en los rasgos básicos que han definido la crisis de los años setenta y sus secuelas en el conjunto de la estructura económica y social.

² Véase ANISI, D. (1988) *Trabajar con red*, Alianza Editorial, Madrid, 170 págs.

La crisis supone, una ruptura drástica con un proceso de crecimiento intenso que se apoya en un aumento notable y sostenido de la productividad, derivado de la aceleración del cambio técnico y, en paralelo, de una creciente intervención, a través de diversos mecanismos reguladores, por parte de los aparatos del Estado. Estamos en el período de la construcción y consolidación en las economías occidentales del llamado Estado del Bienestar, con una doble vertiente, por un lado sociológica y, por otra, económica, a la que aquí se dedica mayor atención y que resalta el papel del Estado como agente económico en la vida cotidiana.

El modelo surgido en los años de la postguerra, -50 y 60-, es muy rígido para dar respuesta a los efectos de la crisis que provoca desequilibrios básicos desde el punto de vista económico: altas tasas de inflación y elevados niveles de desempleo, en crecimiento acelerado a partir de 1973-1974.

Dos cuestiones por lo tanto emergen de la situación de crisis y en el proceso a través del cual se empiezan a arbitrar algún tipo de soluciones. En primer lugar, el planteamiento de una cierta redefinición del papel del Estado como agente económico que regula las relaciones entre cada una de las economías nacionales y, en general, en el contexto económico internacional. Y en segundo, lo que se ha venido llamando la crisis del Estado del Bienestar. Desde el punto de vista del funcionamiento del sistema económico, se constata un incremento notable de los costes de producción y, en parte, una reacción, que trata de reducir inicialmente esos costes de producción y, especialmente, los del factor trabajo.

Evidentemente, hay en el plano analítico dos posibles reacciones frente a una situación que supone una caída de la actividad, y/o estancamiento de la demanda, además de la hipotética posibilidad de salirse del mercado -por tanto el cierre de empresas- para determinados sectores empresariales.

Una primera opción supone el intento de modificar esta situación de desplazamiento del mercado para ciertos sectores a través de un cambio tecnológico profundo que permita incrementar la productividad de las empresas y, por tanto, mantenerse en condiciones de competitividad. Este es un mecanismo de salida, que no se articula en un corto plazo; difícilmente se pueden modificar las pautas de desarrollo tecnológico de las empresas y mucho menos, en el caso español, de desarrollo tardío y dependiente tecnológicamente.

En efecto, uno de los elementos considerados como básicos en la apertura de la crisis es precisamente el agotamiento de un cierto ciclo tecnológico a escala mundial. Ello significa que las formas de comportamiento y los mecanismos de incorporación de tecnología en las empresas parecían haberse agotado ya a finales de la década de los sesenta o principios de los setenta. Por tanto, la salida por la vía tecnológica a la crisis requería de la puesta en práctica de un nuevo ciclo de desarrollo tecnológico que se va a poner en marcha a lo largo de los años setenta y en los años ochenta, esto es, durante casi veinte años.

La otra vía de respuesta, a la postre de idénticos resultados, pero desde otro punto de vista, resulta ser la flexibilización en general de las economías, articulada en dos planos diferentes en relación con la perspectiva que aquí se analiza. En primer lugar, el plano que podríamos llamar "espontáneo", formalizado con el nombre de *economía sumergida*. En segundo lugar, el plano más institucional, surgido desde los propios estamentos oficiales, de desregulación de la economía en general y, en particular de los mercados de trabajo.

La solución a través de cualquiera de las vías posibles, tecnológica o flexibilidad y, dentro del campo de desarrollo de esta última opción, por medio de la economía sumergida o de la

desregulación está en función de las características de cada uno de los distintos países, aunque, en todos los casos suele producirse una combinación de estos elementos.

En España, teniendo en cuenta nuestras carencias tecnológicas, la vía fundamental de respuesta que se va a articular es la de flexibilidad del sistema que, al menos en los primeros años, en el período 77-83 va a apoyarse fundamentalmente sobre la economía sumergida. El proceso de transición política, que paralelamente se desarrolla en España, hace que los planes de reformas institucionales sean políticamente más problemáticos y se lleven con cierta lentitud al menos en la primera fase del desarrollo de la crisis, si bien se aceleran posteriormente, a partir del año 1983.

De cualquier forma, la flexibilización del sistema, tanto en el caso español como en el occidental evolucionará de acuerdo con los distintos modelos existentes. Al respecto, es posible establecer una doble tipología: el modelo "corporativo" y el modelo "liberal".

En el modelo corporativo o centralizado de desarrollo, cuyo paradigma podrían ser los países nórdicos, el funcionamiento del sistema económico se articula básicamente sobre un esquema de negociación entre los interlocutores sociales que abarca desde los planos más elevados imaginables hasta los esquemas de negociación empresarial. Se trata de un modelo piramidal donde la presencia de los interlocutores sociales continuamente va determinando el modelo de relaciones laborales sino incluso las pautas de comportamiento del sistema económico en su conjunto.

Y, alternativamente, en el otro extremo nos encontraríamos con el modelo liberal, aquel donde, en principio, se entiende que el funcionamiento del sistema económico tiene que dejarse en manos de las fuerzas del mercado, de la oferta y de la demanda así como a la intervención de los agentes sociales. Su materialización obra fundamentalmente en el plano microeconómico, y no tanto a escala de negociación global y de acuerdo de arriba a abajo.

La experiencia de estos años muestra que cuanto más se acerca un país a los extremos del modelo, los efectos de la crisis se amortiguan, al menos en términos de indicadores económicos, tales como la inflación o los desequilibrios en la balanza de pagos. Por contra, los efectos mayores en estos términos se producen en los esquemas mixtos, donde el nivel de descentralización, de corporativización de la sociedad o de la economía en general, es menor pero sin embargo, existen mecanismos que regulan y distorsionan el funcionamiento del mercado.

Tal sería la caracterización, en grandes líneas, por ejemplo del modelo español, del modelo italiano, y, en alguna medida del modelo francés, que se corresponden con modelos mixtos donde existen elementos importantes de corporativización del sistema económico, pero al mismo tiempo conviven con un funcionamiento de las fuerzas del mercado relativamente libre, al menos en algunas parcelas del sistema.

Estos modelos determinan la rapidez en la respuesta frente a la crisis por parte de uno u otro modelo. Los más liberales tienen mayores posibilidades de articular una respuesta inmediata. Los modelos más centralizados tienen una capacidad de contención de los efectos de la crisis algo más dilatada en el tiempo.

En todo caso, lo que se generaliza en la mayoría de los países es el mecanismo de la respuesta flexible, es decir la flexibilización de los modelos económicos. En aquellos países que ya partían de un sistema altamente flexible o liberal, como puede ser el caso de Estados Unidos y en menor medida Japón o el Reino Unido incluso se acentúan esas características; en los casos de los países más centralizados se observa una cierta resistencia a la flexibilización pero ya en la

década de los ochenta se empieza a plantear una vía más o menos importante de desregulación de su economía. Lo mismo pasa en los modelos mixtos como sería el caso español.

En última instancia, la flexibilización se refiere a un intento de modificar algunas de las características básicas del sistema económico en términos de relación capital-trabajo. Quiere esto decir que si uno de los efectos básicos de la crisis es el crecimiento del desempleo lo que se está buscando, por un lado, es incrementar la productividad por la vía de la reducción de la capacidad de absorción de la mano de obra por parte del sistema, al menos en términos unitarios, pero por la vía de la flexibilización lo que se estaba buscando era abaratar en términos comparativos el coste de la mano de obra en la idea de que al menos la relación capital-trabajo no se altere sustancialmente en favor del primer factor, y, por tanto, los requerimientos de trabajo en una economía determinada no se reduzcan prácticamente en tanto que se va aumentando la productividad. En definitiva, esto significa incrementar la elasticidad precio de la demanda de trabajo.

En este sentido, una de las vías para reducir, o por lo menos no alterar la relación capital-trabajo y, por tanto, para disminuir en términos relativos el coste del factor trabajo consiste en remover barreras institucionales. Reducir mecanismos proteccionistas a favor del empleo y del trabajo, que se habían ido consolidando en el modelo de crecimiento de la postguerra, de tal manera que el coste relativo del factor trabajo se reduzca en términos unitarios.

Esta es una respuesta que inicialmente se articula de manera más o menos espontánea a través de la economía sumergida. Desde el punto de vista empresarial, el empleador, ante la existencia de un conjunto de normas, de barreras institucionales, de mecanismos de regulación - que, en definitiva, son trasladables en términos de costes a las empresas-. Tiene una reacción en ciertos sectores, -sobre todo aquellos más intensivos en el uso del factor trabajo-, de salirse de los mecanismos de regulación y, por tanto, interiorizar la reducción de costes ya que se prescinde de pagar a la Seguridad Social, cotizar a Hacienda, etc. esto es una respuesta muy inmediata a la crisis que se produce en la mayoría de los países occidentales con distintas características dependiendo de los sistemas institucionales de regulación.

3. CAMBIOS INSTITUCIONALES.

Cuando la respuesta institucional se articule y profundice en el proceso de desregulación de las economías, se irá produciendo un acercamiento entre las dos vías. La vía de economía sumergida empieza a tener menos ventajas comparativas por cuanto en la economía formal, disminuye el nivel de requerimientos legales y, por tanto, los costes implícitos de estar en la legalidad. Consecuentemente, la penalización relativa³ de estar en una situación ilegal en la economía sumergida en términos relativos se incrementa y se produce un cierto descenso de la economía sumergida. Esto es algo que en Italia se va a producir ya a finales de la década de los setenta; en el caso español no tiene lugar prácticamente hasta que nuestra economía inicie un cierto proceso de recuperación en el año 86, pero lo importante es reflejar la idea de cómo la desregulación supone un cierto cierre del mecanismo de la economía sumergida o una cierta emersión de parte del sector de la economía sumergida.

³ Definida por la cuantía de las penalizaciones que impone el sistema legal y la probabilidad de ser descubierta la regularidad por los servicios administrativos correspondientes.

Algún otro elemento adicional que explicaría la emersión de la economía sumergida en los países en los que se ha producido con más intensidad, hace referencia al destino del capital acumulado en su práctica. En algunos casos, en algunos modelos esa acumulación de capital es susceptible de reinversión en cambio tecnológico y, por tanto, de incremento de la productividad, lo cual puede permitir que en un momento determinado empresas anteriormente sumergidas puedan reflotarse gracias a los cambios técnicos operados en el proceso.

No es el caso español, en general. Aquí, el mecanismo de la economía sumergida ha supuesto como en otros casos una posibilidad de acumulación de recursos que, sin embargo, han dado lugar a una escasa reconversión técnica en los sectores donde la economía sumergida tenía mayor presencia, entre otras razones, por la cultura empresarial existente.

Lo que se observa en el análisis empírico⁴ es que la acumulación de recursos producida vía economía sumergida ha estado alimentando en buena parte el importante crecimiento del consumo privado que ha existido en España, incluso durante el período de la crisis.

La desregulación en el plano institucional, en el caso español, se ha desarrollado de forma no muy diferente a lo que ha ocurrido en otros países. Fundamentalmente se ha tratado de eliminar barreras de tipo legal que protegían el empleo, y ha ido apareciendo un mercado más flexible tanto desde el punto de vista de las fórmulas contractuales, como desde el punto de vista de los mecanismos de protección en el campo del despido, individual o colectivo. En definitiva se ha producido un cambio intenso en el marco de regulación del mercado de trabajo. No voy a entrar en otros marcos de regulación de la economía que tendrían también sus particularidades.

Así la desregulación permite interiorizar en el mercado de trabajo oficial una segmentación que ya existe. Nos encontramos básicamente a lo largo de la crisis con dos mercados de trabajo: el mercado oficial, donde los trabajadores gozan de un alto nivel de protección, de una relativamente elevada estabilidad en el empleo, jornada continuada, de ocho horas, etc. Y alternativamente, está el mercado paralelo donde esas características no existen; el trabajador no está protegido en los términos del mercado oficial, la jornada es absolutamente flexible, así como las formas contractuales y los períodos de trabajo.

La desregulación en este sentido legaliza parte de las formas de relaciones laborales preexistentes en el mercado de trabajo, y, consecuentemente, permite una expansión muy importante de la contratación, favorecida por los cambios en la normativa y una profundización en las fórmulas de contratación que podríamos llamar atípicas, -a tiempo parcial, temporales, etc.-.

En definitiva, esto supone desde el punto de vista empresarial la posibilidad de acceder a un mercado de trabajo ya legal, al menos sujeto a la normativa legal, pero que le ofrece opciones de contratación con costes relativos más reducidos que dentro del mercado de trabajo característico de la década anterior.

4. DUALIZACION DEL SISTEMA ECONOMICO.

Nos encontramos por tanto, que se introduce una línea de dualización creando dos segmentos importantes dentro del mercado de trabajo ya legal. Un segmento central de trabajo más

⁴ Véase a este respecto RUESGA BENITO, S.M. (1988): *Al otro lado de la economía*, Editorial Pirámide, Madrid, 198 págs.

estable, de trabajo a tiempo completo, de un conjunto de mecanismos de protección social relativamente amplios. Y, un segmento del mercado de trabajo mucho más inestable, con unos niveles de protección, -incluso desde el punto de vista legal- menores.

La segmentación se define no sólo por su característica desde el plano legal, sino que observamos también que la segmentación afecta de manera diferencial según las características de la población o de los trabajadores. Y, en paralelo con el fenómeno de la economía sumergida, afecta fundamentalmente aquellos colectivos de mano de obra que en un mercado más rígido, más estructurado eran los segmentos más marginados. Son precisamente las mujeres y los jóvenes, colectivos con más dificultades de integración en el mercado de trabajo más regulado, quienes van a tener un acceso mucho más rápido en términos cuantitativos al empleo, beneficiándose de la mayor flexibilidad.

Las cifras de contratación temporal, por ejemplo, en el caso español durante los últimos cinco o seis años muestran que una parte significativa de los contratos temporales realizados son mujeres y también, en términos relativos, jóvenes menores de 24 o de 30 años. Lo cual nos confirma algo que ya empezábamos a ver incluso antes de la crisis, cómo los mercados altamente regulados discriminan de manera importante a estos colectivos de la población.

También hay una correlación importante en cuanto a los sectores productivos. Al respecto, cabe resaltar, al menos en el caso español, cuyos sectores se caracterizan por ser intensivos en mano de obra -manufactureros, servicios, etc.-, que la opción de apoyar institucionalmente una flexibilización creciente de los mercados de trabajo y de la economía en general, constituye una opción que podría entrar dentro de lo que algunos hemos llamado la taiwanización española, significando lo que en el contexto europeo se define como "dumping social", es decir, la opción de intensificar la reducción del coste del factor trabajo en términos relativos como forma de competir incluso en la perspectiva del Mercado Único.

Casi con toda seguridad se trata de una opción consciente, aunque, desde mi punto de vista, tiene poco futuro tanto en el plano económico como especialmente en el social. Económicamente, porque la competitividad internacional en términos de bajos costes de mano de obra cuenta ya con países, en el sudeste asiático y otros de los considerados hasta hace poco "en vías de desarrollo", con importantes ventajas comparativas respecto de España en ese terreno. Socialmente, porque supone el deterioro de las condiciones de vida y trabajo de una parte importante de la población española, lo que podría dificultar nuestra convergencia real con los países comunitarios.

No obstante, conviene matizar que la flexibilización institucional supone niveles de precarización y de desprotección bastante menores que los originados por la vía de la economía sumergida. Evidentemente, en el segmento flexible legal existe alguna protección y permite mediante la acción sindical una mejora de la situación de los colectivos afectados, aunque esta posibilidad en España presenta el inconveniente de la escasa afiliación de los trabajadores a los sindicatos, poco más del 10 por ciento, muy por debajo de los niveles europeos e incluso inferiores a países occidentales con tasas de sindicación más bajas como puede ser el caso de Estados Unidos.

En cualquier caso, una presencia sindical mucho más activa, parece una condición necesaria para proceder a una cierta racionalización y mejora de la calidad de vida de ese segmento muy importante del mercado de trabajo. De ahí que algunas de las cuestiones que se han debatido en estos últimos meses como por ejemplo el control sindical de los contratos de trabajo, o que

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

actualmente están produciendo un enconado enfrentamiento entre sindicatos, Gobierno y patronal como la reforma de las prestaciones por desempleo o la ley de huelga, tengan una trascendencia mucho más allá de las cuestiones meramente jurídicas.

LOS NUEVOS EJES DEL CRECIMIENTO ECONOMICO EN ESPAÑA EN LA DECADA DE LOS 80: EL EJE MEDITERRANEO.

RODRIGUEZ GARCIA, Juan.
Profesor del Departamento de ECONOMIA APLICADA.
UNIVERSIDAD DE CADIZ.

1.INTRODUCCION

La década de los 80 ha puesto de manifiesto en la Europa Comunitaria el incipiente proceso de desplazamiento económico desde las regiones centrales de Europa, delimitado por el triángulo (Stuttgart-Hamburgo-Lille) hacia las regiones mediterráneas a través del valle del Ródano y hacia el Norte de Italia y el Valle del Po, a través de Suiza. Este desplazamiento del crecimiento económico europeo hacia las regiones mediterráneas tiene su prolongación en España, a través del denominado "eje mediterráneo español", el cual es un ramal del eje mediterráneo francés.

En los años 80 en España se ha producido el desplazamiento del centro de gravedad de la economía española hacia el Este peninsular. Este centro de gravedad económico ya no coincide con los tres núcleos dominantes de las etapas anteriores (década de los 60 y 70): Madrid, Vizcaya/Guipúzcoa y Cataluña (Barcelona). El arco mediterráneo (desde Gerona a Cádiz, se configura como el eje del futuro crecimiento económico español, al que se incorporan los dos archipiélagos y el eje del Ebro (La Rioja-Navarra-Zaragoza-Tarragona).

Por consiguiente, el objeto de la presente comunicación es estudiar los nuevos ejes de crecimiento en España en la década de los 80 y en concreto la evolución y consolidación económica del eje de expansión mediterráneo, comparándolo con otras áreas geográficas como la Cornisa Cantábrica y la Comunidad de Madrid.

Este eje locacional comprende el espacio geográfico de cuatro Comunidades Autónomas (Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía). Su localización coincide con el importante eje de comunicaciones de la autopista A-7 y el corredor mediterráneo N-340 y N-332 (transformándose ambas en la actualidad en autovías), enlace entre Europa y Africa. Este eje mediterráneo posee una extensión de 153.820 Km², lo que supone el 30 % de la superficie nacional. Su población ronda los 18 millones de habitantes, representando el 45 % de la población española.

Este detenta su base económica en la progresiva modernización de la agricultura (denominada agricultura mediterránea) ligada a los mercados exteriores, en el fuerte crecimiento de las actividades turísticas y terciarias y en una base industrial más compleja y diversificada. En 1.990 este eje proporcionaba el 44,8 % del Producto Interior Bruto (P.I.B.), el 45,6 % del Valor Añadido Bruto Primario, el 46,9 del V.A.B. Industrial, el 44,8 % del V.A.B. de la Construcción y el 43,9 % de los Servicios. Sus tasas de crecimientos (expresadas en términos del P.I.B. anual acumulativo) durante el quinquenio 1.985-1.990 superaron a la media española basculando entre

el 6,03 % de Murcia al 5,29 % de Cataluña. El crecimiento medio conjunto del arco mediterráneo (5,49 %) fue superior a los registrados por el conjunto de la Cornisa Cantábrica y de la Comunidad de Madrid con el 4,79 y el 4,87 % respectivamente.

Por consiguiente, se comprueba como el eje mediterráneo es una de las áreas con mayor potenciabilidad económica y con un crecimiento más dinámico dentro del territorio nacional en la década de los 80 aunque en su extenso territorio de 153.820 km² existan zonas con mayor dinamismo económico que otras.

2. EVOLUCION DEMOGRAFICA.

El fuerte crecimiento de la población y su creciente participación en el conjunto de la población nacional, es sin duda, una de las notas que mejor definen al arco mediterráneo. La participación de éste en la población española en el período comprendido entre 1.970 y 1.989 ha ido aumentando. En 1.970 detenta el 44,08 % de la población, en 1.981 el 45,10 % y en 1.989 el 45,63 %, lo cual representa un crecimiento de 1,5 puntos en dicho período. Si observamos la participación de otros ámbitos geográficos tales como la Cornisa Cantábrica comprobamos que ésta pasa de poseer el 17,81 % de la población española al 16,93 %, perdiendo 0,84 puntos; mientras que la Comunidad de Madrid sigue la misma tendencia de crecimiento del arco mediterráneo pasando del 11,04 % al 12,55 % representando una ganancia de 1,51 puntos.

Entre 1.970 y 1.989 la población del eje mediterráneo pasó de 15.008.827 a 18.044.860 lo que representa un crecimiento absoluto de 3.036.033 y un crecimiento relativo del 20,22 %. Las comunidades que experimentan un mayor crecimiento son la murciana con un 25,95 % y la valenciana con un 25,10 %, mientras que Cataluña y Andalucía lo hacen de una forma más pausada, pero por encima de la media española (16,15 %) con un 19,91 % y un 17,16 % respectivamente como se puede apreciar en el cuadro núm. I.

Si nos centramos en la década de los 80 (1.981-89) observamos como el conjunto del eje mediterráneo creció un 6,14 % durante éste período, porcentaje superior al registrado por el conjunto de la población española (4,93 %). Asimismo, el arco mediterráneo vuelve a crecer con mayor rapidez que la Comunidad de Madrid y la Cornisa Cantábrica que lo hacen al 5,92 % y al 1,74 % respectivamente. El crecimiento demográfico dentro de éste conjunto no es homogéneo, ya que la Comunidad de Murcia y Andalucía lo realizan con tasas elevadas del 9,68 % y 8,97 % respectivamente, con porcentajes más atenuados lo hacen Valencia con el 5,64 % y Cataluña con un porcentaje muy bajo, de tan sólo un 2,85 %.

CUADRO I.

Crecimiento demográfico de las regiones mediterráneas en España: 1.970-1.989.

	1.970-1.981		1.981-1.989		1.970-1.989	
	1	2	1	2	1	2
Cataluña	16,6	1,4	2,8	0,3	19,1	0,9
Valencia	18,4	1,5	5,6	0,6	25,1	1,1
Murcia	14,8	1,3	9,6	1,1	25,9	1,2
Andalucía	7,5	0,6	8,9	1,0	17,1	0,8
Eje Medi.	15,9	1,3	6,4	0,7	23,4	1,1
País Vasco	14,7	1,2	0,7	0,0	15,5	0,7
Cantabria	9,3	0,3	3,6	0,4	13,3	0,6
Asturias	7,3	0,6	-0,3	0,0	6,9	0,3
Galicia	5,0	0,4	3,0	0,3	8,2	0,4
C. Cant.	10,6	0,7	1,7	0,2	10,6	0,5
C. Madrid	24,6	2,0	5,9	0,7	31,9	1,4
España	10,9	0,9	4,9	0,6	16,1	1,1

Fuente: Elaboración Propia a partir de los Censos de Población del I.N.E.

Nota: 1: Variación relativa del período (%).

2: Crecimiento anual acumulativo del período (%)

C. Cant: Cornisa Cantábrica. Eje Medi: Eje Mediterráneo.

Por consiguiente, comprobamos como en la década de los 80, con independencia de la crisis económica, prosigue el proceso de concentración de la población española en las regiones periféricas, especialmente en el litoral mediterráneo y en los dos archipiélagos, iniciados en la década de los 70. La excepción a este proceso de despoblamiento del centro peninsular es la Comunidad de Madrid.

Si descendemos a escala provincial comprobamos como las tendencias apuntadas a escala regional se vuelven a repetir. Las provincias mediterráneas que crecen por encima de la media nacional (6,14 %) durante éste período son las situadas en la parte más oriental del arco mediterráneo, como se puede apreciar en el cuadro núm. II: Málaga (17,36 %), Almería (12,26 %), Alicante (10,29 %), Murcia (9,68 %), Cádiz (9,38 %) y Granada (6,29 %). En cambio las provincias más occidentales del arco mantienen crecimientos muy modestos, salvo la provincia de Gerona (9,67 %), basculando entre los 5,81 % de Tarragona y el 1,77 % de Barcelona. Por consiguiente verificamos que no existe homogeneidad en la evolución demográfica del eje durante la década de los 80, aunque globalmente crece más que la media nacional.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

CUADRO II.
Principales ciudades costeras mediterránea(*):1.970-1.989

	1.970-1.981		1.981-1.989		1.970-1.989	
	1	2	1	2	1	2
Barcelona	0,61	0,05	-2,29	-0,29	-1,70	-0,09
Valencia	14,92	1,27	0,64	0,08	15,67	0,76
Málaga	39,01	3,03	10,60	1,26	53,76	2,29
Murcia	16,78	1,42	11,98	1,42	30,77	1,42
H.de LL	22,62	1,87	-5,98	0,76	15,28	0,75
Alicante	35,47	2,79	7,38	0,89	45,47	1,99
Badalona	41,06	3,17	-1,95	-0,24	38,31	1,72
Cartage.	17,05	1,44	3,48	0,42	21,13	1,01
Almería	23,13	1,91	13,20	1,56	39,39	1,76
Cádiz	16,65	1,40	0,11	0,01	16,78	0,81
S.C.Gr.	32,80	2,61	-4,68	-0,58	26,57	1,24
Tarrago.	41,19	3,18	1,68	0,20	43,57	1,92
Mataro	32,66	2,60	4,47	0,54	38,60	1,73
Algeciras	6,74	0,59	18,00	2,09	25,96	1,22
S. Fer.	25,97	2,12	14,92	1,75	44,77	1,96
Marbell	105,69	6,77	32,32	3,56	172,19	5,41
P.S.M.	36,47	2,86	14,28	1,68	55,97	2,36
La Línea	7,31	0,64	8,26	0,99	16,18	0,79
Sagunto	16,67	1,41	3,62	0,44	20,90	1,00
Elda	28,01	2,27	7,36	0,89	37,44	1,60
S. de B.	15,45	1,31	14,92	1,75	32,68	1,49
Gandía	33,11	2,63	10,70	1,27	47,36	2,06
V-Mál.	-2,27	-0,20	27,29	3,06	24,39	1,15

*: Ordenadas por su número de habitantes.

Nota: 1: Variación relativa del período (%)

2: Crecimiento anual acumulativo (%)

Leyenda: H. de LL: Hospitalet de Llobregat. Cartage: Cartagena. S.C.Gr: Santa Coloma de Gramanet. S. Fer: San Fernando. P.S.M.: Puerto de Santa María. V-Mál: Velez-Málaga.

Fuente Elaboración Propia a partir de los Censos de Población. I.N.E.

3. EVOLUCION ECONOMICA.

3.1. ETAPA DE CRISIS: 1.979-1.985.

En 1.979 se inicia un nuevo tramo del ciclo depresivo comenzado en 1.974. Las características productivas y dominantes en la etapa de crisis económica se tradujeron con desigual incidencia sobre el territorio nacional, aunque se partiera de unos rasgos comunes: el desfallecimiento general en el ritmo de desarrollo económico, con un impacto importante en todas las Comunidades Autónomas. Ninguna comunidad ofrece en este período crítico tasas anuales de crecimientos del P.I.B. superiores a las de la etapa del desarrollo. La crisis industrial se convertirá en el epicentro del período lo que dañará, especialmente a aquellas comunidades que habían basado en el sector industrial su expansión en los años 60. La región más afectada fue la Cornisa Cantábrica lo que se traducirá en una creciente desindustrialización generalizada. La región Cantábrica se irá configurando en toda su región como una zona en declive a lo largo de la década 1.975-85. Las consecuencias de la crisis industrial también se dejan sentir sobre Cataluña especialmente Barcelona, mientras que las demás provincias catalanas se defendieron mucho mejor gracias al papel desempeñado por su diversificación productiva y el peso del sector Servicios.

El crecimiento anual acumulado del P.I.B. del arco mediterráneo durante esta etapa de crisis económica fue muy dispar. Las Comunidades de Valencia y Murcia crecen a una media del 2 %, a menos velocidad lo hace Andalucía con el 1,5 %; mientras que Cataluña se encuentra inserta en una profunda crisis industrial lo que hace que su crecimiento sea tan solo del 0,7 %. Descendiendo a la escala territorial provincial apreciamos como 5 provincias crecen a una media del 2 %: Tarragona (4,0 %), Alicante (3,7 %), Málaga (3,3 %), Almería (2,3 %) y Gerona (2,2 %). Con tasas comprendidas entre el 1 % y el 2 % se hallan las provincias de Valencia (1,6 %) y Castellón (1,0 %). Las restantes provincias mediterráneas lo hacen por debajo de la media nacional como se puede ver el cuadro núm. 3.

CUADRO III.
Crecimiento del P.I.B. entre 1.979-1.985(*)
(Tasa de crecimiento anual acumulativo %)

Cataluña	0,7
Gerona	2,2
Barcelona	0,6
Tarragona	4,0
C. Valenciana	2,0
Castellón	1,0
Valencia	1,6
Alicante	3,7
Murcia	2,0
Andalucía	1,5
Almería	2,3
Granada	0,6

Málaga	3,3
Cádiz	0,9
España	1,4

*: En términos reales.

Fuente: Elaboración Propia a partir de la Renta Nacional de España. Años 1.979 y 1.985.
Banco de Bilbao

3.2. ETAPA DE RECUPERACION ECONOMICA: 1.985-1.989.

El cuatrienio 1.983-1.987 constituye el inicio de la recuperación económica española, muy afectada por la crisis económica. El crecimiento conjunto de éstos cuatro años fue del 13,8 %, lo que supone un crecimiento anual acumulado del 3 %. Observando el crecimiento económico desde la vertiente regional comprobamos como las comunidades más extremas en su evolución económica son Extremadura y Cantabria que crecen al 6,9 % y 1,1 % respectivamente.

Los rasgos más sobresalientes a escala regional durante este cuatrienio son:

- 1º. Las Comunidades Autónomas situadas en la Costa Mediterránea y los Archipiélagos, con la excepción de Cataluña y, en menor medida Andalucía registraron un crecimiento del P.I.B. superior al 3,5 % anual acumulativo. Extremadura y Castilla-La Mancha detentan tasas muy elevadas del 6,9 % y 4,4 % respectivamente, como consecuencia de las buenas cosechas.
- 2º. Con crecimientos más atenuados se encuentran Aragón y Navarra con tasas del 3,1 %. Asimismo, con porcentajes muy parecidos se hallan Galicia y Castilla-León.
- 3º. En un tercer eslabón, con crecimientos entre el 2 y el 3 % figuran Madrid y Cataluña, dos regiones muy castigadas por la crisis industrial.
- 4º. En último lugar con crecimientos inferiores al 2 % figuran las regiones que forman la Cornisa Cantábrica, región económica en declive.

Si se analiza la evolución de las provincias que conforman el arco mediterráneo durante este cuatrienio observamos como todas ellas, con la excepción de Tarragona superan el crecimiento medio registrado por el conjunto nacional (4,7 %) prueba fehaciente de la mayor dinamicidad económica de dicho eje. Asimismo el crecimiento del litoral mediterráneo no es uniforme, siendo las provincias más extremas las de Alicante con el 6,4 % y Tarragona con el 4,3 %. Las tasas de crecimientos más sobresalientes las detentan las provincias de Alicante y Granada que sobrepasan el 6 %. Con crecimientos situados entre el 5 y el 6 % destacan Málaga (5,7 %), Valencia y Murcia con el 5,6 %, seguida de Almería, Gerona y Cádiz. Las tasas de crecimiento más bajas las registran las provincias de Barcelona, Alicante y Tarragona con un crecimiento situado entre el 4 y el 5 % como se puede observar en el cuadro núm. 4.

CUADRO IV.
Crecimiento del P.I.B. entre 1.985-1.989(*)
(Tasa de crecimiento anual acumulativo %)

Gerona	5,5	Barcelona	4,8
Tarragona	4,3	Castellón	6,4
Valencia	5,6	Alicante	4,8
Murcia	5,6	Almería	5,5
Granada	6,2	Málaga	5,7
Cádiz	5,3	España	4,7

* En términos reales.

Fuente: Elaboración Propia a partir de la Renta Nacional de España. Años 1.985 y 1.987.

Sirviéndonos del P.I.B. per cápita vamos a analizar la posición que cada una de las provincias mediterráneas ocupan en el ranking de las 52 provincias españolas, (incluyendo Ceuta y Melilla) en el período de 1.985-1.989, lo que nos permitirá comprobar la mayor dinamicidad económica de las provincias del arco mediterráneo con respecto a las restantes provincias españolas:

1º. Las provincias que ganan más puestos en el rol del P.I.B. por habitantes en dicho período fueron las de de Cádiz y Castellón que pasan del puesto 45 al 40 y del 21 al 16 respectivamente.

2º. Las provincias que aumentan dos puestos en el ranking nacional son Alicante que bascula del puesto 12 al 10; Valencia del 14 al 12; Murcia del 31 al 29; Málaga del 33 al 31 y Granada del 52 al 50.

3º. Gerona gana una posición, pasando del puesto 3 al 2.

4º. Dos provincias mantienen sus status durante este período: Tarragona y Barcelona que se sitúan en puesto 4 y 6 respectivamente.

5º. La única provincia mediterránea que pierde posiciones es Almería, que pasa del lugar 36 al 37, perdiendo un lugar en el ranking nacional.

CUADRO V.
Posición relativa de las provincias mediterráneas en el ranking nacional del P.I.B.
per-capita: 1.985-1.989.

	Posición en 1.985	Posición en 1.989
Gerona	3	2
Barcelona	6	6
Tarragona	4	4
Castellón	21	16
Valencia	14	12
Alicante	12	10
Murcia	31	29

Almería	36	37
Granada	52	50
Málaga	33	31
Cádiz	45	40
Otras Provincias		
Guipúzcoa	8	11
Vizcaya	18	19
Cantabria	20	23
Asturias	23	25
Coruña (La)	29	26
Madrid	5	5

Fuente: Elaboración Propia a partir de la Renta Nacional de España. Años 1.985 y 1.987.
Banco de Bilbao Vizcaya

4. EVOLUCION DE LA RENTA FAMILIAR DISPONIBLE POR PERSONA.

Junto al P.I.B., la Renta Familiar Disponible por persona (R.F.D.) constituye uno de los ratios más trascendentales para determinar el grado de riqueza de una región. Este ratio es el que más se identifica con el nivel de bienestar de la población, en la medida que cuantifica la renta de que disponen las familias para gastar o ahorrar, una vez eliminado el efecto derivado de los impuestos que gravan las rentas familiares y también después de incorporar las transferencias recibidas por las familias procedentes del sector público y del exterior. Por consiguiente consideramos a la R.F.D. por persona como el indicador más representativo para evaluar las desigualdades relativas de renta entre las distintas regiones.

La R.F.D. por persona en 1.979 (pts constantes de 1.987) de las distintas comunidades autónomas que conforman el arco mediterráneo es muy heterogénea como se recoge en el cuadro núm. 6. Cataluña con 763.909 pts es la región que posee la R.F.D. más alta del eje mediterráneo seguida de la Comunidad Valenciana con 665.710 pts, mientras que Murcia y Andalucía no llegan a superar la R.F.D. nacional (627.256 pts).

Si analizamos la evolución de la R.F.D. durante la década de los 80 (1.979-1.987) comprobamos como el conjunto del arco mediterráneo, salvo Cataluña, crece por encima de la media española (11,24 %) y supera a otras regiones como la vertiente cantábrica y la Comunidad de Madrid. El crecimiento global de la R.F.D. de las regiones mediterránea basculan entre el 20,73 % de Valencia y el 13,55 % de Cataluña mientras que las restantes regiones poseen tasas de crecimiento en torno al 19 % (Murcia 19,67 % y Andalucía 18,94 %).

Cuadro VI.
Evolución de la Renta Familiar Disponibles per-capita entre 1.979-1.987(*)

	1	2
Cataluña	13,5	1,60
C. Valenciana	20,73	2,38
Murcia	19,67	2,27
Andalucía	18,94	2,19
Otras Regiones		
C. Madrid	7,61	0,92
P. Vasco	12,05	1,43
Cantabria	13,57	1,60
Asturias	12,34	1,46
Galicia	11,24	1,34
España	15,27	1,79

* En pesetas constantes de 1.987.

Nota : 1: Variación relativa del período (%).

2: Crecimiento anual acumulativo del período (%).

Fuente Elaboración Propia a partir de la Renta Nacional de España. Años 1.979 y 1.987.
Banco Bilbao Vizcaya.

Si tomamos la R.F.D. española como índice 100 en 1.979, comprobamos que dos regiones mediterráneas sobrepasan la media nacional. Estas son Cataluña con un índice de 121,7 y Valencia con 106,2 mientras que Murcia y Andalucía poseían índices del 88,2 y 80,3 respectivamente.

En cuanto a la evolución de la R.F.D. durante el período 1.979-1.987 comprobamos como el arco mediterráneo, con la excepción de Cataluña, evoluciona de forma positiva, ganando posiciones con respecto a la media española. La evolución más favorable fue la de la Comunidad Valenciana que gana 5 puntos, pasando del índice 106,2 al 111,2. Murcia bascula del 88,2 al 91,6 ganando 3,4 y Andalucía aumenta 2,5 puntos evolucionando del índice 80,3 al 82,8. Cataluña es la única región mediterránea que registra una evolución negativa pasando del índice 121,7 en 1.979 al 119,9 en 1.987 lo que supone una pérdida de 1,8 dígitos, como se puede apreciar en el cuadro núm. VII.

CUADRO VII.
Evolución del nivel relativo de la Renta Familiar Disponible per-cápita
entre 1.979-1.987. (Media Nacional=100)

	1.979	1.987
Cataluña	121,7	119,9
C. Valenciana	106,2	111,2
Murcia	88,2	91,6
Andalucía	80,3	82,8

Fuente: Elaboración Propia a partir de la Renta Nacional de España. Años 1.979 y 1.987.
Banco Bilbao-Vizcaya.

7. CONCLUSIONES.

Para concluir y a título de resumen exponemos a groso modo las características que han permitido alcanzar al arco mediterráneo un crecimiento más dinámico que la media del conjunto nacional y consolidarse como uno de los principales de desarrollo económico de la década de los 90:

- 1º. Una agricultura intensiva con predominio de la pequeña explotación agraria, centrada en la producción de bienes finales y una importante capacidad exportadora.
- 2º. Un eje locacional de la actividad industrial que salvo en las áreas metropolitanas de Barcelona y Valencia se constituye en torno a un amplio conjunto de industrias que obedece a procesos de desarrollo endógeno. La articulación de un sistema de núcleos urbanos de carácter intermedio que posibilita una localización industrial descentralizada y bastante equilibrada, desde una perspectiva geográfica.
- 3º. Este eje locacional comprende el espacio geográfico de los territorios de cuatro Comunidades Autónomas (Cataluña, C. Valenciana, Murcia y Andalucía), unidas por una plataforma infraestructural y de vías de comunicación (autopista A-7 y el tradicional corredor de las carreteras N-340 y N-332).
- 4º. Las actividades turísticas asociadas a un turismo de masas, están caracterizadas por su fuerte interdependencia con otros sectores productivos y sus consiguientes efectos multiplicadores sobre el resto de la economía. El sector turístico ha jugado y juega un papel trascendental en la consolidación del eje mediterráneo por la mencionada interdependencia.
- 5º. Una especialización productiva abierta hacia el exterior en todas sus vertientes: agrícola, industrial y de servicios, (turismo).
- 6º. Un notable nivel de integración económica de todo el área destaca sobre la base de un elevado grado de interdependencia productiva a nivel sectorial; es decir, nos encontramos en presencia de un eje de expansión altamente independiente.

En síntesis, las características estructurales señaladas hacen referencia básicamente a un modelo agrícola e industrial que participa de un conjunto de factores homogéneo (intensidad del factor trabajo; predominio de la pequeña y mediana empresa; relaciones de cooperación entre ellas) un modelo locacional apoyado por un sistema lineal con un conjunto de núcleos intermedios muy dinámicos, existencia de unas infraestructuras relativamente adecuadas y de rápidas vías de comunicación, una elevada especialización turística en amplias zonas del litoral y, por último, una fuerte proyección exterior de su base económica.

8. BIBLIOGRAFIA

- ALONSO FERNANDEZ, J: La nueva situación regional. Síntesis 1.990.
BIELZA DE ORY, Vicente (Coord.): Territorio y Sociedad en España. Taurus 1.989.
FUNDACION FONDO PARA LA INVESTIGACION ECONOMICA Y SOCIAL: "Papeles de Economía", números 34, 35 y 45. Confederación de Cajas de Ahorros.
GARCIA DELGADO, J: (Coord.): España-Economía. Espasa Calpe 1.988.
INFORMES DEL INSTITUTO DE ESTUDIOS DE PROSPECTIVA: El crecimiento regional español ante la integración europea. Ministerio de Economía y Hacienda.

LA DETERMINACION DE LOS SALARIOS EN ESPAÑA: LA INFLUENCIA DE LAS FUERZAS COMPETITIVAS Y DE LAS INSTITUCIONALES.

Raquel PLAZA ACERO.

PROFESORA VISITANTE DE LA UNIVERSIDAD DE NAVARRA.

1. INTRODUCCION.

El objetivo de esta comunicación es revisar los principales estudios empíricos que se han realizado sobre la estructura de salarios en España.

El estudio de las diferencias salariales es fundamental para conocer como funciona el mercado de trabajo : qué importancia tienen las fuerzas competitivas (oferta y demanda) y las no competitivas (el peso de la regulación del salario mínimo, la negociación colectiva, etc). Todo esto tiene importancia obviamente si se quiere conocer las causas de muchos problemas laborales y cómo resolverlos.

Los análisis sobre diferencias salariales son numerosos y exhaustivos en otras economías (Estados Unidos, Gran Bretaña, etc) En España, sin embargo, es un campo poco estudiado, tal vez, por deficiencias estadísticas. De todas formas, existen algunos trabajos interesantes sobre la estructura salarial. A continuación se exponen las principales conclusiones de estos estudios.

2. ESTRUCTURA INTERINDUSTRIAL DE LOS SALARIOS.

Las diferencias de salarios por industrias se han estudiado tanto a través de análisis de corte transversal, como desde una perspectiva intertemporal. A continuación se exponen de forma separada los dos tipos de enfoques.

A) Análisis de corte transversal.

El principal trabajo que estudia la estructura de salarios entre sectores a través de un análisis de tipo cross-section es el de Meixide (1983) Este autor contrasta un modelo explicativo de las diferencias salariales entre industrias para cada uno de los años del periodo 1977-1980.

A. Meixide plantea un modelo en el que la variable dependiente es el salario hora de cada sector. Las variables explicativas se clasifican en dos grupos: el primer grupo de variables mide el capital humano de los trabajadores de cada sector industrial, y por tanto, capta diferencias salariales que son de tipo compensatorio.

El segundo grupo de variables está formado por el grado de concentración de la industria, el tamaño de los establecimientos y el grado de sindicación de cada sector. Estas variables pretenden estudiar la influencia de los factores institucionales en la determinación de los salarios, es decir, recogerían diferencias de salarios de carácter no compensatorio.

Hay que mencionar, sin embargo, que existen problemas a la hora de interpretar el significado de algunas de estas variables. Así, por ejemplo, el grado de concentración o el tamaño de los establecimientos puede medir, además de factores limitativos de la competencia, diferencias de productividad ligadas al trabajo en determinados tipos de empresas. Sobre todo en la medida que puede haber diferencias de productividad relacionadas con el entrenamiento en el puesto de trabajo, que son difíciles de medir, y que podrían estar reflejadas en esas variables. En tal caso, dichas variables recogerían también diferencias de carácter compensatorio.

Los resultados de la estimación muestran que este modelo explica entre el 70 y el 90 por 100 (dependiendo del año que consideremos) de la variación de los salarios entre industrias. Estos resultados no permiten encuadrar a la estructura interindustrial de salarios dentro de un modelo competitivo o un modelo no competitivo, debido fundamentalmente a la ambigüedad de las variables utilizadas para captar las fuerzas que distorsionan la competencia.

B) Análisis de series temporales.

Las contribuciones más importantes al estudio de la estructura interindustrial de salarios desde una óptica intertemporal son las de J. Malo de Molina (1983), J. Lorences (1986) y J. Jimeno (1987).

J. Malo de Molina estudia el comportamiento de la estructura salarial española durante el periodo 1963-1981. El autor estima un modelo con datos trimestrales que tiene como variable dependiente el coeficiente de variación del salario hora medio interindustrial. Como variables explicativas utiliza la tasa de desempleo, la tasa de inflación y una variable ficticia que toma el valor 1, desde el cuarto trimestre de 1976 hasta el final del periodo muestral, y el valor 0 para el resto de las observaciones. Esta variable ficticia intenta recoger el impacto del cambio institucional que se produjo en la economía española en torno al año 1976. Este cambio se refiere fundamentalmente a la aparición del sindicalismo libre.

En este modelo se incluye como variable explicativa la tasa de desempleo para estudiar la hipótesis planteada por M. Wachter (1970), según la cual las diferencias interindustriales de salarios cambian a lo largo del ciclo.

Las industrias que pagan salarios más altos -que suelen ser industrias oligopolísticas- consiguen que exista una cola de candidatos que quieran entrar en ellas de forma continuada. Por esta razón, si estas industrias se enfrentan a una expansión cíclica de la demanda, pueden aumentar el empleo sin necesidad de modificar los salarios. Por su parte, las industrias que pagan salarios más bajos suelen fijar sus salarios en condiciones competitivas. De manera que ante un aumento cíclico de la demanda, tendrán que aumentar sus salarios si desean aumentar o mantener el empleo.

El resultado de estos comportamientos es que las diferencias de salarios varían a lo largo del ciclo: se reducen durante la expansión y se incrementan durante la recesión. Wachter demostró que la dispersión salarial de la industria norteamericana confirmaba esta hipótesis. J. Malo de Molina comprueba que en la economía española la dispersión salarial también es sensible ante los cambios cíclicos del mercado de trabajo.

Finalmente este autor obtiene otro resultado importante. Comprueba que la variable que mide el cambio institucional es significativa y negativa. Esto le permite afirmar que el cambio institucional tuvo una gran influencia sobre la estructura salarial en el sentido de reducir las diferencias de salarios.

La aparición de los sindicatos supuso una homogeneización de la estructura salarial debida a que las elevaciones de salarios se transmitieron de unas ramas a otras. Los sectores de salarios bajos experimentaron elevaciones de salarios relativamente mayores lo que dio lugar a un acortamiento de las diferencias de salarios entre los distintos sectores.

La segunda aportación al conocimiento de la evolución de las diferencias interindustriales de salarios, es la realizada por J. Lorences.

Lorences estima un modelo con datos anuales para el periodo 1965-1981. Este autor explica la evolución de la dispersión interindustrial de los salarios a través de dos factores: el cambio institucional (medido a través de una variable binaria que toma el valor 1 para los años 1976 y siguientes y 0 para los anteriores) y un índice de dispersión de la productividad.

El cambio institucional refleja las transformaciones acaecidas en el mundo laboral español en torno al año 1976 y resulta relevante para explicar la reducción de las diferencias de salarios que se observan a partir de esta fecha. Esta cuestión ya había sido detectada por J. Malo de Molina. El índice de dispersión de la productividad recoge los cambios de la productividad del trabajo entre las diversas ramas de actividad. El resultado muestra que este índice está relacionado de forma creciente y significativa con la dispersión salarial.

La principal originalidad del trabajo de J. Lorences estriba en destacar la importancia de las diferencias en la productividad como explicativas de las diferencias salariales. Por otra parte, cuando se incluye esta variable las variables cíclicas pierden su poder explicativo. En este punto aparece la diferencia fundamental respecto a la conclusión que obtiene J. Malo de Molina. Si bien este resultado hay que matizarlo porque los datos utilizados por Lorences son anuales y por ello no aparecen parte de las fluctuaciones cíclicas.

Por su parte, J. Jimeno estudia la evolución de los costes laborales por empleado en ochenta y nueve sectores industriales durante el periodo 1978-1982. Este autor comprueba que aquellos sectores con mayor (menor) crecimiento de la productividad son también aquellos donde más (menos) crecieron los costes laborales por empleado. En concreto estima una ecuación en la que la variable dependiente es la variación de los costes laborales por empleado y la variable explicativa fundamental es la variación de la productividad.

El trabajo de Jimeno mantiene la idea de que el comportamiento de los salarios es bastante flexible en el sentido de que la evolución de los costes laborales en los distintos sectores es paralela a la evolución de la productividad.

3. ESTRUCTURA INTERPROVINCIAL DE LOS SALARIOS.

Al igual que en el caso de la estructura interindustrial de los salarios, las diferencias de salarios por provincias se han estudiado a través de un análisis de corte transversal y desde un enfoque intertemporal.

A) Análisis de corte transversal.

Las dos aportaciones más relevantes al conocimiento de las diferencias salariales interprovinciales desde un punto de vista cross-section son las de A. García Ferrer (1979) y C. Rodríguez Gutiérrez (1987).

A. Garcia Ferrer realiza una regresión de los salarios provinciales sobre un conjunto de variables relacionadas con las características de la mano de obra. Además incluye una variable ficticia que refleja la localización geográfica de la provincia. Obtiene que más del 90 % de las diferencias salariales entre provincias para 1970 y más del 75 % para 1960 se explican por estos factores. Las variables educativas son las que mejor se comportan, confirmando así la importancia de la inversión en capital humano para explicar las diferencias de salarios. Además la edad y algunas variables representativas de la estructura sectorial del empleo resultaron también significativas.

Por su parte C. Rodriguez estima un modelo que consigue explicar mas del 90 % de la variación de los niveles salariales provinciales para 1981. Dos grupos de variables resultan relevantes en la estimación del modelo. El primer grupo recoge las características de la oferta de trabajo (educación y edad), y mide, por tanto, diferencias de tipo compensatorio.

El segundo grupo recoge la estructura sectorial del empleo, el tamaño de los establecimientos, la concentración espacial de la producción y una variable ficticia de localización geográfica. Este segundo grupo de variables tiene una interpretación controvertida porque pueden reflejar diferencias de capital humano (no medidas por las variables que recogen las características de la mano de obra) o algún tipo de incomodidad geográfica. En estos dos casos se estarían midiendo factores de tipo compensatorio. Pero estas variables también pueden recoger los diferentes grados de presión sindical que se dan en las provincias españolas, barreras a la movilidad y elementos no competitivos en general.

Después de realizar algunas pruebas adicionales para intentar determinar el significado de estas variables confusas, concluye afirmando que están relacionadas con ciertas barreras a la movilidad de los factores, si bien estas barreras no son muy fuertes. Por tanto, este segundo grupo de variables estaría midiendo, en cierta medida por lo menos, diferencias de tipo no compensatorio.

En resumen, en el estudio de las diferencias provinciales de salarios con muestras de corte transversal se llega a la conclusión de que tanto los factores competitivos como los no competitivos son relevantes de cara a explicar la configuración de los salarios. Lamentablemente no existe ningún criterio claro para determinar el peso relativo de los factores competitivos frente a los no competitivos.

B) Análisis de series temporales.

La estructura provincial de los salarios se ha estudiado desde una óptica intertemporal en un trabajo de R. Plaza, (1991). En esta investigación se analiza la evolución de las diferencias interprovinciales de salarios en España durante el periodo 1964-1985 con datos anuales.

En primer lugar se destaca que la dispersión de los salarios entre provincias ha disminuido sistemáticamente durante todo el periodo estudiado. El comportamiento de la dispersión salarial se intenta explicar con un modelo que es una adaptación del utilizado por J. Lorences¹ en su análisis de la evolución de la dispersión salarial a escala interindustrial. En concreto la evolución de las diferencias salariales interprovinciales se explica a través de dos variables tendenciales y una variable institucional.

¹ Lorences, J. op. cit

La dispersión salarial se mide a través del cuadrado del coeficiente de variación de los salarios. Las variables tendenciales son un índice de la dispersión de la productividad y un índice de la dispersión de la estructura del empleo. Estas dos variables captan principalmente la influencia de las fuerzas del mercado. Se supone que a la larga, la evolución de los salarios medios provinciales tendrá que reflejar la evolución de la productividad del trabajo por un lado, y la composición sectorial del empleo por otro.

La variable institucional se mide a través de una variable binaria que toma el valor 1 para los años 1976 y siguientes y 0 para los anteriores. Con esta variable se intenta analizar si el cambio que sufrió la economía española con la llegada de los sindicatos libres, afectó a la dispersión salarial a escala interprovincial.

Los resultados de las estimaciones indican que las variables que mejor explican el comportamiento de las diferencias salariales interprovinciales son las variables tendenciales.

Un resultado novedoso de esta investigación es la nula capacidad explicativa de la variable institucional. Este resultado contrasta con el obtenido hasta ahora en los estudios de Malo de Molina y Lorences sobre la evolución de la dispersión interindustrial de los salarios. En este caso, el hecho de que la variable ficticia no resulte significativa no es suficiente para poder afirmar que no exista ninguna influencia de los sindicatos sobre la evolución de los salarios provinciales. Ya que las variables ficticias desempeñan un papel confuso debido a las múltiples interpretaciones que estas variables suelen admitir.

4. DIFERENCIAS INTERPERSONALES DE SALARIOS.

Los principales trabajos que analizan las diferencias individuales de salarios son los de G. Lassibille (1988) y J. Andrés y J. García (1991).

G. Lassibille estudia las diferencias de rentas de trabajo en Andalucía, utilizando una muestra de 1987 observaciones que provienen de la Encuesta de Presupuestos Familiares de 1981.

Lassibille estima un modelo en el que la variable dependiente es el logaritmo de los salarios de los individuos. Las variables explicativas se pueden clasificar en tres grupos. El primer grupo mide el componente escolar del stock de capital humano, el segundo grupo mide la inversión profesional realizada por los individuos y el tercer grupo recoge otras variables como el sector de actividad, el estado civil, la provincia de origen, etc.

Este modelo explica aproximadamente el 40 % de la varianza de las rentas. El componente escolar del stock de capital humano explica ella sola el 30 % de las desigualdades individuales de salarios, mientras que el resto de las características personales de los activos explican sólo el 10 %.. Este trabajo destaca el peso preponderante que tiene la dotación de capital humano de los individuos para explicar sus ganancias. Por tanto mantiene que la hipótesis competitiva del mercado de trabajo tiene un gran poder explicativo.

Por su parte J. Andrés y J. García analizan la estructura de salarios también con datos desagregados. En concreto estiman una ecuación de salarios para una muestra de 9323 individuos obtenida de la Encuesta de Condiciones de Vida y Trabajo para 1985.

La ecuación de salarios incluye como variables explicativas en primer lugar un grupo de variables que miden el capital humano de los trabajadores. En segundo lugar se introduce la ocupación de los individuos, con la que se intenta captar otras características del trabajo que pueden

dar lugar a diferencias compensadoras de salarios. En tercer lugar se incluyen variables regionales y finalmente se incluyen las variables sectoriales.

El análisis de regresión les permite afirmar que la estructura de salarios no se puede explicar completamente mediante un modelo competitivo porque existe un componente importante de las diferencias salariales individuales que no se explica por la dotación de capital humano. Más específicamente se comprueba que las variables sectoriales son uno de los principales determinantes de los ingresos individuales. De manera que si se excluyen de la regresión estas variables, el ajuste empeora de manera importante.

En el trabajo se plantea como modelo alternativo a la hipótesis competitiva, la hipótesis de los salarios de eficiencia. Se justifica la elección de esta teoría porque se puede comprobar alguna predicción de la misma. Así por ejemplo, los sectores que pagan salarios altos tienen una menor probabilidad de abandono voluntario y un aumento de la antigüedad en el empleo. Este resultado está de acuerdo con el supuesto que hace la teoría de los salarios eficientes de que la empresa paga salarios por encima de la mejor alternativa fuera de la empresa para motivar y retener a los mejores trabajadores.

Hay que señalar, sin embargo, que la relación positiva que hay entre antigüedad y salarios también se puede justificar desde una óptica competitiva: una mayor antigüedad en el empleo está indicando claramente un mayor capital humano de los trabajadores.

Por otra parte, tampoco se analiza la influencia del poder de los sindicatos. Es posible que los sectores con salarios más altos sean también los sectores con un mayor grado de presión sindical (cosa que no queda reflejada en la encuesta de donde proceden los datos).

Por tanto, se puede concluir diciendo que el trabajo de J. Andrés y J. García no aporta evidencia empírica suficiente para rechazar categóricamente la hipótesis competitiva.

5. CONCLUSIONES.

Este artículo ha revisado las principales investigaciones empíricas que existen sobre la estructura de los salarios en la economía española. Estos estudios no ofrecen una hipótesis interpretativa única sobre el funcionamiento del mercado de trabajo en España. En general, resaltan que tanto las fuerzas del mercado como los factores institucionales son relevantes a la hora de explicar la estructura de salarios y su evolución a lo largo del tiempo.

Es interesante destacar que en ninguno de estos análisis la teoría competitiva del mercado de trabajo es refutada. Es obvio que el mercado de trabajo español dista mucho del modelo competitivo debido a la existencia de convenios colectivos y múltiples regulaciones. Resulta sorprendente, por tanto, que el análisis empírico no muestre de forma más clara los efectos de estas "imperfecciones". Quizá la causa de este resultado resida en la imposibilidad de identificar claramente las distorsiones a la competencia. Se sabe que existen pero estadísticamente son difíciles de captar.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRES, y GARCIA, J. : " Una interpretación de las diferencias salariales entre sectores ". *Investigaciones Economicas* (segunda época), vol XV, N. 9. (1991), pp. 143-167.
- GARCIA FERRER, A. " Análisis de las diferencias interprovinciales de salarios en España : una aproximación ". *Investigaciones Economicas*, N. 10, 1979.
- JIMENO, F. : " La flexibilidad de los costes laborales nominales en la industria española (1978-1982). *Investigaciones Economicas*, segunda época. vol XI, N. 3 (1987).
- LASSIBILLE, G. : " La formación de las rentas del trabajo en Andalucía ". *Investigaciones Económicas (Segunda Epoca)*, vol XII, N. 3. (1988).
- LORENCES, J. : " El comportamiento de las diferencias salariales en la industria española 1965-1981 ". Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones, 1986.
- MALO DE MOLINA, J. : *¿ Rigidez o flexibilidad del mercado de trabajo ?. La experiencia española durante la crisis*. Banco de España, Madrid, 1983.
- MEIXIDE, A. : " Factores explicativos de la estructura salarial industrial. Una aproximación al caso español ". *Investigaciones economicas*, sep-dic, 1983.
- PLAZA, R. : " Dos ensayos sobre las diferencias interprovinciales de desempleo y de salarios en España ". Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, 1991.
- RODRIGUEZ GUTIERREZ, C. : " Los determinantes de las diferencias interprovinciales de salarios en España ". Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo, 1987.
- WACHTER, M : " Cyclical variation in the interindustry wage structure ". *American Economic Review*, Mars, 1970.

LA INDUSTRIA ANDALUZA EN LA DÉCADA DE LOS OCHENTA.

Factores determinantes del crecimiento y la productividad.

José Luis Sáez Lozano.
Profesor del Departamento de Economía Aplicada
Universidad de Granada.

“... los hombres comenzaron a distinguirse de los animales cuando comenzaron a producir sus medios de subsistencia.. La forma en que los hombres producen constituye ... un modo concreto de exteriorizar su vida.” Karl Marx y Friedrich Engels.

A pesar del dinamismo que ha experimentado la industria andaluza durante la década de los ochenta, no ha sido suficiente para que la misma se localice entre los sectores de mayor peso dentro de la estructura económica de nuestra región y, tampoco para que crezca tan siquiera a la tasa media nacional. Esa situación resulta más preocupante si se analiza la evolución de la productividad y los diferenciales interprovinciales de la misma, a lo largo de los años ochenta.

Así pues, dadas las circunstancias que envolvieron a nuestra industria durante la década pasada, nos vemos en la obligación de analizar las causas que motivaron esta situación. Para ello, proponemos un modelo que nos permite cuantificar la contribución de los distintos factores de progreso técnico (empleo, capital y economías externas de aglomeración) en la determinación de la productividad global a largo plazo.

El modelo especificado consta de dos partes, una primera, en la que se calcula la evolución de la productividad industrial a través del índice de Tornqvist y, una segunda, que nos permite medir la contribución de los distintos factores de progreso técnico, en los cambios habidos en la industria de nuestra Comunidad Autónoma. En ambos casos, la relación entre los inputs y el nivel de output o productividad (dependiendo del caso) se ha expresado a través de una función Translog, que se caracteriza por ser menos restrictiva que otras formas funcionales (Cobb-Douglas y CES).

1.- LUCES Y SOMBRAS EN LA INDUSTRIA ANDALUZA DURANTE LA DÉCADA DE LOS OCHENTA.

La industria andaluza se ha caracterizado tradicionalmente por una escasa relación intersectorial entre las distintas ramas, por el elevado déficit comercial con el exterior, por su reducida capacidad productiva y, por la dependencia del ciclo económico internacional y nacional. Todo esto ha permitido que tenga un escaso protagonismo dentro de la economía española y regional.

No obstante, la gran vinculación de nuestra economía (en general) y de la industria (en particular) al ciclo económico nacional, junto con la cada vez mayor integración de nuestra Comunidad Autónoma dentro del contexto mundial, han colaborado tanto en la recesión de la primera mitad de los ochenta, como en el proceso de recuperación que se inicia en 1985.

Dentro del conjunto de la economía andaluza, se observa que la industria perdió protagonismo en la estructura sectorial de la región durante la primera mitad de los ochenta, en favor de la agricultura y los servicios; en sentido contrario, a partir de 1985 ha disminuido la importancia de la agricultura en beneficio de la industria, llegando a alcanzar en 1990 el peso relativo que tuvo a comienzos de la década. Además, en coste período, por vez primera, la tasa de crecimiento de la producción superó a la media española.

La productividad industrial de nuestra región mantuvo una evolución muy dispar a lo largo de la década pasada, dado que disminuye en la primera de los ochenta y, aumenta a partir de 1985. Los factores que más contribuyeron a esas variaciones fueron el empleo y el stock de capital.

Desde el ámbito territorial, se concluye que las provincias **más eficientes**¹ son: Almería, Córdoba, Jaén, Málaga y Sevilla; mientras que las **menos eficientes**² son: Cádiz, Granada y Huelva. Estos diferenciales de productividad, entre las distintas provincias andaluzas, fueron generados, fundamentalmente, por las economías externas de localización y, en menor cuantía, por los efectos externos de urbanización.

De todo lo anterior podemos concluir que la industria andaluza, a pesar del dinamismo que ha evidenciado en estos diez años, se encuentra en un proceso de estancamiento, ya que además de ser el sector que menos crece (e incluso por debajo de la media nacional), presenta fuertes deficiencias estructurales y un considerable desequilibrio territorial

2- MEDICION DE LAS VARIABLES DEL MODELO.

Dado que tanto las economías internas de escala como los efectos externos de aglomeración se pueden medir de diversos modos, consideramos oportuno hacer una breve descripción de como se han medido las variables especificadas en el modelo.

Existen múltiples formas de cuantificar las economías internas de escala, o lo que es igual, la eficiencia productiva del sistema industrial de Andalucía; sin embargo, nosotros medimos el nivel de competitividad, a través de las variables stock de capital " K_{ij} " (medida como la potencia eléctrica instalada) y empleo " L_{ij} " (medida a través del número de personas ocupadas). Ello obliga a rechazar otros modos de medición de las variables mencionadas, tales como: el fondo de capital, la cantidad de materias primas utilizadas, ...

Al igual que en el caso anterior, las economías externas de aglomeración se pueden aproximar de diversas formas, de ahí que optemos por sintetizar esta gran cantidad de información, a través de los índices de localización y urbanización. Definimos el índice de efectos externos de localización " EL_i^N " como:

$$EL_i^N = \frac{\sum_j^5 \beta_j \cdot X_j}{\sum_j^5 \beta_j \cdot X_j} \cdot \frac{100}{5}$$

¹ Las provincias más eficientes son aquellas que registran una tasa de variación de la productividad mayor que la presentada por la región.

² Las provincias menos eficientes son las que poseen una tasa de variación de la productividad menor que la registrada por la región.

siendo:

X_j = Las variables y ratios que representan las ventajas locacionales de cada provincia (que son cinco).

β_j = Coeficientes de la componente principal, que representan las economías de localización.

De otra parte, definimos el índice de economías de urbanización "EU_i^N" como:

$$EU_i^N = \frac{\sum_j \beta_j \cdot X_j}{\frac{525}{\sum_j \sum_j \beta_j \cdot X_j}} \cdot \frac{100}{5}$$

siendo:

X_i = Las variables y ratios que representan la concentración de la población en los grandes núcleos urbanos (que son cinco).

β_i = Coeficientes de la componente principal, que representan las economías de urbanización.

Una vez definidas las variables del modelo, hemos de exponer las características fundamentales del mismo y, procederá su estimación.

3.- LA PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL ANDALUZA EN LA DÉCADA DE LOS OCHENTA LA GRAN CAUSANTE DE QUE EXISTAN DOS ANDALUCÍAS.

A partir de la función de producción translog, que cumple las propiedades de separabilidad débil, diferenciabilidad y concavidad, definimos la productividad a largo plazo como una medida de las productividades aparentes del trabajo y del capital, ponderadas por sus respectivas participaciones en el valor añadido bruto (V_{ij}). En concreto, podemos expresar con carácter general la función de producción industrial:

$$V_{ij} = F(K_{ij}, L_{ij}, g_j(s))$$

siendo:

K_{ij} = El stock de capital (medido a través de la potencia eléctrica instalada) del sector "j" en la provincia "i".

L_{ij} = El número de empleados del sector "j" en la provincia "i".

$g_j(s)$ = Factor progreso técnico neutral en el sentido de Hicks, que representa los efectos externos de las economías de aglomeración.

F = La relación tecnológica.

Definimos la participaciones de los inputs trabajo " L " y capital " K " como:

$$v_L = \frac{P_L \times L_{ij}}{q \times V_{ij}}$$

$$v_K = \frac{P_K \times K_{ij}}{q \times V_{ij}}$$

en donde:

P_L = El precio unitario del factor trabajo.

P_K = El precio unitario del factor capital.

q = El precio unitario del output.

Las condiciones de equilibrio del productor exigen que la participación de los factores productivos coincidan con la productividad marginal de los mismos:

$$v_L = \frac{d(LnV_{ij})}{d(LnL_{ij})}$$

$$v_K = \frac{d(LnV_{ij})}{d(LnK_{ij})}$$

Si derivamos la expresión [3] con respecto al tiempo K dividimos por " V_{ij} " obtenemos:

$$\frac{\bar{V}_{ij}}{(V_{ij})_t} = v_K \times \frac{\bar{K}_{ij}}{(V_{ij})_t} + \bar{v}_L \times \frac{\bar{L}_{ij}}{(V_{ij})_t} + \bar{\pi}_{t-1}$$

siendo:

\bar{V}_{ij} = La tasa de variación del valor añadido bruto deflactado industrial entre los períodos "t-1" y "t".

\bar{K}_{ij} = La tasa de crecimiento del capital entre los momentos "t-1" y "t".

\bar{L}_{ij} = La tasa de variación del empleo entre los períodos "t-1" y "t".

$\bar{\pi}_{t-1}$ = La tasa de crecimiento de la productividad entre los momentos "t-1" y "t".

Para cuantificar los cambios cuantitativos en la productividad global utilizamos el **índice de Tornqvist**, ya que es una forma flexible e idónea de medir la tasa de variación entre dos períodos de tiempo t consecutivos:

$$Ln\bar{\pi}_{t-1} = (LnV_{ij})_t - (LnV_{ij})_{(t-1)} = \alpha_s + \frac{1}{2} \times \gamma_{SS} \times [2 \times g(s) - 1] + \frac{1}{2} \times \{ \gamma_{KS} \times [(LnK_{ij})_t + (LnK_{ij})_{(t-1)}] + \gamma_{LS} \times [(LnL_{ij})_t + (LnL_{ij})_{(t-1)}] \}$$

siendo " $Ln\bar{\pi}_{t-1}$ " el índice de Tornqvist o translog.

A partir de la expresión [9] obtenemos las tasas de productividad en la industria andaluza durante el período 1983-87³. Para el conjunto de la región apreciamos que existe una evolución muy desigual de la productividad a lo largo de la década pasada pues mientras que en la primera mitad de los ochenta esta disminuye un 9.13%, en el bienio siguiente aumentó un 12.89%. Hemos de subrayar, que estos cambios coinciden en el tiempo con las variaciones de la productividad aparente de los factores productivos, ya que en la fase final de la crisis económica ambas disminuyen, mientras que en el período siguiente aumentan.

Si estudiamos la productividad a nivel territorial observaremos como en la casi totalidad de las provincias andaluzas acontece lo mismo que en la región, es decir, se pasa de un descenso en el bienio 1983-85, a un aumento en el período siguiente. La fase final de la crisis industrial generó una disminución de la productividad en la mayoría de las zonas andaluzas⁴ y, muy especialmente en Cádiz, Granada y Huelva, donde descendió más que en el conjunto de la Comunidad Autónoma. El elevado descenso de la productividad aparente del capital agravó más la pérdida de competitividad de las provincias mencionadas⁵.

Cuadro 3.1: Evolución de la productividad global de la industria andaluza en 1983-1987 (%).

PROVINCIA	Δ YAB deflactado	Δ Prod. global	Δ Capital	Δ Trabajo	Δ Ec. localización	Δ Ec. Urbanizac.
ALMERIA85	-7,47	-6,07	-1,08	-1,78	-79,00	10,00
ALMERIA87	20,17	-67,49	152,19	20,58	4,76	0,00
CADIZ85	-9,94	-29,55	94,53	-12,93	-1,39	6,25
CADIZ87	28,14	55,77	-94,53	3,95	22,58	-13,73
CORDOBA85	-7,70	-1,90	-8,00	-3,58	-21,28	4,35
CORDOBA87	10,73	5,55	4,21	5,15	16,22	-8,33
GRANADA85	-3,88	-15,69	17,11	5,63	-18,37	5,88
GRANADA87	19,01	-1,87	23,82	18,41	20,00	-5,56
HUELVA85	-2,87	-25,21	41,59	-3,42	0,00	27,27
HUELVA87	15,97	26,26	-21,93	7,11	0,00	-17,86
JAEN85	-4,98	7,48	-13,80	-11,55	0,00	10,00
JAEN87	15,21	-10,00	40,99	13,36	0,00	-9,09
MÁLAGA85	-0,55	1,30	4,25	-5,70	-1,35	7,41
MÁLAGA87	17,77	4,30	17,89	10,34	30,14	-3,45
SEVILLA85	-8,02	-3,38	0,99	-8,59	0,97	2,00
SEVILLA87	11,13	0,47	13,60	8,56	33,65	-7,84
ANDALUCIA85	-5,68	-9,13	16,95	-5,12	-15,08	9,15
ANDALUCIA87	9,91	0,77	12,89	4,79	9,32	-3,11

Fuente: Elaboración propia.

³ El cuadro 3.1 muestra la evolución de la productividad industrial durante los años 1983 y 1987.

⁴ Excepto en Jaén y Málaga, en las que aumentó la productividad un 7.48% y un 1.3%, respectivamente.

⁵ La productividad aparente del capital disminuyó un 9.94% en Cádiz, un 3.88% en Granada y un 2.87% en Huelva.

Con la reactivación industrial que se inicia en 1985 aumentó la productividad global más en Cádiz y Huelva, que en el conjunto de la región; además, el nivel de eficiencia de estas provincias se ve reforzado por el elevado crecimiento de la productividad aparente del capital⁶. Por otro lado, no debemos de obviar que en Almería, Granada y Jaén, a diferencia del resto de las provincias andaluzas, la productividad global y la del capital disminuyeron⁷.

3.1.- Determinantes de la productividad industrial en Andalucía durante la década de los ochenta.-

Una vez descrita la evolución de la productividad industrial de nuestra región en la década de los ochenta, hemos de analizar los factores determinantes de la misma. En el cuadro 3.2 se presentan los resultados de la estimación realizada y, llamamos la atención sobre un aspecto comentado anteriormente, esto es, que el análisis cuantitativo de la productividad a largo plazo puede aproximarse a través de los factores de progreso técnico: empleo, capital y efectos externos de aglomeración (y en concreto de las economías de localización y urbanización).

Cuando se estudian los determinantes de la productividad industrial en Andalucía durante los ochenta concluimos, por un lado, que ésta depende básicamente del empleo (y en menor cuantía del capital) y, por otra parte inferimos, que está escasamente influenciada por las economías externas de localización⁸.

Para evidenciar la elevada influencia que posee el empleo baste reseñar, que en los dos períodos objeto de estudio, cuando la demanda de trabajo aumentaba un 1%, la productividad crecía aproximadamente un 0.65%; por el contrario, la participación del capital fue relativamente pequeña en ambos períodos, pues su elasticidad era del 0.35%. Estos datos ratifican la afirmación realizada anteriormente, acerca de que la evolución de la productividad durante los años ochenta estuvo estrechamente vinculada a la productividad aparente del empleo y capital.

⁶ En las provincias de Cádiz y Huelva la productividad industrial aumentó un 28.14% y un 15.97%, respectivamente; mientras que la productividad aparente del capital aumentó un 208.55% y un 46.0%.

⁷ En las provincias de Almería Granada y Jaén disminuyó la productividad un 67.49%, un 1.87% y un 10%, respectivamente; sin embargo, la productividad aparente del capital descendió un 73.29%, el 4.69% y un 22.73%.

⁸ En el cuadro 3.3 se puede corroborar esta afirmación.

Cuadro 3.2: Modelo declinante de economías de urbanización de la industria andaluza.

1.- Ecuación estimada del modelo declinante de economías de aglomeración^(*) (**):

$$\ln(\bar{\pi}_{ij})_{t-1} = -13.35 + 2.65 * \ln(L) - 1.65 * \ln(K) + 0.97 * \ln(EL) - 5.4 * \ln(EU) + 1.13 * \ln^2(L) + 1.13 * \ln^2(K) \\ + 0.67 * \ln^2(EL) - 3.76 * \ln^2(EU) - 1.13 * \ln(L) * \ln(K) - 0.0 * \ln(L) * \ln(EL) + 0.0 * \ln(L) * \ln(EU) + \\ 0.0 * \ln(K) * \ln(EL) + 0.0 * \ln(K) * \ln(EU) + 0.52 * \ln(EL) * \ln(EU) \\ R^2 = 0.9991 \quad F = 2614.53 \quad Theil = 0.02 \quad AIC = 190.4144$$

2.- Ecuación de participación del input capital "V_K":

$$V_K = -1.65 + 2.26 * \ln(K) - 1.13 * \ln(L) - 0.0 * \ln(EL) - 0.0 * \ln(EU)$$

3.- Ecuación de participación del empleo "V_L":

$$V_L = 2.65 + 2.26 * \ln(L) - 1.13 * \ln(K) + 0.0 * \ln(EL) + 0.52 * \ln(EU)$$

4.- Ecuación de participación de las economías de urbanización "%EU" (***):

$$\%EU = -5.4 - 7.52 * \ln(EU) + 0.0 * \ln(L) - 0.0 * \ln(K) + 0.52 * \ln(EL)$$

(*) En negrita, aparecen los coeficientes estimados que son significativos.

(**) El método de estimación utilizado ha sido el SURE. El modelo seleccionado, de entre todos los estimados, es el declinante de economías de urbanización.

(***) No se ha especificado la ecuación de participación de las economías de localización, ya que todos parámetros estimados de las variables en las que aparecen dichos factores externos no son significativos individualmente.

Fuente: Elaboración propia.

La reducida contribución de los efectos externos de localización nos permite confirmar la hipótesis de que la evolución a medio y largo plazo de la productividad industrial en Andalucía depende más de las economías internas de escala, que de las ventajas locacionales, dado que la influencia de las economías de localización se manifiesta a muy largo plazo. Los resultados de una encuesta relacionada con el tema que nos ocupa⁹ demuestran, que entre los elementos que más pesan en las decisiones de ubicación empresarial están la proximidad a la residencia del propietario, pero no la existencia de infraestructuras y las circunstancias de carácter económico (tales como costes, mercado, mano de obra, incentivos, ...).

No podemos dejar sin reseñar, la negativa participación de las economías externas de urbanización en la productividad industrial de Andalucía; sin embargo, dicho resultado es muy cuestionable desde una perspectiva teórica, pues aunque el signo de la elasticidad sea correcto, la magnitud de la misma no está en consonancia con la realidad. No sería lógico admitir, que cuando las deseconomías de urbanización aumentan un 1%, la productividad disminuya un 0.64% en el bienio 1983-85 y, un 0.55% en el período siguiente. De todo esto podemos concluir que los efectos externos de urbanización drenaron competitividad a Andalucía, la cual únicamente se podrá recuperar mediante una **política industrial** que permita, simultáneamente, reducir los efectos nocivos de las economías de aglomeración y fomentar el aprovechamiento de las ventajas locacionales de nuestra región.

⁹ Los resultados más reseñables de la encuesta pueden verse en J. Auriolés Martín y A. V. Lozano Peña (1989). "El sector industrial en Andalucía. Análisis espacial y patrones de localización". pp 85-111.

VI REUNION ASEPELT (GRANADA)

Para completar el análisis sobre los determinantes de la productividad industrial en Andalucía en la década de los ochenta, hemos de estudiar a nivel territorial, cuales son los factores que más participan en la evolución de la misma. Con el fin de evitar comparaciones indiscriminadas, clasificamos a las provincias andaluzas en función de la evolución de la productividad durante el período objeto de estudio; resultando de ello dos grupos, el primero estaría formado por las provincias **más eficientes**, el otro lo compondrían las **menos eficientes**. Así pues, en la primera mitad de los ochenta, las provincias más eficientes son: Almería, Córdoba, Jaén, Málaga y Sevilla; por el contrario, las menos eficientes son: Cádiz, Granada y Huelva. Sin embargo, en el período siguiente (que es cuando se inicia la reactivación económica), las más eficientes son: Cádiz y Huelva, mientras que las menos eficientes son: Almería, Córdoba, Granada, Jaén, Málaga y Sevilla. Lo más destacable de este análisis territorial es, en primer lugar, que no existe ninguna provincia andaluza que sea eficiente a lo largo de toda la década pasada y, por otra parte, Granada es la única ineficiente, dado que su productividad disminuyó tanto en el bienio 1983-85, como en el período siguiente.

En la fase final de la crisis económica se aprecia que Córdoba, Jaén, Málaga y Sevilla son las provincias más eficientes, debido a la elevada participación del trabajo en la variación de la productividad¹⁰; por el contrario, en Almería, son las economías de urbanización¹¹ las que más colaboran para que ésta sea eficiente.

¹⁰ La elasticidad de la tasa de variación de la productividad con respecto al empleo es del 0.94% en Córdoba y Jaén, del 1.19% en Málaga y del 0.70% en Sevilla.

¹¹ Si aumentasen los efectos externos de urbanización en un 1%, la productividad se incrementaría en un 2.09%.

Cuadro 3.3: Participación de los factores y de las economías de aglomeración en la productividad (%).

PROVINCIA	% Productividad	% Capital	% Trabajo	% Economías Localización	% Economías Urbanización
ALMERIA85	-6,07	-0,60	1,60	-1,22	2,09
ALMERIA87	-67,49	0,88	0,12	-1,19	2,11
CADIZ85	-29,55	1,79	-0,79	0,30	-3,12
CADIZ87	55,77	0,79	0,21	0,36	-2,46
CORDOBA85	-1,90	0,06	0,94	-0,44	-0,55
CORDOBA87	5,55	0,04	0,96	-0,38	-0,15
GRANADA85	-15,69	0,03	0,97	-0,54	0,57
GRANADA87	-1,87	0,09	0,91	-0,44	0,88
HUELVA85	-25,21	1,41	-0,41	0,31	-0,61
HUELVA87	26,26	1,08	-0,08	0,21	0,13
JAEN85	7,48	0,06	0,94	0,18	0,29
JAEN87	-10,00	0,37	0,63	0,13	0,65
MALAGA85	1,30	-0,19	1,19	0,12	-0,91
MALAGA87	4,30	-0,10	1,10	0,27	-0,64
SEVILLA85	-3,38	0,30	0,70	0,65	-2,85
SEVILLA87	0,47	0,36	0,64	0,80	-2,39
ANDALUCIA85	-9,13	0,36	0,64	-0,08	-0,64
ANDALUCIA87	0,77	0,34	0,66	0,05	-0,50

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en el período de expansión económica se observa que Cádiz y Huelva son las provincias más eficientes, entre otras razones, por la elevada contribución del capital a las variaciones de la productividad y, en menor medida, por la relativa influencia de los efectos externos de localización¹². No obstante, hemos de reseñar, que en este bienio predominan las provincias ineficientes sobre las eficientes, esto es, Almería, Córdoba, Granada, Jaen, Málaga y

¹² En el período de tiempo que va desde 1983 a 1985, si aumentase el capital en un 1%, la productividad se incrementaría un 0.79% en Cádiz y, un 1.08% en Huelva. Sin embargo, si crecieran los efectos externos de localización un 1%, la productividad aumentaría un 0.36% en Cádiz y un 0.21% en Huelva.

Sevilla presentan una tasa de variación de la productividad menor que la experimentada por la región. Los factores que proporcionaron la pérdida de competitividad difieren de unas provincias a otras, pues mientras en Almería, Córdoba y Granada fue la presencia de diseconomías de localización, lo que originó que la productividad aumentase menos que en las demás zonas de la región; sin embargo, en Málaga y Sevilla fueron las diseconomías de urbanización las causantes de la pérdida de competitividad por parte de estas provincias.

Del análisis espacial realizado, se concluye la existencia de fuertes desequilibrios territoriales en la industria andaluza, que han de corregirse mediante una política territorial adecuada, capaz de neutralizar tanto los efectos negativos causados por las grandes aglomeraciones urbanas (es el caso de las ciudades de Málaga y Sevilla), como los originados por las diseconomías de localización (es el caso de Córdoba y Granada).

No podemos finalizar sin afirmar con rotundidad, que si de verdad deseamos que nuestra región afronte en condiciones óptimas el reto que supone la incorporación a la Unión Económica y Monetaria de Europa, es necesario adoptar una serie de medidas de política económica, con el fin de mejorar su competitividad en materia industrial.

3.2- Causas de la evolución diferencial de la productividad industrial en las provincias andaluzas durante la década de los ochenta.

Para completar el análisis de la industria andaluza, durante la década pasada, hemos de investigar las causas de la evolución diferencial de la misma en las distintas provincias de la región; para ello, previamente hemos de seleccionar una provincia base "O" aleatoriamente, con el fin de poder comparar la productividad de las demás con respecto a ella. Se eligió como tal a Córdoba, cuya principal característica es que no posee tasas de variación ni excesivamente elevadas, ni muy bajas.

Así pues, fundamentándonos en la función de productividad translog¹³, definimos el diferencial de productividad entre las provincias "I" y "O" como¹⁴:

$$\begin{aligned} \ln \bar{\pi}_{i0} = & \beta_{EL} \times (\ln EL_i - \ln EL_0) + \beta_{EU} \times (\ln EU_i - \ln EU_0) + \frac{1}{2} \times \delta_{EL,EL} \times (\ln^2 EL_i - \ln^2 EL_0) + \frac{1}{2} \times \delta_{EU,EU} \times (\ln^2 EU_i - \\ & \ln^2 EU_0) + \delta_{EL,EU} \times (\ln EL_i \times \ln EU_i - \ln EL_0 \times \ln EU_0) + \frac{1}{2} \times (\ln^2 EL_i - \ln^2 EL_0) \times \delta_{EL,L} \times (\ln L_i - \ln L_0) + \delta_{EL,K} \times (\ln K_i - \\ & \ln K_0) + \frac{1}{2} \times (\ln EU_i - \ln EU_0) \times \delta_{EU,L} \times (\ln L_i - \ln L_0) + \delta_{EU,K} \times (\ln K_i - \ln K_0) \end{aligned}$$

siendo " β_{EL} ", " β_{EU} ", " $\delta_{EL,EL}$ ", " $\delta_{EU,EU}$ ", " $\delta_{EL,EU}$ ", " $\delta_{EL,L}$ ", " $\delta_{EL,K}$ ", " $\delta_{EU,L}$ " y " $\delta_{EU,K}$ " los parámetros a estimar.

¹³ Cf. K, Sasaki (1985). "Regional difference in total factor productivity and spatial features". pp 439 - 516

¹⁴ En la ecuación que a continuación presentamos se omite conscientemente los subíndices "i" y "j", con el fin de facilitar su lectura. No obstante, no debemos de olvidar que todas las variables especificadas en esta función están referidas al sector "j" de la provincia "i".

El inconveniente principal que presenta el índice de productividad anterior es que no satisface, en general, la propiedad de "circularidad", es decir, no se verifica la igualdad:

$$Ln\bar{\pi}_{rj} = Ln\bar{\pi}_{r0} - Ln\bar{\pi}_{j0}$$

Por ello, consideramos necesario redefinir dicho índice¹⁵, con el fin de que cumpla la condición mencionada anteriormente:

$$Ln\bar{\pi}_{rj}^* = Ln\bar{\pi}_r - Ln\bar{\pi}_j$$

siendo:

$$Ln\bar{\pi}_r = \frac{1}{(n-1)} \times \sum_{s=1}^n Ln\bar{\pi}_{rs}$$

$$Ln\bar{\pi}_j = \frac{1}{(n-1)} \times \sum_{r=1}^n Ln\bar{\pi}_{rj}$$

n = El número total de provincias.

s = Una provincia andaluza cualquiera.

Hemos de reseñar que la ecuación [10] cumple la propiedad transitiva, esto es:

$$Ln\bar{\pi}_{rj}^* = (Ln\bar{\pi}_r - Ln\bar{\pi}_s) - (Ln\bar{\pi}_j - Ln\bar{\pi}_s) = Ln\bar{\pi}_{rs}^* - Ln\bar{\pi}_{js}^*$$

y, además verifica la condición de circularidad, siempre y cuando la provincia base se seleccione aleatoriamente:

$$Ln\bar{\pi}_{rj} = Ln\bar{\pi}_{r0} - Ln\bar{\pi}_{j0}$$

Nos encontramos pues, con dos expresiones alternativas del índice de productividad corregido, lo cual nos obliga a investigar si existe razón alguna para juzgar, que la ecuación [12] es mejor o peor que la [16] para medir las diferencias interprovinciales en productividad. La primera posee como inconveniente más reseñable, su dependencia del número de elementos considerados en la muestra¹⁶, por el contrario, la segunda no es independiente de la provincia seleccionada, aunque hay que subrayar que no está influenciada por el número de sujetos de la muestra.

Al margen de toda esa discusión, lo que a nosotros realmente nos interesa es deducir la expresión de las ecuaciones de contribución de los factores de aglomeración a la evolución diferencial del nivel tecnológico interprovincial, o lo que es igual, en las tasas de variación de la productividad:

¹⁵ Este índice fue propuesto por D. W. Caves, L. R. Christensen y W. E. Diewert (1982). "Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers". pp 73 - 86.

¹⁶ En nuestro caso, la muestra la componen las ocho provincias andaluzas.

$$Ln\pi_0^{EL} = \beta_{EL} \times (LnEL_t - LnEL_0) + \frac{1}{2} \times \delta_{EL} \times (Ln^2EL_t - Ln^2EL_0) + \frac{1}{2} \times \delta_{EL,EU} \times (LnEL_t \times LnEU_t - LnEL_0 \times LnEU_0) + \frac{1}{2} \times (LnEL_t - LnEL_0) \times (\delta_{EL} \times (LnL_t + LnL_0) + \delta_{EL,K} (LnK_t + LnK_0))$$

$$Ln\pi_0^{EU} = \beta_{EU} \times (LnEU_t - LnEU_0) + \frac{1}{2} \times \delta_{EU} \times (Ln^2EU_t - Ln^2EU_0) + \frac{1}{2} \times \delta_{EL,EU} \times (LnEL_t \times LnEU_t - LnEL_0 \times LnEU_0) + \frac{1}{2} \times (LnEU_t - LnEU_0) \times (\delta_{EU} \times (LnL_t + LnL_0) + \delta_{EU,K} (LnK_t + LnK_0))$$

siendo:

- $Ln\pi_0^{EL}$ = La contribución de las economías de localización a la evolución diferencial de las tasas de crecimiento de la productividad entre las provincias "r" y "O".
 $Ln\pi_0^{EU}$ = La contribución de las economías de urbanización a la evolución diferencial de las tasas de crecimiento de la productividad entre las provincias "r" y "O".

A partir de las ecuaciones [17] y [18] podemos calcular la importancia relativa de cada uno de los efectos externos de aglomeración mencionados:

$$q_{EL} = \frac{1}{(n-1)} \times \sum_{i=1}^n \frac{Ln\pi_0^{EL}}{Ln\pi_0}$$

$$q_{EU} = \frac{1}{(n-1)} \times \sum_{i=1}^n \frac{Ln\pi_0^{EU}}{Ln\pi_0}$$

siendo "q_{EL}" Y "q_{EU}" la participación de las economías de localización y urbanización, respectivamente, en la evolución diferencial de la productividad entre las distintas provincias andaluzas durante la década de los ochenta.

Una vez definido el modelo, procedimos a la estimación del mismo. En el cuadro 3.4 se advierte, como las economías externas de localización contribuyeron más que los efectos externos de urbanización a la evolución diferencial de la productividad entre las distintas provincias andaluzas, durante el período objeto de estudio¹⁷.

Si analizamos los diferenciales interprovinciales de la productividad interprovincial durante los dos subperíodos en que hemos dividido el período objeto de estudio apreciamos, que en la primera mitad de los ochenta éstos fueron generados, únicamente, por las economías de localización. Sin embargo, la contribución de los efectos externos de localización a la evolución

¹⁷ La participación de los efectos externos de localización, en la evolución diferencial de la productividad industrial entre las provincias andaluzas fue del 161% en la primera mitad de los ochenta, mientras que en el período siguiente fue un 68%. Sin embargo, la participación de las economías externas de urbanización, en los cambios habidos en el nivel tecnológico interprovincial fue del -63% en el bienio 1983-85, mientras que en la etapa siguiente de expansión fue del 30%.

diferencial de la productividad interprovincial se redujo durante el período de tiempo que va desde 1985 a 1987, lo cual originó un proceso de convergencia en el nivel tecnológico de las provincias andaluzas¹⁸. Es en Almería, Cádiz Jaén y Huelva donde más se enfatizan las desigualdades interprovinciales, pues la primera posee una productividad que es un 543% menor que la de Córdoba (provincia base seleccionada), la segunda es un 148%, la tercera es un 116% y, en la cuarta es un 130% más elevada¹⁹.

Cuadro 3.4: Contribución de las economías de aglomeración a la evolución diferencial de la productividad interprovincial (%).

PROVINCIA	$\frac{Ln\pi_{t_0}^{EL}}{Ln\pi_{t_0}}$	$\frac{Ln\pi_{t_0}^{EU}}{Ln\pi_{t_0}}$	Diferencial en productividad $Ln\pi_{t_0}^{(*)}$	Contribución de las Ec. Localización a la diferencial en productividad $Ln\pi_{t_0}^{EL}$	Contribución de las Ec. Urbanización a la diferencial en productividad $Ln\pi_{t_0}^{EU}$
ALMERIA85	13	1	-543	-508	-35
ALMERJA87	10	4	-164	-114	-50
CADIZ85	-41	55	148	-429	577
CADIZ87	-32	46	139	-315	453
CORDOBA85	-	-	-	-	-
CORDOBA87	-	-	-	-	-
GRANADA85	-5	19	-59	22	-81
GRANADA87	-2	16	-55	8	-63
HUELVA85	5	9	116	43	72
HUELVA87	11	3	68	52	16
JAEN85	17	-3	130	161	-32
JAEN87	10	4	-110	-79	-30
MALAGA85	-25	39	33	-60	93
MALAGA87	33	-19	-81	-191	110
SEVILLA85	197	-183	-43	-604	562
SEVILLA87	38	-24	-312	-837	525
ANDALUCIA85	161	-63	-	-	-
ANDALUCIA87	68	30	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

(*) $Ln\pi_{t_0}^{(*)} = q_{EL} + q_{EU}$.

¹⁸ En el hipotético caso en que la evolución diferencial de la tasa de crecimiento de la productividad interprovincial se debiese solamente a los factores externos de aglomeración, las economías de localización generarían el 161% de la misma, mientras que las economías externas de urbanización contribuirían a la convergencia, neutralizando en un 63%, los diferenciales causados por los efectos externos de localización.

¹⁹ En la primera mitad de la década pasada, la evolución diferencial del nivel tecnológico en Almería y Huelva está generado por la elevada contribución de las economías externas de localización, con respecto de la que poseen los efectos externos de urbanización; sin embargo, en Cádiz y Huelva el impacto de ambas externalidades está más equilibrada.

En el período siguiente de recuperación económica, y al igual que en el bienio anterior, la contribución de las distintas economías de aglomeración es muy desigual; pues el 68% de la evolución diferencial de la tasa de productividad interprovincial está generada por los efectos externos de localización, mientras que las economías de urbanización causan el 30% restante. Es en Almería y Sevilla donde más se concretizan las discrepancias mencionadas anteriormente, siendo las economías de localización las causantes de que la tasa de productividad se incremente un 164% y un 312%, respectivamente, menos que en Córdoba (provincia base seleccionada). No podemos olvidar, que las únicas zonas que presentan una variación superior a la de Córdoba son Cádiz y Huelva, siendo el incremento de la primera un 139% mayor que el de la provincia base, mientras que el de la segunda es un 68% superior.

No podemos finalizar, sin afirmar que las economías de aglomeración no han tenido una contribución homogénea en la evolución diferencial de la productividad industrial interprovincial, durante toda la década de los ochenta. Los efectos externos de localización han contribuido a que dichas desigualdades se incrementen; sin embargo, las economías externas de urbanización han tenido una influencia heterogénea, es decir, mientras que en el bienio 1983-85 han posibilitado la reducción de las disparidades provinciales en el nivel tecnológico, en el período siguiente de recuperación económica han colaborado, en menor cuantía que las economías de localización a aumentar los diferenciales en la tasa de productividad entre las distintas zonas de nuestra región.

4.- A MODO DE EPILOGO.

Los datos presentados por la Administración Autonómica, referidos a 1991, evidencian que la economía andaluza (en general) y la industria (en particular) se encuentran inmersas en una profunda crisis; esto nos permite afirmar, sin ánimo de ser catastrofista, que el sector industrial andaluz vuelve a entrar en la fase de sombra, de la que nunca parece haber escapado. Ante esta panorámica (muy brevemente descrita) la actitud del gobierno de nuestra región es, simple y llanamente, responsabilizar al ciclo económico internacional y a la recesión norteamericana (véase "Coyuntura Económica de Andalucía nº 9 y el avance del nº 10) como las únicas y gran causantes de la situación.

A nuestro juicio, esta visión miope de la realidad ha de ser corregida inmediatamente con una política industrial que finalice con los desequilibrios territorial es y, que incorpore a nuestra industria a los niveles de desarrollo, cuanto menos, nacional. Sin embargo no podemos finalizar sin expresar nuestro asombro, al observar que en el nuevo plan de desarrollo económico (PADE 1991-94), la estrategia en materia industrial es potenciar y diversificar la estructura productiva de Andalucía.

BIBLIOGRAFIA

Dada la multitud de referencias bibliográficas que hemos utilizado en la realización de este trabajo de investigación, hemos optado por reseñar, únicamente, aquellas que son básicas para el desarrollo del mismo.

- J, Aurioles y A. V, Lozano Peña (1989). "El sector industrial en Andalucía. Análisis espacial y patrones de localización". Incluido en J, Aurioles y J. R, Cuadrado Roura. "La localización industrial en España. Factores y tendencias". Estudios de la Fundación FIES.

- D. W, Caves, L. R, Christensen y W. D, Diewert (1982). "Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers". The Economic Journal, 92.

- S. W, Park (1986). "Agglomeration economic in manufacturing industries in Japan and Korea: A comparative analysis". University of Pennsylvania (Tesis doctoral).

- J. L, Sáez Lozano (1991). "Economías de aglomeración en la industria española". Universidad de Málaga (Tesis doctoral).

- K, Sasaki (1985). "Regional difference in total factor productivity and spatial features". Regional Science and Urban Economic, vol 15.

INFORMATICA

Presidencia de la mesa:

Prof. Dr. D. Miguel Angel Fajardo Caldera

EL PAPEL DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION EN LA ECONOMIA DEL TURISMO

Francisco Julio Batle Lorente
Antoni Serra Cantallops
Universitat de les Illes Balears (U.I.B.)

Amadeus, Galileo, Sabre, Savia, Aries, Ibertex, Prometeo o Apolo son nombres que en los próximos años se convertirán en moneda común en la industria turística. Estas redes telemáticas van a sustentar un fenómeno irreversible y para muchos traumático: la comercialización directa.

Estas redes de información o reserva (Computer Reservation Systems - CRS-, o en su denominación castellana, Sistemas Informáticos de Reservas -SIR), concebidas inicialmente para servir a las líneas aéreas como bases de datos internas, han evolucionado y se han convertido en mega-sistemas capaces de englobar a todos los proveedores de servicios turísticos (y no turísticos), pudiendo así proveer de información de una forma instantánea a las agencias sobre la disponibilidad, el coste y la elección de los vuelos aéreos, hoteles, entrada a espectáculos o restaurantes, alquiler de coches, etc, imprimiendo además billetes y liquidando las deudas mediante el uso de tarjetas de crédito o similares. Las posibilidades derivadas de su desarrollo son infinitas: estos canales de distribución pueden alterar la dinámica tradicional de comercialización de los productos turísticos vía agencias de viajes, y también de los productos no turísticos, al ser previsible e inevitable su conexión con los ordenadores personales situados en el hogar. El caso de Minitel en Francia es ya paradigmático.

Los primeros mega-sistemas fueron desarrollados como un mecanismo de defensa por parte de las grandes compañías aéreas norteamericanas ante el incremento de competencia proveniente de nuevas y pequeñas compañías que entraban en el mercado como consecuencia de la desregulación del transporte aéreo en los Estados Unidos en el año 1978. La desregulación condujo a un incremento de la competencia y este aumento de la competencia forzó a las grandes compañías aéreas tradicionales a incrementar la productividad y a buscar fuentes potenciales de ventaja competitiva. Esto estimuló el desarrollo de los grandes Sistemas Informáticos de Reserva (SIR). Por tanto, puede afirmarse que la desregulación aérea norteamericana aceleró el desarrollo y expansión de los SIR en los Estados Unidos, lo cual ha conducido a la sofisticación de los sistemas de hoy en día. Los mega-sistemas europeos existentes en la actualidad (Amadeus y Galileo) nacieron también como mecanismo de defensa ante la expansión de los sistemas norteamericanos en los mercados europeos.

Con el tiempo los SIR se han ido convirtiendo en un negocio en sí mismos y además en un instrumento de control del conjunto de la industria, afectando a todos los sectores que operan en el mercado turístico.

Dentro de la industria turística, el sector detallista de la comercialización turística (agentes

de viajes) es el que va a tener que afrontar un proceso de reestructuración más profundo y complejo como consecuencia de la introducción de los SIR. Los SIR ofrecen acceso a bases de datos con vídeo para información al cliente, utilizando un videotex interactivo. Además las reservas pueden realizarse en tiempo real, y también se pueden incluir sistemas inteligentes de facturación, cobro y pagos, cálculo de tarifas, etc. Asimismo, y a medida que los "sistemas expertos" evolucionen, al consumidor final le será más fácil acceder a la base de datos y seleccionar entre las distintas alternativas a su disposición. El reto que le supone a las agencias de viajes el integrar los SIR en sus estructuras organizativas es evidente. Sin embargo, su gran amenaza es la de ser superados y pasar a ser innecesarios. Tal eventualidad es posible, pero en cualquier caso aún es lejana en el tiempo. El mismo temor es compartido por tour-operadores. Estas empresas mayoristas se dedican a la creación de paquetes turísticos, contratando e integrando todos los componentes o servicios de un viaje, y vendiéndolos como un solo producto. Su papel en el futuro es incierto, toda vez que los SIR permiten la creación de productos "a medida" del cliente (comunicación individualizada), haciendo así redundante la intervención de los tour-operadores.

En Mallorca, todo el desarrollo y evolución de las redes telemáticas está despertando un gran interés. Ya desde su inicio se vió claramente que los SIR podían permitir la comercialización directa del producto turístico. Hay que tener presente que Mallorca es un destino turístico caracterizado por una marcada dependencia comercial respecto de los tour-operadores extranjeros. Si a ello unimos la desigualdad existente en la actualidad en cuanto a poder de negociación entre hoteleros y tour-operadores debido al exceso de oferta hotelera, queda explicado el interés del sector turístico mallorquín en la comercialización directa vía SIR.

El reto de la venta directa para proveedores de servicios en Mallorca, encierra oportunidades y amenazas. Oportunidades porque ello puede posibilitar al empresario cobrar precios oficiales mucho más elevados que los que pagan los tour-operadores, con todas las implicaciones que ello tiene:

1. Posibilidad de cambiar el posicionamiento de la empresa, hoy ciertamente poco atractivo en términos de cliente y precio.
2. Posibilidad de ampliación de la red de distribución.
3. Posibilidad de acceder a nuevos mercados.
4. Posibilidad de obtener unos beneficios o márgenes mayores, que podrían ser destinados a acometer la necesaria reconversión del sector.

En definitiva, parece que los SIR pueden permitir que los empresarios hoteleros se sitúen en una posición negociadora menos desfavorable a la habitual frente a los mayoristas extranjeros. Sin embargo, tal logro se condiciona a la exitosa comercialización del producto, y Mallorca, para bien o para mal, ha dependido hasta la fecha casi exclusivamente de estos mayoristas extranjeros, dejando en sus manos todo el proceso de comercialización del producto. La isla ha sido vendida en el Reino Unido o en Alemania como a Thomson, I.L.G. o Neckermann les ha convenido. Suyo ha sido básicamente todo el esfuerzo comercial. Ahora, con la introducción de los SIR, hoteleros y demás proveedores de servicios van a tener que "aprender" a comercializar el producto (concebir el producto o paquete, posicionarlo y promocionarlo), algo que asusta dada la inexperiencia del sector hotelero mallorquín en este campo. Esa es la amenaza de la comercialización directa.

En este contexto de incertidumbre y esperanza, los empresarios mallorquines dieron el primer paso a principios de 1990, cuando la Federación Hotelera de Mallorca inició un proyecto para incluir a ciertos hoteles de la isla en el programa Aries de Iberia. El programa Aries de Iberia es un sistema de reservas de hotel y coches de alquiler integrado en la red Savia (Sistema Informatizado para Agencias de Viajes), perteneciente también a Iberia. Esta red Savia está conectada con más de 2.300 terminales de agencias de viajes en España, y un centenar más en el extranjero, todo ello en un principio a través de la red pública Iberpac de Telefónica, y posteriormente a través de la red Ibertex, también de Telefónica.

El proyecto, paralelo a las negociaciones entre Iberia y Zontur (Agrupación Hotelera de Zonas Turísticas de España) para la incorporación de esta última al sistema Aries, fue suscrito por un grupo de hoteles que de esta forma entraron en la red informática en Julio del 90. Los resultados en términos de reservas fueron ciertamente pobres, pero el paso adelante se había dado, desatando una polémica con los Tour-Operadores, los cuales se sintieron amenazados por este movimiento estratégico de los hoteleros mallorquines. (Sin embargo, finalmente, los grandes mega-SIR europeos han dado el visto bueno para que los tour-operadores nacionales y europeos queden englobados en su sistema de reservas: los mayoristas se han dado cuenta de que el futuro de la industria turística pasa ineludiblemente por ahí).

La experiencia de Aries fue valorada como muy positiva por los hoteleros en Mallorca, atribuyendo los exigüos resultados en términos de reservas a la limitada operatividad de los sistemas telemáticos por parte de los agentes de viajes, poco familiarizados entonces con los programas informáticos; los empleados de las agencias de viajes no habían recibido la formación mínima sobre la forma de trabajar con estos sistemas de reservas, de forma que la tradicional consulta directa a los mayoristas vía fax o vía teléfono, o la consulta a los folletos o listas de precios seguían siendo la forma más fácil de realizar las reservas. Asumiendo que esta contingencia es ciertamente superable, la Federación Hotelera siguió adelante con esta expansión en los nuevos sistemas de comercialización directa, y lo hizo creando, a mediados de 1991, la sociedad anónima "Central de Reservas", subvencionada en un 50 por ciento de su coste por la Consellería de Turismo de la Comunidad Autónoma Balear. El proyecto, pionero en España y al que siguieron similares programas por parte de los hoteleros de Granada y de Castilla-León, supone la integración en el sistema Ibertex, red que Telefónica comenzó a comercializar en 1990, y a través de la cual se tiene acceso a la red Iberpac antes mencionada. Ibertex es un vídeotex, o sea, una modalidad de red telemática distinta, compatible con determinados ordenadores personales. En Europa existen otros sistemas similares (Minitel en Francia, BTX en Alemania y Prestel en Gran Bretaña) los cuales serán compatibles en un futuro próximo. Su implantación en nuestro país es ya significativa: unos 200.000 usuarios de ordenadores personales en España pueden ya entrar en el sistema Ibertex y así contratar distintos servicios en tiempo real. Se espera llegar en unos años a las cuotas alcanzadas en países como Francia, donde hay unos 5'8 millones de usuarios con terminales que pueden acceder a la red Minitel, a través de la cual más de 7.000 empresas (turísticas y no turísticas) ofertan sus productos y en la que se incluyen más de 400 servicios distintos. De momento, Ibertex ya ha firmado un acuerdo con Minitel para unificar los dos sistemas. El potencial de desarrollo de Ibertex es enorme. Se avecinan cambios revolucionarios, como una mayor velocidad de procesamiento o como la inclusión de imágenes digitales en color (ya operativa en un SIR norteamericano: Utellvision), sustentados por la Red Digital de Servicios Integrados, que

está basada en fibra óptica. Estos avances tecnológicos -por los que Telefónica está apostando fuerte- pueden ser el espaldarazo que los SIR necesitan para convertirse definitivamente en los instrumentos clave de comercialización y el conducto imprescindible para los operadores profesionales, si bien, como ya ha quedado patente, existe una gran dosis de incertidumbre acerca de la evolución futura de estos sistemas, incertidumbre que se ve acentuada por la cruenta guerra comercial que se ha desatado en Europa entre los distintos SIR existentes (Amadeus, Galileo, Sabre, Apolo, Worldspan).

La elección de los SIR a los que conectarse es, precisamente, el siguiente paso hacia adelante por parte de la Federación Hotelera de Mallorca. Es ésta una decisión nada fácil. La lucha por la captura del mercado ya ha comenzado, y toda una retahíla de ofertas (comisiones, entrega de equipos y terminales gratis) por parte de los SIR está llegando a los operadores de cara a conseguir su incorporación al sistema en cuestión. En el mercado español, Amadeus tiene la ventaja de su vinculación con Iberia y de ser la sucesora de Savia, pero Galileo -su principal competidor- es una opción muy interesante para operadores y proveedores de servicios españoles, dada su gran implantación en el extranjero (27.000 puntos de venta directos en Europa y más de 90.000 en todo el mundo, gracias a su sistema hermano, el americano Apolo) y, sobre todo, después del fracaso de la unión Sabre-Amadeus. De hecho, los gestores de Galileo abrigan la esperanza de captar en los próximos años un 20 por ciento del mercado español. Lo cierto es que la Federación Hotelera de Mallorca no ha tomado aún una decisión al respecto; se encuentra en una fase de "impasse" y no se descarta la posibilidad de integrarse simultáneamente en los dos sistemas más importantes (Amadeus y Galileo). De esta manera, los 92 hoteles mallorquines incluidos hasta la fecha en el centro servidor y de reservas de la Federación Hotelera, esto es, la Central de Reservas, podrían así acceder directamente y sin necesidad de intermediario alguno a los principales mercados emisores.

Aún reconociendo la necesidad en el futuro previsible de la labor de intermediación y comercialización realizada por los tour-operadores y de una relación de colaboración más estrecha y fructífera para ambas partes, este proceso reduciría considerablemente la excesiva dependencia existente en la actualidad, lo cual es una necesidad ampliamente sentida en el sector. Este proceso contribuiría, por tanto, a diversificar los canales de comercialización y distribución, y podría constituir un paso adelante hacia una mejor segmentación del mercado y desarrollo de nuevos productos. El futuro pasa inexorablemente por ahí.

IMPLICACION DEL ECONOMISTA EN LOS PROYECTOS INFORMATICOS

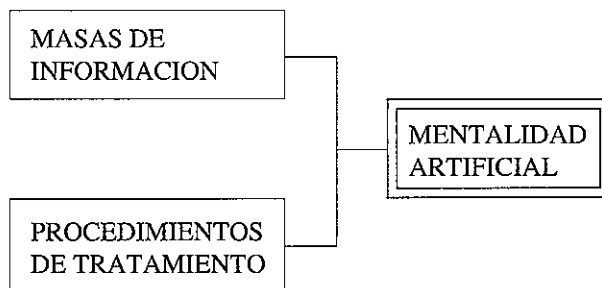
José Miguel RINCON VEGA
DR. EN ECONOMIA Y LIC. EN INFORMATICA
CATEDRATICO DE INFORMATICA
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA APLICADA I
F. C. ECONOMICAS Y EMPRESARIALES - UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO

1.-EVOLUCION ACTUAL DE LA INFORMATICA

10. El paradigma informático

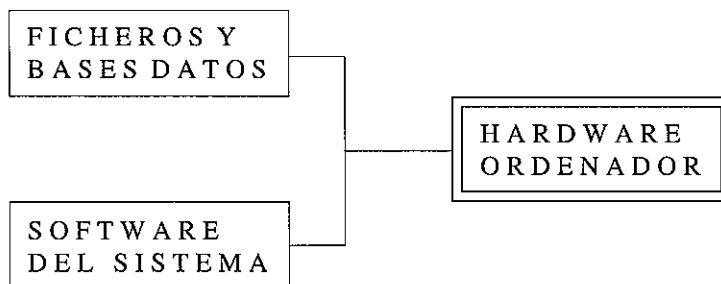
La Informática, que empezó siendo una herramienta para el cálculo matemático y una simple técnica de contabilidad y gestión de procesos administrativos, se ha convertido hoy en una ciencia cuyo paradigma se basa en tres componentes de enunciación sencilla, pero de muy compleja elaboración.

Los componentes del paradigma informático son los que se muestran en el gráfico siguiente:



Las *masas de información* una vez organizadas, normalizadas, acotadas y soportadas en el mecanismo artificial se van a convertir en ficheros y bases de datos. Los *procedimientos de tratamiento* serán programas técnicos y aplicativos y la *mentalidad artificial* es el componente de tratamiento de los “cambios de estado” en los niveles de comportamiento y conocimiento del mecanismo artificial que conocemos como un ordenador.

Si todo eso se recubre de una superestructura de reglas de organización, normas y ecuaciones matemáticas y lógicas de diseño de procesos podemos pasar del gráfico anterior al siguiente:



DISEÑO, DESARROLLO Y ORGANIZACION DEL SISTEMA INFORMATICO

La complejidad conceptual y pragmática de la Informática ha ido aumentando exponencialmente en los tres componentes del paradigma. Pero curiosamente esa complejidad se ha producido *internamente* en la ciencia, mientras que por el contrario *externamente* las herramientas y productos informáticos se perciben como más fáciles de manejar y con respuestas más adaptadas a la actividad social y económicas de los usuarios.

La complejidad de la Informática ha producido un efecto 'feed back' importante en los usuarios de ordenadores, especialmente entre los economistas que son grandes utilizadores de productos informáticos. Este efecto es que una parte importante de la actividad económica ha quedado ligada indefectiblemente al uso de las máquinas de procesos informáticos; es más hay operaciones económicas, estadísticas y econométricas que no pueden llevarse a cabo sin la aportación de los ordenadores grandes o pequeños: modelo, análisis multivariante, análisis de series temporales, sensibilidad de procesos financieros, simulación y cientos de aplicaciones de todo tipo.

Si la información es hoy una variable o un agente económico más entre los tradicionales de la Economía, su correlato que es el tratamiento de esa información es una variable derivada y componente de la ecuación general que los economistas acostumbran a manejar.

La expansión de la Informática y sobre todo su presencia en los procedimientos económicos operacionales y decisoriales de las empresas y de cualquier otro ente económico ha hecho que los economistas sean los interlocutores necesarios para los informáticos, tanto en el momento de realizar los diseños de los sistemas de información que se quieren automatizar, como en la definición de los ficheros y bases de datos.

11. Tendencia actual de la Informática

La Informática ha ido evolucionando desde posiciones muy cerradas y profesionales hasta su situación actual en que se ha desentendido de la mayor parte de los procesos operacionales a favor de los usuarios finales del ordenador.

Hace todavía pocos años, antes de la irrupción de las comunicaciones y sobre todo de la microinformática, los informáticos desarrollaban proyectos y aplicaciones poco accesibles para los agentes económicos. Se basaban en ordenadores grandes de filosofía de tratamiento centralizado.

Las soluciones eran muy complejas, difíciles de mantener, con una entropía que se alcanzaba en poco tiempo y con rendimientos que dejaban bastante que desear desde el punto de vista de las necesidades de los usuarios.

Cuatro sucesos han cambiado totalmente el panorama:

- El diseño, construcción y uso de *microordenadores* que han puesto al alcance del usuario: economista, ingeniero, médico, biólogo o cualquier otro profesional o agente activo de un sistema económico y social, un "universo" completo de tratamiento de la información.

- La extensión de las *comunicaciones* que ha hecho extensivo el teletratamiento a redes de área local, pero de un buen rendimiento. La idea fundamental de una gran parte de los procesos económicos de tener un entorno propio de trabajo, pero poder compartir ideas y recursos de grupo se ha hecho realidad con estas 'Local Area Networks' o LAN (FERRET, 1992; pg. 58).

- El avance espectacular que se ha realizado por parte de diseñadores y constructores de *software técnico (SO)* y de *software de aplicación* para poner al alcance de los usuarios instrumentos de tratamiento de la información standard, fáciles de manejar y desligados de la tutoría de los profesionales de la informática; y cada vez mejor adaptados a sus entornos de trabajo.

- La mejor percepción de la Informática por parte de los usuarios y su mayor exigencia de productos que cubran realmente sus demandas de información. Desgraciadamente su formación deja aun bastante que desear (RINCON, 1988, PG. 235.).

Incluso en los niveles de programación el protagonismo de los usuarios no informáticos ha ido creciendo paulatinamente utilizando herramientas microinformáticas. Es cada vez más frecuente la programación realizada utilizando potentes y cómodos lenguajes de desarrollo de aplicaciones (ADL) y de los llamados de "cuarta generación" (L4G). Y estamos esperando la llegada del lenguaje natural de la mano de la inteligencia artificial (ABRIL, 1985).

2.-EL SISTEMA DE INFORMACION

20. Componentes y formalización del SI

Los hechos anteriores, junto con la creciente interrelación de los economistas y usuarios en general con las herramientas y prestaciones informáticas, han cambiado el modo de inserción de los ordenadores en sus entornos de servicio.

El concepto de "centro de cálculo" o "centro de proceso de datos", como una sección física en la que se realizan las elaboraciones de la información, ha sido superado por el más amplio y más formalizado de *sistema de información*.

Cualquier organización que tenga una finalidad concreta compuesta por uno o varios objetivos, paralelos o complementarios, y que deba poner en marcha un conjunto de elementos interrelacionados constituye un SISTEMA. A ese conjunto hay dotarle de una superestructura metodológica y poner todos los elementos bajo la responsabilidad de una cúspide decisorial.

ROSNAY introduce en ese concepto los términos de ejercicio dinámico de actividad de los elementos y define muy sintéticamente a un sistema como un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizado en función de un objetivo (ROSNAY, 1975). Para que haya una interacción dinámica entre los elementos del sistema debe existir un medio que tenga una gran fuerza cohesionadora; este medio es la INFORMACION.

Una empresa o un organismo institucional que desarrolle una actividad de gestión, que implique la producción de bienes y servicios económicos y sociales es un sistema puesto que cumple con todas las características citadas. En general se va a producir una *función logística* que expresada en términos de información supondrá:

- **una aportación** de información desde el entorno o ambiente externo con el que el sistema intercambia actividades, productos y servicios.
- **una transformación** de información para la mejora de las aportaciones o "intrantes" en el sistema; y para el almacenamiento y refinamiento de las variables informacionales que constituyen una *base de conocimiento* para facilitar la toma de decisiones.
- **una entrega** de información resultante de la transformación que será recuperada por el entorno; las entregas serán los "extrantes" del sistema.

Es fácil deducir que la superabundancia e importancia de la información da origen a un sistema especial que se superpone al que podemos denominar sistema físico o referencial; se trata del **sistema de información**.

El conjunto de actividades y normas que se refieren a la captura, almacenamiento, tratamiento, organización y recuperación de la información por parte de los usuarios se denomina SISTEMA DE INFORMACION (LE MOIGNE, 1977).

Para que un sistema de información pueda cumplir sus objetivos con rentabilidad, precisión y seguridad hay que dotarle con una buena superestructura metodológica, pero también con una buena infraestructura informática. Se llega de esta forma al concepto de SISTEMA DE INFORMACION AUTOMATIZADO (SIA).

El SIA requiere, como es natural, la inversión en recursos hardware y software en el sistema económico, pero también necesita la preparación y adaptación de los componentes del sistema de información para que puedan ser aceptados y tratados por los mecanismos informáticos.

La importancia de la noción de "sistema económico" y de "sistema de información" es muy grande porque ayuda a contemplar las funciones del proceso económico como un todo que puede interrelacionarse y cuyos elementos pueden agruparse por "vocación de actividad". En mi

opinión, en la de los sistemistas y en la de un grupo importante de analistas informáticos, es la única forma de poder contar con una estructura informatizada que funcione adecuada y rentablemente.

De esta forma en el sistema económico general (empresa u organismo institucional) coexistirán dos sistemas diferentes: el *sistema físico (SF)* que realiza las tareas operacionales y decisoriales propias del diseño y de la finalidad y el *sistema informacional (SI)* cuya misión será definir las fuentes, los flujos, los almacenamientos, los tratamientos y los puntos de recuperación de la información. Cuando este sistema de información se formaliza en forma de aplicaciones informáticas se convierte en un *sistema de información automatizada (SIA)*.

Esta claro que nos estamos moviendo en un plano conceptual y que en la práctica ambos modelos están fuertemente imbricados y no son fácilmente separables. Se puede, sin embargo, observar que la corriente de materia de obra informacional puede y debe ser analizada en forma abstracta con respecto a la realidad física que recubre. De esta forma es posible obtener conclusiones válidas para formalizar de una manera estricta los datos, los procesos de transformación de los conocimientos que aportan y los resultados que el entorno quiere recuperar.

Es preciso analizar la metodología organizativa del sistema general y sus normas de actuación para poder definir las fuentes, los flujos y los tratamientos; y diseñar un modelo estable manejado por el hardware y el software de uno o varios ordenadores.

21. Información de adquisición e información transaccional.

Del análisis del alcance del concepto de Sistema de información se deduce fácilmente la existencia de dos grandes tipos o clases (RINCON, 1985; págs. 148150):

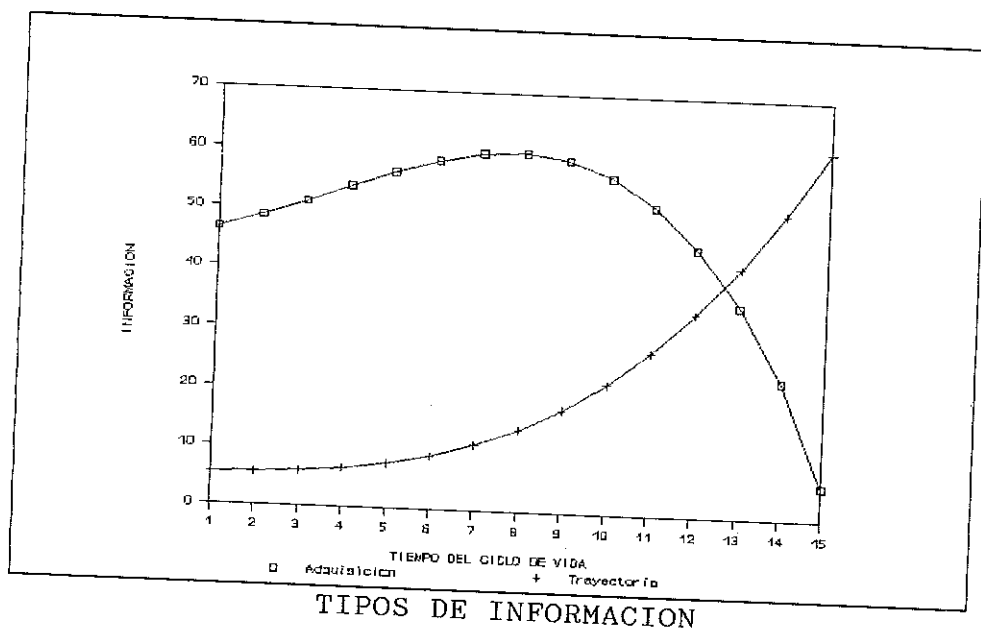
-La **información de adquisición** que es el conjunto de mensajes mediante los cuales los analistas y diseñadores del SI *adquieren* conocimientos y cambian su estado de comportamiento con respecto a los problemas o aplicaciones económicas y sociales que se quieren informatizar; son parámetros del mundo real que configuran la demanda global de información.

-La **información transaccional**, o de "trayectoria", que está formada por el conjunto de datos y resultados que llegan desde y van al entorno del sistema económico; son variables informacionales que "acompañan" a su actividad operacional.

Los economistas son concernidos fundamentalmente con el primer tipo; puesto que son ellos los que tienen que estudiar, organizar y formalizar, en su caso, las informaciones referentes a todo aquellos que se quiere informatizar. Hay que tener en cuenta que son ellos, en gran medida, los que han definido los entornos generadores de las aplicaciones y de los problemas; y los que fijan las reglas para su solución.

La información de adquisición, en el primer año de la vida de un *proyecto informático* - referente a la formalización informática de uno o varios subsistemas del sistema económico-, es muchísimo mayor que la de trayectoria (transaccional). La labor de recopilación y síntesis de la información es ardua y compleja; y está, por ahora, muy poco formalizada.

En la figura que se incluye a continuación puede verse el comportamiento de cada tipo de información en el "ciclo de vida" o eje dinámico en el que se desenvuelve todo proyecto informático. La presencia de los economistas en la primera parte de ese ciclo es muy importante.



Es el momento en el que los economistas y usuarios en general deben aportar su conocimiento sobre la realidad existente y llegar a diseñar y montar un modelo informatizado (o informatizable) que sea "imagen" del modelo real. La 'performance' y la rentabilidad final del proyecto informático dependen en gran medida de lo bien que se resuelva esta etapa del proceso de informatización en cualquier ente económico y social.

A partir del punto de cruce de las curvas los economistas se integrarán en el grupo de usuarios utilizadores de las prestaciones y productos informáticos que van a manejar los datos y resultados programados.

3.-INTERVENCION DE LOS ECONOMISTAS EN LA ESTRATEGIA INFORMATICA

30. El Plan Informático

La intervención de los economistas en el diseño del sistema de información automatizado (SIA) se realiza en la formación, articulación y seguimiento del PLAN INFORMATICO que es el documento que formaliza la política informacional en cualquier ente económico y social.

Hay que tener muy en cuenta que las decisiones que se toman en materia informática comprometen a la organización económica durante un largo periodo de tiempo; por ello hay que realizarlas con cuidado dentro de una perspectiva estratégica (DAVIS, 1985).

La *estrategia informacional* se establece en tres fases diferentes:

-**estrategia de definición** que sirve para identificar las demandas de información y los flujos informacionales;

-**estrategia de diseño** que define y agrupa las masas de información y establece las relaciones entre los datos o entidades;

-**estrategia de realización** que elabora o ajusta, en su caso el software.

Estas tres estrategias se formalizan en un PLAN INFORMATICO único que fija las condiciones en que el ente económico se va a informatizar, los alcances de esa informatización y el “marco institucional” dentro del cual debe moverse la política informática. El **Plan informático** es algo así como el marco normativo, metodológico y documental para el desarrollo del sistema de información automatizado.

Los economistas tienen responsabilidades de intervención en las dos primeras estrategias y son usuarios del “par hard/soft” en la última.

31. Niveles de intervención

Los dos planos de intervención del economista en la concepción, diseño y construcción del SIA se refieren al **módulo transaccional** y al **módulo decisorial**.

El primero se contempla como un bloque único, aunque internamente esté dividido en aplicaciones, en el que prácticamente todo lo que hay que hacer se encaja en dos conceptualizaciones: definir el contenido de las masas de información para crear las bases de datos; y definir los procedimientos de tratamiento de los datos **dentro** de esas masas de información y **entre** ellas.

El módulo decisorial, por el contrario, está formado por varios centros de solución repartidos generalmente en varios niveles de acción. Esto encaja en el concepto sistémico de la gestión económica que diluye la decisión entre los diversos subsistemas que componen el sistema económico general. La tarea de los economistas es mucho más delicada que en el caso anterior porque tienen que analizar y controlar los distintos grados de información generada que van formando los ‘outputs’ de decisión.

32. Acciones de diseño

Tanto en el nivel transaccional, como en el decisorial el economista tiene que realizar una serie de análisis y tomar unas decisiones que se denominan “acciones de diseño”.

En el **primer nivel** las acciones serán de tres tipos:

1 Analizar y formalizar los *flujos informacionales* de las operaciones económicas. Son especialmente importantes los siguientes puntos:

- .definir las fuentes de información,
- .fijar los puntos de proceso,
- .determinar las replicasiones informacionales de cada proceso (implosión, explosión, concentración, etc.),
- .calificar los destinos de la información (de salida, 'feed-back', generada, decisorial),
- .analizar los enlaces entre TAREAS (grupos de procesos) y entre APLICACIONES (grupos de tareas).

2 Definir y formalizar las entidades de los datos:

- .describir las propiedades de los datos (atributos),
- .definir la concatenación de los atributos para definir las entidades completas de los mensajes económicos, estadísticos o sociales que maneja,
- .establecer las normas para mantener la integridad de los datos.

3 Definir y formalizar las reglas de tratamiento:

- .relaciones de concatenación de los datos,
- .operadores lógicos y aritméticos,
- .consistencia de las reglas.

El economista dispone de métodos de formalización de las acciones anteriores tales como los organigramas de función, los grafos de flujos, los esquemas de descripción de entidades y la metodología de desarrollo de *entidad/relación* para entrelazar reglas y datos.

En el nivel decisorial el economista debe diseñar los "cuadros de mando y de gestión", los sistemas de consulta y las herramientas informáticas que faciliten el control del sistema y la toma de decisiones tales como hojas de cálculo de análisis de sensibilidad, nivel de presentación gráfica, encadenamiento de resultados contables y estadísticos, modelos económicos, correo electrónico, videotexto y sistemas de documentación automática.

4.-CONCLUSION

En la fase de desarrollo y construcción del SIA son los agentes activos de los sistemas económicos los entornos válidos para que los informáticos obtengan su información de adquisición. Pero los economistas son piezas clave en el diseño del sistema de información, como hemos visto.

En el futuro de esta dinámica de concepción y diseño del Sistema de Información está la posibilidad de disponer de una visión "experta" del ente económico y social que puede ser utilizada como un modelo de decisión. Es lo que algunos autores llaman la *Cibernética empresarial* (ABRIL, 1985; SOWA, 1984).

BIBLIOGRAFIA

- ABRIL, R.M., COSTA, M., RULABADO, J. Y VIRGOS, F. (1985)** *Modelos y métodos: una evolución paralela*. NOVATICA, vol. XI, nº 65/85; págs. 5-41 ATI. Barcelona
- DAVIS, G. (1985)** *Management information systems*. MCGRAW HILL. Nueva York
- FERRET, B. (1992)** *Pour une informatique de group*. SOFT & MICRO, nº 83/92; págs. 57-60
- KERNER, D.V. (1980)** *Introductions to business informations control study methodology*. Proceedings of the SYMPOSIUM ON THE ECONOMICS OF INFORMATION PROCESSING. IBM Systems Research Institute. Nueva York
- KOLB, F. y HERMAN, A. (1990)** *Informatique et organisations*. LES EDITIONS D'ORGANISATION. Paris
- RINCON, J.M. (1985)** *Diseño e informatización de sistemas de información económica*. SERVICIO EDITORIAL UPV/EHU. Bilbao
- RINCON, J.M. (1988)** *El sistema educativo y el impacto de las nuevas tecnologías*. EKONOMIAZ, nº 12/nov. 88; págs 221-239. SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL GOBIERNO VASCO. Vitoria
- ROSNAY, J. (1975)** *Le Macroscopie*. SEUIL. Paris
- SOWA, J.F. (1984)** *Conceptual structures: information processing in man and machine*. ADISON WESLEY. Londres

LOS SISTEMAS TELEMATICOS UN RETO PARA EL ECONOMISTA.

M. Gloria AREITIO BERTOLIN

DOCTORA EN INFORMATICA.
PROFESORA DE INFORMATICA Y METODOS CIBERNETICOS.
DPTO. DE ECONOMIA APLICADA I.
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y EMPRESARIALES.
UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO. UPV-EHU. BILBAO.

1. LAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION.

El uso de información constituye uno de los elementos más importantes del proceso del cambio social. Este uso intensivo de información requiere su recepción, tratamiento, almacenamiento y difusión en el momento más oportuno, lo que significa la necesidad de un soporte de tecnologías, fundamentalmente informáticas y de telecomunicaciones, que en conjunto se conoce como **tecnologías de la información**. Podríamos definir estas como el conjunto de soportes físicos y lógicos orientados a la recepción, modificación, almacenamiento y transmisión de la información, con independencia de las características y/o naturaleza de la misma.

La figura de los sistemas de transmisión tanto de voz, datos e imágenes, como arterias centrales de un nuevo orden de servicios para los usuarios está creciendo y dando lugar a sistemas experimentales y comerciales. Las comunicaciones por satélite en Europa, han sufrido un enorme crecimiento y cada vez es más asequible para los usuarios finales una amplia variedad de servicios (tele-conferencia, ...), acceso multimedia (voz, datos, textos, imágenes y gráficos), bases de datos de producción, de estudios de mercado, directorios de empresas, ...

Las telecomunicaciones y la informática ponen a disposición de los usuarios particulares y de las empresa nuevos mecanismos de acceso a la información, más cómodos, más rápidos y en definitiva más eficientes. En el ámbito empresarial el uso de estas tecnologías presenta múltiples oportunidades para sustentar profundos procesos de modernización. Estas tecnologías de la información pretenden englobar de una manera práctica todos los servicios de **Telecomunicación Avanzados**.

Al dotar a una red de telecomunicación con los mecanismos más avanzados, tecnológicamente hablando, estamos eliminando la necesidad acuciante de dotar a la misma de un equipo humano de élite que la mantenga. Y la tendencia es conseguir que el usuario final ocupe una posición más comprometida en la cadena de interacción con la red. Permitiendo que realice tareas de gestión de alto nivel (hasta ahora reservadas en exclusiva al equipo de técnicos del sistema) asistido en todo momento por la herramienta de gestión de la red de comunicación a la que se conecte. El sistema de gestión se comportará, entonces para el usuario como un servicio de valor añadido, desde el punto de vista del usuario final, aunque aquí el distribuidor sea la propia red de conexión. Por el momento, como usuarios de los servicios de una red, podemos distinguir a los siguientes colectivos :

- Directores de redes de comunicación, que usan los servicios de este sistema como ayuda para la planificación y dimensionamiento de la red con un costo mínimo. En definitiva técnicos informáticos.
- Los técnicos que instalan la red, que lo utilizan como un medio eficaz de conocer el estado de su trabajo.
- Los responsables de la red, como medio de garantizar el cumplimiento de los parámetros característicos de la red para los usuarios.
- Diseñadores de elementos de red, que utilizan los servicios del sistema para la medida de las características exigidas a sus componentes.
- Operadores de red, que utilizan este sistema automatizado como el medio de interaccionar con los distintos elementos que conforman la red.
- Usuarios finales. Hay que tener en cuenta las últimas tendencias, que permiten que determinadas funciones de gestión puedan ser realizadas directamente por los propios usuarios finales, proporcionando una flexibilidad al sistema que redunde en un atractivo aumento de la comodidad, al utilizar la red de comunicación.

La redistribución de las ya clásicas figuras de interacción con los sistemas automáticos de información y la importancia de las aportaciones del usuario final en la implantación de las herramientas software y hardware, asigna un papel de vital importancia para el economista no solo en la programación y evaluación de planificaciones de gestión en el área de la telemática, sino en su adecuado funcionamiento y mantenimiento.

Podemos identificar y tipificar los puntos en los que se asientan las posibilidades de acción de la telemática (telecomunicaciones+informática) en el desarrollo de la estructura económica :

1. **Acceso a la información interna y externa.** Existe un flujo de información dentro de la célula empresarial, así como fuera de ella, factores externos tales como el estado del mercado, los índices bursátiles, otros indicadores socio-económicos,...
2. **Potenciación de la libertad de movimiento de los órganos gestores y decisorios.** Es de vital importancia el mantenimiento de un enlace permanente entre los gestores y la entidad empresarial aún cuando el desplazamiento físico (reuniones, ferias, ...) de los gestores dificulte este canal abierto de información.
3. **Contactos multipersonales (reuniones) sin desplazamiento físico.** Cualquier desplazamiento supone un derroche de tiempo y energías útiles.
4. **Comunicación interpersonales rápidas y eficaces.**
5. **Intercambio de documentación.** Las ofertas, los pedidos, las facturas, ... La lentitud y la falta de seguridad del servicio de correos demanda otras maneras de establecer estos procesos de una manera cómoda, rápida y segura. La automatización permite estos tres atributos.

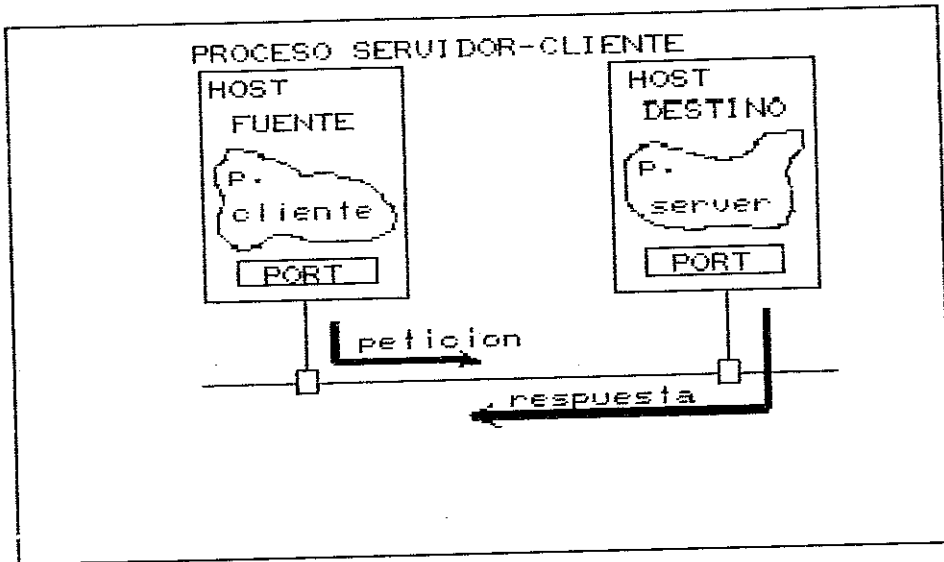
1.1 Servicios de valor añadido.

La respuesta a estas demandas, en 1992, tiene un nombre y dos apellidos, los Servicios de Telecomunicación Avanzados, en definitiva, las telecomunicaciones y la informática al servicio del usuario.

1.1.1 Modelo Servidor-cliente.

El patrón primario de interacción y cooperación de estos servicios se denomina técnicamente “modelo servidor-cliente”. Forma la base de la mayoría de las comunicaciones de red.

El término “servidor” se aplica a cualquier programa que ofrece un servicio que puede ser alcanzado utilizando la red. Los servidores aceptan peticiones que llegan a través de la red, realiza su servicio y devuelve el resultado al peticionario. Normalmente, cada petición llega en un único paquete internet.



(1)

Un programa en ejecución a petición de un usuario se convierte en “cliente” cuando envía una petición a un servidor y espera una respuesta. Los servidores pueden realizar tareas simples pero también complejas (Fig (1)).

Generalmente, los servidores se implementan como programas del nivel de aplicación (de la clasificación en siete niveles OSI de ISO), denominados “procesos” en algunos sistemas. Tales programas pueden ejecutarse en cualquier sistema de computación que soporte comunicación interred. De este modo, el servidor para un servicio particular puede ejecutarse en un sistema de tiempo compartido junto con otros programas ó puede ejecutarse sobre un computador personal (PC). Los servidores múltiples pueden ofrecer el mismo servicio y pueden ejecutarse en la misma máquina ó en múltiples máquinas. De hecho, es común reproducir copias de un servidor dado en máquinas físicamente independientes para incrementar la fiabilidad.

Si uno de los objetivos esenciales de una máquina es soportar un programa de servidor particular, el término “servidor” puede aplicarse tanto a la máquina como al programa servidor. Por ello, se puede decir, por ejemplo : “la máquina M es el servidor de ficheros de una red R”.

En la práctica, los servidores son normalmente más difíciles de implementar que los clientes puesto que necesitan acomodarse a múltiples peticiones concurrentes, sobre todo si existen peticiones que requieren requiere considerable tiempo para procesarse.

Para manejar peticiones concurrentes, los servidores deben estar dotados de mecanismos que cumplan las reglas de autorización y protección (**seguridad**). Los programas del servidor, se ejecutan por ello a menudo con el privilegio más alto del sistema operativo ya que necesitan leer ficheros del sistema, mantener registros del mismo y acceder a datos protegidos. Por ello, la aceptación de peticiones no puede ser arbitraria. Es decir, cada servidor, es responsable de hacer cumplir las políticas de protección de acceso al sistema. Por otro lado, los servidores deben protegerse contra peticiones mal construidas ó contra peticiones que den lugar a que el propio programa servidor se deteriore. (AREITIO Y AREITIO. 1991. Pag. 30-38)

1.1.2 Casos particulares.

Vamos a analizar algunos Servicios de Telecomunicación Avanzados:

a) **VIDEOTEX**. Este servicio proporciona información estructurada. Es de facil manejo y bajo coste. Los centros servidores, en algunos casos, facturan por la información que suministran. Este servicio puede utilizarse como mecanismo de acceso para la obtención de información textual o gráfica, así como, para la actualización de cualquier banco de datos, debido a su naturaleza bidireccional. Concursos públicos, subvenciones, consultas sobre situación del mercado, consultas en tiempo real sobre stocks, tipo de cliente, confección de facturas, ... La utilización de este servicio puede efectuarse desde cualquier linea telefónica convencional.

b) **AUDIOTEX**. Las prestaciones son similares a las del videotex pero restringidas a informaciones de audio. Su manejo, si cabe, es más sencillo que el del anterior servicio, aunque su coste es mayor, por estar aún en fase de desarrollo. Se utiliza con frecuencia para mensajería audible.

c) **TELEFONIA MOVIL**. Es el servicio del teléfono movil. Permite establecer contactos telefónicos desde unidades móviles con la red conmutada convencional de base. Los contactos se establecen gracias a la existencia de enlaces en las zonas de cobertura establecidas por la empresa que mantenga la infraestructura de red (en España Telefónica).

Es un servicio caro, por tarificación, y por el valor de los aparatos móviles. Su utilidad esta en función, entre otros parámetros, de la zona de cobertura. Es bidireccional.

d) **RADIOBUSQUEDA**. Es unidireccional y su objetivo es el envío de mensajes. La tecnología de implantación es de la misma naturaleza que en el servicio anterior. Es por supuesto más asequible económicamente hablando que el anterior.

e) **AUDIOCONFERENCIA**. El servicio permite la retransmisión en tiempo real de sonidos entre dos salas físicamente alejadas. Permite, por tanto, seguir una reunión entre dos grupos de personas físicamente alejados. Bidireccional.

d) **VIDEOCONFERENCIA**. Permite la realización de una reunión en tiempo real entre dos salas acondicionadas con imágenes y voces en ambas direcciones.

f) **FAX**. Servicio de transmisión de imágenes con velocidades y calidades cada vez mayores. Su coste es asequible para cualquier entidad utilizando la linea telefónica convencional.

g) **TELETEX.** El servicio da respuesta a la transferencia automática de textos entre dos terminales. Similar al telex en su concepción, potencia la calidad y el proceso de transmisión/recepción.

h) **CORREO ELECTRONICO.** Es una alternativa al servicio actual de correos. Direcciona mensajes a buzones electrónicos personales con la ventaja de que los mensajes se comportan como ficheros informáticos convencionales para su posterior tratamiento (duplicación, reenvío, edición,...).

i) **E.D.I.** El intercambio electrónico de documentos es posible, si todos los elementos involucrados en la cadena productiva están conectados entre sí o al menos tienen acceso a una misma red. Los datos que ahora se transfieren vía documento base (facturas, albaranes, pedidos, ...) pueden transmitirse como ficheros entre terminales. El problema más importante a que se enfrenta este servicio para su total implantación es la incorporación de estándares de formatos de documentos.

j) **TRANSFERENCIA ELECTRONICA DE FONDOS.** Este servicio es una especialización del EDI. Dedicado en exclusiva a la gestión del cobro de servicios prestados por empresas, agilizando los trámites y reduciendo gastos de tramitaciones bancarias. Por supuesto el servicio debe contar con el consentimiento del cliente.

k) **TELEMEDIDA, TELECONTROL, TELEACCION.** La recogida de datos de sensores de cualquier naturaleza puede realizarse consiguiendo que estos sensores envíen sus datos a un ordenador de proceso. La recogida es automática. La respuesta a cualquier medida puede también dirigirse por medios de comunicación hasta el punto de reacción de forma que puede implementarse un mecanismo de "feed-back" automático y en tiempo real.

Todos los servicios mencionados pueden establecerse por separado o pueden combinarse proporcionando escenarios de acción de gran flexibilidad: el correo electrónico más la telefonía móvil pueden permitir enviar o recibir correspondencia en el centro de un atasco de circulación.

2. LA SITUACION DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACION.

Hoy en día, nadie puede negar el carácter estratégico de la información empresarial. No obstante su utilización como herramienta de gestión sigue siendo reducida, sobre todo en las PYMES, y en cuanto a la información externa se refiere.

El mercado europeo de los servicios de información se evaluaba en 1988 en más de 110.000 millones de ECUS, una cuarta parte del mercado mundial (CEE. 1991). Los servicios de telecomunicación suponen más de las dos terceras partes de este total, muy por encima de los servicios informáticos, que suponen una cuarta parte. La distribución del mercado de servicios de valor añadido por países revela el liderazgo de dos países, el Reino Unido y Francia, que destacan sobre el resto acaparando casi la mitad del volumen de este mercado. Alemania e Italia siguen en la lista a estos dos países pero aunque su crecimiento es muy grande no se puede prever que los alcancen a corto plazo.

La situación europea debe analizarse, no obstante, desde las bases de constitución a medio plazo de un único mercado europeo de servicios telemáticos, apoyado en una armonización de las condiciones de acceso a las redes telemáticas en los países individuales a la que puedan conectarse

proveedores y usuarios de todos los países miembros. Desde el 28 de Junio de 1990 se han cubierto tres etapas decisivas según las orientaciones del Libro Verde: adopción definitiva de la directiva sobre "Open Network Provision", adopción de orientaciones sobre homologación de terminales, adopción de medidas para acabar con los monopolios públicos sobre SVA y transmisión de datos en los países miembros. Este conjunto de objetivos está siendo impulsado por programas comunitarios tales como lo siguientes:

- IMPACT (Information Market Policy Actions).
- STAR para desarrollo de proyecyos sobre servicios avanzados de telecomunicación.
- TEDIS para la normalización del EDI.
- ESPRIT, I+D sobre tecnologías de la información.
- ...

En España la Ley de Ordenación de las Telecomunicaciones (LOT), siguiendo a grandes rasgos las recomendaciones del Libro Verde, se espera sea reformada en breve debido a las críticas recibidas relativas a sus ambigüedades y al mantenimiento, que de ella se deduce, del monopolio Telefónica, en la transmisión de datos. Por su parte las transformaciones del sistema de telecomunicaciones combinan la incorporación de servicios muy avanzados con deficiencias importantes en la telefonía básica. Por ejemplo, la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) que permitirá una transmisión eficiente y simultanea de voz, datos e imágenes por la misma línea, se encuentra en fase experimental, con una implantación definitiva esperada en el año 2015.

2.1 La situación del Pais Vasco.

La Comunidad Autónoma del Pais Vasco puede colocarse en una posición muy cercana al caso de Madrid y de Barcelona. En el terreno de la telemática podemos nombrar 124 centros de documentación y bibliotecas especializadas, 21 centros de acceso a bases de datos y 167 empresa de informática. Lo que supone un ratio de 17000 habitantes por centro, cifra tan solo superada por Madrid y Cataluña. En infraestructura, se contabilizan 2800 conexiones a Iberpac con un crecimiento en dos años del 60%) y 2300 circuitos punto a punto.

Las dotaciones en infraestructura, así como otros indicadores relacionados con la información (ver figura (2)) configuran a la CAPV en una situación comparativamente avanzada en el área de la telemática.

No hemos de olvidar, además que la CAPV aparece ligada a un conjunto nada despreciable de experiencias pioneras en este mismo ámbito. En la vertiente de infrestructura, hay que citar la denominada Red de Banda Ancha Universitaria, que interconectará digitalmente los tres campus de la Universidad del Pais Vasco y algunos centros tecnológicos (las primeras fases de conexión ya estan operativas). Por otro lado, el Parque Tecnológico de Zamudio contará también con una red de distribución interna para voz, datos e imagen, así como con un telepuerto de comunicaciones.

En Bizkaia, Teletek (grupo tecnológico promovido por la Diputación Foral) está especializada en la realización de I+D en este área, prestando además servicios de asesoramiento, formación y promoción.

En el País Vasco, el CDE es una entidad especializada en el conocimiento de la oferta internacional de BD existentes, así como en los modos de acceder a ella. Especializada en contenidos relacionados con el mundo empresarial (patentes, sectores y mercados, comercio exterior, oportunidades de negocio,...) ha aumentado en un año en un 30%, el número de consultas atendidas.

Y no olvidemos por último el programa Spritel, nacido en 1988 y promovido por la Sociedad para la Promoción y la Reconversión Industrial, tiene dos objetivos básicos: promover la utilización de la telemática como herramienta empresarial y potenciar el desarrollo de una industria y servicios telemáticos en el ámbito de la CAPV. Promoción de la demanda de servicios telemáticos, promoción de la oferta de estos mismos servicios y por último establecimiento de una red de valor añadido propia.(TELETEK. 1990)

INDICADORES DE COMUNICACIONES DE INFORMACION EN LA CAPV Y OTRAS COMUNIDADES AUTONOMAS

COMUNIDADES	A	B	C	D	E	F	G
MADRID	38.5	20.5	43	558	45	555	1
CATALUÑA	36.4	15.5	33	356	39	429	3
NAVARRA	29.5	8.7	8	26	7	21	4
ASTURIAS	28.1	5.6	2	67	6	32	7
VALENCIA	29.5	11.2	15	112	18	174	11
ANDALUCIA	19.3	5.6	28	220	26	185	15
CAPV	32.8	15.3	17	124	21	167	2
ESPAÑA	28.2	10.6	192	2.054	236	1.923	--

A = Lineas de telef/ 100 hab. (1988).

B = Lineas telex/ 10.000 hab. (1988).

C = Aplicaciones Sociales NTI (1989).

D = Centros de documentación (1987).

E= Centros acceso a BD (1988).

F= Empresas informáticas (1989).

G= Ranking nivel Telecom.

(2) Fuente: Fundesco.

La red Sritel cuenta con tres puntos de acceso (PAS), a través de los cuales se efectúa la conexión con determinados servicios de valor añadido y proveedores de servicios. El éxito del proyecto viene avalado por el número creciente de abonados a la red que incluye entidades y particulares de otras autonomías.

CONSIDERACIONES FINALES.

De cara al futuro, parece conveniente trabajar sobre las bases de acciones de difusión, formación e incluso subvención que fortalezca la capacidad y la necesidad de utilizar y obtener información y en este punto el economista tiene mucho que aportar en la incorporación de nuevas tecnologías.

La legislación en materia de telecomunicaciones es también un elemento, en cuanto al grado de deslegislación, de juicio para la determinación del espacio de desarrollo para nuevas iniciativas y aplicaciones, en servicios, componentes e incluso industria de equipos. Para terminar, la situación en el País Vasco, a pesar de la ventajosa posición respecto a otras Comunidades Autónomas, presenta también numerosos puntos débiles, entre los que cabe destacar la escasez de producción propia, esto es la falta de oferta de desarrollos, así como la baja utilización de la infraestructura y dotación con que se cuenta, en especial por parte de la pequeña y mediana empresa.

BIBLIOGRAFIA

- AREITIO, G. Y AREITIO, J. (1991). Seguridad en redes de computador. *SEGURIDAD INFORMATICA*. nº 1. Marzo. Pag. 30-38.
- COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1991). *Panorama de la Industria Comunitaria 1991-1992. Situación actual y perspectivas de los sectores de la industria y los servicios en la Comunidad Europea*. Of. de Public. Oficiales de la CEE. Bruselas.
- MULLENDER, S. (1990). *Distributed Systems*. ACM Press. Addison Wesley Pub. Great Britain.
- PEEBLES, P.Z., Jr. (1987). *Digital Communication Systems*. Prentice-Hall. Englewood Cliffs N.J.
- PROAKIS, J.G. (1983). *Digital Communications*. Mcgraw-Hill. New York.
- TELETEK (1990). *El sector de las Telecomunicaciones en el País Vasco*. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao.

NUEVOS SISTEMAS INFORMATICOS DE AYUDA A LA DECISION EN EL CONTEXTO ECONOMICO-EMPRESARIAL SISTEMAS DECISIONALES INTEGRALES

MORENO JIMENEZ, José María¹
MATA SOTES, Eloy Javier²
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

RESUMEN

El artículo presenta un nuevo entorno informático de ayuda a la decisión denominado "Sistema Decisional Integral (SDI)" en el que se integran opciones informáticas, ya tradicionales, como son los MIS, o los DSS, con las aportaciones más recientes de los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC). Respecto al conocimiento recogido en un SDI, éste corresponde al conocimiento que sobre el problema tienen todos los actores considerados en el Proceso de Toma de Decisiones (PTD), y no sólo el del experto como ocurría en los Sistemas Expertos de la primera generación.

PALABRAS CLAVE: Sistemas Decisionales Integrales, Proceso de Toma de Decisiones, Actores, Sistemas Informáticos, Ayuda a la Decisión.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades que con más frecuencia suele realizarse dentro del contexto económico-empresarial es la Toma de Decisiones. En este ámbito las decisiones planteadas poseen una serie de características como son, entre otras, incertidumbre, dinamismo, retroalimentación, interrelaciones entre elementos y personas, y grado de estructuración que las hacen realmente complejas, y para las que es preciso diseñar los instrumentos informáticos apropiados para su utilización como soporte o ayuda en la Toma de Decisiones.

Para su estudio, las decisiones planteadas en la empresa u organizaciones sociales, han sido clasificadas [ROWE88], [KIM 88] según diversos criterios como el ámbito temporal, nivel de jerarquía, carácter del problema, situación del entorno, etc. En lo que sigue vamos a centrarnos en el estudio de las herramientas informáticas utilizadas como ayuda a la decisión dentro del contexto económico-empresarial. En este sentido no vamos a considerar la toma de decisiones en su enfoque más tradicional como el acto puntual consistente en la selección de la «mejor alternativa», sino que, como sugiere

¹ Dpto. Métodos Estadísticos. Facultad de CC. Económicas y Empresariales. Zaragoza.

² Dpto. Ingeniería Eléctrica e Informática. E. U. Politécnica. Logroño

Bernard Roy [ROY 90], analizaremos el problema desde el punto de vista de la Ayuda a la Decisión, esto es, desde el análisis del Proceso seguido por la organización en la Toma de Decisiones (PTD) .

El enfoque seguido, claramente dinámico, parte de un modelo descriptivo [MORE89] en el que se recogen las etapas, factores, elementos, actores e interrelaciones consideradas en la búsqueda de la solución que más se ajuste a nuestros intereses. Destaca en este modelo la inclusión de los diferentes actores que intervienen en el PTD. La sucesiva incorporación al modelo de estos actores (Decisor, Analista, Experto, Ejecutor y Receptor) ha clarificado la forma en que la TD se realiza en la práctica, facilitando el diseño y utilización de sistemas informáticos asociados a cada una de las tareas que los diferentes actores desarrollan.

Por otro lado, la evolución de las herramientas informáticas de ayuda a la decisión ha venido condicionada , por un lado, por el desarrollo de los ordenadores, y por otro, por la contribución de los actores incluidos en cada instante en el modelo. Esta contribución, «entradas del sistema», ha sufrido asimismo una evolución conforme a la cadena

DATO 1 \subset INFORMACION 1 \subset CONOCIMIENTO

Para una mejor comprensión de esta secuencia indicar que se entiende por *Dato* un conjunto de números o símbolos no estructurado que vienen dados en bruto y sin dirigir, por ejemplo 13; se entiende por *Información* a los datos dotados de estructura mediante alguna semántica u organización, quizás la utilización de unidades, y con intención de ofrecérselos al decisor, por ejemplo 13 ° C.. Esta interpretación del término Información coincide más con la propuesta de Stonier, 1987 ([STON87]), que con la inicial de Shannon ([SHAN48]). Por último se entiende por *Conocimiento* las creencias que generalmente son ciertas en un dominio particular, por ejemplo en las Islas Canarias tener 13 grados centígrados es una temperatura desastrosa para la campaña turística del mes de septiembre.

La inclusión en los sistemas informáticos del último concepto «Conocimiento» ha llevado a utilizar los llamados Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC). Ahora bien, hasta la fecha el único conocimiento que se incluía en estos sistemas era el del experto. Además la utilización de procedimientos específicos para la manipulación del conocimiento ha provocado la pérdida de eficiencia al trabajar con datos numéricos o información. Para solventar estos inconvenientes el presente artículo propone la utilización de los denominados Sistemas Decisionales Integrales.

El trabajo se ha separado en cinco apartados: el primero en el que se plantea el problema; el segundo donde se presentan los diferentes actores considerados en el PTD; el tercero que analiza el conocimiento del problema considerado en su resolución; el cuarto en el que tras una breve reseña de la evolución de los sistemas informáticos de ayuda a la decisión presenta los Sistemas Decisionales Integrales (SDI), y el último en el que se recogen las conclusiones más importantes.

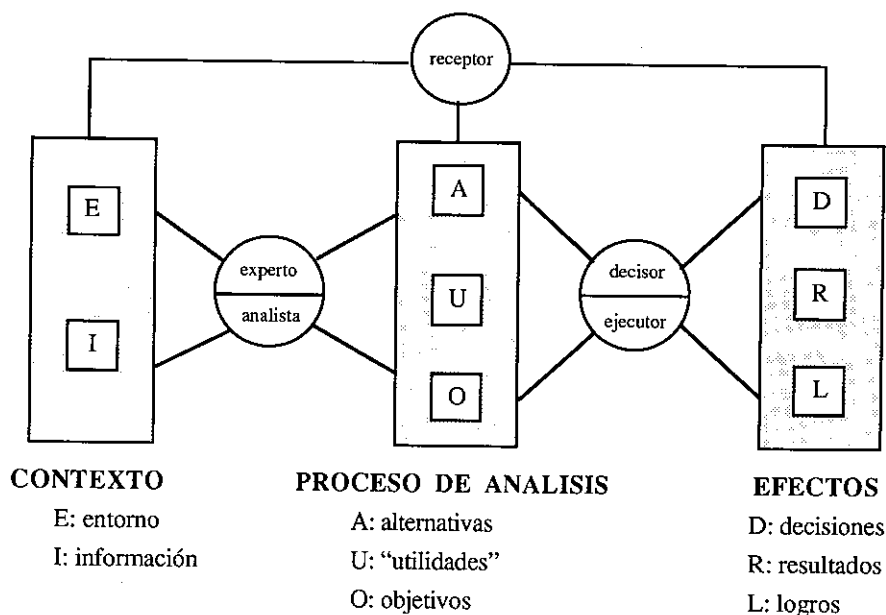
2. LOS ACTORES EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.

Como puede verse en [MORE89], [MORE92] a medida que la complejidad de los problemas planteados en el ámbito empresarial ha ido creciendo se ha hecho necesaria la incorporación de nuevas *figuras* o *personas* que colaboren en el PTD, entendiendo como tal el conjunto de actividades coordinadas que conducen a la selección de la mejor alternativa.

La incorporación de los diferentes actores al modelo ha sido, desde el punto de vista cronológico, como sigue. Inicialmente, ante problemas relativamente sencillos, era el propio **Decisor** -primero y principal de los actores del PTD- quien, basándose en su experiencia e intuición resolvía los problemas. A medida que se hizo necesaria la utilización de grandes cantidades de datos y de modelos para la resolución de problemas bien estructurados fue precisa la inclusión de un segundo actor, el **Analista** o Consultor, quien, como especialista en los tradicionalmente denominados métodos cuantitativos, ayudaba al Decisor en la parte más técnica o científica del proceso.

Estos dos actores -Decisor y Analista- han sido, hasta finales de los 70, los únicos contemplados en el PTD. En la década de los 80 los enfoques o metodologías utilizadas en la toma de decisiones se han orientado hacia la utilización del conocimiento de algún **Experto** (tercer actor del PTD) en el dominio considerado -**Sistemas Basados en el Conocimiento**-. Evidentemente los sistemas que el Analista utilizaba para el tratamiento de la Información han seguido una evolución acorde con el desarrollo de la Informática, orientándose en los últimos años a mejorar el interfaz entre usuario y el sistema. En la década de los 90 se está prestando un interés especial por la incorporación a los modelos de aspectos subjetivos relacionados con el Ejecutor, Decisor y Receptor. Este hecho aconseja la convergencia o sinergia entre las Ciencias de la Decisión, las del Comportamiento y las de la Computación.

Respecto al PTD existen diferentes modelos descriptivos que lo analizan [ZELE82], [SIMO82], [CHAN83], [GOIC83]. Nosotros en lo que sigue completaremos, en cuanto a los actores que intervienen en el PTD, lo dicho en el Modelo AEIOU [MORE89]. En este sentido destacar que el modelo consta de tres etapas: Contexto, Proceso de Análisis y Efectos; cinco actores: Decisor, Analista, Experto, Ejecutor y Receptor; y de ocho factores: cinco correspondientes a la fase de inteligencia y diseño y tres a la de ejecución e implementación.



La primera etapa, **ESTUDIO DEL CONTEXTO**, persigue el conocimiento del marco donde se desarrolla el problema. Está orientada fundamentalmente al estudio y posible fijación de las variables no controlables por el Decisor y a la captación de la información/conocimiento necesario, tanto de las variables controlables como de las no controlables, para la obtención del conjunto de alternativas iniciales. En esta etapa se incluye el estudio tanto de las características macroambientales del entorno -E- (demográficas, económicas, políticas, legales, socioculturales, etc.), como de la información -I- o conocimiento considerado en el problema.

La segunda etapa del PTD, **PROCESO DE ANALISIS**, busca mediante la construcción de un modelo, generalmente matemático, la obtención de la mejor solución para el problema planteado. Incluye las «alternativas» iniciales propuestas por el experto, los «objetivos», criterios o metas propuestos por el decisor y la forma de cuantificarlos propuesta por el analista («utilidades»).

En la tercera etapa, **ESTUDIO DE LOS EFECTOS**, se estudian, una vez fijada por el Decisor la alternativa seleccionada y puesta en práctica por el Ejecutor, cuáles son sus resultados o consecuencias en el sistema y la evaluación de los logros previstos. En esta evaluación es fundamental la opinión del grupo de «receptores» o «pacientes» y la del decisor quien suele modificar sus preferencias iniciales conforme a los resultados obtenidos.

Respecto a los actores considerados en el modelo AEIOU señalar :

- **DECISOR**: persona o grupo que tiene por misión establecer el problema y encontrar su solución. Será el responsable final de los efectos producidos por las decisiones seguidas y por ello dispondrá de libertad de acción para tomar la decisión. Así mismo deberá proporcionarle al Analista la información necesaria para la fijación del principio de optimalidad (estructura de preferencias).
- **EXPERTO**: persona o grupo, especialista en el problema en estudio, pero que no tiene responsabilidad sobre la decisión final. Determinará cuales son las variables relevantes del problema, tanto las controlables como las no controlables de carácter externo o interno.
Estará encargado de orientar el análisis del entorno y fijar el tipo de información/conocimiento necesario para establecer el conjunto de alternativas iniciales.
- **ANALISTA** o **CONSULTOR**, persona o grupo, es un especialista en I.O./M.S. y debe encargarse de realizar el Proceso de Análisis, generalmente mediante la construcción y resolución del modelo apropiado al problema en estudio. Para ello necesita conocer las alternativas iniciales fijadas por el Experto; las metas u objetivos perseguidos por el Decisor, y la estructura de preferencia del Decisor y Ejecutor (comportamiento).

Se encargará de coordinar al Experto y al Decisor estableciendo, a partir de los datos proporcionados por este último, la función de preferencia del mismo y de esa manera el Principio de Optimalidad considerado en el problema.

Igualmente el Analista colabora con el Experto en el análisis del entorno, en la recogida y tratamiento de la información, y, cuando ello sea necesario, en la adquisición y representación del conocimiento.

- **EJECUTOR:** persona o grupo, encargada de llevar a la práctica la alternativa tomada por el Decisor. Aunque su contribución al PTD no ha sido considerada en el pasado, es evidente que los resultados de la decisión tomada van a ir estrechamente relacionados con su comportamiento.
- **RECEPTOR O PACIENTE:** persona o grupo que sufre las consecuencias asociadas a las acciones y cuya influencia en el PTD es decisiva a la hora de diseñar la mejor estrategia. La opinión de este actor se incorpora al elaborar la siguiente propuesta dentro del proceso de retroalimentación ya citado.

3. EL CONOCIMIENTO EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

Hecha la distinción entre dato, información y conocimiento, el siguiente paso es analizar con más detalle el concepto de conocimiento. Esta variable está siendo una de las más importantes en el desarrollo de la economía durante los últimos quince o veinte años [CYER91], y en su estudio comenzaremos viendo el caso más general asociado al PTD, para continuar particularizando en las decisiones relativas al ámbito económico-empresarial.

En una primera aproximación el conocimiento puede agruparse como:

1. **objetivo** si se refiere a hechos reales apreciados de la misma forma por todos los individuos y **subjetivo** si el significado del objeto depende directamente de cosas que existen y por lo tanto su significado es relativo a un contexto o entorno.
2. **externo** si se refiere al conocimiento del contexto en el que se desarrolla el problema (entorno, clientes, etc.) e **interno** si trata del relativo a la propia organización.

Además de la distinción inicial entre conocimiento objetivo y subjetivo, o conocimiento externo e interno, en la literatura, y con carácter general, se distinguen dos tipos de conocimiento [BONC81]: declarativo y procedimental.

El **conocimiento declarativo** se refiere al conocimiento del Dominio o Contenido, e informa sobre hechos, conceptos y relaciones del problema considerado. Este dominio en el caso empresarial suele ser de los más abiertos y superficiales.

El **conocimiento procedimental** se refiere al conocimiento del proceso que guía el desarrollo y utilización de los modelos específicos utilizados en la Toma de Decisiones, esto es, como razonar con el conocimiento declarativo.

Existen otras clasificaciones o categorías del Conocimiento. Kim y Courtney, 1988 [KIM88], hablan de **Conocimiento Superficial y Profundo**. El superficial combina el declarativo y el procedimental en heurísticas para la resolución del problema, de forma que un experto pueda

resolver rápidamente problemas comunes sin tener que recurrir a razonamientos formales. El profundo consiste generalmente en el conocimiento fundamental de un dominio, incluyendo definiciones, axiomas, principios, leyes generales y relaciones causales. Rissland, E.L., 1984 [RISS84] identifica siete tipos de conocimiento: del usuario, problema, herramientas, dominio, modalidades de interrelación, cómo interrelacionan, y por último de la evaluación.

Centrándonos en la toma de decisiones en el ámbito empresarial hay muy pocos trabajos dedicados a la especificación del conocimiento relevante en este campo. Una forma de realizarla es seguir cualquiera de las clasificaciones sugeridas en la introducción para las decisiones en este contexto, en particular una de las más empleadas es considerar el conocimiento relativo a los diferentes niveles: estratégico, táctico y operativo [BALD86].

De todas formas el tipo de conocimiento necesario para resolver un problema vendrá estrechamente relacionado con el grado de formalización existente en el mismo [DHAR87], de esta forma a medida que los problemas tienen un carácter más global, esto es, incluyen el comportamiento del entorno, el horizonte temporal tiende al largo plazo y el ámbito de la decisión corresponde al nivel estratégico, las técnicas empleadas son menos estructuradas, más intuitivas, siendo su carácter eminentemente descriptivos. En este caso el conocimiento utilizado en las mismas corresponde a valores numéricos y simbólicos, y el razonamiento seguido conjuga el analítico, el lógico y el heurístico

De la discusión sobre la naturaleza del conocimiento se pueden resaltar tres componentes relacionadas ([KIM88]): **Conceptos, Heurísticas y Razonamiento**.

Por Conceptos se entienden hechos, principios, leyes generales y relaciones causales en un dominio. Por Heurísticas, aunque existen otras definiciones ([SIMO69], [PEAR84]), se entiende el conocimiento empírico en forma de reglas de acción/ comportamiento adquiridas a través de experiencias de un experto, y por Razonamiento se entienden las Meta-Reglas o Estrategias de Inferencia que proporcionan una aproximación global a la resolución de problemas en un dominio concreto.

En general el conocimiento necesario para resolver un problema vendrá dado a partir de una serie de características del propio problema como son: el **tamaño**, la **complejidad** y el grado de **estructuración** en el planteamiento del mismo([DHAR87]).

Por Tamaño se entiende el número de elementos que deben considerarse en el Proceso de Análisis. Por Complejidad se entiende el número de interrelaciones entre los elementos, y por Estructuración se entiende el grado de incertidumbre en la naturaleza precisa de las relaciones entre los elementos y en las consecuencias asociadas a los mismos.

Con todo esto conviene para un mejor conocimiento del conocimiento relevante en un problema estructurarlo en función del:

1. **Tipo de decisión** (Estratégicas, Tácticas, Operativas).
2. **Tipo de conocimiento** (Conceptos, Heurísticas, Razonamientos)
3. **Naturaleza del problema** (Tamaño, Complejidad, Estructura)
4. **Actores** (Decisor, Analista, Experto, Ejecutor, Receptor)

Evidentemente las orientaciones señaladas entre paréntesis para los cuatro aspectos destacados no son únicas, existiendo otras propuestas [MINT79], [DHAR87], [KIM88], [JONE86].

Para concluir este apartado relativo al conocimiento destacar que uno de los inconvenientes más importantes con los que nos encontramos a la hora de su tratamiento es la extracción y representación del mismo. En este sentido indicar que los métodos inductivos permiten la extracción de conceptos y heurísticas, pero son más ineficientes en la obtención del razonamiento de los expertos, por lo que se suele recurrir, en especial cuando se trata de adquisición automática de conocimiento, al aprendizaje deductivo y basado en explicación (nuevo paradigma en el aprendizaje mecánico).

4. SISTEMAS DECISIONALES INTEGRALES

La evolución de las herramientas informáticas empleadas como soporte o ayuda en la toma de decisiones ha venido determinada, entre otras causas, por las personas implicadas en el Proceso de Toma de Decisiones (PTD). En este sentido podemos resumirla en seis periodos o etapas como puede verse con más detalle en [MORE92]:

1ª Etapa: Sistemas Orientados a los Modelos.

2ª Etapa: Sistemas Orientados a los Datos (Procesamiento de Datos (PD) y Gestión de Base de Datos (GBD)).

3ª Etapa: Sistemas Orientados a la Información (MIS).

Sistemas Soporte de Decisión (DSS).

4ª Etapa: Sistemas Soporte de Decisión de la segunda generación.

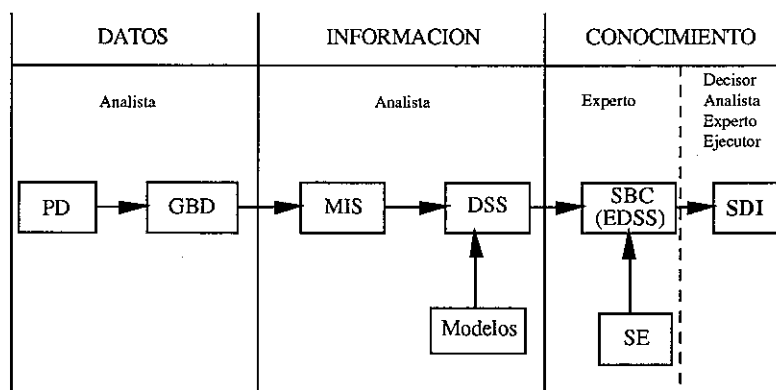
5ª Etapa: Sistemas Expertos (SE).

Sistemas Soporte de Decisión Expertos (EDSS), o

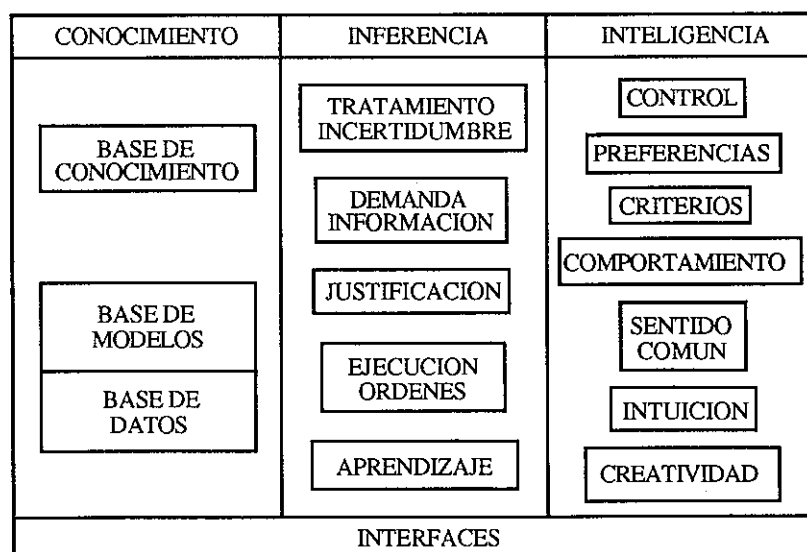
Sistemas Soporte de Decisión Inteligentes (IDSS).

6ª Etapa: Sistemas Decisionales Integrales (SDI).

Teniendo en cuenta la distinción entre Dato, Información y Conocimiento, la evolución de los sistemas informáticos corresponde al siguiente esquema. No obstante sus características de los diferentes sistemas suelen solaparse pues no surgen de forma repentina en el tiempo, sino que son el fruto de una lenta evolución.



La última generación considerada para estas herramientas, **la sexta**, se basa en los denominados **SISTEMAS DECISIONALES INTEGRALES**, esto es, sistemas informáticos que incluyen en el modelo, además de las posibilidades ofrecidas por los sistemas de la quinta generación, el conocimiento que sobre el Dominio y los Procedimientos tienen todos los actores considerados en el Proceso de Toma de Decisiones: Decisor, Analista, Experto, Ejecutor y Receptor. Estos sistemas permiten usar el conocimiento de los Expertos, obtener la estructura de preferencias o escala de medida del Decisor (control), incorporar los deseos o gustos del Receptor, reflejar las limitaciones del Ejecutor y ayudan al Analista a utilizar conocimiento, modelos y preferencias en la resolución de problemas de decisión parcialmente estructurados. Así mismo, este sistema informático interactivo, permitirá la justificación del razonamiento seguido y el aprendizaje en situaciones de decisión similares. Esquemáticamente las características más destacadas de su configuración son:



Destaca la nueva componente, que hemos denominado **Inteligencia** o también llamada **Metaconocimiento**, donde se recogen aspectos intangibles relacionados con los actores, en concreto la personalidad, objetivos, preferencias, creatividad, razonamiento e intuición así como el control del Decisor que va a supervisar las acciones de los mecanismos de inferencia y resolución sobre el módulo de conocimiento.

El rasgo diferenciador de los Sistemas Decisionales Integrales es la inclusión en el modelo de todo el Conocimiento que exista sobre el Problema de Decisión y el Proceso seguido por los actores considerados en el PTD, y el uso de arquitecturas que permitan una utilización conjunta y eficiente de los sistemas informáticos que tradicionalmente resolvían de forma individualizada los problemas que requieren bases de datos, modelos o sistemas expertos. Como sugieren Sullivan y Fordyce [SULL85] se persigue el **paradigma de la integración sinérgica**.

Los Sistemas Decisionales Integrales tratan, en su caso más general, problemas complejos y mal estructurados por lo que los procedimientos utilizados, desde la adquisición y representación del conocimiento a la propia resolución del modelo, van a ser bastante flexibles, intuitivos y poco articulados.

De los fines perseguidos por los SDI destacan el asesoramiento rápido, el entrenamiento, la construcción de prototipos y el desarrollo de sistemas. En cuanto a los inconvenientes que presenta su empleo citar la dependencia de su eficiencia del grado de organización del sistema, el importante soporte tecnológico que es necesario para su implementación y el elevado grado de incertidumbre existente en el desarrollo futuro de estas herramientas.

5. CONCLUSIONES.

A medida que crece el tamaño y la complejidad de los problemas de decisión planteados en el ámbito empresarial, se ha hecho necesaria la utilización de procedimientos sistemáticos y mecánicos como soporte o ayuda en la Toma de Decisiones que incluyan aspectos hasta ahora no considerados relativos al conocimiento global del problema y de la forma de tratarlo. Estos procedimientos, generalmente basados en el ordenador, se denominan Sistemas, Instrumentos o Herramientas Informáticas de Ayuda a la Decisión, y su evolución ha venido marcada por tres hechos concretos: la evolución del dato al conocimiento; la de la propia informática y la de los actores considerados en el PTD.

En el artículo se ponen de manifiesto dos aspectos relevantes que los próximos sistemas informáticos de ayuda a la decisión deben atender: la inclusión del conocimiento total que existe del problema por parte de todos los actores y la integración de las herramientas de gestión y dirección ya existentes (MIS, DSS, SE).

En cuanto a la denominación con que se denotan los sistemas resultantes hemos propuesto la de **Sistemas Decisionales Integrales (SDI)**. No obstante en los últimos años están apareciendo, en diferentes campos concretos del ámbito empresarial, sistemas que se aproximan a los Sistemas Decisionales Integrales. McGover, Samson y Wirth [MCGO91] hablan de **Sistemas de Decisión Inteligentes** para referirse a la combinación de Sistemas Expertos y Análisis de Decisiones. Arunkumar y Janakiran [ARUN91] hablan de **Sistemas Inteligentes para la Administración de la Producción (ISPM)**. Este término «Inteligente» se está usando con excesiva frecuencia en nuestro campo, aunque por el momento los sistemas existentes distan mucho de serlo, por lo que es aconsejable un empleo más restringido del mismo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [ARUN91] ARUNKUMAR, S., JANAKIRAM, N., *Knowledge based approach to productivity management in rayon industry*, Decision Support Systems 7, 199-219, 1991.
- [BALD86] BALDWIN, D.; KASPER, G.M. *Toward Representation Management Domain Knowledge*, Decision Support Systems, vol. 2, nº 2, 159-172, 1986.
- [BONC81] BONCZEK, R.H., HOLSAPPLE, C.W., WHINSTON A.B. *Foundations of Decision Support Systems*, NY., Academic Press, 1981.

- [CHAN83] CHANKONG, V., HAIMES, Y.Y., *Multiobjective Decision Making. Theory and Methodology*, North Holland, Nueva York, 1983.
- [CYER91] CYERT, R.M., *Knowledge and Economic Development*, Operations Research 39, n° 1, 1991.
- [DHAR87] DHAR, V., *On the Plausibility and Scope of Expert Systems in Management*, J. of Management Information Systems, Vol. 26, n° 1, 123-141, 1987.
- [GOIC83] GOICOECHEA, A.; HANSEN, D.; DUCKSTEIN, L. *Multiobjective Decision Analysis*, Wiley, 1983
- [JONE86] JONES, J.W.; McLEOD, R. *The Estructure of Executive Information Systems*, Decision Sciences, vol. 17, 220-262, 1986.
- [KIM 88] KIM, J.; COURTNEY, J.F., *A survey of Knowledge Acquisition Techniques and their relevance to Managerial Problem Domains*. Decision Support Systems 4, 269-284, 1988.
- [MCGO91] MCGOVEN, J.; SAMSON, D.; WIRTH, A., *Knowledge Acquisition for Intelligent Decision Systems*, Decision Support Systems 7, 263-272, 1991.
- [MINT79] MINTZBERG, H. *The Structuring of Organizations*. Prentice Hall, 1979.
- [MORE89] MORENO JIMENEZ, J.M. . "El Proceso de Toma de Decisiones en el contexto económico-empresarial. Modelo AEIOU". Cuadernos de Bioestadística y sus aplicaciones Informáticas; Vol. 7 n° 1, 31-41. Universidad de Zaragoza, 1989.
- [MORE92] MORENO JIMENEZ, J.M.; MATA SOTES, E.J. *Sistemas Decisionales en la Empresa*, (en prensa), 1992.
- [PEAR84] PEARL, J. *Heuristics: Intelligence Search Strategies for Computer Problem Solving*. Addison-Wesley, 1984.
- [RISS84] RISSSLAND, E.L., *Ingredients of Intelligent User Interfaces*, International Journal of Man-Machine Studies, 21, 377-391, 1984.
- [ROWE88] ROWE, A.J.; SOMERS, I.A.; SCHUTT, H. *Management use of Artificial Intelligence*, in Applied Expert Systems. Ed. Turban, E. y Watkins, P.R., Elsevier, 1988.
- [ROY 90] ROY, B., *Decision-Aid and Decision-Making*, in Bana e Costa (Ed.). *Readings in Multiple Criteria Decision Making*, Springer Verlag, 17-35, 1990.
- [SHAN48] SHANNON, C.E., "A mathematical theory of communication" en STEPIAN D. *Key Papers in the Development of Information Theory*, New York IEEE, 1974.
- [SIMO69] SIMON, H., *The Science of the Artificial*. M.I.T. Press, 1969.
- [SIMO82] SIMON, H.A. *La nueva Ciencia de la Decision Gerencial*, El Ateneo, Buenos Aires, 1982.
- [STON87] STONIER, T., *What is Information?*, M. A. Bramer (Ed.), *Research and Development in Expert Systems III*, British Computer Society Workshop Series, Cambridge University Press, 1987.
- [SULL85] SULLIVAN, G.; FORDYCE, K. *A Boolean Array Based Algorithm in APL for Forward Chaining in Rule Based Productions Expert Systems*, APL Quote Quand, 16(3), 3-11, 1985.
- [ZELE82] ZELENY, M., *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw-Hill, NY., 1982.

Los Sistemas Decisionales Integrales tratan, en su caso más general, problemas complejos y mal estructurados por lo que los procedimientos utilizados, desde la adquisición y representación del conocimiento a la propia resolución del modelo, van a ser bastante flexibles, intuitivos y poco articulados.

De los fines perseguidos por los SDI destacan el asesoramiento rápido, el entrenamiento, la construcción de prototipos y el desarrollo de sistemas. En cuanto a los inconvenientes que presenta su empleo citar la dependencia de su eficiencia del grado de organización del sistema, el importante soporte tecnológico que es necesario para su implementación y el elevado grado de incertidumbre existente en el desarrollo futuro de estas herramientas.

5. CONCLUSIONES.

A medida que crece el tamaño y la complejidad de los problemas de decisión planteados en el ámbito empresarial, se ha hecho necesaria la utilización de procedimientos sistemáticos y mecánicos como soporte o ayuda en la Toma de Decisiones que incluyan aspectos hasta ahora no considerados relativos al conocimiento global del problema y de la forma de tratarlo. Estos procedimientos, generalmente basados en el ordenador, se denominan Sistemas, Instrumentos o Herramientas Informáticas de Ayuda a la Decisión, y su evolución ha venido marcada por tres hechos concretos: la evolución del dato al conocimiento; la de la propia informática y la de los actores considerados en el PTD.

En el artículo se ponen de manifiesto dos aspectos relevantes que los próximos sistemas informáticos de ayuda a la decisión deben atender: la inclusión del conocimiento total que existe del problema por parte de todos los actores y la integración de las herramientas de gestión y dirección ya existentes (MIS, DSS, SE).

En cuanto a la denominación con que se denotan los sistemas resultantes hemos propuesto la de **Sistemas Decisionales Integrales (SDI)**. No obstante en los últimos años están apareciendo, en diferentes campos concretos del ámbito empresarial, sistemas que se aproximan a los Sistemas Decisionales Integrales. McGover, Samson y Wirth [MCGO91] hablan de **Sistemas de Decisión Inteligentes** para referirse a la combinación de Sistemas Expertos y Análisis de Decisiones. Arunkumar y Janakiran [ARUN91] hablan de **Sistemas Inteligentes para la Administración de la Producción (ISPM)**. Este término «Inteligente» se está usando con excesiva frecuencia en nuestro campo, aunque por el momento los sistemas existentes distan mucho de serlo, por lo que es aconsejable un empleo más restringido del mismo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [ARUN91] ARUNKUMAR, S., JANAKIRAM, N., *Knowledge based approach to productivity management in rayon industry*, Decision Support Systems 7, 199-219, 1991.
- [BALD86] BALDWIN, D.; KASPER, G.M. *Toward Representation Management Domain Knowledge*, Decision Support Systems, vol. 2, nº 2, 159-172, 1986.
- [BONC81] BONCZEK, R.H, HOLSAPPLE, C.W., WHINSTON A.B. *Foundations of Decision Support Systems*, NY., Academic Press, 1981.

- [CHAN83] CHANKONG, V., HAIMES, Y.Y., *Multiobjective Decision Making. Theory and Methodology*, North Holland, Nueva York, 1983.
- [CYER91] CYERT, R.M., *Knowledge and Economic Development*, Operations Research 39, n° 1, 1991.
- [DHAR87] DHAR, V., *On the Plausibility and Scope of Expert Systems in Management*, J. of Management Information Systems, Vol. 26, n° 1, 123-141, 1987.
- [GOIC83] GOICOECHEA, A.; HANSEN, D.; DUCKSTEIN, L. *Multiobjective Decision Analysis*, Wiley, 1983
- [JONE86] JONES, J.W.; McLEOD, R. *The Estructure of Executive Information Systems*, Decision Sciences, vol. 17, 220-262, 1986.
- [KIM 88] KIM, J.; COURTNEY, J.F., *A survey of Knowledge Acquisition Techniques and their relevance to Managerial Problem Domains*. Decision Support Systems 4, 269-284, 1988.
- [MCGO91] MCGOVEN, J.; SAMSON, D.; WIRTH, A., *Knowledge Acquisition for Intelligent Decision Systems*, Decision Support Systems 7, 263-272, 1991.
- [MINT79] MINTZBERG, H. *The Structuring of Organizations*. Prentice Hall, 1979.
- [MORE89] MORENO JIMENEZ, J.M. . "El Proceso de Toma de Decisiones en el contexto económico-empresarial. Modelo AEIOU". Cuadernos de Bioestadística y sus aplicaciones Informáticas, Vol. 7 n° 1, 31-41. Universidad de Zaragoza, 1989.
- [MORE92] MORENO JIMENEZ, J.Mª; MATA SOTES, E.J. *Sistemas Decisionales en la Empresa*, (en prensa), 1992.
- [PEAR84] PEARL, J. *Heuristics: Intelligence Search Strategies for Computer Problem Solving*. Addison-Wesley, 1984.
- [RISS84] RISSSLAND, E.L., *Ingredients of Intelligent User Interfaces*, International Journal of Man-Machine Studies, 21, 377-391, 1984.
- [ROWE88] ROWE, A.J.; SOMERS, I.A.; SCHUTT, H. *Management use of Artificial Intelligence*, in Applied Expert Systems. Ed. Turban, E. y Watkins, P.R., Elsevier, 1988.
- [ROY 90] ROY, B., *Decision-Aid and Decision-Making*, in Bana e Costa (Ed.). *Readings in Multiple Criteria Decision Making*, Springer Verlag, 17-35, 1990.
- [SHAN48] SHANNON, C.E., "A mathematical theory of communication" en STEPIAN D. *Key Papers in the Development of Information Theory*, New York IEEE, 1974.
- [SIMO69] SIMON, H., *The Science of the Artificial*. M.I.T. Press, 1969.
- [SIMO82] SIMON, H.A. *La nueva Ciencia de la Decision Gerencial*, El Ateneo, Buenos Aires, 1982.
- [STON87] STONIER, T., *What is Information?*, M. A. Bramer (Ed.), *Research and Development in Expert Systems III*, British Computer Society Workshop Series, Cambridge University Press, 1987.
- [SULL85] SULLIVAN, G.; FORDYCE, K. *A Boolean Array Based Algorithm in APL for Forward Chaining in Rule Based Productions Expert Systems*, APL Quote Quand, 16(3), 3-11, 1985.
- [ZELE82] ZELENY, M., *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw-Hill, NY., 1982.