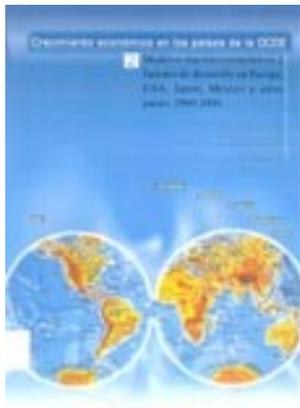


CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LOS PAÍSES DE LA OCDE 2.

MODELOS MACROECONOMÉTRICOS Y FACTORES DE DESARROLLO EN EUROPA, USA, JAPÓN, MÉXICO Y OTROS PAÍSES, 1960-2000



Coordinadora: María-Carmen Guisán Seijas

Autoras:

M^a Carmen Guisán Seijas

Catedrática de Econometría

M^a Teresa Cancelo Márquez

Profesora Titular de Econometría

Isabel Neira Gómez

Profesora Titular de Econometría

Eva Aguayo Lorenzo

Profesora Contratada Doctora

Pilar Expósito Díaz

Profesora Contratada Doctora

ESTUDIOS ECONOMICOS
ASOCIACION HISPALINK-GALICIA

Libro EE9 de la AHG.

Edición impresa 2004

Edición electrónica 2022

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Edita: Asociación Hispalink-Galicia

Colabora: Euro-American Association of Economic Development Studies

Imprime: Unidixital

Diseño de portada: Mabel Aguayo

Edición impresa: Año 2004

Depósito Legal C-936-04

ISBN 84-609-0886-0

Santiago de Compostela

Impreso en España – Printed in Spain

Edición electrónica: Año 2022

ISSN 2972-0738.

Estudios Económicos (Asociación Hispalink-Galicia. Internet)

Webs: <https://www.usc.gal/economet/ebooks.htm>

<https://www.usc.gal/economet/libros.htm>

<https://www.usc.gal/economet/ahg8.htm>

Índice

Prólogo

Capítulo 1

Modelos de crecimiento y desarrollo económico

Guisán, M.C.

1.1. Evolución histórica de los principales enfoques.....	7
1.2. Modelos de oferta, demanda y mixtos.....	12
1.3. Evolución del PIB y principales factores de desarrollo.....	17
1.4. Referencias bibliográficas.....	26

Capítulo 2

Modelos del oferta y demanda del PIB

Guisán, M.C. y Expósito, P.

2.1. Interdependencia y modelos multiecuacionales.....	29
2.2. Modelos de la Agricultura en USA, Japón, Francia y España.....	38
2.3. Modelos de oferta y demanda del PIB de USA.....	44
2.4. Referencias bibliográficas.....	55

Anexos: Datos de los modelos de demanda y oferta y matrices estimadas.

Capítulo 3

Relaciones de causalidad entre el Consumo y el PIB

Guisán, M.C.

3.1. Análisis de cointegración entre Consumo y PIB en 25 países.....	61
3.2. Contrastes de causalidad de Granger, Hausman y otros: Aplicación a datos de USA y México.....	74
3.3. Consumo Público y Privado en educación y sanidad.....	79
3.4. Referencias bibliográficas.....	81

Capítulo 4

Industria y comercio exterior *Guisán, M.C. y Cancelo, M.T.*

4.1. Evolución de la industria y el comercio exterior en la OCDE	83
4.2. Contrastes de especificación en modelos anidados y no anidados: Aplicación a la oferta y demanda de la industria manufacturera....	85
4.3. Modelos de Comercio Exterior	99
4.4. Referencias bibliográficas.....	113
Anexo: Datos del los modelos de Comercio Exterior.	

Capítulo 5

Distribución espacial de la industria, la población, y el empleo *Aguayo, E. y Guisán, M.C.*

5.1 Modelos de Industria, turismo y desarrollo regional en Europa...	115
5.2. Modelos interregionales de empleo y población en la UE y USA.	123
5.3. Modelos de servicios públicos y privados en regiones de México.	136
5.4. Referencias bibliográficas.....	141

Capítulo 6

Función de producción: relación con el empleo, el salario, el capital humano y el capital físico *Guisán, M.C. y Neira, I.*

6.1. Evolución del empleo, los salarios y la productividad	144
6.2. Estimación de la función de producción y modelos de empleo....	148
6.3. Efectos directos e indirectos de la educación sobre el desarrollo.	154
6.4. Referencias bibliográficas.....	161
Anexo: Datos de PIBH, KAPH y PS2 en la OCDE, 1965 y 1990.	

Prólogo a la edición electrónica de 2022

Como Directora de la serie de libros “Estudios Económicos” de la Asociación Hispalink-Galicia, Me es grato presentar la edición electrónica en el año 2022, que irá seguida, en el año 2023, por la edición del libro EE11 de “Economic Development and Quality of Life in the OECD 3”, que abarca el período 2001-2022, y se difunde en inglés con objeto de llegar a un mayor número de lectores interesados en el desarrollo internacional.

Este libro EE8 (OCDE2) es una continuación del libro EE4 (OCDE1) de esta colección. Presenta un análisis muy amplio del crecimiento y el desarrollo económico de los países de la OCDE en el período 1960-2000. Incluye numerosas tablas de datos y gráficos comparativos de la evolución de los países de la OCDE y de la Economía Mundial e interesantes modelos econométricos con datos de panel de varios países de la OCDE.

La versión electrónica del libro EE8 coincide en su mayor parte con la edición impresa del año 2004. Hemos completado el Anexo del Capítulo 2, incluyendo la tabla A2 con datos de variables del modelo de oferta de EEUU. También hemos añadido un gráfico al final del Capítulo 4 y un Anexo, con datos del modelo de Neira y Guisán, en el capítulo 6.

Los libros EE11 (sobre el desarrollo económico de la OCDE en 1965-2022) y EE12 (sobre el desarrollo mundial) son un complemento.

Dedicamos una atención especial a los efectos positivos de la educación sobre el desarrollo económico y al importante papel de la industria y el comercio exterior para impulsar el crecimiento del empleo y de la renta per cápita.

Desde el punto de vista metodológico incluimos métodos de estimación de modelos multiecuacionales, análisis de causalidad y cointegración, y contrastes de especificación aplicados a la selección de modelos anidados y no anidados.

El libro está orientado como ayuda en la preparación de trabajos de fin de Master y de Doctorado, y también puede tener interés para otros investigadores económicos interesados en esta temática, especialmente en los países de habla hispana.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El capítulo 1 presenta una síntesis de teorías del crecimiento y el cuadro 1 con los principales enfoques internacionales de modelización econométrica del desarrollo y un panorama de la evolución macroeconómica de 25 países de la OCDE en 1964-1994, destacando el papel positivo de la educación. El Anexo de datos se ha ampliado en la edición electrónica de 2022, incluyendo también datos de las variables del modelo de oferta.

El capítulo 2 presenta un modelo biecacional de oferta y demanda de la Agricultura en 4 países de la OCDE, estimado por las autoras con datos del período 1967-1999 (España, Francia, Japón y Estados Unidos). También presenta la estimación de dos modelos macroeconómicos sencillos, para la economía norteamericana, uno de demanda y otro de oferta. Se presenta la estimación de los modelos con datos del periodo 1965-1998 y se compara la capacidad predictiva en el período 1999-2001. Ambos modelos proporcionan una buena capacidad predictiva ya que tanto el lado de la oferta como el de la demanda son importantes, si bien la bondad de las predicciones es superior con el modelo de oferta que tiene en cuenta el impacto de la industria y del comercio exterior. Los valores reales de las variables del modelo en el período 1964-2001 se incluyen en el Anexo 1.

El capítulo 3 se dedica al análisis de las relaciones de cointegración entre el Consumo y el PIB. Se aplican varios contrastes a la relación entre ambas variables, con datos de 25 países de la OCDE en el período 1961-97 y se comparan los resultados con modelos en niveles, en primeras diferencias y en forma mixta (la variable explicada y su retardo en niveles y las variables explicativas en primeras diferencias). También se aplica el test de causalidad de Hausman, para analizar la interdependencia entre Consumo y PIB en México y Estados Unidos. Los resultados muestran un cierto grado de causalidad bilateral y un mayor impacto de la producción sobre el consumo que la relación en sentido contrario. Finalmente se hace referencia a un interesante modelo econométrico para el Gasto en Sanidad y Educación, público y privado, en 24 países de la OCDE en el año 1996.

El capítulo 4 se dedica a la aplicación de contrastes de especificación de modelos anidados y no anidados, en la explicación de la Producción Manufacturera de 11 países de la OCDE en el período 1975-1990. Se analiza la capacidad predictiva: el modelo de oferta, el de demanda y un modelo combinado. El mejor resultado correspondió al modelo de oferta, seguido del modelo combinado. También presenta la estimación de 3 modelos para las Exportaciones reales de 11 países de la OCDE en el mismo período.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El capítulo 5 se dedica a modelos econométricos interregionales que relacionan el empleo y la distribución regional de la población en Europa, Estados Unidos y México.

El capítulo 6 incluye datos quinquenales de empleo, salario real y cociente salario/productividad en 25 países de la OCDE. Presenta estimación de 2 modelos econométricos con datos de panel: 1) Función de Producción con datos de panel de 7 países de la OCDE en el período 1964-76. 2) Modelos de capital humano de las autoras, que muestra los efectos positivos, directos e indirectos, de la educación sobre la producción real per cápita, en 19 países de la OCDE en el período 1965-1990.

Las autoras de este libro son profesoras de la universidad de Santiago de Compostela (USC), tienen un amplio curriculum investigador y ocupan un lugar destacado en las bases Dialnet, Ideas.Repec, y otras, por el número de consultas de sus publicaciones.

La Asociación Hispalink-Galicia (AHG), fue creada en 1997 como apoyo a la difusión de la investigación económica realizada por el Equipo de Econometría de la USC y colaboradores de varias universidades. En el año 2022 ha cumplido 25 años de existencia y lo ha celebrado impulsando la publicación electrónica de libros previamente publicados en pequeñas ediciones impresas y otros de nueva edición. Con pocos recursos económicos, y con un elevado grado de motivación, la AHG ha logrado un apoyo importante a sus objetivos de difusión de la investigación económica.

La Asociación publica el [Blog Hispalink-Galicia](#) y colabora con la Euro-American Association of Economic Development Studies en 3 Blogs académicos de Economía española, latinoamericana y mundial, con enlaces desde la Web del [Equipo de Econometría de la USC](#).

Deseamos que la lectura del libro aporte conocimientos y sea de utilidad a los lectores interesados en el desarrollo económico internacional. Los libros EE11 y EE12, anunciados para publicación en el año 2023, actualizarán aplicaciones internacionales relacionadas con esta temática.

Santiago de Compostela 1 de Julio de 2022
María-Carmen Guisán
Coordinadora del libro

Libros electrónicos de la AHG: <https://www.usc.gal/economet/ebooks.htm>

CAPÍTULO 1

MODELOS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO ECONÓMICO

María-Carmen GUISÁN *

1.1. Evolución histórica de los principales enfoques

La economía mundial ha experimentado un incremento impresionante del PIB real durante el siglo XX, el cual se ha traducido en importantes crecimientos de la renta real per cápita en países con moderado crecimiento de la población. A pesar de ello subsisten muchos problemas en gran parte derivados de un crecimiento demográfico demasiado rápido en países con escaso nivel de desarrollo.

Es preciso abordar con decisión la mejora de los principales factores que impulsan el desarrollo sobre todo en los países que padecen mayores niveles de pobreza, y por ello es importante analizar los fundamentos teóricos y los resultados de los modelos econométricos que tratan de explicar el crecimiento y el desarrollo.

Síntesis de las teorías del crecimiento

En un libro interesante el economista francés Arrous(1999) presenta una síntesis de las teorías del crecimiento que es muy meritorio dada la escasez de literatura económica reciente clarificadora de la evolución del pensamiento económico. Otros libros interesantes por su capacidad expositiva en estos temas son Barber(1971) y James(1974).

Estos tres autores llegan a la conclusión de que es preciso recuperar una amplitud de pensamiento que se ha perdido por causa del exceso de análisis matemático de las teorías económicas, y hacen un llamamiento a la búsqueda de las verdaderas raíces de los problemas, teniendo en cuenta la historia económica, los factores institucionales y la amplia problemática que presentan las sociedades en desarrollo y que no puede reducirse a simples problemas de inflación o del tipo de interés de equilibrio.

* María-Carmen Guisán, Presidenta de la Asociación Hispalink-Galicia, ha sido Catedrática de Econometría en 1987-2017 y Profesora Ad Honorem en 2017-2022.
<https://www.usc.gal/economet/guisan.htm>

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El libro de Arrous incluye, entre otros temas, una referencia a los hechos estilizados de Kaldor, que también se destacan en algunos libros de texto de Macroeconomía, y en el libro de Pulido(2001), que incorpora además varias una síntesis interesante de otros hechos estilizados puestos de manifiesto en estudios econométricos realizados por varios autores.

Los estudios del capital humano, como los examinados en Neira y Guisán(2002), suponen un acercamiento muy importante al realismo que tanto han echado en falta los autores que como James han criticado el exceso de obsesión por el equilibrio de los mercados a corto plazo.

En su conclusión James (1974) dice:

“ Una cuestión interesante para terminar, es la de si realmente existe una “ciencia” económica digna de tal nombre, es decir, segura de los instrumentos de análisis que utiliza y, capaz de explicar la realidad y de dar consejos a los hombres de acción.....Pero en muchos aspectos, los economistas están casi al principio de su tarea. Si se nos pidiera que designáramos el sector de investigación que es más urgente acometer en un futuro próximo, diríamos que los estudios de dinámica económica deben continuarse y que, sobre todo, el problema de los factores del crecimiento a largo plazo, debe ser cuidadosamente analizado.....Destacaríamos que el análisis de los mercados ha prevalecido, hasta ahora, sobre el de las necesidades humanas. Volviendo sobre la vieja sentencia de Juan Bodino, en el siglo XVI, de que “sólo hay riqueza de hombres”, recomendaríamos la elaboración de una ciencia más humana.... De este modo, volverían a anudarse, entre la ciencia económica y las demás ciencias humanas, unos lazos que no hubieran debido aflojarse jamás”.

Desde que James destacó esta necesidad, otros autores, especialmente los mejores analistas de la metodología de la ciencia económica como Mark Blaug(1980) y Thomas Mayer(1993) han insistido en las mismas ideas.

Son muchos los autores que a lo largo de los últimos siglos han realizado reflexiones de interés para el pensamiento económico, si bien casi todos los autores importantes cometieron también errores de perspectiva al no disponer ni de la experiencia histórica que nosotros podemos observar ni de las herramientas que ahora tenemos para realizar un análisis más realista de la complejidad de los procesos de desarrollo económico. Hay que constatar que algunos tuvieron ideas importantes que han sido relegadas sin ningún motivo, pues siguen teniendo interés en el mundo actual.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Casi todos los autores importantes de los siglos XVIII y XIX, y principios del siglo XX mostraron una gran preocupación por el bienestar económico de la sociedad en su conjunto y si defendieron el liberalismo y el capitalismo lo hicieron no para imponer la ley del más fuerte sino porque pensaron que en general, las fuerzas de los distintos grupos sociales compensarían sus poderes y lograrían equilibrios razonables sin necesidad de conceder al gobierno un poder excesivo en los asuntos económicos pues consideraban que ello también podía conducir a abusos.

Desde Adam Smith, el estudio del equilibrio en los mercados, ya sean de bienes de consumo, de salarios o de capitales, ha constituido un objetivo importante de los investigadores

Nos limitaremos a citar a algunos autores que han tenido una mayor influencia directa o indirecta tanto en el desarrollo de las teorías que servirían de base a los modelos macroeconómicos como en las políticas económicas de desarrollo diseñadas a lo largo del siglo XX, como aquellos que han realizado otras contribuciones relevantes para la comprensión del proceso de desarrollo. El lector interesado en un conocimiento más amplio puede consultar las obras dedicadas a la historia del pensamiento económico, algunas de las cuales se citan al final de este capítulo.

En esta sección citaremos al economista británico Adam Smith entre los autores del siglo XVIII, al francés Jean-Baptiste Say, y al norteamericano John Bates Clark entre los autores más destacados del siglo XIX, al norteamericano Maurice Clark, el australiano Colin Clark, el austríaco Josep Schumpeter y el británico John M. Keynes en el primer tercio del siglo XX.

En el resto del siglo veinte son numerosos los autores que han realizado contribuciones importantes, bien desde una perspectiva teórica, econométrica o histórica, siendo algunos de los más destacados, tanto por sus contribuciones directas como por su capacidad para diseñar líneas de investigación interesantes seguidas por sus discípulos y por otros investigadores, los siguientes: el húngaro Nicholas Kaldor, el francés François Perroux, el holandés Jan Tinbergen, los norteamericanos Edward Denison, Robert Solow, Lawrence R. Klein, North Douglas y David Landes y el historiador económico Maddison de origen británico que realiza su interesante investigación en la universidad holandesa de Groningen.

Muchos otros, que citamos en este y otros trabajos, han tenido también importantes contribuciones, pero por el momento nos limitamos a señalar sólo brevemente algunas de las principales aportaciones a la evolución del pensamiento económico en temas de crecimiento y desarrollo..

Adam Smith

Durante el siglo XVIII se desarrollaron algunas de las teorías económicas que apoyaron el desarrollo del crecimiento en el contexto de una economía de libre competencia. Desde la conocida metáfora de *la mano invisible* de Adam Smith muchos investigadores económicos pensaron, a partir de la observación de la realidad económica de su época y de su entorno, que los mecanismos de la oferta y la demanda podían garantizar un crecimiento económico sostenido en las economías industriales, superando las épocas pasadas de crisis de producción agraria.

Su influencia fue importante sobre muchos autores que apoyaron un enfoque liberal en el que la política económica de los gobiernos se limitase a actuar de árbitro que garantizase la libre circulación de bienes y servicios, y garantizase el equilibrio que así creían que se produciría entre la oferta y la demanda, y se mantuvo con bastante generalidad hasta el crack de la bolsa de Nueva York y la consiguiente recesión de la economía norteamericana, ya que a partir de esos acontecimientos se impuso la perspectiva de la necesidad de algún papel complementario del Gobierno.

En el pensamiento de Adam Smith y sus seguidores las leyes de la oferta y la demanda lograban en general automáticamente puntos de equilibrio razonables, ya se tratase de la fijación de salarios en el mundo laboral, ya se tratase de los mercados de inversión o de mercancías.

La inversión industrial ya fue considerada desde este siglo como motor del desarrollo para superar los bajos niveles de riqueza de las economías agrarias y artesanales. Smith era optimista respecto a los móviles de la inversión y sus posibilidades de expansión. Su obra principal, *The Wealth of Nations*, escrita en el siglo dieciocho ha sido reeditada en el siglo veinte en varias lenguas, y en el caso de la lengua española con el título *Investigación*

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones, en edición mexicana de 1958, y otras ediciones posteriores.

Jean-Baptiste Say

Este autor destaca por su perspectiva del lado de la oferta, la cual se sintetiza en la frase “la oferta crea su propia demanda”. Este enfoque es bastante realista en condiciones normales de evolución económica, ya que efectivamente los impulsos al desarrollo por el lado de la oferta pueden complementarse generalmente de forma fácil con estímulos a la demanda de forma que el proceso de desarrollo no se detenga.

Corresponde a nuestro tiempo profundizar en este enfoque para analizar las relaciones intersectoriales y los factores que impulsan el lado de la oferta, tema que interesó a Nicholas Kaldor a mediados del siglo veinte, pero que en general no obtuvo un alto grado de interés de muchos investigadores hasta finales del siglo veinte, con la excepción del enfoque neoclásico de la función de producción.

John Bates Clark

Ya en el siglo XIX algunos economistas como John Bates Clark señalaron los peligros que tenían los monopolios y destacaron la necesidad de que, en casos en que la libre competencia no fuese posible, los gobiernos tenían el deber de regular las relaciones entre productores y consumidores para proteger a estos de los posibles abusos.

La aportación más conocida de la obra de J.B. Clark es su teoría neoclásica de la producción en la que bajo condiciones de competencia perfecta se relaciona la aportación que los factores trabajo y capital realizan a la producción con las remuneraciones que perciben estos factores. Se considera que bajo las hipótesis del modelo ambos factores son remunerados de acuerdo con su productividad marginal.

Esta teoría ha tenido el éxito de combinar en una relación, que se habría de popularizar de forma notable con uno de los primeros modelos econométricos de USA estimado por Cobb y Douglas(1945) las cantidades de producción, capital físico y trabajo, la cual habría de servir de base a otros

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

enfoques interesantes del desarrollo como los modelos de capital humano basados en la función de producción. Esta función también tiene un papel importante en los modelos de desequilibrio, en los cuales la variable despejada es a veces la producción Q , en otros casos el capital K y en otros enfoques el trabajo L , como se analiza en el capítulo 6 de este libro.

John M. Keynes

Las teoría keynesiana, al poner en evidencia que las virtudes del mercado podrían verse anuladas cuando determinados desequilibrios impedían su correcto funcionamiento, justificaba un cierto grado de intervencionismo estatal para garantizar la expansión de la demanda agregada. Aunque a veces este impulso al papel del Estado en la economía ha conducido a un intervencionismo excesivo, como ha ocurrido en varios países europeos, hay que señalar que en general las teorías keynesianas han supuesto un enfoque positivo para evitar crisis de déficit de demanda.

La teoría keynesiana contribuyó a que los países industrializados en los que se aplicaba tuviesen unas tasas de crecimiento económico sostenido muy elevadas. Se trataba de países con pocos problemas por el lado de la oferta y lógicamente unas buenas políticas económicas que estimularsen la demanda tenían que tener éxito. En este proceso tuvieron un impacto muy positivo los modelos econométricos de enfoque keynesiano desarrollados por L.R. Klein y sus discípulos y que han influido en el desarrollo de modelos internacionales como el modelo LINK de las Naciones Unidas.

1.2. Modelos de oferta, demanda y mixtos

Los primeros modelos econométricos fueron desarrollados hacia la mitad del siglo veinte, cuando la Econometría alcanzó un suficiente grado de desarrollo y la disponibilidad de estadísticas permitió su aplicación a las variables macroeconómicas. Dos aportaciones pioneras fueron las de Klein(1950) con la aplicación de las teorías keynesianas y Tinbergen(1942) con su análisis del crecimiento por el lado de la oferta mediante la función de producción con parámetro de eficiencia.

Con frecuencia el término *modelos macro-económicos* se asocia con los modelos de tipo keynesiano, también denominados a veces modelos de

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

crecimiento a corto plazo, o por el lado de la demanda, mientras que el término *modelos de crecimiento* se asocia con frecuencia a los modelos de tipo neoclásico, basados en la función de producción, también denominados a veces modelos de crecimiento a largo plazo o por el lado de la oferta.

El Cuadro 1 presenta una síntesis de los principales enfoques.

Cuadro 1. Principales enfoques de modelización del desarrollo

Enfoques y autores	Características
Modelos macroeconómicos de enfoque keynesiano: Klein, Fair e investigadores del grupo Link.	Énfasis en el lado de la demanda, el comercio exterior, los ciclos y las variaciones a corto plazo.
Modelos neoclásicos con factor residual: Tinbergen, Denison, Griliches y Solow.	La función de producción y el factor residual. El papel de la educación, el I+D, la inversión y el crecimiento largo plazo.
Modelo mixtos: Barro y Grossman, Sneesens y Drèze, Guisán(1980), Guisán y Padrao(2001), y otros	Modelos de desequilibrio y enfoques intersectoriales que combinan oferta y demanda de inputs primarios y/o intermedios.
Modelos de capital humano: a)Efecto nivel. Barro y Lee, Romer y Weill b)Efecto tasa: Romer, Kyriacou, Benhabid y Spiegel. c)Efecto inversión. Barro, Benhabid y Spiegel, Neira y Guisán (2002) d) Efecto fertilidad. Barro(1991), Guisán, Aguayo y Expósito(2001)	Efectos directos e indirectos: a) Efecto directo de la educación sobre el nivel de producción. b) Educación y tecnología. Efecto sobre la tasa de crecimiento del PIB. c) Efecto dinámico indirecto de la educación, a través del capital físico. d) Efecto de la educación sobre la moderación demográfica y el incremento del PIB por habitante
Modelos de interrelaciones mundiales: impactos del comercio exterior y las políticas monetarias.	Modelos LINK e INTERLINK para la transmisión de ciclos y crecimiento.
Modelos sectoriales y de desarrollo regional	Distribución sectorial y territorial del desarrollo económico.

Fuente: Elaboración por la autora, basada en los estudios citados.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El enfoque más generalizado, para aplicaciones de política económica, ha sido el de los modelos macroeconómicos de enfoque keynesiano, promovido por L.R. Klein y otros investigadores norteamericanos, que ha tenido una notable influencia sobre los modelos desarrollados para la mayor parte de los países industrializados, pertenecientes casi todos ellos a la OCDE, y en algunos países en vías de desarrollo. Se trata de un enfoque que pone el énfasis en el lado de la demanda.

El enfoque neoclásico tiene un aspecto positivo que es la función de producción, en la que el incremento del capital físico, a través de la inversión, tiene un papel importante en la explicación del crecimiento, pero es un enfoque muy limitado para explicar los mecanismos de la inversión. Este enfoque considera que la moderación salarial es el principal mecanismo para fomentar la inversión y dinamizar el crecimiento pero la realidad no es así ya que son otros los mecanismos que dinamizan la inversión como veremos en el capítulo 6 de este libro.

Son interesantes los enfoques de desequilibrio: 1) El modelo de Barro y Grossman combina un modelo keynesiano con un modelo neoclásico en el que el capital es el input primario más escaso. 2) El modelo de Sneesens y Drèze(1986) combina el enfoque keynesiano con un modelo de producción de enfoque Harrod-Domar que puede estar en dos regímenes: escasez de capital o escasez de trabajo. 3) El modelo de desequilibrio de Guisán(1980) y (1983) combina el modelo keynesiano, el modelo neoclásico en función del capital disponible, como en el modelo de Barro y Grossman, y añade una función de inputs intermedios, y tiene en cuenta el impacto positivo de la industria y las importaciones a través de las relaciones intersectoriales.

Los modelos de capital humano expresan la relación de crecimiento por el lado de la oferta teniendo en cuenta diversos factores que contribuyen a su dinamización, y en especial el papel del capital físico, la educación y la investigación. El efecto de la educación sobre la moderación de la natalidad es muy importante como ponen de manifiesto los datos de la tabla 1 de la próxima sección.

En Neira y Guisán(1999) y (2002) y en Neira(2003) se destacan las aportaciones de Barro(1991) y otros autores que constataron que los países con mayor inversión en capital humano son generalmente los que tienen menores ratios de fertilidad y mayores ratios de inversión en capital físico en

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

el PIB, y la de Guisán, Aguayo y Expósito(2001), quienes estiman un modelo econométrico internacional que explica como las tasas medias de fecundidad pasan de 8 hijos por mujer en los países con menos de 2 años de escolaridad hasta estabilizarse en torno a un promedio entre 1 y 2 hijos por mujer en los países que tienen más de 8 años de escolaridad media.

El estudio de la distribución espacial del desarrollo, el empleo y la población es de gran importancia para las políticas económicas y lo analizamos en el capítulo 5.

Algunos de los principales estudios comparativos de modelos macroeconómicos, en los que se explican conjuntamente el PIB y las principales macromagnitudes, bien de enfoque keynesiano bien de enfoque de oferta o mixtos, son:

Klein, L.R.(1991). Comparative performance of US Econometric Models.

Evans, M.K. Haitovsky, Y. Y Treyz, G.I.(1992)An analysis of Forecasting Properties of US Econometric Models. En Hickman (1972)

Wallis. K.F. Models of the UK Economy, que presenta una comparación de la capacidad predictiva de diferentes enfoques macroeconómicos.

Iglesias(2002) presenta una reseña interesante de varios modelos macroeconómicos de Gran Bretaña.

Aznar, A. y García-Ferrer, A.(1975). Planificación y modelos macroeconómicos, presentan una síntesis de modelos de USA y otros países.

Ball(1977) Models of Project Link. Interesenta perspectiva de modelos para varios países de la OCDE.

Bodkin, R.G., Klein, L.R. and Marwah, K.(1991)A History of Macroeconometric Model-Building

Pulido, A. (2000).Economía en acción.

También es interesante analizar la evolución de la investigación econométrica a través de los siguientes modelos, entre otros:

Modelos keynesianos: Klein I, modelo de Fair(1994) para USA y para varios países de la OCDE, otros modelos de enfoque keynesiano como los del grupo LINK de las Naciones Unidas, y el modelo Micro-UAM de simulación de la economía española de Pulido y López(1999).

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Modelos neoclásicos de Tinbergen, Solow y otros autores, y modelos de capital humano basados en la función de producción, anteriores y posteriores a Barro(1991), como los citados en Neira(2003).

Modelos de desequilibrio de Barro y Grossman(1971), Guisán(1980), y Sneesens y Drèze(1984). En el enfoque de estos dos autores se basa el modelo de la economía española de Molinas et al(1990)

Modelos intersectoriales como el modelo industrial de Wharton y otros desarrollados para países de la OCDE, China y Latinoamérica, como los de Guisán y Cancelo(2001), Guisán y Padrao(2001) y otros que se citan en el capítulo 2 de este libro. Los modelos de desequilibrio y los modelos intersectoriales están muy relacionados ya que las relaciones intersectoriales ayudan a explicar las situaciones de desequilibrio.

También son interesantes los estudios de distribución especial del desarrollo, el empleo y la población como los que examinaremos en el capítulo 5, los cuales son de interés para el diseño de políticas económicas.

En el modelo de desequilibrio de Guisán(1980) y (1983) el PIB viene explicado por el mínimo de la siguiente relación:

$$(1) \quad \text{PIB} = \min (\text{PIB}^d, \text{PIB}^{s1}, \text{PIB}^{s2})$$

donde PIB^d es explicado por un modelo keynesiano, PIB^{s1} por la función de producción bajo la hipótesis de utilización plena del stock de capital físico, y PIB^{s2} por una función de inputs intermedios, basada en las relaciones entre filas de las tablas Input Output, que tiene en cuenta restricciones al crecimiento relacionadas con la producción interior de materias primas y la capacidad importadora.

El modelo de desequilibrio de Barro y Grossman(1971) incluye PIB^d y PIB^{s1} , y el de Sneesens y Drèze(1986) incluye también el PIB por el lado de la demanda y de la función de producción, pero adopta el esquema de Harrod-Domar en el que se contempla una función de producción respecto al capital y otra respecto al trabajo medido en unidades de eficiencia.

1.3. Evolución del PIB en 1960-2000 y principales factores de desarrollo

La tabla 1 presenta un análisis comparativo del crecimiento y el desarrollo económico en los países de la OCDE y en otras áreas del mundo durante el siglo veinte, mediante el porcentaje anual de crecimiento del Producto Interior Bruto real, es decir a precios constantes, la Población y el PIB real por habitante, PIBH. Al tratarse de tasas exponenciales se cumple exactamente que la tasa del cociente es igual a la diferencia entre las tasas del numerador y el denominador.

Europa Occidental, USA y Japón presentaron tasas de crecimiento de PIBH superiores a la media mundial en 1950-98 en gran parte debido a su moderación en el crecimiento poblacional. Los países que han alcanzado los niveles más elevados de desarrollo económico se caracterizan por el alto nivel educativo de su población, lo que favorece la moderación de las tasas de natalidad, el incremento del ahorro y la inversión por habitante.

Tabla 1. Tasas anuales de crecimiento del PIB, la Población y PIBH (tasa exponencial anual en 1900-1950 y 1950-98)

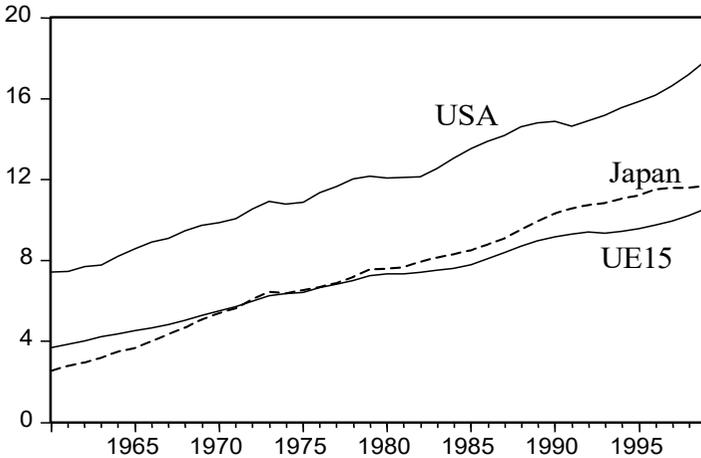
Area	PIB		Población		PIBH	
	1900-1950	1950-1998	1900-1950	1950-1998	1900-1950	1950-1998
Western Europe	1.41	3.34	0.51	0.50	0.90	2.84
East Europe + ex-Urss	1.96	1.97	0.17	0.48	1.79	1.49
Turkey	2.03	5.00	1.27	2.32	0.76	2.68
USA	3.07	3.39	1.38	1.20	1.69	2.19
Latin America	3.39	4.04	1.45	2.33	1.94	1.71
China	0.13	5.80	0.57	1.71	-0.44	4.09
India	0.60	4.24	0.45	2.08	0.15	2.16
Japan	2.25	5.78	1.28	0.86	0.97	4.92
Asia-other countries	2.24	5.19	1.80	2.28	0.44	2.91
Africa	2.32	3.42	1.40	2.51	0.92	0.91
World	1.90	3.84	0.89	1.77	1.01	2.07

Fuente: Guisan y Cancelo(2001), en base a datos de Maddison(2001).

El gráfico 1 presenta la evolución del Consumo Privado por habitante, expresado en dólares de 1990 según paridades de poder de compra, PC. El gráfico 2 presenta la misma variable expresada en dólares de 1990 según

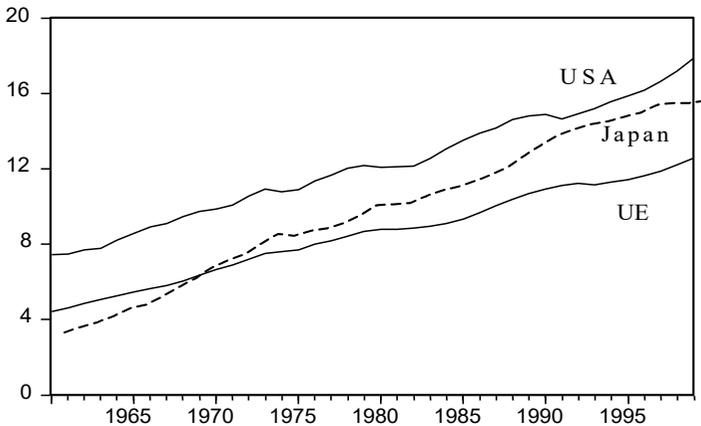
tipos de cambio, TC, según los datos de la OCDE para USA, Japón y los 15 países que constituían la Unión Europea antes de la ampliación a 25 países.

Gráfico 1. Consumo Privado por habitante (miles de \$90, en Paridades de Compra (PCs))



Fuente: Elaboración por la autora a partir de datos de la OCDE

Gráfico 2. Consumo Privado por habitante (miles de \$90, en Tipos de Cambio (TCs))

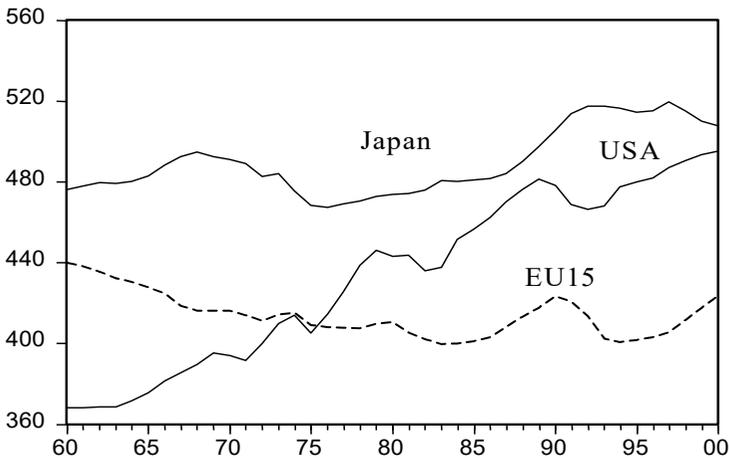


Fuente: Elaboración por la autora a partir de datos de la OCDE

Podemos observar que las paridades de compra reflejan generalmente mejor la capacidad de los consumidores.

El gráfico 3 nos muestra la evolución de la tasa de empleo en USA, la Unión Europea y Japón.

Gráfico 3. Tasa de Empleo en USA, UE y Japón, 1960-2000
(número de personas ocupadas por cada mil habitantes)



Fuente: Elaboración por la autora a partir de datos de Labour Force Statistics

Japón ha seguido una política de pleno empleo, si bien en los últimos años del siglo veinte se observa el inicio de una crisis en parte provocada por los efectos de la globalización sobre la deslocalización industrial, al aumentar las oportunidades de abaratamiento de costes en el exterior

Estados Unidos ha seguido una política económica altamente favorecedora del pleno empleo, desde una situación por debajo de la europea en 1960 hasta superarla de forma creciente desde 1976 hasta el año 2000. Comprobamos de nuevo que los excesos de presión fiscal y muchas reglamentaciones inadecuadas de la UE han frenado muchas iniciativas positivas de desarrollo que podrían haber impulsado la creación de empleo.

Las tablas 2 a 5 presenta algunas de las principales variables de los países de la OCDE en 1964-94.

Tabla 2. Consumo privado, Consumo Público y PIB por habitante (miles de dólares a precios de 1990; método mixto de PC y TC)

	CHX		GHX		PHX	
	1964	1994	1964	1994	1964	1994
1.Canada	5.85	11.39	2.08	3.84	9.99	19.65
2.Mexico	2.47	4.07	0.20	0.48	2.91	4.99
3.USA	8.24	15.40	2.89	3.70	13.62	22.95
4.Japan	4.11	12.94	0.83	2.03	6.56	22.91
5. Australia	5.73	10.60	1.30	3.01	9.37	17.71
6.New Zealand	6.78	8.67	1.49	2.16	9.98	13.75
7.Austria	4.71	10.82	1.81	3.51	8.72	19.68
8.Belgium	5.54	11.74	1.34	2.62	8.84	18.71
9.Denmark	7.31	12.02	2.40	5.46	12.36	23.07
10.Finland	4.98	10.06	1.63	4.22	9.85	19.82
11.France	5.90	11.66	1.85	3.76	9.98	19.78
12.Germany	4.62	10.92	1.91	3.69	9.66	19.45
13.Greece	2.67	6.96	0.47	1.41	3.98	9.27
14.Iceland	5.64	11.85	1.13	4.15	10.21	21.10
15.Ireland	3.96	8.21	0.86	1.95	5.37	14.71
16.Italy	4.19	10.97	1.60	3.20	8.12	18.32
17.Luxembourg	7.16	16.05	1.71	3.53	12.96	30.30
18.Netherlands	5.40	10.88	1.61	2.59	9.53	18.84
19.Norway	6.03	11.93	1.59	5.13	10.43	26.50
20.Portugal	2.29	6.64	0.30	1.67	3.31	9.39
21.Spain	3.51	7.84	0.67	2.11	5.33	12.65
22.Sweden	7.58	10.69	2.97	5.98	13.70	21.92
23.Switzerland	9.89	15.12	2.06	3.57	17.64	27.90
24.Turkey	1.99	3.25	0.19	0.53	2.34	4.39
25.UK	5.57	10.44	2.25	3.48	9.47	16.72
26.EU15	4.08	10.56	1.47	3.32	7.36	18.02
27.OECD	4.73	11.20	1.56	2.81	7.91	18.08

Fuente: Guisan y Cancelo(2001) en base a datos de la OCDE.

Tabla 3. Inversión, Exportaciones, e Importaciones por habitante
(miles de dólares de 1990 según TCs)

	IH		XH		MH	
	1964	1994	1964	1994	1964	1994
1.Canada	1.79	4.22	1.51	6.84	1.22	6.64
2.Mexico	0.35	0.66	0.16	0.74	0.28	0.94
3.USA	2.48	4.50	0.65	2.78	0.64	3.43
4.Japan	1.77	7.45	0.29	2.97	0.44	2.48
5. Australia	2.61	3.97	1.07	3.86	1.34	3.73
6.New Zealand	1.88	2.70	1.54	4.42	1.73	4.21
7.Austria	2.29	5.50	1.55	8.84	1.63	8.98
8.Belgium	2.05	3.61	3.40	16.63	3.47	15.89
9.Denmark	3.30	3.84	2.80	10.20	3.44	8.45
10.Finland	3.41	3.84	1.91	8.30	2.07	6.60
11.France	2.31	4.02	0.99	5.36	1.06	5.02
12.Germany	2.91	4.86	1.48	5.58	1.26	5.61
13.Greece	1.09	1.89	0.17	1.63	0.42	2.61
14.Iceland	3.12	3.56	3.86	8.65	3.54	7.12
15.Ireland	1.03	2.18	1.13	11.13	1.61	8.76
16.Italy	2.37	3.36	0.80	4.95	0.83	4.16
17.Luxembourg	4.79	8.07	8.84	30.05	9.54	27.40
18.Netherlands	2.75	3.84	2.86	11.65	3.08	10.12
19.Norway	3.35	6.19	3.31	13.48	3.85	10.23
20.Portugal	0.73	1.95	0.62	2.74	0.64	3.61
21.Spain	1.14	2.71	0.41	3.14	0.40	3.16
22.Sweden	3.47	3.86	2.73	9.60	3.05	8.20
23.Switzerland	5.34	8.40	4.33	12.69	3.97	11.86
24.Turkey	0.19	0.63	0.07	0.47	0.09	0.49
25.UK	1.79	3.02	1.43	4.76	1.57	4.98
26.EU15	1.76	3.80	1.04	6.18	1.00	5.85
27.OECD	1.63	4.05	0.74	4.15	0.74	4.13

Fuente: Guisán y Cancelo(2001) en base a datos de la OCDE

Tabla 4. PIB real y Población en países de la OCDE, 1964-94
(miles de millones de dólares de 1990 y millones de personas)

País	PIB			Población		
	1964	1994	%Δ	1964	1994	%Δ
1.Canada	193	575	198	19290	29251	52
2.Mexico	122.	465	280	42118	93010	121
3.USA	2614	5983	129	191889	260651	36
4.Japan	636	2863	350	96900	124960	29
5. Australia	107	316	195	11418	17838	56
6.New Zealand	26	48	88	2589	3526	36
7.Austria	63	158	151	7224	8031	11
8.Belgium	83	189	128	9378	10116	8
9.Denmark	58	120	106	4720	5205	10
10.Finland	45	101	125	4549	5088	12
11.France	482	1145	137	48310	57900	20
12.Germany	724	1583	119	74963	81423	9
13.Greece	34	97	186	8510	10426	23
14.Iceland	2	6	192	189	267	41
15.Ireland	15	53	241	2864	3571	25
16.Italy	420	1048	150	51675	57190	11
17.Luxembourg	4	12	188	328	404	23
18.Netherlands	116	290	151	12127	15382	27
19.Norway	39	115	198	3694	4336	17
20.Portugal	29	93	219	8800	9902	13
21.Spain	168	495	195	31426	39150	25
22.Sweden	105	193	83	7662	8781	15
23.Switzerland	104	196	89	5887	7037	20
24.Turkey	72	266	271	30628	60576	98
25.UK	511	977	91	53991	58395	8
26.EU15	2858	6553	129	326862	370964	13
27.OECD	6771	17387	157	731646	972416	33

Fuente: Guisán y Cancelo(2001).El PIB ha sido calculado mediante la expresión $PIB = CX + GX + I + X - M$, con el Consumo privado y público, CX y GX, valorados mediante un método mixto entre paridades de compra, PCs, y tipos de cambio, TCs, mientras que la Inversión, I, las Exportaciones, X, y las importaciones, M, están calculadas mediante TCs.

Tabla 5

Tasas anuales de crecimiento del PIB y la población en 1964-94

	1964-74		1974-84		1984-94	
	PIBX	POB	PIBX	POB	PIBX	POB
1.Canada	5.29	1.72	3.29	1.17	2.55	1.30
2.Mexico	6.67	3.31	4.63	2.72	2.38	2.00
3.USA	3.25	1.09	2.43	1.01	2.72	0.98
4.Japan	8.23	1.29	3.93	0.86	3.34	0.40
5. Australia	4.63	1.86	3.13	1.28	3.28	1.36
6.New Zealand	3.49	1.59	1.37	0.72	1.51	0.79
7.Austria	4.76	0.51	1.97	-0.06	2.63	0.62
8.Belgium	4.51	0.41	1.76	0.09	2.12	0.26
9.Denmark	3.39	0.67	1.98	0.13	1.94	0.18
10.Finland	4.96	0.31	2.90	0.40	0.40	0.41
11.France	4.79	0.83	2.07	0.48	1.95	0.51
12.Germany	3.73	0.53	1.92	-0.15	2.28	0.46
13.Greece	6.22	0.52	2.93	0.99	1.59	0.52
14.Iceland	4.80	1.30	4.04	1.11	2.09	1.07
15.Irland	4.16	0.87	3.77	1.23	4.60	0.12
16.Italy	4.70	0.65	2.57	0.28	2.04	0.09
17.Luxembourg	3.86	0.79	1.02	0.31	5.95	0.99
18.Netherlands	4.82	1.11	1.73	0.63	2.80	0.65
19.Norway	3.96	0.76	4.13	0.38	3.04	0.46
20.Portugal	6.82	-0.05	1.91	1.33	3.17	-0.09
21.Spain	6.50	1.13	1.49	0.86	3.11	0.23
22.Sweden	3.13	0.63	1.81	0.21	1.01	0.52
23.Switzerland	3.54	0.93	0.91	0.07	2.01	0.79
24.Turkey	4.81	2.46	4.89	2.31	3.70	2.13
25.UK	2.77	0.41	1.43	0.05	2.34	0.33
26.EU15	4.24	0.63	1.97	0.29	2.22	0.35
27.OCDE	4.40	1.14	2.57	0.89	2.63	0.83

Fuente: Guisán y Cancelo(2001). Tasas anuales en porcentaje, con la fórmula del interés compuesto o *compound rates*.

Los datos de CHX y GHX están calculados mediante un método mixto, que tiene en cuenta las paridades de compra y los tipos de cambio, mientras que IH, XH y MH están expresados en dólares de 1990 según tipos de cambio. PHX se ha calculado como:

$$(2) \quad PHX = CHX + GHX + IH + XH - MH$$

Principales factores de crecimiento y desarrollo económico

Los modelos econométricos permiten analizar las relaciones causales unilaterales y bilaterales entre distintas variables que explican el crecimiento del PIB real y el desarrollo económico, es decir el incremento del PIB por habitante y por lo tanto el aumento de la capacidad para evitar la pobreza y mejorar la calidad de vida de la población.

Nuestra experiencia, y la de otros investigadores, muestra que el nivel educativo de la población es en general el factor más importante para garantizar un alto nivel de renta real por habitante, sobre todo por sus efectos sobre la moderación de las tasas de natalidad.

La mayoría de los estudios macroeconómicos se refieren al estudio del crecimiento del PIB real y de las principales variables que con él se relaciona, ya sea desde un enfoque de demanda, desde un enfoque de oferta o desde enfoques mixtos. Ha sido más frecuente en la construcción de modelos econométricos la preocupación por el control de los ciclos económicos que el énfasis en los principales factores de crecimiento.

Desde un punto de vista macroeconómico la evolución de la población tiene una gran importancia, pues es necesario que su tasa de crecimiento sea inferior a la del PIB real si se quiere incrementar el PIB real por habitante. Por lo que respecta al crecimiento natural de la población, el número medio de hijos por mujer depende fundamentalmente del nivel educativo, como se demuestra en Guisán, Aguayo y Expósito(2001) con una amplia muestra internacional. La inmigración depende en gran medida del empleo.

En los próximos capítulos presentamos varios modelos y contrastes relativos al crecimiento del PIB y de variables importantes, como el consumo, el comercio exterior, el empleo, la agricultura, la industria, a y la distribución espacial del empleo y el desarrollo.

La función de producción ocupa un lugar destacado en la dinámica del crecimiento económico. Transmite impactos a través del tiempo, mediante la variable Stock de capital. Dicha función es un modelo dinámico en sentido estricto que tiene la característica de ser superdinámica en el sentido señalado en Guisán et al(2001), debido a las relaciones bilaterales con desfase temporal que se producen entre el incremento del Stock de Capital Físico real y el PIB real.

Además dicha función tiene interés para analizar los modelos de empleo, la productividad, los salarios y el impacto del capital humano y el capital físico sobre el desarrollo, y por ello la analizaremos en el último capítulo.

El comercio exterior tiene importancia a través de las Exportaciones por el lado de la demanda y a través de las Importaciones por el lado de la oferta. En general el incremento de ambas variables es positivo para el crecimiento del PIB real pues contribuyen a expansionar tanto la oferta como la demanda, como veremos en los próximos capítulos.

La inversión es prioritaria cuando el stock de capital es insuficiente para impulsar el desarrollo económico, pero deja de tener esa prioridad cuando hay un grado importante de infrautilización del capital y existen otras restricciones al desarrollo que tienen mayor prioridad.

1.4. Referencias bibliográficas

ARROUS, J.(1999). *Les théories de la croissance. La pensée économique contemporaine (3)*. Éditions du Seuil, Paris.

AZNAR, A. y García-Ferrer, A.(1975). *Planificación y modelos macro-económicos*. Editorial Pirámide, Madrid.

BALL, (1977) *Models of Project Link*. North-Holland, Amsterdam.

BARBER, W.(1971). *Historia del pensamiento económico*. Alianza Editorial nº.296, Madrid.

BARRO, R.J. y GROSSMAN, H.I.(1971). A General Disequilibrium Model for Income and Employment. *American Economic Review*, Vol.71-1, pp.82-93.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

BARRO, R.J.(1991). Economic Growth: A Cross-section of Countries. The Quarterly Journal of Economics, May 1991, pp. 407-443.

BLAUG, M.(1980). The methodology of Economics, or how economists explain. Cambridge Surveys of Economic Literature, CUP, London.

BODKIN, R.G., Klein, L.R. and Marwah, K.(1991). *A History of Macroeconometric Model-Building*.

EVANS, M.K. HAITOVSKY, Y. Y TREYZ, G.I.(1992). An analysis of Forecasting Properties of US Econometric Models. En Hickman, ed. (1972)

FAIR, R.C. (1994). Testing Macroeconometric Models. Harvard University Press.

GUISAN, M.C.(1980). Forecasting Employment through an international Cobb-Douglas Function. 4th ESWC, Econometric Society World Congress, Aix-en-Provence, agosto de 1980.

GUISÁN, M.C.(1983). *La predicción de la renta y el empleo*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela.

GUISÁN, M.C., AGUAYO, E. y Expósito, P.(2001). Economic Growth and Cycles: Cross-country Models of Education, Industry and Fertility and International Comparisons. *Applied Econometrics and International Development* Vol. 1-1, pp. 9-37, disponible en internet.¹

GUISÁN, M.C. y CANCELO, M.T.(2001). Economic Development in OECD Countries during the 20th Century. Documentos *Economic Development* n° 49, disponible en internet.¹

GUISÁN, M.C., CANCELO, M.T., NEIRA, I. AGUAYO, E. y EXPÓSITO, P.(2001). *Crecimiento económico en los países de la OCDE 1*. Estudios Económicos n° 4 de la AHG. Distribuye Mundi-Prensa, Madrid.

GUISÁN, M.C. y PADRAO, R.(2001). Evolución de la economía portuguesa 1946-2002: crecimiento, salarios y empleo. Documentos *Economic Development* n° 69, disponible en internet.¹

IGLESIAS, E.(2001). Macroeconometric models in the UK. *Applied Econometrics and International Development* Vol. 1-2, pp.129-131.¹

JAMES, E. (1974). Historia del pensamiento económico. Biblioteca de Ciencias Sociales, Editorial Aguilar, Madrid.

- Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.
- KLEIN, L.R.(1983). *The Economics of Supply and Demand*. Basil Balckwell, Oxford.
- KLEIN, L.R.(1991) (editor). *Comparative performance of US Econometric Models*. Oxford University Press.
- MADDISON, A.(2001). *The World Economy. A millennial perspective*. Development Centre Studies. OECD, Paris.
- MAYER, T.(1993). *Truth versus Precision in Economics*, Edward Elgar, Aldershot, England.
- MOLINAS et al(1990). *El modelo MOISEES*. Editorial Antoni Bosch, Barcelona.
- NEIRA, I., GUIÓSÁN, M.C. (1999). *Modelo econométricos de capital humano y crecimiento económico*. Libro nº 18 de la serie [Documentos de Econometría Aplicada de la USC](#) (DEA18).
- NEIRA, I., GUIÓSÁN, M.C. (2002). “Modelos econométricos de capital humano y crecimiento económico: Efecto inversión y otros efectos indirectos”. *Documentos Economic Development* nº 62, en internet.¹
- OCDE(1995). *National Accounts of OECD countries*. Paris.
- SNEESENS y DRÈZE, (1986). *A Discussion of Belgian Unemployment Combining Traditional Concepts and Disequilibrium Econometrics*. *Economica*, Vol. 53, pp.89-119.
- SOLOW, R.M. (1956): “A contribution to the theory of economic growth”. *The Quaterly Journal of Economics*. Vol. 70, nº 1, pp. 65-64.
- PULIDO, A. (2000). *Economía en acción*. Fundación ICO. Ediciones Pirámide, Madrid.
- PULIDO, A. y LÓPEZ, A.M.(1999). *Predicción y simulación aplicada a la economía y gestión de empresas*, seccion 7.9. Editorial Pirámide, Madrid.
- WALLIS, K.F(). *Models of the Uk Economy: A Review* by ESRC Macroeconomic Modelling Bureau.

¹ Documentos y artículos en: <http://www.usc.es/economet/econometria.htm>

CAPÍTULO 2

MODELOS DE OFERTA Y DEMANDA DEL PIB

María-Carmen GUISÁN *

Pilar EXPÓSITO

2.1. Interdependencia y modelos multiecuacionales

Una cuestión importante en el desarrollo de la Econometría Aplicada es el estudio de la causalidad bidireccional, la cual está frecuente en muchas relaciones económicas.

En un sencillo modelo de oferta y demanda, ya sea a nivel micro-económico (un producto o un pequeño subsector), o macroeconómico (el conjunto de uno o varios sectores nivel global de la economía de un país) la cantidad y el precio presentan con frecuencia una relación bilateral que puede ser contemporánea o no contemporánea.

Si la cantidad en el momento t , Q_t , depende, entre otras variables, del precio, P_t , y viceversa, decimos que hay *interdependencia* y el modelo no se estima por mínimo cuadrados ordinarios sino por otros métodos, como mínimos cuadrados en 2 etapas, pues en esas circunstancias los estimadores MCO no son consistentes y los MC2E sí.

En cambio si la relación bilateral es no contemporánea: Q_t depende, entre otras variables de P_{t-1} , y P_t depende, entre otras variables de Q_t , entonces el sistema es *recursivo* y los estimadores MCO proporcionan estimadores consistentes y mejores que los MC2E.

En los modelos macroeconómicos existen generalmente muchas relaciones causales entre dos variables, bien sean unilaterales o bilaterales, contemporáneas o retardadas, y de sentido fijo o de sentido variable como se señala en Guisán(2001). Cuando las relaciones son bilaterales y contemporáneas, es decir referidas al mismo momento del tiempo, decimos que hay interdependencia.

Maria-Carmen Guisán y Pilar Expósito. Profesoras de Econometría de la universidad de Santiago de Compostela, <https://www.usc.gal/economet/econometria.htm>

En caso de interdependencia el método MCO no proporciona estimadores consistentes, y el método generalmente más aconsejable de estimación es del Mínimos Cuadrados en 2 Etapas, MC2E (TSLS, 2SLS). Los experimentos de Montecarlo, consistentes en efectuar diversas simulaciones respecto a variables, parámetros y los resultados de la estimación, indican que en muestras pequeñas MC2E es en general el método más adecuado para la estimación de modelos con interdependencia.

Si la muestra es grande la estimación por Mínimos Cuadrados en 3 Etapas, MC3E y el Método de Máxima Verosimilitud con Información Completa, MVIC, proporcionan estimadores más precisos que MC2E.

Si el modelo tiene muchas ecuaciones y muchas variables predeterminadas y la muestra es demasiado pequeña, de forma que no se cumple que el tamaño muestra sea mayor que el número de variables predeterminadas del sistema ($T > K$), no se puede aplicar el método MC2E pues su cálculo requiere que se pueda invertir la matriz $X'X$, y ello no sería posible si el tamaño muestral es menor que K pues el rango de $X'X$ no puede mayor que el mínimo del número de filas, K , y columnas, T , de la matriz X .

Cuando la relación bilateral es contemporánea en un solo sentido y retardada en el otro, el modelo es *recursivo*, de forma que puede expresarse como un sistema ordenado en el que la matriz de parámetros de las variables endógenas, Γ , es triangular, como veremos a continuación.

En los modelos recursivos los estimadores MCO continúan siendo consistentes y no es necesario estimar por MC2E porque además de consistentes los estimadores MCO son los mejores en el sentido de que cumplen la propiedad de ser máximo-verosímiles.

Los grandes modelos macroeconómicos con cien o más ecuaciones, se estiman con frecuencia por bloques, considerando las relaciones bilaterales que existen dentro de cada bloque y considerando exógenas las variables explicadas fuera de cada bloque. También presentan con frecuencia problemas de no linealidad en algunas relaciones y entonces se utilizan métodos de estimación no lineal. También hay métodos para la estimación de modelos multiecuacionales con problemas de autocorrelación y/o heterocedasticidad.

Forma estructural y forma reducida de un modelo multiecuacional

Un sistema lineal que relaciona M variables endógenas entre sí y con K variables predeterminadas, se expresa de dos maneras, mediante la forma estructural y la forma reducida:

$$(1) \quad y'(t) \Gamma + x''(t) B + u'(t) = 0 \quad \text{Forma estructural}$$

$$(2) \quad y'(t) = x'(t) \Pi + v'(t) \quad \text{Forma reducida}$$

El vector $y'(t)$ es de orden $1.M$, y contiene los valores de las variables endógenas explicadas por el modelo en el momento t . Dichas variables se denominan endógenas corrientes. Se distinguen de las endógenas retardadas porque éstas últimas no son explicadas por el modelo en el momento t . Cuando hablamos de variables endógenas, sin especificar si son corrientes o retardadas, nos referimos a las endógenas corrientes.

El vector $x'(t)$ es de orden $1.K$ y contiene las K variables predeterminadas incluidas en las ecuaciones del sistema, y contiene variables exógenas y variables endógenas retardadas. Aquí no hacemos distinción entre el regresor ficticio $x_{0t}=1$ y las demás variables predeterminadas, de forma que si dicho regresor aparece en un modelo multiecuacional no lleva el subíndice cero sino otro cualquiera de 1 a K siendo en general su subíndice el 1.

El vector $u'(t)$ es un vector fila de orden $1.M$ con las perturbaciones estructurales de las M ecuaciones en el momento t , $v'(t)$ es también un vector de orden $1.M$ de las perturbaciones de la forma reducida y el vector 0 es un vector nulo de orden $1.M$.

La matriz de parámetros de la forma reducida, Π , está relacionada con la matriz de parámetros estructurales de las variables endógenas, Γ , y con la matriz de parámetros estructurales de las variables predeterminadas, B.

Muchos elementos de las matrices de parámetros estructurales son nulos, pues no todas las variables aparecen como explicativas en cada ecuación, pero los elementos de la matriz de parámetros de la forma reducida son

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

generalmente todos no nulos. Otros elementos de las matrices de parámetros estructurales son no nulos pero conocidos, como ocurre por ejemplo con el coeficiente de la variable despejada en cada ecuación, la cual pasa a tener el coeficiente -1 al expresarla en la fórmula (1) con la ecuación igualada a cero.

Los elementos no nulos y desconocidos de las matrices de parámetros estructurales deben ser estimados, y a partir de ellos podemos calcular todos los elementos estimados de la matriz de parámetros de la forma reducida.

Para pasar de la forma estructural a la forma reducida se despeja el primer sumando de la ecuación estructural y se post-multiplican por la inversa de Γ ambos lados de la relación de forma que existen las siguientes relaciones entre la forma reducida y la forma estructural:

$$(3) \quad \Pi = -B \Gamma^{-1};$$

$$(4) \quad v'(t) = -u'(t) \Gamma^{-1}$$

También podemos expresar el modelo para todo el período muestral ($t=1,2,\dots, T$), mediante las siguientes expresiones, respectivamente, para la forma estructural y para la forma reducida:

$$(5) \quad Y \Gamma + X B + U = 0$$

$$(6) \quad Y = X \Pi + V$$

donde Y es una matriz de orden $T.M$, que incluye todas las variables explicadas por el modelo en todos los momentos del período muestral, X es una matriz de orden $T.K$ que incluye todas las variables predeterminadas de todas las ecuaciones del modelo en todos los momentos del período muestral, U es la matriz de perturbaciones de orden $T.M$ y la matriz 0 es una matriz nula también de orden $T.M$. Las matrices de parámetros estructurales son las mismas que hemos definido anteriormente.

En las matrices de parámetros indicamos con un subíndice las columnas correspondientes: :

$$(7) \quad \Gamma = (\Gamma_1 \ \Gamma_2 \ \dots \ \Gamma_M); \quad B = (B_1 \ B_2 \ \dots \ B_K); \quad \Pi = (\Pi_1 \ \Pi_2 \ \dots \ \Pi_K)$$

Cuando en una determinada columna de las matrices Γ y B queremos distinguir los elementos no nulos de los nulos formamos un subvector que designamos con la letra minúscula correspondiente, γ o β , y un subíndice * para indicar si corresponde a variables endógenas incluidas en la ecuación, ** para los parámetros de variables endógenas excluidas, un subíndice Δ para parámetros de predeterminadas incluidas y $\Delta\Delta$ para indicar que se trata de parámetros de variables predeterminadas excluidas de la ecuación.

A veces interesa ordenar los elementos de la matriz Π en cuatro bloques, de acuerdo con la inclusión o exclusión de las variables endógenas y predeterminadas en una determinada ecuación:

$$(8) \quad \Pi = \begin{pmatrix} \Pi_{\Delta,*} & \Pi_{\Delta,**} \\ \Pi_{\Delta\Delta,*} & \Pi_{\Delta\Delta,**} \end{pmatrix}$$

donde el subíndice $\Delta,*$ indica que son parámetros correspondientes a la intersección de las filas de las variables predeterminadas incluidas con las columnas de las endógenas incluidas, mientras que el subíndice $\Delta\Delta,**$ indica que se trata de parámetros correspondientes a la intersección de filas de variables predeterminadas excluidas con columnas de variables endógenas incluidas.

Ejemplo: Modelo de 3 ecuaciones con interdependencia

A continuación aplicamos estas reglas al siguiente ejemplo de un modelo de 3 ecuaciones con 3 variables endógenas y 4 predeterminadas. Las variables predeterminadas son el regresor ficticio $x_{ot}=1$, al cual designamos generalmente en el sistema como variable predeterminada x_{1t} , las variables exógenas x_{2t} y x_{3t} , y la variable endógena retardada $y_{1,t-1}$ a la que designamos como x_{4t} en la matriz X .

$$(9) \quad \begin{aligned} y_{1t} &= a_1 + a_2 x_{2t} + a_3 y_{2t} + a_4 y_{1,t-1} + u_{1t} \\ y_{2t} &= c_1 + c_2 y_{1t} + c_3 x_{3t} + c_4 y_{3t} + u_{2t} \\ y_{3t} &= d_1 y_{1t} + d_2 x_{2t} + d_3 y_{2t} + u_{3t} \end{aligned}$$

Las matrices de variables y parámetros estructurales tienen los siguientes elementos:

$$Y = (y_1 \ y_2 \ y_3) \quad X = (x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4)$$

$$\Gamma = (\Gamma_1 \ \Gamma_2 \ \Gamma_3) = \begin{pmatrix} -1 & c_2 & d_1 \\ a_3 & -1 & d_3 \\ 0 & c_4 & -1 \end{pmatrix}$$

$$B = (B_1 \ B_2 \ B_3 \ B_4) = \begin{pmatrix} a_1 & c_1 & 0 \\ a_2 & 0 & d_2 \\ 0 & c_3 & 0 \\ a_4 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Así observamos que existen en el conjunto de estas dos matrices 7 elementos nulos, 3 elementos no nulos y conocidos, con valor -1 , y 11 parámetros no nulos y desconocidos que es preciso estimar.

En la matriz Γ la columna m^a contiene los parámetros de todas las endógenas corrientes, que abreviadamente se denominan endógenas, en la ecuación m^a , siendo en este caso $m=1, 2, 3$. En la matriz B la columna m^a , con $j=1, 2, 3, 4$ en este caso, contiene los parámetros de todas las variables predeterminadas en la ecuación m^a .

Si en la primera columna de Γ queremos separar los elementos no nulos de los nulos formamos el subvector columna γ^* , de orden 2.1, conteniendo los elementos -1 y a_3 , y el subvector columna $\gamma^{**} = 0$, el cual en este caso contiene un solo elemento pues hay un solo cero en dicha columna.

De forma similar en la primera columna de B podemos formar un subvector β_Δ que contiene los elementos no nulos, el cual es de orden 3.1 y contiene los elementos a_1 a_2 y a_4 , mientras que el subvector $\beta_{\Delta\Delta}$ contiene un solo elemento pues hay sólo un cero en dicha columna.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

A veces interesa distinguir dentro, de las matrices X e Y, una submatriz correspondiente a las columnas de variables incluidas en el lado derecho de una determinada ecuación y otra submatriz con las columnas de las variables del sistema excluidas en el lado derecho de esa ecuación. Para ello utilizamos los subíndices 1 (que indica inclusión) y 2 (que indica exclusión).

$$(10) \quad Y = (y_1 \ y_2 \ \dots \ y_M) = (Y_1 \ Y_2)$$
$$X = (x_1 \ x_2 \ \dots \ x_K) = (X_1 \ X_2)$$

Por ejemplo en la 1ª ecuación del sistema (9) los elementos de estas submatrices serían los siguientes:

$$(11) \quad Y_1 = (y_2); \quad Y_2 = (y_1 \ y_3); \quad X_1 = (x_1 \ x_2 \ x_4); \quad X_2 = (x_3)$$

La estimación de modelos multiecuacionales lineales se realiza estimando los parámetros estructurales y la predicción calculando la matriz estimada de parámetros de la forma reducida a partir de la estimación estructural y utilizando la forma reducida para predecir. Si el sistema es recursivo la predicción se puede realizar directamente mediante las ecuaciones estimadas de la forma estructural. En modelos no lineales la predicción se utiliza mediante métodos iterativos como el de Gauss-Seidel.

Método de Mínimos Cuadrados en dos etapas, MC2E

Cuando la matriz de parámetros estructurales de las variables endógenas, Γ , es triangular el modelo es recursivo y los estimadores MCO proporcionan estimadores consistentes, pero cuando hay interdependencia dicha matriz es no triangular y la estimación se efectúa generalmente mediante métodos que garanticen la consistencia de los estimadores de los parámetros estructurales.

El método más utilizado para obtener estimadores consistentes en caso de interdependencia es el de Mínimos Cuadrados en 2 Etapas, MC2E, que consiste en utilizar el método de variables instrumentales para la estimación de los parámetros estructurales, de forma que consta de dos etapas: 1) Etapa de estimación de las variables instrumentales. 2) Etapa de estimación de los parámetros estructurales. En este método expresamos cada ecuación del sistema según la siguiente notación:

$$(12) \quad y = Y_1 \gamma_1 + X_1 \beta_1 + u$$

donde y es un vector columna de orden $T \cdot 1$ correspondiente a la variable endógena y_m despejada en la ecuación m^a ($m=1,2, \dots, M$). Y_1 es la submatriz de Y correspondiente a las columnas de las variables endógenas incluidas en el lado derecho de cada ecuación. X_1 es la submatriz de X correspondiente a las columnas de las variables predeterminadas incluidas en la ecuación. Los vectores de parámetros γ_1 y β_1 son, respectivamente, de orden $(M^*-1) \cdot 1$ y de orden $K^\Delta \cdot 1$ y contienen los parámetros de las variables incluidas en Y_1 y en X_1 .

La ecuación (12) puede expresarse de la siguiente forma:

$$(13) \quad y = Z \delta + u$$

donde $Z = (Y_1 \ X_1)$ y $\delta = \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \beta_1 \end{pmatrix}$

La estimación MC2E consiste en aplicar el método de Variables Instrumentales, VI, a la relación (13), utilizando como Z^* como instrumento de Z , de forma que el estimador MC2E del vector δ se calcula de la siguiente forma:

$$(14) \quad \delta = (Z^{*'}Z)^{-1} Z^{*'}y$$

$$(15) \quad Z^* = (Y_1 \ X_1); \quad \text{siendo } Y_1 = X P_{x1}; \quad P_{x1} = (X'X)^{-1} X'Y_1$$

La primera fase de la estimación consiste en estimar la forma reducida directa, aplicando MCO a las ecuaciones de la forma reducida y tomando las columnas correspondientes a las variables de Y_1 en la matriz P que es la matriz de estimadores MCO de Π , para formar la submatriz P_{x1} . Por ejemplo en la 1ª ecuación del sistema anterior esta submatriz estaría formada por las columnas 1ª, 3ª y 4ª de la matriz P .

Una vez calculada está matriz se procede en una segunda fase al cálculo de (14) para obtener estimadores consistentes de los parámetros estructurales de cada ecuación.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

En los programas econométricos la aplicación del método MC2E en el caso del ejemplo anterior la indicaríamos así:

1ª ecuación: TSLS y_1 c x_3 y_2 x_4 @ c x_2 x_3 x_4

2ª ecuación: TSLS y_2 c y_1 x_3 y_3 @ c x_2 x_3 x_4

3ª ecuación: TSLS y_1 y_1 x_2 y_2 @ c x_2 x_3 x_4

El indicador arroba, @, actúa de separador entre la lista de variables incluidas en la ecuación y la lista de variables predeterminadas incluidas en el sistema formado por las 3 ecuaciones, estén o no incluidas en la ecuación.

El ordenador nos proporciona entonces una salida con la estimación MC2E de cada ecuación, incluyendo los estimadores de las desviaciones típicas de los coeficientes estimados, medidas de la bondad del ajuste, estadísticos t, estadístico Durbin-Watson y otros indicadores, de forma similar a la que se obtiene al estimar un modelo uniecuacional.

La estimación por MC2E de modelos multiecuacionales no lineales y la predicción simultánea de las variables endógenas de un sistema no lineal requieren procedimientos iterativos tipo Gauss-Seidel y otros que están accesibles generalmente en los programas informáticos.

La presencia de autocorrelación en un modelos multiecuacional se tiene en cuenta aplicando MC2E generalizados de forma similar al caso uniecuacional.

La metodología econométrica nos permite por lo tanto estimar de forma consistente y predecir en diversas circunstancias, tanto con modelos interdependientes como recursivos y tanto si el sistema es lineal como si no, teniendo en cuenta además si las perturbaciones cumplen las hipótesis del modelo clásico o del modelo generalizado.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

En los modelos multiecuacionales en general se despeja una variable distinta en cada ecuación, pero en el caso de la estimación de modelos de oferta y demanda es frecuente que se despeje la misma variable endógena, la cantidad, en ambas ecuaciones, y que la otra variable endógena, el precio, se incluya en el lado derecho de ambas ecuaciones estructurales.

2.2. Aplicación a un modelo de oferta y demanda de la Agricultura en USA, Japón, Francia y España

Esta sección se basa en los resultados de la investigación realizada por Guisán y Expósito(2002) y (2004), y consiste en analizar la trayectoria de la Agricultura en 4 países de la OCDE: USA, Japón, Francia y España, mediante un modelo biecuacional entre la producción real agraria, QA, y el índice del precio relativo de la Agricultura, IPRA.

Los datos utilizados figuran en Guisán y Expósito(2002), y han sido calculados por las autoras a partir de diversas estadísticas de la OCDE. La definición de las variables es la siguiente:

QA = Valor añadido real de la Agricultura, desde la perspectiva de la producción, obtenido mediante el cociente del VAB monetario del sector y el deflactor de la Agricultura. Está expresado en millones de dólares de 1990 según Paridades de Poder de Compra.

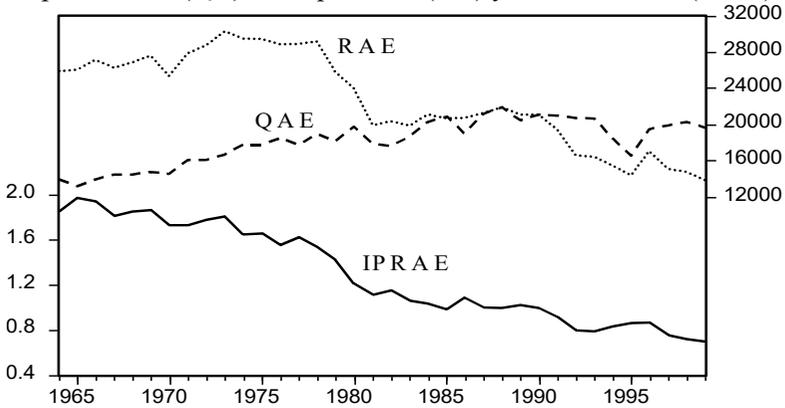
IPRA = precio relativo de la Agricultura, obtenido mediante el cociente entre el índice de precios de la Agricultura, IPA, y el índice general de precios del consumo, IPC. Estos índices se refieren a los precios interiores de cada país en moneda del propio país y todos ellos tienen base 1 en 1990.

Consideramos como indicador de renta de la Agricultura, RA, el Valor Añadido a precios corrientes dividido por el deflactor general del Consumo Privado, ya que refleja el poder adquisitivo de las rentas generadas en el sector agrario.

Los siguientes gráficos muestran la evolución de las variables IPRA, QA y RA, para los cuatro países de este estudio, de acuerdo con los datos del estudio de Guisan y Exposito(2002a), elaborados a partir de las estadísticas National Accounts de la OCDE. El eje de la izquierda corresponde al índice de precios relativos de la Agricultura, IPRA, con base 1990, y el de la derecha a las variables QA y RA que representan el valor añadido de este sector según los enfoques *producción* y *renta*, y están medidos en millones de dólares de 1990 según tipos de cambio.

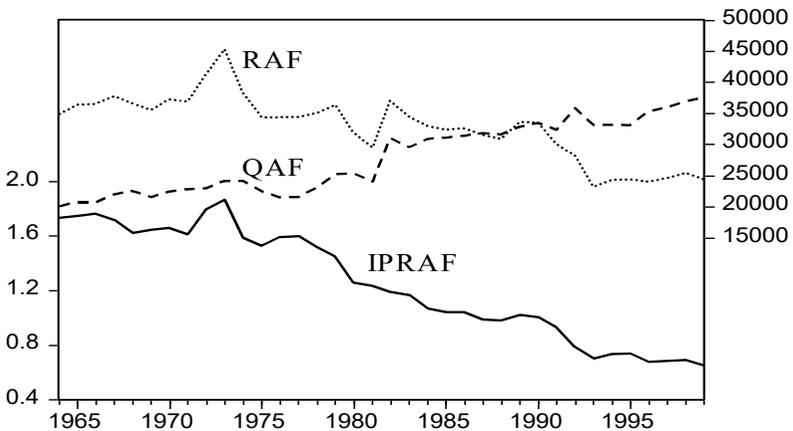
Estos datos ponen de manifiesto un importante incremento de la producción en algunos países, un descenso importante del precio relativo de la Agricultura en los cuatro países, y una caída o estancamiento de la renta real como consecuencia del descenso en los precios relativos

Gráfico 1. Evolución de la Agricultura en España (Valor Añadido enfoque producción (QA), enfoque renta (RA) y Precio Relativo (IPRA))



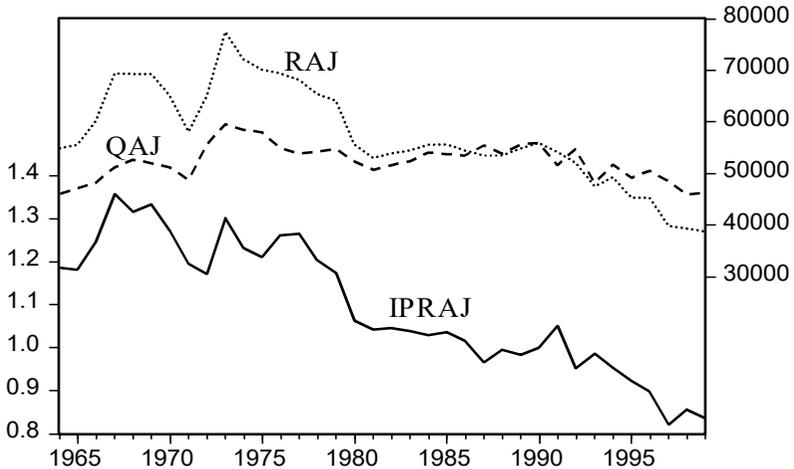
Fuente: Guisán y Expósito(2002) y (2004 a), a partir de datos de la OCDE

Gráfico 2. Evolución de la Agricultura en Francia (Valor Añadido enfoque producción (QA), enfoque renta (RA) y Precio Relativo (IPRA))



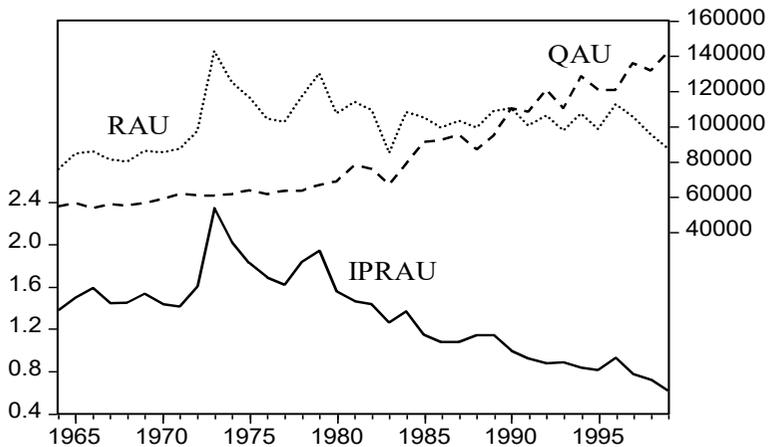
Fuente: Guisán y Expósito(2002) y (2004 a), a partir de datos de la OCDE

Gráfico 3. Evolución de la Agricultura en Japón (Valor Añadido enfoque producción (QA), enfoque renta (RA) y Precio Relativo (IPRA))



Fuente: Guisán y Expósito(2002) y (2004 a), a partir de datos de la OCDE

Gráfico 4. Evolución de la Agricultura en USA (Valor Añadido enfoque producción (QA), enfoque renta (RA) y Precio Relativo (IPRA))



Fuente: Guisán y Expósito(2002) y (2004 a), a partir de datos de la OCDE

Las tablas 1 y 2 presentan los resultados de la estimación por MCO de las ecuaciones de oferta y demanda. Posteriormente presentamos la estimación de las ecuaciones de oferta y demanda de un modelo con interdependencia mediante el método MC2E.

Tabla 1. Estimación MCO de la ecuación de producción por el lado de la oferta : LQA, 1967-99

País	D(lipra(-1))	D(lqa(-1))	D(lqna(-1))	lqa(-1)	R ²	DW
España	0.155 (0.72)	-0.171 (-0.89)	0.444 (0.91)	1.000 (434)	0.74	2.24
Francia	0.434 (2.18)	-0.301 (-1,85)	-0,538 (-0.85)	1.005 (444)	0.92	1.98
Japón	0.301 (1.62)	-0.295 (-1.66)	0.180 (0.69)	0.999 (705)	0.47	1.94
USA	-0.067 (-0.52)	-0.341 (-1.96)	0.790 (1.11)	1.001 (457)	0.95	2.20
Pool	0.106 (1.35)	-0.238 (-2.74)	0.108 (0.51)	1.002 (1102)	0.99	2.08

Fuente: Guisan y Exposito(2002). Lx significa logaritmo neperiano de la variable x, D(lx) significa incremento del logaritmo neperiano de x.

Tabla 2. Estimación MCO de la ecuación de precio por el lado de la demanda: LIPRA, 1967-99

País	D(lqa)	D(lqna)	Lipra(-1)	TI1	D73U	R ²	DW
España	-0.334 (-2.17)	0.956 (2.23)	0.962 (28.68)	-0.0006 (-3.39)		0.97	2.32
Francia	-0.121 (-0.84)	2.151 (4.05)	0.930 (30.51)	-0009 (-5.05)		0.92	1.97
Japón	-0.138 (-0.85)	0.763 (2.65)	0.839 (11.24)	-0.0004 (-2.78)		0.91	1.87
USA	-0.265 (-1.30)	2.012 (2.56)	0.985 (21.53)	-0.0010 (-2.90)	0.357 (4.02)	0.95	2.24
Pool	-0.281 (-3.30)	0.824 (4.61)	0.925 (49.57)	-0.0006 (-6.26)	0.390 (6.51)	0.96	2.07

Fuente: Guisan y Exposito(2002). Lx significa logaritmo neperiano de la variable x, D(lx) significa incremento del logaritmo neperiano de x.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

La bondad del ajuste fue más elevada en términos del porcentaje de la raíz del error cuadrático medio, %RECM, respecto al valor medio de la variable, en el caso de la ecuación de producción basada en el lado de la oferta, con porcentajes menores que 1 en todos los países para la variable LQA, y para la variable QA.

En el caso de la ecuación del índice de precios relativos de la Agricultura la bondad del ajuste en términos de %RECM no fue tan elevada como en el caso de la producción, y los porcentajes resultantes para la variable IPRA fueron 4.78% en España, 5.42% en Francia, 4.33 en Japón y 7.79% en USA. Para la variable LIPRA los porcentajes fueron muy elevados a pesar de ser bastante moderados para la variable IPRA.

Dado que se acepta la homogeneidad de parámetros entre los 4 países, no hay autocorrelación y la bondad del ajuste es bastante elevada, sobre todo para la producción, podemos considerar los resultados del pool bastante representativos, y proceder a contrastar la hipótesis de interdependencia mediante la estimación por MC2E. Hemos estimado la ecuación de demanda en dos versiones: con el precio despejado y con la producción despejada, tal como figuran en términos logarítmicos en las tablas 4 y 5.

Tabla 3. Estimación MC2E: ecuación de oferta para LQA 1967-99

Dependent Variable: LQA				
Method: Two-Stage Least Squares				
Included observations: 132				
Instrument list: LIPRA(-1) LIPRA(-2) LQA(-1) LQNA D83U				
D83F TI2				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LIPRA)	-0.068696	0.192447	-0.356961	0.7217
D(LIPRA(-1))	0.140510	0.085195	1.649266	0.1016
D(LQA(-1))	-0.120522	0.331913	-0.363113	0.7171
LQA(-1)	1.001584	0.000614	1630.936	0.0000
D83U	-0.147461	0.063437	-2.324535	0.0217
D83F	0.237112	0.061181	3.875591	0.0002
R-squared	0.991940	Mean dependent var		10.56455
Adjusted R-squared	0.991620	S.D. dependent var		0.607233
S.E. of regression	0.055586	Sum squared resid		0.389318
Durbin-Watson stat	2.157844			

Fuente: Guisán y Expósito (2002) y (2004 a)

Tabla 4. Estimación MC2E: ecuación de demanda para LIPRA, 1967-99

Dependent Variable: LIPRA				
Method: Two-Stage Least Squares				
Included observations: 132				
Instrument list: LQA(-1) LIPRA(-1) LQNA LQNA(-1) LQNA(-2) TI2				
DU83 DF83				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LQA)	0.077134	0.284875	0.270763	0.7870
D(LQNA)	0.810052	0.255958	3.164786	0.0019
LIPRA(-1)	0.941329	0.031821	29.58189	0.0000
D(LQA(-1))	-0.790615	0.420059	-1.882151	0.0621
TI2	-0.001759	0.000520	-3.381483	0.0010
R-squared	0.923202	Mean dependent var		0.148024
Adjusted R-squared	0.920784	S.D. dependent var		0.296243
S.E. of regression	0.083379	Sum squared resid		0.882911
Durbin-Watson stat	2.405245			

Fuente: Guisán y Expósito (2002) y (2004 a)

Tabla 5. Estimación MC2E: ecuación de demanda para LQA,1967-99

Dependent Variable: LQA90				
Method: Two-Stage Least Squares				
Included observations: 136				
Instrument list: LIPRAR LQA90R DLQNA D17 D19 D20 D21 D30				
D52 D65 D66 D67 D88 D99 D113 D134				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLIPRA	-1.060355	0.330143	-3.211799	0.0017
DLQNA	1.208953	0.405222	2.983437	0.0034
LQA(-1)	0.994724	0.002059	483.1981	0.0000
D19	-0.242470	0.083643	-2.898866	0.0044
D20	0.232946	0.081320	2.864574	0.0049
D67	0.200093	0.077346	2.586999	0.0108
D88	0.263905	0.076374	3.455425	0.0007
R-squared	0.985110	Mean dependent var		10.55649
Adjusted R-squared	0.984418	S.D. dependent var		0.607859
S.E. of regression	0.075878	Sum squared resid		0.742716
Durbin-Watson stat	1.971077			

Fuente: Guisán y Expósito (2002) y (2004 a)

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El efecto del incremento del precio resulta significativo y negativo en la ecuación 5, pero no en la ecuación 3, y puede ocurrir que el modelo sea en realidad recursivo en vez de interdependiente, ya que la cantidad ofrecida puede reaccionar ante las variaciones en el precio retardado mientras que la cantidad demandada reacciona más ante las variaciones del precio contemporáneo. En Guisán y Expósito(2004 a) se analiza este tema.

Si los coeficientes correspondientes a cada una de las variables endógenas en el método MC2E resultasen significativamente distintos de cero habría evidencia favorable a la hipótesis de interdependencia y además el test de causalidad de Hausman, que se analiza en el próximo capítulo, ayudaría a confirmar o no dicha interdependencia.

La disminución de las renta real de la Agricultura, consecuencia de un incremento de la oferta superior al de la demanda ha beneficiado a los consumidores pero ha provocado una disminución importantísima del empleo agrario, como se pone de manifiesto en el modelo de Guisán y Expósito(2002)

2.3. Modelos de oferta y demanda del PIB de USA

En esta sección comparamos la capacidad predictiva para el PIB real de USA de un modelo keynesiano, basado en el enfoque de demanda, y de un modelo de oferta basado en el enfoque de relaciones intersectoriales, en el que el PIB total es explicado como la suma de la producción manufacturera y no manufacturera, cuya estimación para USA se presenta aquí.

El modelo de oferta predice mejor que el de demanda tanto en el caso de la economía de USA como en otros países de distinto nivel de desarrollo, de acuerdo con las conclusiones de diversos estudios, como los siguientes: Guisán y Cancelo(2001) para los países de la OCDE, Guisán y Padrao(2001) para Portugal, Guisán y Martínez(2003) para Argentina, Guisán y Cardim(2004) para Brasil y Guisán y Expósito(2004) para China.

Modelo de demanda

Las ecuaciones de comportamiento, están expresadas en forma de modelos dinámicos mixtos. Los datos se han elaborado para el período 1965-1998 a partir de las National Accounts Statistics de la OCDE, expresando las variables en miles de millones de dólares a precios de 1990, y se presentan en el Anexo 1 de esta sección.

Las variables endógenas son las siguientes: 1) C90 = Consumo Privado; 2) IS90 = Inversión = Formación Bruta de Capital, que incluye la Formación Bruta de Capital Fijo, FBC, y la Variación de Stocks, VS; 3) CE90 = *Compensation of Employees*, es decir salarios; 4) RFD = Renta Familiar Disponible; 5) SUR= *surplus*, que es el Excedente Neto de Explotación, y 6) PIB90 = Producto Interior Bruto. Además de estas 6 variables el modelo incluye otras 3 variables endógenas corrientes que son los incrementos de RFD, SUR90 y PIB90

En el modelo hay además 10 variables predeterminadas, de las cuales 6 son endógenas retardadas y 4 exógenas. Las variables exógenas son: Z1, que es la diferencia entre la renta familiar disponible y la remuneración de asalariados, Z2 que corresponde a los impuestos indirectos netos, G90 que es el Consumo Público y SAL90 que es el saldo del comercio exterior, o diferencia entre las exportaciones, EXP90, y las importaciones, IMP90.

Las ecuaciones del modelo de demanda son las siguientes:

- (1) $C90 = f(D(RFD90), C90(-1))$
- (2) $IS90 = f(D(SUR90), IS90(-1))$
- (3) $CE90 = F(D(PIB90), CE90(-1))$
- (4) $RFD90 = CE90 + Z1$
- (5) $SUR90 = PIB90 - CE90 - Z2$
- (6) $D(RFD90) = RFD90 - RFD90(-1)$

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

$$(7) \quad D(\text{SUR90}) = \text{SUR90} - \text{SUR90}(-1)$$

$$(8) \quad D(\text{PIB90}) = \text{PIB90} - \text{PIB90}(-1)$$

$$(9) \quad \text{PIB90} = \text{C90} + \text{IS90} + \text{G90} + \text{SAL90}$$

La relación (9) expresa a PIB90 como variable despejada en la identidad que relaciona a la oferta agregada con la demanda agregada.

Ecuación 1.1, modelo de demanda: Estimación MC2E del Consumo

Dependent Variable: C90. Method: Two-Stage Least Squares				
Sample: 1965 1998. Included observations: 34				
Instrument list: C90(-1) IS90(-1) RFD90(-1) SUR90(-1) PIB90(-1)				
Z1 Z1 G90 SAL90				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(RFD90)	0.269853	0.121925	2.213270	0.0341
C90(-1)	1.021560	0.004904	208.3077	0.0000
R-squared	0.997572	Mean dependent var		2949.899
Adjusted R-squared	0.997496	S.D. dependent var		839.5620
S.E. of regression	42.00911	Sum squared resid		56472.50
Durbin-Watson stat	1.107106			

Fuente: Elaboración propia. Nota: La estimación de la ecuación de Consumo se presenta en dos versiones: por MC2E y MCG2E.

Ecuación 1.1, modelo de demanda: Estimación MCG2E del Consumo

Dependent Variable: C90. Method: Two-Stage Least Squares				
Sample(adjusted): 1966 1998. Included observations: 33				
Convergence achieved after 6 iterations				
Instrument list: C90(-1) IS90(-1) RFD90(-1) SUR90(-1) PIB90(-1)				
Z1 Z1 G90 SAL90				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(RFD90)	0.242254	0.092279	2.625224	0.0135
C90(-1)	1.022641	0.005157	198.2972	0.0000
AR(1)	0.441806	0.168985	2.614465	0.0138
R-squared	0.997904	Mean dependent var		2988.859
Adjusted R-squared	0.997764	S.D. dependent var		820.7735
S.E. of regression	38.80770	Sum squared resid		45181.12
Durbin-Watson stat	1.683449			
Inverted AR Roots	.44			

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2, modelo de demanda: Estimación MC2E de la Inversión

Dependent Variable: IS90				
Method: Two-Stage Least Squares				
Sample: 1965 1998				
Included observations: 34				
Instrument list: C90(-1) IS90(-1) RFD90(-1) SUR90(-1) PIB90(-1)				
Z1 Z1 G90 SAL90				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(SUR90)	1.063651	0.201568	5.276872	0.0000
IS90(-1)	1.012808	0.011726	86.37473	0.0000
R-squared	0.971681	Mean dependent var		844.2878
Adjusted R-squared	0.970796	S.D. dependent var		278.4261
S.E. of regression	47.58104	Sum squared resid		72446.56
Durbin-Watson stat	1.733262			

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 3, modelo de demanda. Estimación MC2E de la Remuneración de Asalariados

Dependent Variable: CE90				
Method: Two-Stage Least Squares				
Sample: 1965 1998				
Included observations: 34				
Instrument list: C90(-1) IS90(-1) RFD90(-1) SUR90(-1) PIB90(-1)				
Z1 Z1 G90 SAL90				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB90)	0.578103	0.068916	8.388526	0.0000
CE90(-1)	1.001324	0.003801	263.4428	0.0000
R-squared	0.998305	Mean dependent var		2736.926
Adjusted R-squared	0.998252	S.D. dependent var		703.8217
S.E. of regression	29.42648	Sum squared resid		27709.36
Durbin-Watson stat	1.656998			

Fuente: Elaboración propia.

Una vez estimado este modelo utilizamos los estimadores de los parámetros de MC2E para construir las matrices de parámetros estructurales estimadas y obtener a partir de la fórmula correspondiente los estimadores de los parámetros de la forma reducida, los cuales figuran en el Anexo 2 de esta

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

sección. El orden de las variables endógenas es el que figura en las ecuaciones (1) a (9) y el orden de las predeterminadas es el que figura en la lista de instrumentos de las ecuaciones estimadas por MC2E.

La predicción de cada una de las variables endógenas del modelo puede realizarse en este caso, por tratarse de un modelo lineal, mediante la forma reducida deducida, multiplicando los elementos de la columna correspondiente de la matriz Π estimada por los valores de las variables predeterminadas en los años del período de predicción.

Modelo de Oferta

Las ecuaciones 1 a 3 son similares a las del modelo de demanda pero ahora se estiman como modelos uniecuacionales pues no hay problema de interdependencia, ya que este modelo multiecuacional es recursivo y en él los estimadores MCO proporcionan estimadores consistentes.

Las identidades 4 a 8 son iguales a las del modelo de demanda.

La ecuación 9 es una identidad que expresa al PIB por el lado de la oferta, como la suma del PIB manufacturero, QM y el PIB no manufacturero, QNM:

$$(9) \quad \text{PIB90} = \text{QM90} + \text{QNM90}$$

Por último la ecuación (10) es una ecuación de comportamiento para QNM, mediante un modelo dinámico mixto que relaciona el valor de esta variable con su valor retardado y con los incrementos de QM, de las exportaciones y de las importaciones:

$$(10) \quad \text{QNM90} = f(\text{D}(\text{QM90}), \text{D}(\text{IMP90}), \text{D}(\text{EXP90}), \text{QNM90}(-1))$$

Los datos de QM figuran en Guisan(2004) y corresponden al Valor Añadido real del sector manufacturero según las estadísticas de la OCDE según el enfoque producción, es decir deflactando dicha variable con el índice de precios del propio sector. Un análisis comparativo interesante de la Producción Total, el Valor Añadido, el Consumo y el Comercio Exterior de los sectores manufactureros en Alemania, España, Japón y USA se realiza en Guisán(2002).

Ecuación 1, modelo de oferta: Estimación MCO del Consumo

Dependent Variable: C90				
Method: Least Squares				
Sample: 1965 1998				
Included observations: 34				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(RFD90)	0.309360	0.110860	2.790561	0.0088
C90(-1)	1.020178	0.004569	223.2691	0.0000
R-squared	0.997582	Mean dependent var		2949.899
Adjusted R-squared	0.997506	S.D. dependent var		839.5620
S.E. of regression	41.92600	Akaike info criterion		10.36671
Sum squared resid	56249.26	Schwarz criterion		10.45650
Log likelihood	-174.2341	Durbin-Watson stat		1.136446

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación del Consumo presentó autocorrelación y se estimó también por Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

Ecuación 1, modelo de oferta: Estimación MCG del Consumo

Dependent Variable: C90				
Method: Least Squares				
Sample(adjusted): 1966 1998				
Included observations: 33 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 6 iterations				
Variable	Coefficient t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(RFD90)	0.257326	0.088059	2.922190	0.0065
C90(-1)	1.022099	0.005042	202.7283	0.0000
AR(1)	0.438665	0.169243	2.591928	0.0146
R-squared	0.997906	Mean dependent var		2988.859
Adjusted R-squared	0.997767	S.D. dependent var		820.7735
S.E. of regression	38.78831	Akaike info criterion		10.24062
Sum squared resid	45135.98	Schwarz criterion		10.37667
Log likelihood	-165.9703	Durbin-Watson stat		1.692907
Inverted AR Roots	.44			

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 2, modelo de oferta: Estimación MCO de la Inversión

Dependent Variable: IS90				
Method: Least Squares				
Sample: 1965 1998				
Included observations: 34				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(SUR90)	0.987361	0.161497	6.113794	0.0000
IS90(-1)	1.015324	0.011001	92.29055	0.0000
R-squared	0.971877	Mean dependent var		844.2878
Adjusted R-squared	0.970998	S.D. dependent var		278.4261
S.E. of regression	47.41599	Akaike info criterion		10.61282
Sum squared resid	71944.84	Schwarz criterion		10.70260
Log likelihood	-178.4179	Durbin-Watson stat		1.704402

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 3, modelo de oferta: Estimación MCO de la Remuneración de Asalariados

Dependent Variable: CE90				
Method: Least Squares				
Sample: 1965 1998				
Included observations: 34				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB90)	0.566402	0.057974	9.769978	0.0000
CE90(-1)	1.001890	0.003344	299.5676	0.0000
R-squared	0.998307	Mean dependent var		2736.926
Adjusted R-squared	0.998254	S.D. dependent var		703.8217
S.E. of regression	29.40776	Akaike info criterion		9.657417
Sum squared resid	27674.13	Schwarz criterion		9.747203
Log likelihood	-162.1761	Durbin-Watson stat		1.639583

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 10. Estimación MCO de la producción no manufacturera

Dependent Variable: QNM90				
Method: Least Squares				
Sample: 1965 1998				
Included observations: 34				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(QM90)	0.794097	0.214800	3.696922	0.0009
D(IMP90)	0.755009	0.227443	3.319559	0.0024
D(EXP90)	-0.320364	0.251918	-1.271698	0.2133
QNM90(-1)	1.017383	0.002743	370.8503	0.0000
R-squared	0.998778	Mean dependent var		3651.125
Adjusted R-squared	0.998656	S.D. dependent var		948.5406
S.E. of regression	34.77442	Akaike info criterion		10.04577
Sum squared resid	36277.80	Schwarz criterion		10.22534
Log likelihood	-166.7781	Durbin-Watson stat		1.747407

Fuente: Elaboración propia.

Observamos una bondad del ajuste muy elevada en la estimación de todas las ecuaciones y es destacable la alta bondad del ajuste de la ecuación 10.

Este modelo se completaría, en una versión más amplia con una ecuación explicativa para QM90, y otras ecuaciones, para lo cual podríamos seguir el enfoque del capítulo 4, en el que tenemos en cuenta elementos de la oferta y la demanda, entre los que interviene el propio PIB retardado. Si la relación es retardada no existe interdependencia entre las variables QM y PIB mientras que si fuese contemporánea habría que estimar teniendo en cuenta dicha interdependencia.

Predicción de PIB90 y capacidad predictiva

En el modelo de demanda, por tratarse de un sistema lineal con interdependencia, la predicción del valor del PIB se realiza mediante la ecuación de la forma reducida para PIB90, o mediante la instrucción SOLVE. El valor de PIB90 estimado es la suma del producto de cada elemento de la última columna de P por la correspondiente variable predeterminada, en el

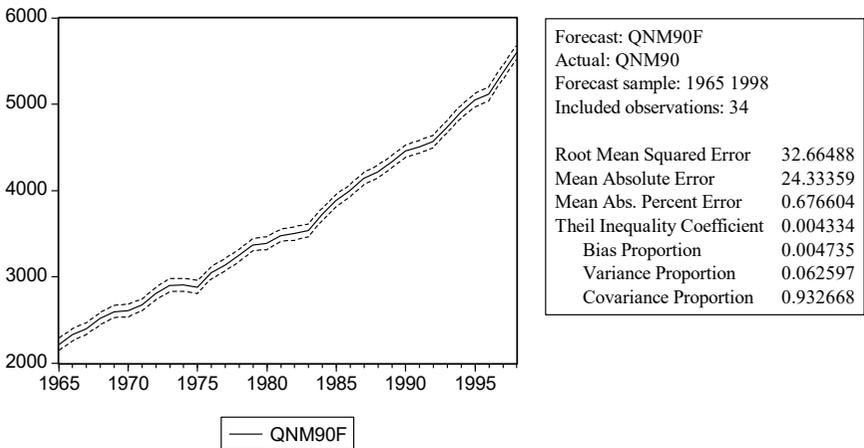
Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

mismo orden que figuran en la lista de instrumentos, después del signo @ en las ecuaciones estimadas por MC2E.

En el modelo de oferta, por tratarse de un sistema recursivo la predicción del PIB se realiza mediante la ecuación 9 del modelo de oferta, una vez estimado el valor de QNM mediante la ecuación 10.

La estimación de QNM proporciona una elevada bondad del ajuste con un porcentaje del error absoluto medio de sólo 0.67% en el período muestral como se ve en el siguiente gráfico.

Gráfico 5. Bondad del ajuste de la ecuación (10) para QNM90 de USA



La tabla siguiente presenta las predicciones estática, designada con la terminación F1 y dinámica, con la terminación F2, correspondientes a los modelos de demanda, D, y de oferta, S, y el gráfico presenta los valores reales y previstos de PIB90.

Las predicciones estáticas son predicciones ex-post en las que se considera que los verdaderos valores de las variables predeterminadas son conocidos, mientras que las predicciones dinámicas son predicciones ex-ante en las que se considera que los verdaderos valores de las variables endógenas

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

retardadas sólo son conocidos para el primer año de la predicción y son los estimados por el propio modelo para los años siguientes.

Predicciones estática y dinámica de Oferta y Demanda

Variable	1999	2000	2001
QNM90	5821	6027	6138
QNM90F1S	5844	6087	6044
QNM90F2S	5844	6110	6128
PIB90F1S	7301	7613	7479
PIB90F2S	7301	7636	7563
PIB90F1D	7166	7490	7749
PIB90F2D	7166	7355	7547
PIB90	7278	7553	7573

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de las predicciones dinámicas

El porcentaje de la raíz del error cuadrático medio, %RECM, con el modelo de oferta resulta durante el período de predicción, 1999-2001, igual a 0.6695%, muy similar, e incluso ligeramente menor, a su valor en el período muestral, 1965-98.

El %RECM del modelo de demanda durante el período de predicción resulta igual a 1.7675%, lo que indica una buena capacidad predictiva pero peor que la del modelo de oferta,

La comparación de los enfoques de oferta y demanda en USA coincide con los resultados obtenidos en otros países, en el sentido de que en general el lado de la oferta, determinado en gran medida por la producción industrial, es el que muestra una mayor incidencia en el crecimiento económico, mientras que el lado de la demanda en general se adapta a las posibilidades de expansión real que permite la oferta.

En el crecimiento económico, como hemos comentado en el capítulo 1, son importantes tanto la oferta como la demanda, el problema es que con frecuencia es más difícil desarrollar políticas que dinamicen el lado de la oferta que las que dinamizan la demanda.

Dada la importancia que tiene la relación 10 del modelo de oferta para explicar el crecimiento económico, presentamos a continuación la estimación de dicha relación para todo el período 1967-2001, que figura en Guisán(2004 b), y comentamos los resultados.

Estimación de la ecuación 10 del modelo de oferta en 1965-2001

Dependent Variable: QNM90				
Method: Least Squares				
Sample: 1965 2001				
Included observations: 37				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(QM90)	0.752426	0.203149	3.703815	0.0008
D(IMP90)	0.597799	0.192720	3.101902	0.0039
D(EXP90)	-0.507500	0.232687	-2.181038	0.0364
QNM90(-1)	1.021066	0.002256	452.6004	0.0000
R-squared	0.999046	Mean dependent var		3841.203
Adjusted R-squared	0.998959	S.D. dependent var		1116.706
S.E. of regression	36.02684	Akaike info criterion		10.10821
Sum squared resid	42831.78	Schwarz criterion		10.28236
Log likelihood	-183.0019	Durbin-Watson stat		1.797746

La ampliación de la muestra al período 1965-2001 ocasiona una disminución en el estimador del coeficiente de las Importaciones, lo que podría indicar un incremento de importaciones destinadas directamente al consumo en mayor medida que los destinados al incremento de la producción de bienes y servicios.

En el capítulo 4 presentamos modelos explicativos de la producción manufacturera y del comercio exterior, incluyendo una referencia a los estudios de Cancelo(2001) y de Guisán y Cancelo(2002), entre otros.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

2.4. Referencias bibliográficas

CANCELO, M.T.(2001).”Productividad industrial y comercio exterior en la Unión Europea”. *Regional and Sectoral Economic Studies*, Vol. 1-2, pp.43-68.¹

GUI SAN. M.C. (1997). *Econometria*. McGrawHill Interamericana, Madrid.

GUI SÁN, M.C., (2001). “Relaciones causales y modelos dinámicos”. Capítulo 2 del libro de Guisán et al. “*Crecimiento económico en los países de la OCDE I*. Serie Estudios Económicos, nº 4, de la AHG. Distribuye Mundi-Prensa, Madrid.

GUI SÁN, M.C.(2002). “La industria en España y en la OCDE, 1960-2000”. *Regional and Sectoral Economic Studies*, Vol. 2-2, pp. 85-100.¹

GUI SAN, M.C.(2004). “The Impact of Manufacturing on Economic Growth: Intersectoral Relations and Causality in an International Perspective”. Documento de la serie *Economic Development* nº 78.¹

GUI SAN, M.C. y CANCELO, M.T. (2002). “Econometric Models of Foreign Trade in OECD Countries”. *Applied Econometrics and International Development*. Vol. 2-2, pp. 65-81.¹

GUI SÁN, M.C. y CARDIM-BARATA, S.(2004). “Industria e Comercio Externo na Economía do Brasil, 1960-2000”. Documentos *Economic Development* nº 73, disponible en internet.¹

GUI SAN, M.C. y EXPOSITO, P.(2002). “Econometric Models of Agriculture in OECD Countries: Production, Income, and Agrarian Employment in Spain, France, Japan, and the USA, 1965-99”. Documento nº 60 de la serie *Economic Development* editada por la Asociación Euro-Americana de Estudios de Desarrollo Económico.

GUI SAN, M.C. y EXPOSITO, P.(2004 a). “Econometric Models of Demand and Supply of Agriculture in Spain, France, Japan and the USA, 1964-99: An Analysis of Interdependence”. Documento nº 75 de la serie *Economic*

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Development editada por la Asociación Euro-Americana de Estudios de Desarrollo Económico.

GUISAN, M.C. y EXPOSITO, P.(2004 b). Economic Growth in China: An econometric model of intersector relations and foreign trade. Documento de la serie *Economic Development* n° 76, disponible en internet.¹

GUISAN, M.C. y MARTINEZ, C. (2003). Education, Industrial Development and Foreign Trade in Argentina: Econometric Models and International Comparisons. Documentos *Economic Development* n° 67, disponible en internet.¹

GUISÁN, M.C. y PADRAO, R.(2001). Evolución de la economía portuguesa 1946-2002: crecimiento, salarios y empleo. Documentos *Economic Development* n° 69, disponible en internet.¹

OCDE. National Account Statistics. Varios años. OCDE, Paris.

¹ Documentos y artículos disponibles en:
<http://www.usc.gal/economet/econometria.htm>

Anexos al Capítulo 2.

El Anexo 1 incluye datos de las variables del modelo de Demanda de Estados Unidos, en el período 1964-2021. El Anexo 2 incluye las matrices estimadas de parámetros estructurales de dicho modelo de Demanda . El Anexo 3 incluye la tabla A2, con los datos de las variables del modelo de Oferta que no están en la tabla A1.

Anexo 1. Datos del modelo de demanda en Estados Unidos.

Tabla A2.1. Variables del modelo de Demanda del PIB de USA

Año	C90	RFD90	IS90	SUR90	PIB90	Z1	Z2	G90	SAL90
1964	1572	1674	488	742	2641	235	460	564	-1
1965	1664	1772	537	768	2789	250	500	574	-10
1966	1759	1906	566	702	2942	263	597	632	-24
1967	1812	1986	556	692	3026	264	612	679	-32
1968	1907	2066	584	700	3148	244	626	693	-47
1969	1977	2127	602	683	3233	201	624	693	-53
1970	2021	2214	554	627	3224	245	629	686	-45
1971	2089	2290	610	665	3315	286	645	662	-54
1972	2208	2382	650	715	3471	252	627	671	-61
1973	2309	2546	714	769	3648	289	621	665	-38
1974	2289	2519	664	684	3622	272	690	684	-6
1975	2335	2569	558	693	3587	355	680	691	28
1976	2459	2655	637	737	3759	325	692	698	-9
1977	2557	2736	726	788	3929	313	718	707	-32
1978	2662	2847	796	844	4120	282	711	716	-33
1979	2721	2905	799	829	4222	262	750	734	-11
1980	2715	2898	720	757	4205	271	823	753	34
1981	2749	2952	768	792	4298	294	847	766	23
1982	2775	3112	666	735	4205	461	819	784	-10
1983	2899	3185	729	798	4357	498	871	801	-70
1984	3042	3387	905	952	4647	552	860	830	-144
1985	3176	3474	902	986	4793	546	880	871	-172
1986	3295	3591	894	985	4926	568	918	914	-184
1987	3390	3624	908	1032	5078	519	941	950	-177
1988	3519	3762	925	1080	5279	531	968	964	-134
1989	3592	3828	965	1092	5422	556	1059	962	-101
1990	3648	4166	943	1169	5490	852	1007	979	-80
1991	3639	4184	878	1125	5465	888	1044	993	-39
1992	3747	4320	936	1130	5600	939	1089	983	-46
1993	3879	4407	1055	1191	5791	931	1124	975	-86
1994	4014	4527	1202	1283	6027	922	1139	966	-121
1995	4135	4636	1242	1354	6190	948	1147	965	-111
1996	4266	4734	1344	1432	6413	956	1202	972	-125
1997	4418	4868	1502	1490	6700	946	1288	985	-152
1998	4630	5131	1665	1552	6989	969	1274	1000	-266
1999	4859	5265	1780	1603	7278	911	1321	1031	-372
2000	5070	5503	1880	1655	7553	924	1319	1062	-458
2001	5195	5608	1714	1664	7573	1000	1301	1103	-474

Fuente: Elaboración basada en OCDE. National Accounts Statistics. Millones \$90.

Anexo 2. Matrices de parámetros estimados del modelo de demanda

$$\Gamma = \begin{pmatrix} -1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 \\ 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 \\ 0.000 & 0.000 & -1.000 & 1.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.270 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 1.060 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.560 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 & -1.000 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 1.020 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 1.010 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 1.002 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & -1.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 1.000 \end{pmatrix}$$

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

$$\Pi = -B * \Gamma^{-1} = \begin{pmatrix} 1.42 & 1.24 & 1.49 & 1.49 & 1.17 & 1.49 & 1.17 & 2.67 & 2.67 \\ 0.40 & 2.24 & 1.48 & 1.48 & 1.16 & 1.48 & 1.16 & 2.64 & 2.64 \\ -0.04 & -2.03 & -0.16 & -0.16 & -1.91 & -0.16 & -1.91 & -2.07 & -2.07 \\ 0.38 & 0.33 & 0.40 & 1.40 & 0.31 & 1.40 & 0.31 & 0.71 & 0.71 \\ -0.42 & -2.35 & -1.55 & -1.55 & -2.22 & -1.55 & -2.22 & -2.77 & -2.77 \\ -0.38 & -0.33 & -0.40 & -0.40 & -0.31 & -1.40 & -0.31 & -0.71 & -0.71 \\ -0.42 & -2.35 & -1.55 & -1.55 & -1.22 & -1.55 & -2.22 & -2.77 & -2.77 \\ 0.02 & 1.13 & 0.09 & 0.09 & 1.07 & 0.09 & 1.07 & 0.16 & 1.16 \\ 0.40 & 1.22 & 1.46 & 1.46 & 1.15 & 1.46 & 1.15 & 2.62 & 2.62 \\ 0.40 & 1.22 & 1.46 & 1.46 & 1.15 & 1.46 & 1.15 & 2.62 & 2.62 \end{pmatrix}$$

El orden de las columnas es el de las variables de las ecuaciones (1) a (9) y el de las filas el de la lista de instrumentos de la estimación por MC2E. Son las matrices de estimadores de los parámetros de la forma estructural y de la forma reducida.

Anexo 3. Datos de las variables, del modelo de oferta del PIB de Estados Unidos en el período 1964-2021, no incluidas en la tabla A1.

Tabla A2.2. Variables del modelo de Oferta del PIB de USA

	qm 90	qnm 90	imp 90	exp 90	qmh 90	qnmh 90	mh 90	xh 90
1964	506.2	2135.2	134.0	133.0	2.638	11.127	0.698	0.693
1965	551.2	2238.1	146.6	136.7	2.837	11.518	0.754	0.704
1966	593.9	2348.2	170.1	146.3	3.022	11.946	0.865	0.744
1967	592.7	2433.3	182.8	150.8	2.983	12.245	0.920	0.759
1968	622.9	2525.2	210.2	163.5	3.103	12.582	1.047	0.815
1969	644.5	2588.5	224.1	171.5	3.180	12.772	1.106	0.846
1970	610.0	2614.1	231.8	186.4	2.975	12.749	1.130	0.909
1971	620.1	2694.8	242.4	188.8	2.986	12.977	1.167	0.909
1972	678.0	2793.4	266.4	204.9	3.230	13.308	1.269	0.976
1973	755.2	2892.7	278.1	240.4	3.564	13.651	1.312	1.134
1974	725.3	2897.0	269.4	263.7	3.391	13.547	1.260	1.233
1975	671.0	2915.6	235.3	262.8	3.107	13.500	1.089	1.217
1976	732.5	3026.9	279.8	270.9	3.359	13.883	1.283	1.242
1977	780.4	3149.0	306.7	274.6	3.543	14.298	1.393	1.247
1978	822.7	3296.8	334.0	300.9	3.696	14.811	1.501	1.352

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

1979	848.5	3373.7	338.4	327.5	3.770	14.990	1.504	1.455
1980	814.6	3390.8	323.3	357.8	3.576	14.888	1.419	1.571
1981	833.0	3464.9	339.7	362.5	3.622	15.067	1.477	1.576
1982	786.8	3418.3	339.4	329.4	3.389	14.722	1.462	1.419
1983	811.3	3545.4	382.5	312.7	3.462	15.130	1.632	1.334
1984	875.3	3771.6	476.1	332.6	3.703	15.955	2.014	1.407
1985	898.5	3894.8	509.1	336.8	3.767	16.330	2.135	1.412
1986	916.8	4009.7	542.9	359.4	3.809	16.660	2.256	1.493
1987	974.9	4103.5	571.2	394.6	4.015	16.898	2.352	1.625
1988	1028.0	4250.6	591.1	456.7	4.195	17.345	2.412	1.864
1989	1039.0	4383.4	609.7	508.6	4.200	17.719	2.465	2.056
1990	1032.1	4457.5	628.6	548.2	4.125	17.817	2.513	2.191
1991	1013.0	4451.7	620.3	581.3	3.996	17.559	2.447	2.293
1992	1029.1	4571.0	665.2	619.1	4.005	17.791	2.589	2.410
1993	1081.0	4709.8	725.3	638.8	4.153	18.095	2.787	2.454
1994	1160.9	4866.2	816.9	695.8	4.407	18.471	3.101	2.641
1995	1236.8	4953.0	902.3	791.5	4.639	18.579	3.385	2.969
1996	1266.9	5146.0	1012.9	888.1	4.697	19.080	3.755	3.293
1997	1335.4	5364.3	1153.6	1001.7	4.892	19.653	4.226	3.670
1998	1390.4	5598.6	1287.6	1023.1	5.035	20.273	4.663	3.705
1999	1457.4	5821.1	1435.5	1057.6	5.217	20.840	5.139	3.786
2000	1526.2	6027.3	1624.2	1160.5	5.409	21.361	5.756	4.113
2001	1434.7	6137.9	1580.1	1098.2	5.034	21.539	5.545	3.854

Nota: Valor Añadido real Manufacturero y No Manufacturero (QM90 y QNM90), Importaciones y Exportaciones (IMP90 y EXP90), en miles de millones de Dólares de 1990. Las 4 últimas columnas corresponden a los valores por habitante, de estas variables, expresados en miles de Dólares a precios constantes de 1990. El punto es indicador decimal. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE.

La producción manufacturera por habitante, a precios constantes, ha pasado en Estados Unidos, de un valor de 2638 Dólares en 1963 a 5034 en el año 2001. Este importante incremento de la industria manufacturera ha contribuido de forma importante al incremento de la producción no manufacturera por habitante, la cual ha pasado de 11127 Dólares en 1964 a 21539 en el año 2001.

El comercio exterior experimentó un crecimiento moderado en 1964-1982 con un incremento de menos de 800 Dólares per cápita, tanto en Importaciones como en Exportaciones. El incremento fue mucho mayor en los 18 años siguientes, con incrementos de más de 4000 en Importaciones per cápita y de casi 3000 en Exportaciones per cápita, en el período 1982-2000.

CAPÍTULO 3

RELACIONES DE CAUSALIDAD ENTRE CONSUMO Y PIB

María-Carmen GUISÁN *

3.1 Análisis de cointegración entre el Consumo y el PIB en 25 países

Durante la última década del siglo veinte y primeros años del siglo veintiuno la teoría de la cointegración alcanzó un alto grado de utilización en los estudios econométricos. Dicha teoría trataba de determinar con un simple test estadístico, la distinción entre relaciones causales y no causales en economía. Sin embargo la aplicación de esta metodología presenta numerosas limitaciones y problemas que se describen con detalle en los trabajos de Guisán(2001) y (2002).

En esta sección presentamos una síntesis de dichos estudios. En primer lugar definimos los tests DF, ADF y EG, mencionamos otros contrastes, y presentamos una síntesis de los problemas que ha presentado la aplicación de estos tests al análisis de una importante relación causal en economía, como es la existente entre el Consumo y el PIB. Suponemos que los lectores poseen un nivel de conocimientos generales de Econometría en los temas presentados en Guisán(1997) o en otros libros de nivel similar.

Test DF

Dickey y Fuller(1976) desarrollaron contrastes de raíces unitarias en el contexto de modelos univariantes de series temporales para analizar la estacionariedad de los procesos estocásticos. planteamiento es el siguiente:

$$(1) \quad z_t = a_1 z_{t-1} + v_t$$

Si $0 < a_1 < 1$ la variable z_t estará autocorrelacionada pero será estacionaria, mientras que si a_1 es igual a uno, o mayor que la unidad, z_t será no estacionaria y su varianza podría crecer, según estos autores de forma explosiva.

* María-Carmen Guisán, Ha sido Catedrática de Econometría en 1987-2017 y Profesora Ad Honorem en 2017-2022, en la universidad de Santiago de Compostela (España). <https://www.usc.gal/economet/guisan.htm>

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

La realidad es que también hay casos en que se observa un ligero crecimiento de la varianza durante un período de tiempo y después el parámetro cambia y la situación se estabiliza y por lo tanto no siempre son explosivos dichos crecimientos.

El test DF, o test de Dickey y Fuller, es un contraste de la hipótesis $H_0: a_1 = 1$ frente a la alternativa $H_1: a_1 < 1$, en un proceso AR(1), y para realizarlo se utiliza la relación (2) obtenida al aplicar primeras diferencias en (1):

$$(2) \quad D z_t = d_1 z_{t-1} + u_t;$$

donde $D z_t = z_t - z_{t-1}$, $d_1 = (a_1 - 1)$ y el parámetro d_1 tomará valores en el intervalo comprendido entre 2 y cero: $-2 < d_1 < 0$, si el valor absoluto del parámetro a_1 es menor que la unidad: $-1 < a_1 < 1$.

El test DF consiste en contrastar la hipótesis nula $H_0: d_1 = 0$ (raíz unitaria y no estacionariedad) frente a la hipótesis alternativa $H_1: d_1 < 0$ (raíz no unitaria, a_1 menor que 1 y aceptación de la estacionariedad).

El test consiste en calcular el estadístico t:

$$(3) \quad t = (d_1 - 0) / s_{d_1}$$

obtenido al tipificar el estimador d_1 , restándole el valor esperado bajo H_0 y dividiendo por su desviación típica.

La *hipótesis nula*, H_0 : *no estacionariedad* de la perturbación, se acepta si t toma un valor situado a la derecha del valor crítico correspondiente al nivel de significación establecido (las tablas proporcionan generalmente los valores críticos, que son negativos, para niveles de significación del 1%, 5% y 10%, siendo el 5% el más utilizado en la práctica) y se rechaza si toma un valor menor que el valor crítico.

La *hipótesis alternativa*, H_1 : *estacionariedad* se acepta por lo tanto si t es < 0 y suficientemente grande en valor absoluto para situarse a la izquierda del valor crítico.

Este test se denomina también contraste de *raíz unitaria* refiriéndose a que se está contrastando el valor unitario de la raíz de la ecuación de primer grado formada por el polinomio autorregresivo de (1) igualado a cero.

La raíz de dicho polinomio es $1/a_1$ y por lo tanto contrastar la existencia de raíz unitaria es equivalente a contrastar el valor unitario tanto de a_1 como de su inverso. Si $a_1 < 1$ implica que la raíz de la ecuación es mayor que la unidad y

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

si $a_1 > 1$ implica que la raíz de la ecuación es menor que la unidad. Por ello se dice que en un proceso AR(1) la condición de estacionariedad es que la raíz del polinomio esté fuera del círculo unitario.

Si el valor de la t es próximo a cero existe, en principio, evidencia a favor de la existencia de raíz unitaria y de la no estacionariedad de z . Si el valor de t es positivo y alejado de cero existe evidencia a favor de valor de a_1 mayor que la unidad y por lo tanto también en contra de la estacionariedad.

En caso de estacionariedad a_1 puede oscilar entre -1 y 0 , o entre 0 y 1 , sin llegar a ser igual a 1 en valor absoluto, y d_1 estará comprendido entre -2 y -1 en el primer caso, y entre -1 y 0 en el segundo, sin llegar a ser igual a cero. Así el intervalo de valores posibles de d_1 compatibles con la estacionariedad es $-2 < d < 0$.

Pueden producirse situaciones de incertidumbre en las que el valor de t sea negativo, pero esté a la derecha del valor crítico del test, y exista un intervalo de confianza para el parámetro d_1 demasiado amplio, de forma que su extremo inferior sea negativo y muy alejado de cero y su extremo superior positivo y muy próximo a cero.

La *situación de incertidumbre* es bastante frecuente en la práctica, sobre todo cuando el valor de a_1 es próximo a la unidad, y se produce siempre que el intervalo de confianza para el parámetro de (2) sea demasiado amplio, incluyendo tanto el valor cero como otros valores bastante alejados de éste, pero en la mayoría de las aplicaciones no se analiza la posibilidad de que el no rechazo de la hipótesis nula se deba a la incertidumbre.

Esta forma de realizar el test es distinta de la habitual en la contrastación de hipótesis de significatividad de un parámetro de un modelo econométrico, ya que lo habitual es que la hipótesis nula no se rechace en situaciones de incertidumbre y en el caso de los tests DF y ADF la incertidumbre se incluye en la misma alternativa que el rechazo.

Fuller(1976) demuestra que bajo la hipótesis nula (no estacionariedad y existencia de raíz unitaria) no deben utilizarse los valores críticos de la t de Student, ya que bajo dicha hipótesis el estadístico t de (3) no sigue una distribución t de Student standard, sino valores críticos deducidos de estudios de simulación por el método de Montecarlo. Posteriormente otros autores analizaron el problema de los valores críticos y en la actualidad suelen utilizarse los propuestos por MacKinnon para el test DF.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

La relación (2) puede incorporar un término constante y una tendencia, a través de la variable ti que representa el tiempo, según se expresa en (4):

$$(4) \quad D z_t = d_1 z_t + d_0 + d_2 ti + u_t ;$$

siendo ti la variable tiempo.

Al realizar el test podemos elegir las opciones (N,C,T) siendo C la opción de incorporar término constante sin tendencia, T la opción de incorporar término constante y tendencia, y N la opción de no incorporar ninguno de ambos términos. Este test no suele utilizarse para contrastar la estacionariedad de la perturbación de un modelo econométrico, pero sirve de base para los tests ADF y EG, que en cierta medida son extensiones del test de Dickey y Fuller, los cuales se utilizan con bastante frecuencia.

Test ADF

El test ADF, denominado test “aumentado” de Dickey y Fuller, consiste también en contrastar la hipótesis de nulidad de d_1 pero en una relación “aumentada” con la inclusión de valores retardados de Dz . Si se considera necesario pueden incluirse también término constante y la tendencia, al igual que el test DF, de forma que el contraste, en caso de un “aumento” de 2 retardos, se realiza en la relación:

$$(5) \quad Dz_t = d_1 z_t + d_0 + d_2 t + d_3 Dz(-1) + d_4 Dz(-2) + \dots$$

Los valores críticos más utilizados son los propuestos por MacKinnon para el test ADF, que figuran en los programas como el Micro-Tsp y el E-views con las salidas de las regresiones efectuadas y que también pueden consultarse en la bibliografía correspondiente.

Los niveles críticos de las tablas de MacKinnon dependen de las opciones (N,C,T) utilizadas, del tamaño muestral y del número de retardos que figuran en la relación. La opción de cero retardos coincide con el test DF.

La hipótesis nula, o hipótesis a contrastar, es la de "integración" o "no estacionariedad" de la perturbación aleatoria, frente a la alternativa de "no integración" o "estacionariedad". Ello ocasiona algunas debilidades del test como veremos más adelante, que ya han sido criticadas por Maddala(1992) y otros autores, ya que puede provocar una tendencia excesiva a "aceptar" la hipótesis nula, de "no estacionariedad" cuando la variable es estacionaria. Dicha "aceptación" no implica evidencia favorable hacia la hipótesis nula ya que puede haber una clara situación de incertidumbre

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El test ADF se utiliza con cierta frecuencia para contrastar la hipótesis de cointegración entre las variables de un modelo econométrico causal, utilizando los residuos de la estimación MCO del modelo como variable el z en la relación (5). En general se utiliza al menos un retardo de Dz , y en ocasiones más si los parámetros correspondientes resultan significativos. La opción (C,1), término constante y un retardo es una de las más utilizadas.

Test EG

En el caso de que z_t sea la perturbación del modelo econométrico, nos encontramos con el problema de que se trata de una variable no observable, la cual es preciso sustituir por los residuos de la regresión. Con carácter orientativo se puede aplicar el test ADF directamente a los residuos del modelo econométrico pero ese procedimiento ha sido criticado por poco riguroso y porque, según sus críticos, puede tender a aceptar excesivamente la hipótesis alternativa de estacionariedad de la perturbación, incluso en el caso de regresiones espurias.

Por ello algunos económetras consideran preferible utilizar el test EG, propuesto por Engle y Granger(1987), basado en el ADF pero con algunas variantes en las etapas a realizar y en los valores críticos de MacKinnon para el test EG. Este test consiste en contrastar la estacionariedad de la perturbación de un modelo econométrico, en una relación (7), similar a la (1) pero en la que la variable z_t es la perturbación aleatoria u_t de (6):

$$(6) \quad y = X \beta + u$$

$$(7) \quad u_t = a_1 u_{t-1} + v_t$$

En la relación (6) la instrucción UROOT Y X (donde X es una variable o un conjunto de varias variables explicativas: $X = X_1 X_2 \dots X_K$) del programa Micro-TSP incluye un término constante (opción C) y además una tendencia temporal (opción T). La opción T incluye también el término constante. No existe opción N, correspondiente a la no inclusión de ordenada en el origen, en la versión del programa que hemos utilizado.

La perturbación se expresa como un proceso AR(1) en el que hay que contrastar si el coeficiente de a_1 toma un valor igual a 1 o menor, y para ello se contrasta la hipótesis de nulidad de d_1 en la relación (8), obtenida tomando primeras diferencias en (7) y añadiendo, si se considera oportuno, términos de “aumento”, como en el test ADF, pero sin añadir ni término constante ni

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

tendencia en la relación (8). Así en el caso de 2 “aumentos” la relación a utilizar en el contraste sería:

$$(8) \quad D(u)_t = d_1 u_{t-1} + d_2 D(u)_{t-1} + d_3 D(u)_{t-2} + \varepsilon_t; \quad d_1 = (a_1 - 1)$$

El test propuesto por Engle y Granger consiste en contrastar la nulidad de d_1 en (8), y comparar el estadístico t de con los valores críticos correspondientes. Han sido propuestos varios niveles críticos siendo generalmente utilizados los de MacKinnon para el test EG, que son diferentes a los del test ADF al tener en cuenta que la perturbación no es observable y hay que utilizar en su lugar los residuos de la regresión (6).

El test se realiza después de efectuar dos regresiones correspondientes a las relaciones (6) y (8), utilizando los residuos en vez de las perturbaciones en la regresión de los residuos:

$$(9) \quad LS \quad Y \quad C \quad X_1 \quad X_2 \quad \dots \quad X_k \quad \text{regresión de cointegración}$$

$$(10) \quad LS \quad D(\text{Resid}) \quad D\text{Resid}(-1) \quad (\text{Resid})(-1) \dots \quad \text{regresión de los residuos}$$

Así los residuos de la estimación MCO de la *regresión de cointegración* se utilizan en la *regresión de los residuos*, o *ecuación del test*, como una aproximación al valor de la perturbación, con objeto de contrastar la hipótesis nula, H_0 , de *no estacionariedad* de ésta, mediante el contraste de la nulidad del coeficiente de Resid(-1).

Si dicho coeficiente toma un valor negativo y el estadístico t correspondiente se sitúa a la izquierda del valor crítico considerado adecuado se rechaza la hipótesis H_0 , de no estacionariedad, aceptándose la estacionariedad de la perturbación y la cointegración de las variables incluidas en (3.6).

Si el valor del estadístico t es próximo a cero existe, en principio, evidencia a favor de la hipótesis H_0 existencia de raíz unitaria, valor de a_1 igual a la unidad, rechazo de la estacionariedad de la perturbación aleatoria y ausencia de cointegración entre y_t y las x_{it}). Para una interpretación correcta es necesario observar el intervalo de confianza para el parámetro d_1 . Si dicho intervalo es muy amplio estaremos en una situación de incertidumbre.

Si el valor del estadístico t es positivo se rechaza también la estacionariedad, siendo en ese caso la evidencia favorable a $a_1 > 1$ cuanto más alejado este de cero por la derecha.

Los valores críticos de MacKinnon para este test, en la relación (8), están también en la cola izquierda de la distribución de la t , y por lo tanto son

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

negativos, dependiendo su valor del tamaño muestral y del número de parámetros estimados. En valor absoluto sus valores son bastante elevados, más que en los tests DF y ADF, lo que hace que sea difícil en la práctica rechazar la hipótesis nula de “*no cointegración*” en muchos casos en los que la relación es causal y no espuria.

Al igual que en el caso del test ADF pueden producirse en la práctica muchas *situaciones de incertidumbre*, con valores del estadístico t próximos a cero acompañados de intervalos de confianza para el parámetro d_1 demasiado amplios. Los rechazos indebidos en situaciones de incertidumbre son muy frecuentes con el test EG para valores de a_1 comprendidos entre 0.90 y 0.99, como ya se ha puesto de manifiesto en diversos estudios.

Otros contrastes de cointegración

Se han desarrollado otros tests, con posterioridad al de Engle y Granger(1987), con el fin de adaptarse a diferentes situaciones más o menos complejas que se presentan en la práctica, pero que no suponen un cambio esencial de planteamiento respecto a la problemática que presenta el análisis de la cointegración.

Entre dichos tests figuran el de Phillips y Perron(1988) y el de Johansen(1988) y (1989) que se incorporan también en programas informáticos de uso frecuente como el E-views, y se trata de contrastes que son bastante mecanicistas en la línea del modelo CE no contemporáneo y de los modelos VAR, y que por lo tanto suponen un peligro de declarar espurias regresiones causales.

El método de Johansen está muy relacionado con el enfoque VAR en el que se omite el orden de causalidad entre las variables y no se considera la importancia de las relaciones causales contemporáneas. Como señala Maddala(1992) se trata de un enfoque atóxico, puramente estadístico, y que en general no resulta adecuado para el análisis de las relaciones económicas.

Se han desarrollado además contrastes de cointegración para situaciones específicas como de Hylleberg, Engle, Granger y Yoo(1990) para detectar integración estacional de primer orden en modelos con datos trimestrales, y diversos contrastes de cointegración para datos de panel, como los de Levin y Lin(1993) e Im, Pesaran y Shin(1997), aplicados por Holmes(2003).

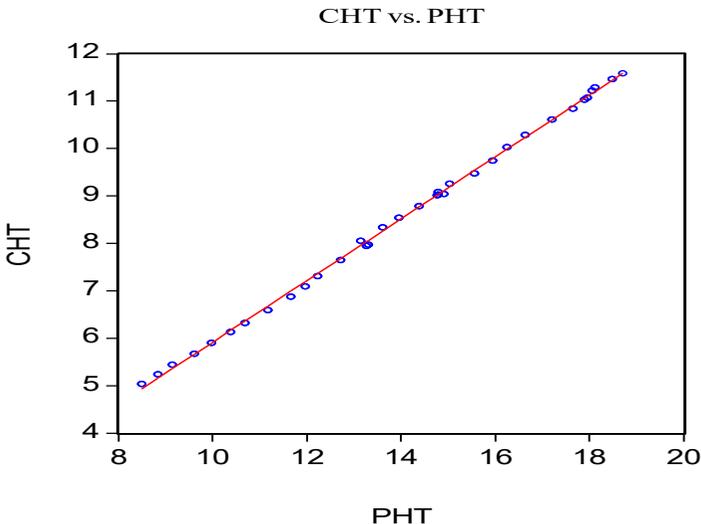
Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Otros contrastes más antiguos, como los tests de ruido blanco de Anderson y Box-Pierce, descritos en Guisán(1997), y que se aplican con frecuencia a los modelos Arima y en el análisis temporal bivalente, tienen interés por mostrar una mayor tendencia a la aceptación de la hipótesis de estacionariedad que el test de Engle-Granger. La experiencia práctica muestra que estos tests de ruido blanco para los residuos pueden utilizarse como una aproximación razonable en muchas situaciones prácticas.

Cointegración entre Consumo Privado y PIB en 25 países

La relación entre el Consumo Privado y el PIB es muy importante y estable como se pone de manifiesto en el gráfico 1, con datos del conjunto de 25 países de la OCDE en 1961-97, expresados en miles de dólares de 1990 por habitante según tipos de cambio.

Gráfico 1. Relación entre el Consumo y el PIB en el conjunto de la OCDE (Datos per cápita, en miles de dólares anuales a precios de 1990 según TCs), en 1961-1997



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE National Accounts.

A continuación presentamos una síntesis de los resultados de aplicar el test ADF a las variables C90 y PIB90 de cada uno de los países de la OCDE en el

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

período 1960-95, así como los de los tests EG para las variables en niveles y en primeras diferencias, de acuerdo con el estudio realizado por Guisán(2001 a). Una aplicación similar para el período 1961-97 se presenta en Guisán(2001 b)

Comprobamos que el método 3, consistente en la aplicación del test EG con variables en primeras diferencias, tiene mejores resultados en el sentido de lograr que se acepte la cointegración en esta relación no espuria entre Consumo y PIB. Sin embargo, ello no significa que sea un método mejor que los otros dos ya que tiene también el gran peligro de aceptar regresiones espurias.

Hay que añadir que los tests de cointegración que tienen una mayor tendencia a no rechazar la cointegración entre variables que tienen una relación no espuria son también los que tienen en general una mayor tendencia a la aceptación de la cointegración cuando la relación es espuria. Los que tienen tendencia al rechazo, en su aplicación habitual, tienden también a rechazar tanto las relaciones espurias como las que no lo son.

Situaciones de incertidumbre

Es importante tener en cuenta que los contrastes de cointegración cuando el coeficiente de autocorrelación es próximo a 1, siendo menor que 1, presentan con gran frecuencia situaciones de incertidumbre que no deben confundirse con la aceptación de la hipótesis de no cointegración.

El problema de la aplicación mecánica habitual de los tests ADF y EG, sin considerar situaciones de incertidumbre, no es sólo que fallen por calificar como espurias a regresiones que no lo son sino que tampoco sirven como defensa frente a las regresiones espurias.

Según la metodología habitual del análisis de la cointegración los resultados anómalos podrían explicarse si las variables $C90i$ y $PIB90i$ no fuesen integradas del mismo orden. En ese caso necesitaríamos incorporar más variables explicativas a la regresión de cointegración para que una combinación lineal de las variables explicativas estuviese cointegrada con la variable explicada. Sin embargo esta posible explicación no es aplicable en el caso de estas variables ya que ambas presentan las características propias de procesos integrados de primer orden ($I(1)$).

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El fallo de este método para detectar la existencia de regresiones no espurias, como las analizadas en esta sección, se debe fundamentalmente a dos causas:

1) Gran amplitud del intervalo de confianza para el parámetro del contraste, que suele presentarse para raíces unitarias menores que la unidad pero próximas a uno. Debido a esa amplitud del intervalo no es correcta la frecuente tendencia de muchos autores a considerar que la aceptación de la hipótesis nula implica siempre no cointegración.

2) Identificación indebida, por parte de muchos investigadores, de los conceptos de cointegración y causalidad. En este sentido hay que señalar que puede haber relaciones causales que no cointegran debido a un pequeño problema en la especificación de alguna variable. Así en la sección 3.4 veremos como este problema, generalmente poco importante, desaparece con una ligera modificación en la especificación de los modelos.

En el caso de la relación entre Consumo y PIB de los 25 países de la OCDE los intervalos de confianza del parámetro del contraste EG muestran una evidencia bastante importante respecto a que el valor de a_1 es positivo y menor que 1, y poca evidencia respecto a que su valor es 1, como puede comprobarse con los datos que figuran en tabla 2.5 de Guisán(2001a).

Relaciones espurias y cointegradas

La aplicación del test EG en niveles, en la forma que se realiza habitualmente, no sólo falla al no detectar la cointegración en regresiones no espurias sino que también puede fallar en sentido contrario, al detectar cointegración en regresiones espurias.

Las regresiones que vamos a analizar en esta sección son en alto grado espurias, ya que en general el nivel de renta familiar y de consumo de un país no dependen del PIB de otro país sino del PIB propio. Presentamos aquí los resultados obtenidos en los estudios de Guisán(1999) y (2001a).

Es cierto que pueden existir influencias indirectas que expliquen como la marcha general de la economía de los principales países de la OCDE influye sobre todos ellos, pero no existe ningún razonamiento que nos permita

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

considerar como lógico que se presenten numerosos casos en los que C90 del país i no esté cointegrado con su propio PIB y sí lo esté con el PIB de otro país con el que mantiene una relación económica muy débil.

En la tabla 3.4 de Guisán(2001a) se exponen los resultados obtenidos en las cointegraciones cruzadas con los datos de C90 i y PIB90 j (para todo i y todo j) de los 25 países de la OCDE en el período 1960-95, aplicando la opción (C,1) del método 2 e indicando entre paréntesis el valor numérico del estadístico EG en los casos en que su valor se situó a la izquierda del valor crítico de las tablas de MacKinnon para un nivel de significación del 5%.

La autora critica la práctica habitual de aplicación automática del test, pues llevaría a resultados claramente inadecuados, ya que se aceptaría la cointegración del Consumo de Alemania con el PIB de España, Finlandia, Portugal y Gran Bretaña, y otros muchos resultados cruzados de escasa o nula causalidad como la cointegración del Consumo de México con el PIB de Finlandia, Islandia y Suecia.

El caso de Gran Bretaña es el más llamativo ya que el incremento del Consumo cointegra con el incremento del PIB de todos los países menos 2, siendo los países en los que no cointegra, Finlandia y la propia Gran Bretaña.

La aplicación de la opción (T) ni distintas opciones de retardos tampoco evitaron la aceptación de regresiones espurias, como son en general las existentes entre el Consumo de un país y el PIB de otro país.

Tampoco se resolvería el problema utilizando los otros contrastes de cointegración analizados en dicho estudio, ya que incluso tienen un peligro mayor de aceptar como no espurias regresiones que lo son.

Resultados del análisis de regresión conjunta

En Guisán(2001 a) se demuestra que con una estrategia razonable de regresión, se habrían obtenido resultados mejores que con los tests de cointegración, para distinguir la relación causal verdadera entre el Consumo y el propio PIB y para rechazar las relaciones causales falsas entre el Consumo propio y el PIB de otros países.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Un simple análisis de la correlación lineal entre C90i y PIB90j pone de manifiesto que en la práctica totalidad de los casos el coeficiente de correlación fue más elevado con el PIB90i del propio país que con el PIB90j de otro país. La única excepción fue Luxemburgo, siendo en ese caso las diferencias mínimas.

Además, como puede comprobarse con los datos de la OCDE que figuran en el Anexo de Guisán(2001a), si estimamos una relación lineal de C90i, como variable explicada, con PIB90i y PIB90j como variables explicativas, para cada uno de los 20 países que en la tabla 2.6 presentaron cointegración con el PIB90j de otro país, obtenemos resultados claramente favorables a la hipótesis de que PIB90i influye significativamente en C90i, mientras que PIB90j no influye en general de forma significativa en C90i.

Comparación de resultados con ADF, EG y regresión conjunta

La tabla 1 compara los resultados de contrastar la existencia de una relación causal con los métodos EG, ADF y regresión conjunta, mediante modelos en niveles, primeras diferencias y dinámicos mixtos.

Tabla 1. Porcentaje de casos de aceptación de la relación causal entre C90 y PIB90 en 25 países de la OCDE en 1961-97

Test y tipo de relación	Levels	First Dif.	Mix.Dyn
EG causalidad verdadera: C90i, PIB90i	0	88	72-88
ADF causalidad verdadera: C90i, PIB90i	84	100	100
Regresión conjunta: aceptación de PIB90i	100	100	100
EG relación cruzada: C90i, PIB90j	19	23	38-58
ADF relación cruzada: C90i, PIB90j	66	96	100
Regresión conjunta: aceptación de PIB90j	54	53	13

Fuente: Guisán(2001), tablas 3 y 4, pp.48 y 50. En el caso del test EG y el modelo dinámico mixto se consideran los resultados con y sin ordenada en el origen.

Hay una mayor proporción de aceptaciones de las relaciones causales verdaderas con el método de la regresión conjunta, para los tres tipos de modelo, y con el test ADF para los modelos en primeras diferencias y dinámico mixto (con porcentajes de acierto del 100%). El test EG con el modelo en niveles no permitió aceptar en ningún caso las relaciones causales verdaderas.

El test ADF proporcionó mejores resultados que el test EG para aceptar la hipótesis verdadera, sin embargo el test ADF tiene una tendencia mayor que el test EG a aceptar la cointegración cuando la relación causal es falsa.

Los mejores resultados corresponden al método de la regresión conjunta y la utilización del modelo dinámico mixto, ya que presenta 100% de aceptación de la hipótesis verdadera y un menor peligro de aceptación de hipótesis falsas, con sólo un 13% de aceptación de efectos cruzados.

Estos resultados deben llevarnos a una reflexión de prudencia respecto a las modas metodológicas, de forma que sigamos una estrategia razonable a la hora de admitir y rechazar relaciones entre las variables, sin olvidarnos de que en la realidad existen también muchas situaciones de incertidumbre en las que los contrastes no resultan concluyentes y que ni la cointegración implica siempre causalidad ni viceversa.

3.2. Contrastes de causalidad de Granger, Hausman y otros: Aplicación a datos de USA y México.

El contraste de causalidad de Granger se basa en la estimación de un modelo VAR para dos variables, de forma que se acepta que Y depende de X si se rechaza la hipótesis de nulidad conjunta de los coeficientes de los valores retardados de X en la ecuación de Y, y se acepta que X depende de Y si el rechazo de nulidad conjunta se refiere a los retardos de Y en la ecuación de X. En el caso de dos retardos el modelo es:

$$(11) \quad Y/ C \ Y(-1) \ Y(-2) \ X(-1) \ X(-2)$$

$$(12) \quad X/ C \ Y(-1) \ Y(-2) \ X(-1) \ X(-2)$$

Este test parte de la idea de que la relación entre las variables tiene algún retardo temporal, pero en la mayoría de los estudios económicos, la relación entre las variables es contemporánea, es decir se produce en el mismo año o trimestre. Esta es una de las limitaciones del test.

Con frecuencia la aplicación de este test conduce a resultados contradictorios, como puede comprobarse en Guisán(2003), y ello se debe en parte a otra limitación de este enfoque que es el hecho de que incluye demasiados regresores muy correlacionados, lo que aumenta la multicolinealidad y dificulta el rechazo de la hipótesis de nulidad.

Así si $Y(-1)$ depende de $X(-1)$ e $Y(-2)$ depende de $X(-2)$, ocurre que es redundante incluir esas cuatro variables en el modelo, y el efecto de $X(-1)$ y $X(-2)$ sobre Y ya se transmiten a través de $Y(-1)$ e $Y(-2)$, lo que hace que no se pueda rechazar en muchos casos la hipótesis de nulidad conjunta de los coeficientes de X , debido a este problema, aún cuando X sea una variable causal muy importante en la explicación de Y , como ocurre por ejemplo en la relación entre el Consumo y el PIB en los países de la OCDE.

En Guisán(2003) se presentan los resultados de aplicar el test de Granger y una versión modificada del test de Granger, consistente en incluir retardos distintos para X e Y , de la siguiente forma:

$$(13) \quad Y / C \quad Y(-2) \quad X(-1)$$

$$(14) \quad X / C \quad X(-2) \quad Y(-1)$$

Esta versión modificada proporcionó mejores resultados y permitió aceptar la relación causal entre el Consumo y el PIB en casi todos los países.

El test de Hausman sirve para confirmar la interdependencia cuando hay indicios de relación bilateral contemporánea a través de la estimación MC2E. Es un test que en general proporciona buenos resultados.

En dicho estudio el test se aplicó a la relación bilateral entre PHU, PIB por habitante de USA, con CHU, Consumo por habitante de USA, y también a la relación entre las misma variable para el caso de México, PHM y CHM, si bien presentamos en este resumen sólo los resultados de México. Las variables están medidas en miles de dólares de 1990 según paridades de poder de compra, PCs.

De acuerdo con Nakamura y Nakamura(1980) y Pyndick y Rubinfeld(2002), el test de Hausman puede aplicarse contrastando el efecto significativo que la inclusión de $Y2F$ tiene en la estimación MCO de la ecuación estructural de $Y1$, y el efecto significativo que la inclusión de $Y1F$ tiene en la estimación MCO de la ecuación estructural de $Y2$, mediante las relaciones ampliadas:

$$(15) \quad LS \quad Y1 \quad X1 \quad Y2 \quad YF2$$

$$(16) \quad LS \quad Y2 \quad X2 \quad Y1 \quad YF1$$

Según estos autores es suficiente con que el coeficiente de una de las dos variables YF1, YF2, resulte significativo para indicar la existencia de interdependencia, especialmente cuando los coeficientes de la estimación MC2E son significativos tanto para Y2 en la ecuación de Y1 como para Y1 en la ecuación de Y2.

Las variables Y1F e Y2F son los valores estimados de las variables endógenas en la primera fase del método MC2E, es decir las estimaciones correspondientes a la aplicación de la forma reducida directa:

$$(17) \quad P = (X'X)^{-1} X'Y = (X'X)^{-1} X'(Y1 \ Y2) = (P_1 \ P_2)$$

$$(18) \quad YF = (YF1 \ YF2) = X P = X (P_1 \ P_2)$$

En el caso de autocorrelación en la aplicación del test de Hausman presentamos la estimación por MCO y por MCG, y en ambas se acepta que los coeficientes son significativos, y por lo tanto la evidencia favorable a la interdependencia entre las variables.

Los resultados de estas estimaciones ponen de manifiesto la existencia de interdependencia, pues no sólo resultan significativos los coeficientes de las endógenas en las estimaciones MC2E, sino que además se acepta la significatividad de los coeficientes de Y1F y de Y2F según el test de Hausman.

Además los resultados de los otros análisis de causalidad realizados en Guisán(2003) indican que la relación es generalmente más fuerte entre el Consumo y el PIB que la relación inversa, y por lo tanto destacan la importancia del lado de la oferta para explicar el PIB.

La tabla 2 presenta la estimación MC2E de un modelo dinámico mixto con interdependencia para las variables, Consumo Privado por habitante, CH, y PIB por habitante, PH de México y USA, en el período 1961-97 con datos de la OCDE expresados en miles de dólares de 1990 según PCs.

La tabla 3 presenta la estimación de las relaciones (15) y (16) por MCO, y por último las tablas 4 a 7 presentan las estimaciones de dichas relaciones por MCG, con objeto de tener en cuenta la presencia de autocorrelación.

Tabla 2. Estimación MC2E de un modelo de CH y PH, 1961-97

Ecuaciones	Variable	México		USA	
		Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
CH	D(PH)	0.7758	6.09	0.4261	4.81
	CH(-1)	0.9948	291.40	1.0087	372.12
PH	D(CH)	1.2025	6.12	2.3289	4.79
	PH(-1)	1.0051	415.10	0.9868	147.64

Fuente: Guisán(2003), con datos de la OCDE en dólares de 1990 según PCs.

Tabla 3. Test de Hausman en México y USA: Estimación MCO

Variable	México		USA	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
CH(-1)	0.9953	498.80	1.0052	691.18
D(PH)	0.3658	3.56	0.2894	5.37
D(PHF)	0.3969	3.93	0.2668	4.34
PH(-1)	1.0045	415.10	0.9950	577.08
D(CH)	0.6428	3.77	0.6889	3.56
D(CHF)	0.6292	3.57	1.0170	6.09

Fuente: Guisán(2003), con datos de la OCDE en dólares de 1990 según PCs.

Comprobamos por lo tanto que los coeficientes de YF2 en la ecuación (15) y de YF1 en la ecuación (16) resultan estadísticamente significativos, y por ello aceptamos la interdependencia de acuerdo con el test de Hausman. Todos los coeficientes resultan significativos, ya que el estadístico t es elevado y muestra la no nulidad de los coeficientes.

Tabla 4. Test de Hausman en México: MCG en ecuación de CH

Dependent Variable: CHM. Method: Least Squares. Sample 1963-1997				
observations: 35 after adjusting endpoints. Convergence 14 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CHM(-1)	0.993001	0.005378	184.6573	0.0000
D(PHM)	0.383846	0.057168	6.714370	0.0000
D(PHMF)	0.394337	0.056646	6.961432	0.0000
AR(1)	0.737112	0.147299	5.004188	0.0000
R-squared	0.997098	Mean dependent var		3.662183
Adjusted R-squared	0.996817	S.D. dependent var		0.533777
S.E. of regression	0.030115	Akaike info criterion		-4.060406
Sum squared resid	0.028113	Schwarz criterion		-3.882652
Log likelihood	75.05710	Durbin-Watson stat		1.558899
Inverted AR Roots	.74			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Test de Hausman en México: Método MCG en ecuación de PH

Dependent Variable: PHM				
Method: Least Squares. Sample (adjusted) 1963 1997				
observations: 35 after adjusting endpoints. Convergence 17 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PHM(-1)	1.005242	0.004514	222.6965	0.0000
D(CHM)	0.658632	0.104009	6.332433	0.0000
D(CHMF)	0.669636	0.109025	6.142041	0.0000
AR(1)	0.711572	0.152533	4.665037	0.0001
R-squared	0.998047	Mean dependent var		5.249238
Adjusted R-squared	0.997858	S.D. dependent var		0.887690
S.E. of regression	0.041080	Akaike info criterion		-3.439392
Sum squared resid	0.052314	Schwarz criterion		-3.261638
Log likelihood	64.18935	Durbin-Watson stat		1.554701

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Test de Hausman en USA: MCG en ecuación de CH

Dependent Variable: CHU				
Method: Least Squares. Sample(adjusted): 1963 1997				
observations: 35 after adjusting endpoints. Convergence 12 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CHU(-1)	1.005010	0.001945	516.7288	0.0000
D(PHU)	0.285574	0.047719	5.984522	0.0000
D(PHUF)	0.278036	0.047082	5.905409	0.0000
AR(1)	0.457074	0.188240	2.428146	0.0212
R-squared	0.999361	Mean dependent var		12.24581
Adjusted R-squared	0.999299	S.D. dependent var		2.504405
S.E. of regression	0.066287	Akaike info criterion		-2.482426
Sum squared resid	0.136214	Schwarz criterion		-2.304672
Log likelihood	47.44246	Durbin-Watson stat		1.660712
Inverted AR Roots	.46			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Test de Hausman en USA: Método MCG en ecuación de PH

Dependent Variable: PHU				
Method: Least Squares. Sample(adjusted): 1963 1997				
observations: 35. Convergence achieved after 30 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PHU(-1)	0.993921	0.002206	450.5842	0.0000
D(CHU)	0.790619	0.146257	5.405701	0.0000
D(CHUF)	0.998276	0.133911	7.454755	0.0000
AR(1)	0.449918	0.183962	2.445707	0.0203
R-squared	0.998919	Mean dependent var		18.93356
Adjusted R-squared	0.998814	S.D. dependent var		3.101463
S.E. of regression	0.106803	Akaike info criterion		-1.52845
Sum squared resid	0.353613	Schwarz criterion		-1.35069
Log likelihood	30.74792	Durbin-Watson stat		1.829431
Inverted AR Roots	.45			

Fuente: Elaboración propia.

Existe un cierto grado de interdependencia entre la oferta y la demanda, pero en general, salvo circunstancias muy especiales, el motor principal del crecimiento económico es el lado de la oferta, de forma que si queremos aumentar el nivel de vida de un país debemos dedicar una atención los factores que influyen en la capacidad productiva: capital físico, capital humano, capital social, materias primas, inputs intermedios de producción interior o importados y otros.

Por lo que respecta a la evolución del Consumo Privado, hay que tener en cuenta que su valor depende no sólo del PIB sino también de la renta familiar disponible, y por lo tanto de la presión fiscal y otros factores que influyen en la renta disponible.

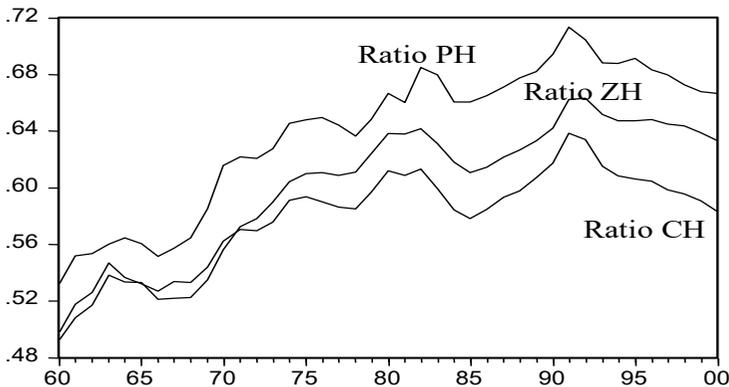
En general el Consumo total por habitante aumenta cuando se incrementa la producción por habitante, pero su distribución entre Consumo Público y Privado depende de que algunos servicios sociales se financien a través del presupuesto público o a través de la renta de las familias. En la próxima sección presentamos un análisis de la relación entre Consumo Público y Privado en los sectores de Sanidad y Educación.

3.3. Consumo Privado y Consumo Público en educación y sanidad

El gráfico 2 muestra la evolución de los ratios Unión Europea/USA en las variables PH, CH y ZH, siendo PH el PIB por habitante, CH el consumo privado por habitante, y ZH la suma de CH y GH, donde GH es el consumo público por habitante. Las variables están expresadas en miles de dólares de 1990 según Paridades de Compra, PCs, de dicho año.

Desde 1991 la Unión Europea, UE, pierde posiciones en comparación con USA, tanto en Producción por habitante como en Consumo Privado y Total por habitante. Se observa también que las políticas europeas han tratado de mantener el Consumo público por habitante a costa de la reducción del consumo privado, y en términos generales esta política no es buena para la evolución del empleo y la producción como veremos al analizar los modelos econométricos. Sería preferible incrementar el consumo público sin perjudicar la evolución del consumo privado.

Gráfico 2. Ratio UE/USA en PH, CH y ZH, 1960-2000



Nota: PH, CH y ZH son, respectivamente el PIB, el Consumo Privado y la suma del Consumo Público y Privado, per cápita, expresados en miles de dólares de 1990 según paridades de compra, PCs. Los ratios son los cocientes entre la UE15 y USA.

En el año 2000 la producción per cápita de la Unión Europea era aproximadamente igual al 68% de la de Estados Unidos, mientras que el Consumo privado per cápita era, en la UE, inferior al 60% del valor de Estados Unidos, y el Consumo total (público y privado) per cápita europeo suponía aproximadamente un 64% del de Estados Unidos.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

La tabla 8 presenta las estimaciones de gasto público y privado en dos importantes grupos de gasto que son los de Sanidad y los de Educación y Cultura.

En las estadísticas de National Accounts de la OCDE disponemos de datos de consumo privado bastante detallados y algunos datos del consumo público, mientras que en las Purchasing Power Statistics de la OCDE disponemos de datos de consumo individual, sea público o privado, con bastante detalle.

Tabla 8. Gasto por habitante en Sanidad y Educación en 1996
(dólares de 1990 según PCs)

País	Sanidad			Educación y Cultura		
	Total	Priv	Pub	Total	Priv	Pub
1. Austria	1613	341	1271	2002	1205	797
2. Belgium	1738	371	1367	1993	782	1211
3. Finland	1313	270	1043	2075	904	1171
4. France	2276	376	1900	1882	912	970
5. Germany	1895	378	1518	1866	968	898
6. Ireland	1371	238	1133	1976	751	1225
7. Italy	1514	324	1190	1756	856	900
8. Luxembourg ¹	1479	1450	29	2345	1254	1081
9. Netherlands	1748	360	1388	2149	997	1152
10. Portugal	784	507	277	1802	532	1270
11. Spain	862	272	590	1077	844	233
12. Denmark	1321	231	1089	3198	1097	2101
13. Greece	946	414	532	967	493	474
14. Sweden	1251	178	1073	2018	843	1175
15. UK	1385	132	1252	2117	1242	875
16. Iceland	2734	242	2493	2592	1202	1390
17. Norway	1425	257	1168	2273	1095	1178
18. Switzerland	1901	1825	77	2006	1243	763
19. Turkey	152	106	46	393	117	276
20. Australia	1751	361	1391	2726	1327	1399
21. New Zealand	1269	671	598	1876	907	969
22. Japan	3189	310	2878	2632	1292	1340
23. Canada	2111	367	1744	2649	1150	1499
24. USA	2896	2807	89	2939	1864	1075

Fuente: Guisán y Arranz(2001) en base a estadística de la OCDE. Existe una posible sobrevaloración del gasto en Educación y Cultura de Portugal.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Dichos datos han sido elaborados por Guisan y Arranz(2001) y utilizados para estimar modelos econométricos de consumo privado y público teniendo en cuenta algunas relaciones de sustitución entre ambos.

Respecto al gasto en Sanidad, en el estudio de Guisan y Arranz(2001) se observa que existe una demanda creciente de este gasto a medida que se incrementa la renta, el cual se produce de forma privada cuando el sector público no atiende dicha demanda.

La ventaja de un sistema mixto, de sanidad pública y privada, está en diseñar una política que garantice una asistencia pública de calidad a todos los ciudadanos al tiempo que penalice con un pequeño coste las demandas excesivas, y en algunos casos abusivas, de atención sanitaria.

Por lo que respecta al gasto en Educación y Cultura, el modelo estimado por Guisán y Arranz(2001) muestra que la demanda privada no es tan fuerte como en el caso de la sanidad, de modo que dada un determinado nivel de PIB por habitante, si el gobierno no incrementa el gasto público en educación, la demanda privada sólo la incrementa moderadamente-

Los países más destacados en gasto en Sanidad por habitante, con más de 1800 dólares anuales, a precios de 1990 y paridades de poder de compra, son Alemania, Francia, Islandia, Suiza, Japón y USA. En Educación y Cultura destacan los países que superan los 2500 dólares anuales por habitante: Dinamarca, Islandia, Noruega, Australia, Japón, Canadá y USA.

La distribución del Consumo Privado por categorías de gasto se analiza en Arranz(2002), en un estudio comparativo de varios enfoques aplicados a los países de la OCDE. El modelo SKIM seleccionado muestra una elevada capacidad predictiva tanto para la estructura del consumo como para el deflactor del consumo privado que depende de dicha estructura y de los índices de precios de los distintos componentes.

3.4. Referencias bibliográficas¹

ARRANZ, M. (2002). Forecasting Private Consumption in European Countries. Documento de la serie *Economic Development* n.54. Disponible gratuitamente en internet.²

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

DICKEY, D. y FULLER, W.A.(1979). Distribution of the Estimators for Autorregresive Time-Series with a Unit Root. *JASA*, Vol. 74, pp. 427-431.

ENGLE, R. y GRANGER, C.W.J.(1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica* 35, pp. 251-276.

FULLER, W.A. (1976). *Introduction to Statistical Time Series*. John Wiley and Sons, Nueva York.

GUISAN, M.C. (2001). "Causality and Cointegration between Consumption and GDP in 25 OECD Countries: Limitations of the Cointegration Approach". *Applied Econometrics and International Development*, Vol.1-1, pp. 39-61, disponible en internet.²

GUISÁN, M.C.(2002). Causalidad y cointegración en modelos econométricos: Aplicaciones a los países de la OCDE y limitaciones de los tests de cointegración. Documento de la serie *Economic Development* n.63. Disponible gratuitamente en internet.²

GUISAN, M.C.(2003). Causality tests, interdependence and model selection: Application to OECD countries 1960-97. Documento de la serie *Economic Development* n.61. Disponible gratuitamente en internet.²

GUISAN, M.C. y ARRANZ, M.(2001). Consumption Expenditure on Health and Education. Documento de la serie *Economic Development* n.54. Disponible gratuitamente en internet.¹

HOLMES, M.J.(2003). Are the Trade Deficits of Less Developed Countries Stationary? Evidence for African Countries. *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 3-3, pp. 7-24.¹

OCDE(1999). *National Accounts Statistics 1960-1997*, Vol. I. OCDE, París.

PINDYCK, R.S. y RUBINFELD, D.L.(1998). *Econometric Models and Economic Forecasts*. Fourth Edition. Irwin-McGraw-Hill, Boston.

¹ Más información bibliográfica en los estudios citados en esta sección.

² Documentos disponibles on-line en: <http://www.usc.es/economet/econometria.htm>

CAPÍTULO 4

MODELOS DE OFERTA Y DEMANDA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y COMERCIO EXTERIOR

María Carmen GUISÁN *

María Teresa CANCELO

4.1. La industria manufacturera en los países de la OCDE

La mayor parte de los datos correspondientes a la producción manufacturera corresponden al valor añadido industrial que recoge OCDE en la estadística “*National Accounts*”, y están expresados en miles de millones de dólares de 1990.

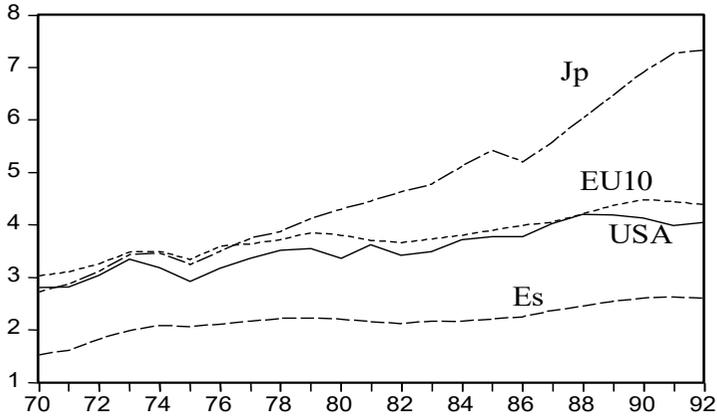
En los gráficos 1 y 2 presentamos los datos correspondientes al valor añadido de la industria manufacturera per capita, durante el período 1970-92, en miles de dólares de 1990 por habitante, de los siguientes países y áreas: EU10, Japón, Estados Unidos y España; con el objeto de ver su evolución a lo largo del período analizado. En el gráfico 1 los datos están expresados según tipos de cambio, TCs, mientras que en el gráfico 2 se expresan según paridades de poder de compra, PCs.

Los datos de EU10 corresponde a los 10 países de Unión Europea que figuran en tablas del Anexo de este capítulo. Datos más detallados de la producción manufacturera de los países de la OCDE, desglosados en algunos casos por sectores productivos, figuran en varios de los estudios citados en la bibliografía, como Cancelo(2001), y Guisán(2002) y (2004).

Observamos que la producción manufacturera, expresada en términos per cápita, ha evolucionado positivamente para todas las áreas consideradas, si bien es Japón el país en el que la producción ha crecido más en términos relativos. España es un país donde la producción industrial debe crecer mucho más, dado que presenta unos niveles relativos muy inferiores en comparación con USA, Japón y con la media de los 12 países que componían la Comunidad Económica Europea.

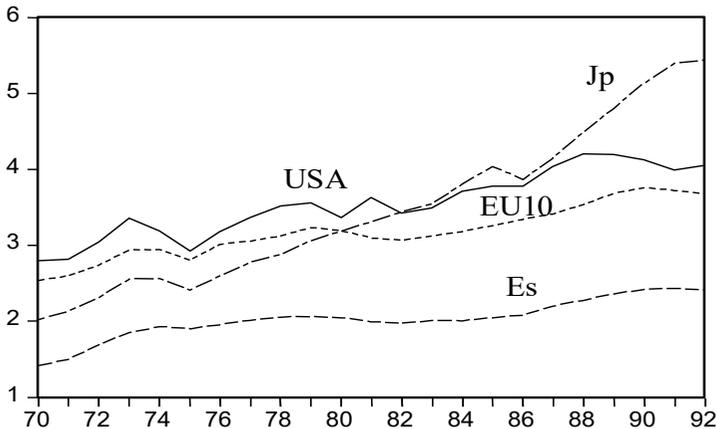
Las autoras son profesoras de Econometría de la universidad de Santiago de Compostela (España), <https://www.usc.gal/economet/econometria.htm>

Gráfico 1.1. Valor añadido real manufacturero per capita (miles de dólares de 1990 por habitante, según TCs)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE. Notas: TC=tipo de cambio. EU10 es el conjunto de 10 países de la Unión europea.

Gráfico 1.2. Valor añadido real manufacturero per capita (miles de dólares de 1990 por habitante, según PCs)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE. Notas: TC=tipo de cambio. EU10 es el conjunto de 10 países de la Unión europea.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Observamos que la valoración en tipos de cambio parece sobreestimar la producción industrial por habitante de Japón en comparación con USA y en alguna medida también la de la Unión Europea respecto a USA.

Por lo que respecta a USA observamos que aunque su posición relativa respecto a Japón mejora al considerar las comparaciones internacionales en paridades de poder de compra, su producción industrial manufacturera por habitante es elevada pero crece a un ritmo suave, debido en gran parte a la inversión exterior de muchas empresas multinacionales norteamericanas que luego exportan dichas mercancías a USA, como señala Lipsey(1995).

Como hemos analizado en el capítulo 2, la producción no manufacturera de USA ha podido crecer de forma importante a pesar de que el crecimiento de la producción manufacturera fuese más moderado, debido al incremento de la capacidad importadora propiciado por los ingresos procedentes de los rendimientos de las inversiones en el exterior.

4.2. Contrastes de especificación en modelos anidados y no anidados: Aplicación a la oferta y demanda de la producción manufacturera.

Los contrastes de especificación constituyen una herramienta útil para la selección entre modelos alternativos no anidados. En esta sección presentamos una aplicación de contrastes para modelos anidados y no anidados lineales mientras que en el capítulo 6 realizamos también contrastes para modelos no anidados y no lineales.

Denominamos modelos anidados a aquellos en los que uno de ellos es un caso particular de otro modelo más amplio, en el caso de que algunos parámetros sean nulos o adopten determinados valores. Si el modelo es lineal el problema de selección del más adecuado es un problema típico de selección de regresores, tal como se expone en Guisán(1997) y en otros textos de metodología econométrica.

Cuando los regresores de un modelo lineal no son comunes a ambos podemos realizar un anidado artificial en el que los dos modelos alternativos serían casos particulares del modelo más general que establecemos.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Guisán (1997) destaca tres enfoques para contrastar la especificación de un modelo cuando este es lineal: el enfoque de la razón de verosimilitud, el enfoque de anidado artificial y el enfoque del modelo combinado.

El método de anidado artificial consiste en expresar una relación lineal que pondere las dos alternativas que se quieren contrastar:

$$(1) \quad H_0 : Y = X \beta + u_0 \quad X \text{ matriz de orden } T \times K_0$$

$$(2) \quad H_1 : Y = Z\gamma + u_1 \quad Z \text{ matriz de orden } T \times K_1$$

mediante λ y $(1-\lambda)$:

$$(3) \quad Y = (1-\lambda) X \beta + \lambda Z \hat{\gamma} + \varepsilon$$

El enfoque basado en el anidado artificial del modelo con parámetro de ponderación λ , consiste en contrastar la hipótesis $\lambda = 0$ mediante un contraste de la t de Student, para lo cual es necesario sustituir γ por un estimador consistente bajo H_1 , o lo que es lo mismo sustituir $Z \hat{\gamma}$ por \hat{Y} , bajo la H_1 .

Para efectuar este contraste, Davidson y Mc Kinnon (1981) proponen utilizar como estimador de γ el estimador MCO bajo H_1 ($\hat{\gamma}$):

$$(4) \quad \hat{\gamma} = (Z'Z)^{-1} Z'Y$$

A continuación sustituye este vector estimado en el modelo anidado artificial con el objeto de contrastar la hipótesis $\lambda = 0$ mediante el estadístico t correspondiente, el cual, bajo la hipótesis nula, se distribuye como una t de Student con $T-k_0-1$ grados de libertad.

En el caso de modelos no lineales se presenta el problema de la elección de la forma funcional, para lo cual se puede tener en cuenta la bondad del ajuste, la estabilidad de los parámetros y contrastes de especificación para modelos no lineales anidados y no anidados de Pesaran, y otros autores.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

En esta sección presentamos una síntesis de los estudios de Cancelo(1996) y de Cancelo, Guisán y Frías(2001) de contrastes de especificación para modelos de oferta y demanda de la producción manufacturera en países de la OCDE. Los datos se refieren al período 1973-92 para

Modelo de oferta para la producción industrial manufacturera

En primer lugar estimamos la ecuación de la producción industrial por el lado de la oferta, para lo que utilizamos la función de producción de Cobb-Douglas, pero le añadimos una variable adicional: el gasto en I+D industrial, con el objeto de recoger la influencia de la actividad tecnológica del país sobre su producción industrial.

Para recoger el efecto de la actividad tecnológica sobre la producción se pueden utilizar diversas variables: gasto en I+D (como indicador de recursos), nº de patentes registradas (como indicador de resultados), balanza de pagos tecnológica (como indicador de impacto), o combinaciones de estas variables (Fagerberg, 1988; Sánchez, 1993). Hemos escogido el gasto en I+D industrial en lugar del número de patentes, en primer lugar, ya que en nuestro país hay muy poca propensión a patentar lo que provoca que la correlación entre el gasto en I+D y las patentes, en el caso español, sea muy baja como demuestran Sánchez (1993) o Buesa (1992). Además en la Estadística de la OCDE que hemos utilizado, los datos correspondientes al gasto en I+D se refieren a la industria, mientras que los correspondientes a las patentes son datos globales y no específicamente del sector industrial.

Los datos correspondientes al gasto en I+D proceden de la estadística de la OCDE “*Research and Development expenditure in industry: 1973-92*” y recogen las actividades de I+D llevadas a cabo por el sector empresarial en la industria. La variable que recoge estos datos se denomina BRD10 y está expresada en miles de millones de dólares de 1990. Para deflactar esta serie utilizamos el deflactor del PIB (en base 1990=100), y para expresarla en dólares utilizamos el tipo de cambio de 1990 de la moneda de cada país con relación al dólar. La variable se recoge en el modelo como BRD10.

Los datos correspondientes a empleo industrial, están expresados en miles de personas y se ha obtenido de la estadística que publica la OCDE “*National*

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Accounts". Para España se han utilizado datos de la Encuesta de Población Activa que publica el INE.

Los datos de capital que se han utilizado corresponden a "stock de capital" industrial, están expresados en miles de millones de dólares de 1990. Para elaborar estas series se han utilizado los datos de Formación Bruta de Capital Fijo manufacturero (a precios de 1990) que publica la OCDE. Para España se han utilizado las series de FBCF (a precios de 1990) extraídas de Mas, Pérez y Uriel (1995).

Para analizar la oferta, definimos el modelo:

$$(5) \quad Q10_{it} = \beta_0 L10^{\beta_1}_{it} SK10^{\beta_2}_{it} BRD10^{\beta_3}_{it} e^{\varepsilon_t}$$

Si aplicamos logaritmos en (1), la ecuación de la producción, por el lado de la oferta, quedaría especificada de la siguiente forma:

$$(6) \quad \log Q10_{it} = \log \beta_0 + \beta_1 \log L10_{it} + \beta_2 \log SK10_{it} + \beta_3 \log BRD10_{it} + \varepsilon_t$$

donde log es el logaritmo neperiano y las variables son:

Q10 = Producción manufacturera (miles de millones de dólares de 1990).

L10 = Empleo industrial (miles de personas)

SK10 = Stock industrial (miles de millones de dólares de 1990).

BRD10 = Gasto en I+D de las empresas en la Industria (miles de millones de dólares de 1990).

El modelo se ha estimado para una combinación de datos temporales y atemporales, correspondientes al periodo 1975-90, y a los siguientes países: Alemania, Bélgica+Luxemburgo, Dinamarca, España, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Italia, Japón, Portugal y Estados Unidos. Por ello, el tamaño muestral es de 176 observaciones, correspondientes a los 16 años de los 11 países.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Hemos estimado la ecuación (6) por MCO obteniendo un valor del estadístico dw de 0.10, lo que nos indica que dicha estimación no es la más adecuada. Por ello realizamos la estimación del modelo producción industrial por MCG, obteniendo los siguientes resultados:

Ecuación 5. Valor Añadido real manufacturero por el lado de la oferta

LS // Dependent Variable is LOG(Q10).				
Sample: 1975 1990				
Included observations: 165				
Convergence achieved after 7 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.985175	0.306652	-3.212683	0.0016
LOG(L10)	0.409511	0.071455	5.731003	0.0000
LOG(SK10)	0.412910	0.095887	4.306198	0.0000
LOG(BRD10)	0.206164	0.033107	6.227225	0.0000
AR(1)	0.893538	0.022459	39.78488	0.0000
-squared	0.99896	Mean dependent var	4.768376	
Adjusted R-squared	0.998941	S.D. dependent var	1.317219	
S.E. of regression	0.042875	Akaike info criterion	-6.269099	
Sum squared resid	0.294122	Schwarz criterion	-6.174979	
Log likelihood	288.0758	F-statistic	38658.27	
Durbin-Watson stat	1.411801	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.89			

Fuente: Elaboración propia

A la vista de los resultados obtenidos al estimar la ecuación 6, vemos que tanto el empleo, como el stock de capital o el gasto en I+D industrial, ejercen una influencia positiva sobre la producción industrial. Además, la elasticidad del stock de capital es la mayor de las tres, lo que nos indica la importancia de esta variable a la hora de explicar la producción industrial.

Modelo de demanda para la producción industrial

El estudio de la producción por el lado de la demanda es sumamente interesante ya que nos permite analizar el impacto de las exportaciones sobre la producción de un país, y, a través de ellas, ver la importancia de los factores de competitividad estructural o competitividad país en el crecimiento del país, como ponen de manifiesto Cancelo y Guisán (1998a). La producción, por el lado de la demanda se puede explicar en función de un indicador de la

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Demanda Interior, de un indicador de la Demanda exterior, de las importaciones reales y de un indicador de precios relativos.

Como indicador de la demanda interior hemos incluido el PIB de cada país retardado un período (PIB90R) porque lo consideramos como una mejor aproximación a la demanda interna que la suma de los consumos privado y público y la inversión en el mismo año. Además, si se realiza la estimación con ambas variables los resultados son similares, pero mejoran con el PIB(-1). Esta variable está medida en miles de millones de dólares de 1990. Los datos correspondientes al PIB se han obtenido de la estadística de la OCDE “National Accounts”, y están expresados en miles de millones de dólares de 1990 según tipos de cambio TCs.

Como indicador de la demanda exterior hemos escogido las exportaciones industriales reales de cada país hacia la OCDE (XR10), variable que está medida en miles de millones de dólares de 1990. Los datos de las exportaciones se han elaborado a partir de los datos proporcionados por OCDE en su estadística “Foreign Trade by commodities” y la serie se ha deflactado con los precios de exportaciones industriales propuestos por Cancelo y Guisán (1998).

Los datos correspondientes a las importaciones industriales reales (MR10) se han elaborado igual que las exportaciones industriales reales, utilizando las mismas estadísticas. Como deflactor de las importaciones industriales se ha utilizado el propuesto por Cancelo y Guisán (1998b).

Como indicador de los precios relativos, hemos calculado un Índice de Precios Relativos Internacionales (PRI10), obtenido como cociente entre los precios internacionales de exportaciones industriales del país j (recogidos en Cancelo y Guisán, 1998b) y la media ponderada de los precios de los otros países (como ponderación se ha utilizado el peso de las exportaciones de cada país sobre el total de las exportaciones), ya que consideramos que los precios de exportaciones calculados por nosotros aproximan mejor el precio de venta de los productos industriales que el deflactor del valor añadido.

La ecuación de demanda estimada es la siguiente:

$$(6) \log Q_{10it} = \log \beta_0 + \beta_1 \log \text{PIB90R}_{it} + \beta_2 \log \text{XR10}_{it} + \beta_3 \log \text{MR10}_{it} + \beta_4 \log \text{PRI10}_{it} + \varepsilon_t$$

donde:

Q10 = Valor añadido real de la Industria (en miles de millones de dólares de 1990).

PIB90R = PIB real retardado un período (en miles de millones de dólares de 1990).

XR10 = Exportaciones industriales reales (en miles de millones de dólares de 1990).

MR10 = Importaciones industriales reales (en miles de millones de dólares de 1990).

PRI10 = Precios relativos de la industria.

Estimando la ecuación (7) por Mínimos Cuadrados Ordinarios, nos encontramos que existe un elevado grado de autocorrelación en el modelo (el valor del Durbin-Watson es de 0.13), por lo que estimamos el modelo por Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG).

Ecuación 6. Estimación MCG de la ecuación de demanda de Q10

LS // Dependent Variable is LOG(Q10)				
Sample: 1975 1990				
Included observations: 165				
Convergence achieved after 11 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.793070	0.516933	-5.403157	0.0000
LOG(PIB90R)	0.736865	0.066857	11.02149	0.0000
LOG(XR10)	0.320267	0.053108	6.030527	0.0000
LOG(MR10)	0.218374	0.039060	5.590708	0.0000
LOG(PRI10)	-0.192742	0.060924	-3.163671	0.0019
AR(1)	0.965266	0.008886	108.6251	0.0000
R-squared	0.999155		Mean dependent var	4.768376
Adjusted R-squared	0.999129		S.D.dependent var	1.317219
S.E. of regression	0.038877		Akaike info criterion	-6.459018
Sum squared resid	0.240316		Schwarz criterion	-6.346075
Log likelihood	304.7441		F-statistic	37621.55
Durbin-Watson stat	1.718174		Prob(F-statistic)	0.000000
Inverted AR Roots	.97			

Fuente: Elaboración propia

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Las exportaciones industriales ejercen una influencia positiva y significativa sobre la producción industrial. Además, ejercen una influencia positiva y significativa la demanda interna (PIB90R). Los precios ejercen una influencia negativa, como se podría esperar a priori.

El coeficiente de la variable de importaciones reales tiene su signo positivo, lo que puede deberse al hecho de que las importaciones complementarias tengan un mayor peso que las sustitutivas. El valor del estadístico t, aconsejaría la inclusión de esta variable en el modelo.

Contrastes de especificación

Una vez estimados los dos modelos alternativos para explicar el comportamiento de la producción industrial se nos plantea el problema de cual de las dos recoge mejor el comportamiento de la producción industrial: la ecuación por el lado de la oferta, la ecuación por el lado de la demanda, o una combinación de ambas, y para responder a esta cuestión vamos a utilizar los contrastes de especificación para modelos lineales no anidados.

Método de Davidson y McKinnon

1) Estimamos por MCO una ecuación de producción por el lado de la oferta, y estimamos los valores de la producción bajo H_1 (YFS). Considerando como H_0 el modelo de demanda y H_1 el modelo de oferta.

Al tener que estimar por MCO, necesitamos reestimar nuestra ecuación (6) por MCO y corregir la autocorrelación incluyendo como variable explicativa en el mismo la variable producción industrial retardada un período (Q10R) que además nos puede servir para recoger, como aproximación, la capacidad productiva del país (la oferta retardada).

Así, estimamos la siguiente ecuación de oferta:

$$(7) \quad \log Q10_{it} = \log \beta_0 + \beta_1 \log L10_{it} + \beta_2 \log SK10_{it} + \beta_3 \log BRD10_{it} + \beta_4 \log Q10R_{it} + \varepsilon_t$$

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

2) En un modelo anidado contrastaremos la influencia de los factores por el lado de la demanda, además de los factores por el lado de la oferta. De forma que estimamos la siguiente ecuación:

$$(8) \quad \log Q = C(50)*YFS + (1 - C(50)) \log Q^d$$

donde, Q^d recoge el efecto las variables explicativas que se presentan en la ecuación (7) y además incluimos la producción industrial retardada, para evitar los problemas de autocorrelación, al igual que hicimos con la oferta.

La ecuación a estimar, se especificaría de la siguiente forma:

$$(9) \quad \log Q_{10it} = C(50)*YFS_{it} + (1 - C(50)) * (C(60) + C(61) * \log PIB90R_{it} + C(62) * \log XR10_{it} + C(63) * \log MR10_{it} + C(64) * \log PRI10_{it} + C(65) * \log Q10R_{it}) + \varepsilon_t$$

Con los resultados obtenidos al estimar YFS en la ecuación (8), contrastamos si el parámetro $c(50)$ es significativamente distinto de cero en la ecuación (10). A continuación presentamos los resultados obtenidos.

Estimación MCO de la ecuación (7) para estimar YFS

LS // Dependent Variable is LOG(Q10)				
Sample: 1975 1990				
Included observations: 176				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(L10)	0.000116	0.011796	0.009853	0.9922
LOG(SK10)	0.065469	0.019333	3.386381	0.0009
LOG(BRD10)	0.009758	0.006404	1.523769	0.1294
LOG(Q10R)	0.927540	0.021215	43.72003	0.0000
R-squared	0.998721		Mean dependent var	4.756015
Adjusted R-squared	0.998699		S.D. dependent var	1.312430
S.E. of regression	0.047338		Akaike info criterion	-6.078406
Sum squared resid	0.385437		Schwarz criterion	-6.006349
Log likelihood	289.1665		F-statistic	44780.38
Durbin-Watson stat	1.586547		Prob(F-statistic)	0.000000

Fuente: Elaboración propia

Con el valor de la producción industrial estimado por esta ecuación, YFS, estimamos la ecuación (10) por Mínimos Cuadrados No Lineales, cuyos resultados son los siguientes:

$$\log Q10_{it} = 0.745 YFS_{it} + (1 - 0.745) * (-0.288 + 0.158 * \log PIB90R_{it} + 0.069 * \log XR10_{it} - 0.064 * \log MR10_{it} - 0.116 * \log PRI10_{it} + 0.852 * \log Q10R_{it})$$

El coeficiente correspondiente a la producción estimada por el lado de la oferta (C(50)) es igual a 0.74 y además resulta estadísticamente significativo al 4% ya que el estadístico t resultó igual a 2.07.

En segundo lugar, aplicamos las dos fases del método considerando como H_0 el modelo de oferta y H_1 el modelo de demanda. Primero reestimamos la ecuación (3), en la que incluimos la producción retardada un período para eliminar los problemas de autocorrelación y estimar por MCO. Así, la ecuación de demanda, que permite calcular YFD, quedaría especificada de la siguiente forma:

$$(10) \log Q10_{it} = \log \beta_0 + \beta_1 \log PIB90R_{it} + \beta_2 \log XR10_{it} + \beta_3 \log MR10_{it} + \beta_4 \log PRI10_{it} + \beta_5 \log Q10R_{it} + \varepsilon_t$$

Estimación MCO de la ecuación de demanda (10) para estimar YFD

LS // Dependent Variable is LOG(Q10)				
Sample: 1975 1990				
Included observations: 176				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.131998	0.040558	-3.254539	0.0014
LOG(PIB90R)	0.078755	0.022484	3.502633	0.0006
LOG(XR10)	0.032239	0.012423	2.595048	0.0103
LOG(MR10)	-0.026798	0.012859	-2.084061	0.0386
LOG(PRI10)	-0.013072	0.031303	-0.417600	0.6768
LOG(Q10R)	0.923929	0.021521	42.93176	0.0000
R-squared	0.998719		Mean dependent var	4.756015
Adjusted R-squared	0.998681		S.D. dependent var	1.312430
S.E. of regression	0.047659		Akaike info criterion	-6.053892
Sum squared resid	0.386127		Schwarz criterion	-5.945808
Log likelihood	289.0093		F-statistic	26508.35
Durbin-Watson stat	1.587743		Prob(F-statistic)	0.000000

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados obtenidos a partir de la estimación de esta ecuación, estimamos el valor de la producción industrial por el lado de la demanda (YFD), y lo sustituimos en las ecuaciones siguientes (al igual que hacíamos con la oferta):

$$(11) \quad \log Q = C(80)*YFD + (1 - C(80)) \log Q^S$$

$$(12) \quad \log Q10_{it} = C(80) * \log YFD_{it} + (1 - C(80))* (C(91) * \log L10_{it} + C(92) * \log SK10_{it} + C(93) * \log BRD10_{it} + C(94)* Q10R_{it}) + \varepsilon_t$$

Estimando la ecuación 12 por Mínimos Cuadrados No Lineales, los resultados obtenidos son los siguientes:

$$\log Q10_{it} = 0.619 * \log YFD_{it} + (1 - 0.619) * (-0.001 * \log L10_{it} + 0.105 * \log SK10_{it} + 0.013 * \log BRD10_{it} + 0.924 + \log Q10R_{it})$$

Con los resultados de la estimación de la ecuación (13) vemos que el coeficiente correspondiente a la producción estimada por el lado de la demanda (C(80)) es igual a 0.62, el cual no resulta estadísticamente significativo pues el valor del estadístico t tomó el valor 1.84 y está en la zona de no rechazo de la hipótesis de nulidad.

Estos resultados sugieren que los factores por el lado de la oferta son los que determinarían, en mayor medida, el aumento de la producción industrial. A continuación examinamos esta cuestión con el Método del Modelo Combinado.

Método del Modelo Combinado.

Además de realizar el contraste para el modelo de anidado artificial realizamos el contraste de especificación bajo la enfoque del modelo combinado, el cual consiste en construir un modelo que combine las dos hipótesis sin utilizar ningún parámetro de ponderación.

De esta forma, se contrasta la hipótesis $\gamma = 0$ en el modelo combinado, $Y = X\beta + Z\gamma + u$, de forma que la hipótesis nula: $Y = X\beta + u$, se acepta si $\gamma = 0$. De forma similar, se acepta la hipótesis alternativa, cuando se acepta la hipótesis $\beta = 0$.

La mecánica del contraste consiste en estimar la ecuación que incluya tanto los factores de oferta y de demanda, y contrastar la significatividad de los subconjuntos de parámetros correspondientes a cada modelo.

Así, especificamos la siguiente ecuación:

$$(13) \log Q10_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log L10_{it} + \beta_2 \log SK10_{it} + \beta_3 \log BRD10_{it} + \beta_5 \log PIB90R_{it} + \beta_6 \log XR10_{it} + \beta_7 \log MR10_{it} + \beta_8 \log PRI10_{it} + \beta_9 \log Q10R_{it} + \varepsilon_t .$$

Estimación de la ecuación (13) por MCO. Modelo combinado

LS // Dependent Variable is LOG(Q10)				
Sample 1975 1990				
Included observations: 176				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.427891	0.138210	-3.095957	0.0023
LOG(L10)	0.033972	0.017006	1.997717	0.0474
LOG(SK10)	0.024249	0.025113	0.965600	0.3356
LOG(BRD10)	-0.013625	0.012587	-1.082457	0.2806
LOG(PIB90R)	0.101879	0.036949	2.757292	0.0065
LOG(XR10)	0.062405	0.021608	2.887994	0.0044
LOG(MR10)	-0.030255	0.014346	-2.108916	0.0364
LOG(PRI10)	0.019441	0.039806	0.488393	0.6259
LOG(Q10R)	0.851351	0.031422	27.09386	0.0000
R-squared	0.998807	Mean dependent var	4.756015	
Adjusted R-squared	0.998750	S.D. dependent var	1.312430	
S.E. of regression	0.046409	Akaike info criterion	-6.090751	
Sum squared resid	0.359680	Schwarz criterion	-5.928624	
Log likelihood	295.2529	F-statistic	17473.56	
Durbin-Watson stat	1.578792	Prob(F-statistic)	0.000000	

Fuente: Elaboración propia

El contraste que se efectúa para seleccionar cual es la especificación más adecuada es el de un subconjunto de parámetros, que se realiza con el estadístico F, de forma que si contrastamos la hipótesis nula de que los parámetros correspondientes a la ecuación de demanda son nulos (tomados conjuntamente), el estadístico F sería igual a:

$$(14) \quad F = \frac{(SCE^C - SCE^S) / (K - K^S)}{SCE^C / (T - K)}$$

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

SCE^S = Suma de Cuadrados de Errores, correspondiente a la ecuación del Modelo de Oferta (4) cuyos resultados se recogen en la tabla 3.

SCE^C = Suma de Cuadrados de Errores, correspondiente a la ecuación del Modelo Combinado (10) cuyos resultados se recogen en la tabla 5.

K = N° total de parámetros que intervienen en el modelo conjunto = 9.

K^S = N° de parámetros que intervienen en el modelo de oferta = 4.

T = Tamaño muestral

Así: $K - K^S$ = N° de parámetros excluidos.

El valor del estadístico F es de 2.39. Bajo la hipótesis nula este estadístico se distribuye como una F de Snedecor con $K - K^S$ (5) grados de libertad en el numerador y $T - K$ (167) grados de libertad en el denominador, que para un nivel de significación del 5% vale 2.27.

Por lo tanto, comparando el valor del estadístico F (2.39) con el valor crítico de la F de Snedecor (2.27) la hipótesis nula de nulidad conjunta de los parámetros correspondientes al modelo de demanda se rechazaría para un 5%, pero con muy poco margen.

Si calculamos el mismo estadístico para contrastar la nulidad conjunta de los parámetros correspondientes al modelo de oferta, el procedimiento es exactamente el mismo, pero en este caso el valor del estadístico F es de 4.09 que si lo comparamos con el valor crítico de la F de Snedecor (que en este caso vale 2.67) nos indica un claro rechazo de la hipótesis nula.

Con los resultados obtenidos tanto al efectuar este contraste, como el de Davidson y Mc Kinnon, que la evidencia empírica es mucho más favorable hacia el modelo de oferta que hacia el modelo de demanda, evidencia que se hace más fuerte si comparamos los resultados obtenidos al predecir con todos los modelos.

$$(15) \quad Q10 = 0.74 * Q10FS + 0.26 * Q10FD$$

donde Q10FS es la predicción efectuada para la producción industrial con el modelo de oferta (ecuación 2 y tabla 1) y Q10FD es la predicción efectuada para la producción industrial con el modelo de demanda (ecuación 3 y tabla 2). A continuación presentamos una tabla con los resultados de la evaluación de la capacidad predictiva realizada con los tres modelos.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Tabla 2. Evaluación de la capacidad predictiva. Predicción de la producción industrial real para los años 1991 y 1992, para los 11 países considerados.

Predicción	Tabla	% RECM	% EAM.	U de Theil
M. oferta	14	2.6269	2.090	0.0087
M. demanda	16	5.7117	2.231	0.0189
M. combinado	21	3.8936	1.808	0.0132

Nota: RECM = Raíz del Error Cuadrático Medio.EAM = Error Absoluto Medio

Examinando estos resultados podemos comprobar que las mejores predicciones se realizan con el modelo estimado por el lado de la oferta, ya que conllevan un menor porcentaje de la Raíz del Error Cuadrático Medio del período de predicción (%RECM) y un menor valor del estadístico U de Theil.

Además, podemos observar que las predicciones son correctas, dado que el valor del %RECM no llega al 3%, y el U de Theil, está muy próximo a 0, además la media absoluta de los errores de predicción en porcentaje (cuyos valores recogemos en la cuarta columna de la tabla 22) está en torno al 2%, lo que es un valor bastante bajo.

Si calculamos el %RECM de la predicción realizada a través de la ecuación 11 que recoge oferta y demanda en los porcentajes ya descritos, toma un valor de 2.8964 %, o sea, es mayor que el valor obtenido para la misma medida cuando realizamos la predicción a partir del modelo de oferta (2.626).

Con todos los resultados, y contrastes, que se han manejado se puede concluir que para estos países el modelo de oferta presentado es el que mejor estima y predice los valores de la producción industrial.

Contraste de estabilidad

Además de realizar los contrastes de especificación para elegir cual sería la ecuación que mejor explica el comportamiento de la producción industrial para los países estudiados, hemos realizado el contraste de estabilidad muestral de los parámetros del modelo que hemos seleccionado para explicar la producción industrial con el fin de estudiar si el modelo que se ha propuesto es adecuado, ya que estamos trabajando con una muestra de datos de corte transversal (*cross-section*) y puede ocurrir que no todos los parámetros del modelo sean homogéneos a lo largo de la muestra.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Para ello, vamos a realizar el contraste de homogeneidad total de los parámetros del modelo de forma que si este contraste es aceptado ya no tenemos que realizar más contrastes con relación a los parámetros. Si se rechazara este contraste, en una segunda etapa tendríamos que analizar si no son estables todos los parámetros, o bastaría con incluir variables ficticias para diferenciar la ordenada en el origen de los países incluidos en el modelo.

Para realizar el contraste calculamos el estadístico:

$$(16) \quad F = \frac{(S2 - S1) / (gl2 - gl1)}{S1 / gl1}$$

donde: S2 = SCE del modelo estimado en su conjunto y gl2 = grados de libertad de S2 = T- k

S1 = Suma de las SCE_i (i=1,...,p) de modelos individuales para cada grupo y gl1 = grados de libertad de S1 = T- p k

T = tamaño muestral. p = número de grupos. En este caso 11 países.

k = número de variables explicativas incluidas en el modelo (incluido el regresor ficticio).

Bajo la hipótesis nula de estabilidad muestral (homogeneidad de los coeficientes), el estadístico F se distribuye como una F de Snedecor con (gl2-gl1) grados de libertad en el numerador y gl1, grados de libertad en el denominador.

Si calculamos el valor del estadístico F para la ecuación de producción estimada según el modelo de oferta, que presentamos en esta sección, vemos que el valor del estadístico F (1.27) es menor que el valor crítico de la F de Snedecor con 50 grados de libertad en el numerador y 110 grados de libertad en el denominador, por lo que se acepta la hipótesis nula de estabilidad muestral de los parámetros.

Las principales conclusiones que se deducen de este estudio son las siguientes:

1) El contraste de Davidson y McKinnon y el contraste F del modelo combinado ponen de manifiesto un claro predominio del modelo de oferta sobre el modelo de demanda para explicar la evolución de la producción

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

manufacturera (aunque este resultado puede variar si analizamos los modelos para cada uno de los países considerados en la muestra).

2) Aunque el enfoque de oferta es el predominante para la producción industrial existen también indicios de impacto por parte de la demanda.

Como recogen Cancelo y Guisán (1998b), si se analiza la causalidad entre la producción industrial y las exportaciones industriales (variable incluida en el modelo de demanda) utilizando el test de Causalidad de Granger, se concluye que las exportaciones industriales son Causa Granger de la producción industrial.

A esto hay que añadirle que la inversión industrial (variable incluida en el modelo de oferta) posiblemente está recogiendo en el modelo una parte importante de los efectos del modelo de demanda, tema que puede ser analizado en un estudio posterior.

3) La inversión industrial se revela como la variable más importante a la hora de explicar el comportamiento de la producción industrial, lo que se pone de manifiesto si examinamos los resultados obtenidos en el modelo de oferta.

4.3. Modelos de comercio exterior en los países de la OCDE.

Planteamos dos variantes de nuestro modelo, que relaciona las exportaciones reales con la producción manufacturera, los precios, la demanda exterior y el nivel educativo de la población. De ambas seleccionamos la que muestra una mayor capacidad predictiva. El primero de ellos se estima por MCO y por MCG, ya que presenta autocorrelación, y el segundo sólo por MCO ya que no presenta autocorrelación.

Previamente a la estimación de los modelos que presentamos en este trabajo efectuamos, en una primera aproximación, la estimación de un modelo preliminar donde las exportaciones industriales reales se explicaban en función de: una variable indicativa del esfuerzo innovador, una variable representativa del capital, una variable que recoja las diferencias entre precios y/o costes, la demanda interna, recogida por la producción industrial, y la dinámica exportadora recogida por la propia endógena retardada.

De los resultados que obtuvimos al estimar las exportaciones reales de esta primera aproximación, se destaca lo siguiente:

1) Las variables representativas del esfuerzo innovador (gasto en I+D industrial de las empresas) y del capital (stock de capital industrial) ejercen una influencia positiva sobre las exportaciones industriales, pero dicha influencia no resulta estadísticamente significativa.

2) Dichas variables están muy correlacionadas tanto entre si (coeficiente de correlación igual a 0.93), como con la producción industrial (coeficiente de correlación para el gasto en I+D y la producción es de 0.96, y del capital y la producción 0.98), lo que provoca problemas de multicolinealidad y plantea problemas de selección de regresores.

3) El valor del estadístico t del coeficiente de la endógena retardada resultó muy elevado lo que nos indica que posiblemente dicha variable recogiendo la influencia de variables omitidas.

Con estas reflexiones a partir de dicha primera aproximación, y revisando otros modelos que explican las exportaciones, como por ejemplo PULIDO (1983), concluimos lo siguiente:

1) La producción industrial real recoge la influencia del gasto en I+D y del capital industrial sobre las exportaciones reales, como puede verse en CANELO (1998), por lo que consideramos conveniente no incluir estas dos variables en el modelo, decisión que nos permite reducir los problemas de multicolinealidad.

2) Examinados otros modelos econométricos, vemos la necesidad de incluir en nuestro modelo una variable que recoja el nivel de actividad mundial de la industria, o lo que podría ser una variable proxy de demanda externa de nuestras exportaciones.

3) Además, consideramos importante la inclusión de una variable que recoja un indicador de precios relativos (en una moneda común), con la finalidad de contrastar el efecto que las diferencias de precios ejercen sobre la competitividad de las exportaciones de los países, efecto contrastado por numerosos autores en toda la literatura de los modelos de comercio internacional así como en algún modelo recogido en el capítulo 2 (SÁNCHEZ, 1993), y que no se debe omitir aunque se considere que existen otras

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

variables que pueden influir de forma significativa sobre las exportaciones de un país.

4) En el modelo no se han incluido los costes laborales unitarios como variable explicativa de las exportaciones industriales, ya que si bien su influencia es negativa, estadísticamente no resulta significativa, lo que pone de manifiesto: en primer lugar, que la influencia de los costes en parte se recogen en los precios y en segundo lugar, que la reducción de los costes no es tan importante como a veces se quiere hacer creer.

5) Por último, incluimos una variable para recoger la influencia del capital humano en la evolución de las exportaciones industriales. Por ello hemos incluido en el modelo una variable que recoge el nivel educativo superior de la población, como indicador de stock, y que está muy correlacionada con los gastos en educación, ya que si un país aumenta los gastos en educación, aumentará el número de personas que puedan acceder a la misma, y esto repercutirá de forma positiva sobre el crecimiento del país.

De esta forma estimamos el modelo (17):

$$\log \left(\frac{XR10}{XR10R} \right) = \beta_0 + \beta_1 \log \left(\frac{Q10}{Q10R} \right) + \beta_2 \log \left(\frac{PRI10}{PRI10R} \right) + \beta_3 \left(\frac{DEXT}{DEXTR} \right) + \beta_4 \log \left(\frac{NE3}{NE3R} \right) + \varepsilon_{it}$$

(17)

donde:

$XR10_{it}$ = Exportaciones industriales reales del país i hacia la OCDE, para el periodo muestral $t=1975..90$, expresada en miles de millones de dólares de 1990 (con precios y tipos de cambio de 1990).

$Q10_j$ = Valor añadido real de la industria en el país i , en el año t , y expresada en miles de millones de dólares de 1990 (con precios y tipos de cambio de 1990).

PRI10_j = Precios relativos internacionales de la industria en el país j (1990=100). Es igual al cociente entre los precios internacionales de exportaciones industriales del país j (IPXI10_j) y la media ponderada de los precios de los otros países (IPXG10_j).

Este índice de precios está expresado en dólares de 1990, para todos los países, lo que permite comparaciones tanto a lo largo del tiempo, como entre países. Como ponderaciones se han utilizado la cuota de exportaciones industriales del país con relación a los otros países considerados.

$$PRI10_j = \frac{IPXI10_j}{IPXG10_j} ; \quad IPXG10_j = \frac{\sum_{i=1, i \neq j}^{10} IPX10_i \cdot \frac{XR10_i}{\sum_{i=1, i \neq j}^{10} XR10_i}}$$

El cálculo de los precios de exportaciones industriales se ha efectuado a partir del deflactor de las exportaciones de bienes y servicios de la OCDE (en base 1990=100) corregidos por los deflactores del valor añadido industrial (en la misma base). Para evitar que los tipos de cambio influyan en su evolución, se han expresado en dólares de 1990.

DEXT_j = Demanda real de los productos del país j o nivel de actividad de los países considerados, exceptuando el país j, está expresada en miles de millones de dólares de 1990, y se define como:

$$DEXT_j = \sum_{i=1, i \neq j}^{10} \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^{10} X_{ij}} \cdot PIB90_i$$

donde:

X_{ij} = Exportaciones reales totales, de bienes y servicios, del país j al país i.

PIB90_i = Producto Interior Bruto real del país i expresado en miles de millones de dólares de 1990.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

DEXT_j = La demanda externa del país j se define como la media ponderada del PIB de los países compradores, siendo la ponderación igual a la participación de cada país i en las exportaciones del país j.

NE3 = Porcentaje de la población activa que tiene el nivel educativo 3, correspondiente a la educación secundaria de segundo ciclo completa o nivel superior.

La letra R al final de la variable, indica el valor retardado de dicha variable. Así, lo que vamos a estudiar son los crecimientos de las variables, en lugar de los niveles.

La ecuación va a ser estimada en logaritmos, ya que la presencia de la variable precio lo hace conveniente.

Las variables recogen datos para el período 1975-90, para los países que figuran en el Anexo de esta sección, basados en las tablas de Cancelo y Guisán(1998) y Cancelo(2001), y que son los siguientes: Alemania, Bélgica y Luxemburgo, Dinamarca, España, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Italia, Portugal, Estados Unidos y Japón.

Las fuentes estadísticas utilizadas son las siguientes:

Los datos correspondientes al Valor añadido, se han obtenido de la estadística de OCDE, *National Accounts*, vol. II, exceptuando dos países: Gran Bretaña, para el cual se utilizaron las series que proporciona Eurostat en su estadística *National Accounts, ESA*; para España, se utilizó la Contabilidad Nacional del INE.

Los datos correspondientes a las exportaciones industriales se han elaborado a partir de los datos recogidos en la estadística de la OCDE, *Foreign Trade by commodities*, de varios años. Para obtener estas series, tuvimos que separar las exportaciones de los productos industriales de lo que son materias primas, ya que en esta estadística están recogidos conjuntamente y no se hace una selección por el origen de la producción de las exportaciones (o importaciones).

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Los datos del PIB, exportaciones de bienes y servicios y deflatores de estas exportaciones, se han obtenido de la estadística de OCDE, *National Accounts*, Vol.I. Para construir la serie que recoge el Nivel Educativo de la población, se han utilizado las series de GUISÁN (1975), DENISON y CHUNG (1976) y OCDE (1995), cuyos valores se han interpolado para el período 1970-92.

Resultados de la estimación de los modelos propuestos

Así pues comparamos la estimación de 3 modelos de exportaciones:

Modelo 1. Estimación MCO de la relación logarítmica en incrementos o primeras diferencias. Se expresa como logaritmo del cociente entre XR10 y XR10R

Modelo 2. Estimación MCG de la relación logarítmica en incrementos o primeras diferencias. Se expresa como logaritmo del cociente entre XR10 y XR10R.

Modelo 3. Estimación MCO de la relación logarítmica en niveles. Se expresa como logaritmo de XR10.

Modelo 1. Modelo de Exportaciones en incrementos por MCO

LS // Dependent Variable is LOG(XR10/XR10R)				
Sample: 1975 1990				
Included observations: 165				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	prob.
LOG(Q10/Q10R)	0.654030	0.086386	7.571028	0.0000
LOG(PRI10/PRI10R)	-0.264720	0.068575	-3.860275	0.0002
LOG(DEXT/DEXTR)	0.659224	0.117188	5.625375	0.0000
LOG(NE3/NE3R)	0.779364	0.145619	5.352092	0.0000
R-squared	0.993762	Mean dependent var	0.053791	
Adjusted R-squared	0.993653	S.D. dependent var	0.072345	
S.E. of regression	0.056073	Akaike info criterion	-5.739743	
Sum squared resid	0.540796	Schwarz criterion	-5.667686	
Log likelihood	259.3642	F-statistic	39.76954	
Durbin-Watson stat	1.521495	Prob(F-statistic)	0.000000	

Fuente: Elaboración propia.

Observamos que el crecimiento de la producción manufacturera ejerce una influencia positiva sobre el crecimiento de las exportaciones reales, de

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

forma que si la producción se duplica, permaneciendo las otras variables constantes, las exportaciones crecerán por término medio en un 65.4%.

Al igual que la producción industrial afecta positivamente al crecimiento de las exportaciones, también el crecimiento de la demanda exterior influye de forma positiva sobre las mismas, con una elasticidad del 65.9%.

Como se esperaba, el incremento en los precios relativos de las exportaciones del país con relación a los precios de los otros países, tiene una influencia negativa, y significativa, sobre el crecimiento de las exportaciones industriales, si bien esa influencia es menos importante que la de las restantes variables incluidas en el modelo (elasticidad de -26.4%).

Con relación al nivel educativo, vemos que se demuestra su importancia a la hora de explicar el crecimiento de las exportaciones industriales, y su influencia además de ser positiva, es muy elevada (valor de su parámetro es de 0.7793, con un valor del estadístico t de 5.35). Esto demuestra la importancia de la educación no solo a la hora de estudiar la productividad de un sector sino a la hora de estudiar su crecimiento y competitividad.

El estadístico Durbin-Watson toma un valor de 1.52, por lo que reestimamos el modelo por Mínimos Cuadrados Generalizados para corregir un pequeño grado de autocorrelación.

Modelo 2. Modelo de Exportaciones en incrementos por MCG

LS // Dependent Variable is LOG(XR10/XR10R)				
Sample: 1975 1990.				
Included observartions: 165. Excluded observations: 11				
Convergence achieved after 8 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(Q10/Q10R)	0.523261	0.085480	6.121469	0.0000
LOG(DEXT/DEXTR)	0.574617	0.110248	5.212037	0.0000
LOG(PRI10/PRI10R)	-0.286846	0.065116	-4.405158	0.0000
LOG(NE3/NE3R)	1.207716	0.169794	7.112831	0.0000
AR(1)	0.152788	0.071235	2.144847	0.0335
R-squared	0.994762	Mean dependent var	0.062954	
Adjusted R-squared	0.994605	S.D. dependent var	0.063967	
S.E. of regression	0.050189	Akaike info criterion	-5.954065	
Sum squared resid	0.403037	Schwarz criterion	-5.859946	
Log likelihood	262.0855	F-statistic	26.59980	
Durbin-Watson stat	1.668550	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.15			

Fuente: Elaboración propia

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Efectuando la estimación del modelo por MCG, vemos que el valor del estadístico Durbin-Watson incrementa su valor pasando de 1.52 a 1.67, pero no mejora sustancialmente con respecto a la estimación anterior. Además, hay que tener en cuenta que al realizar esta estimación se pierden once observaciones.

Con respecto a los valores de los coeficientes estimados, observamos que siguen teniendo signos correctos (todos positivos, excepto el del coeficiente correspondiente a los precios relativos que lo tiene negativo).

Si estimamos la ecuación de exportaciones, pero considerando las variables, tanto endógena como predeterminadas, en niveles y no en variaciones, los resultados de efectuar la estimación serían los siguientes:

Modelo 3. Modelo de Exportaciones en niveles por MCO

LS // Dependent Variable is LOG(XR10)					
Sample: 1975 1990					
Included observations: 176					
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
C	-0.333233	0.119509	-2.788343	0.0059	
LOG(Q10)	0.020026	0.007859	2.548168	0.0117	
LOG(DEXT)	0.037321	0.017021	2.192600	0.0297	
LOG(PRI10)	-0.247913	0.050998	-4.861189	0.0000	
LOG(NE3)	0.048028	0.016794	2.859828	0.0048	
LOG(XR10R)	0.960375	0.012945	74.19058	0.0000	
R-squared	0.995573		Mean dependent var	4.057490	
Adjusted R-squared	0.995442		S.D. dependent var	0.994489	
S.E. of regression	0.067137		Akaike info criterion	-5.368530	
Sum squared resid	0.766264		Schwarz criterion	-5.260445	
Log likelihood	228.6975		F-statistic	7645.590	
Durbin-Watson stat	1.615829		Prob(F-statistic)	0.000000	

Fuente: Elaboración propia

Estimando la ecuación de las exportaciones reales, en logaritmos, vemos que se confirman todos los resultados obtenidos anteriormente: la influencia positiva y significativa sobre las exportaciones tanto de la producción industrial del país, como del nivel de actividad de los otros países, y del porcentaje de la población activa que ha alcanzado un nivel de educación igual o superior al BUP (o equivalente). Además, se confirma la influencia negativa y significativa de los precios sobre las exportaciones.

Predicciones efectuadas con los modelos propuestos

La tabla 3 presenta la evaluación de la capacidad predictiva de los tres modelos considerados para la predicción de las exportaciones manufactureras reales, para los años 1991 y 1992, en todos los países incluidos en la muestra.

Las medidas utilizadas para evaluar la capacidad predictiva de cada uno de los modelos estimados en la sección anterior, son las siguientes:

La Raíz del Error Cuadrático Medio (RECM) del período de predicción, calculado como la raíz cuadrada del cociente entre la Suma de Cuadrados de los Errores (SCE) del período de predicción entre el número de predicciones efectuadas.

También presentamos %RECM como porcentaje de la media de RECM respecto al valor medio de la variable endógena en el período de predicción.

El coeficiente de desigualdad de Theil, que indica que las predicciones efectuadas son buenas cuando su valor se encuentra entre 0 y 1. Si el valor del coeficiente es 0 las predicciones son perfectas, por lo que cuanto más próximo esté a 0 el valor del coeficiente mejores serán las predicciones efectuadas.

Tabla 3. Comparación de la capacidad predictiva de los 3 modelos

Modelo	Variable Dependiente	Variable Prevista	RECM predicc.	% RECM	U de Theil
1	XR10/XR10R	XR10	4.3856	3.4305	0.0144
2	XR10/XR10R	XR10	4.4598	3.46102	0.0146
3	XR10	XR10	9.7803	7.3856	0.0315

Nota: XR10 = Exportaciones industriales a precios y tipos de cambio de 1990 (miles de millones de dólares de 1990), y XR10R es el valor retardado.

De la observación de los resultados proporcionados por las medidas utilizadas para evaluar la capacidad predictiva del modelo, se puede señalar que las predicciones efectuadas son, en general, bastante buenas, ya que el valor del coeficiente de desigualdad de Theil está muy próximo a 0, y el %RECM están en torno al 3% con respecto a la media de y.

Además las mejores predicciones se han obtenido a partir del Modelo 1, modelo en el que estimamos el crecimiento de las exportaciones industriales reales, por MCO, por lo que es este el modelo que escogeríamos el modelo, en su primera aproximación como el mejor modelo para estimar las exportaciones reales industriales para el conjunto de países estudiados.

Con estos resultados observamos que la capacidad predictiva es muy similar si comparamos el Modelo 1 y el 2, o sea el modelo estimado por MCO y por MCG, lo que indica que la autocorrelación aunque está presente en este caso, no es demasiado influyente.

Un aspecto novedoso importante de nuestro modelo es la inclusión del nivel educativo de la población activa como factor de gran importancia en la explicación de la capacidad exportadora.

La influencia de esta variable se manifiesta en la práctica de muchas formas, en aspectos cualitativos de la producción, organizativos y de calidad de los servicios públicos y privados que contribuyen a facilitar las actividades exportadoras.

Influye además en muchos casos sobre los valores de las demás variables explicativas como la producción manufacturera y el abaratamiento de los precios, cuando este abaratamiento está ligado a incrementos de productividad por trabajador.

En la bibliografía se incluyen algunos trabajos interesantes para profundizar en los modelos del sector manufacturero y comercio exterior.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

4.4. Referencias bibliográficas

BUESA, M. (1992): “Patentes e innovación tecnológica en la industria española”. En: J.L. García Delgado (coord): *Economía española, cultura y sociedad. Homenaje a Juan Velarde Fuertes*. Madrid. Eudema. Tomo I, pp.819-855.

CANCELO, M.T. (1996). Estudio de la competitividad de la industria española dentro del marco comunitario: un análisis econométrico. Universidad de Santiago de Compostela.

CANCELO, M.T. (2001). “Productividad industrial y comercio exterior en la UE”. *Regional and Sectoral Economic Studies*, Vol. 1-2, pp.43-68.¹

CANCELO, M.T. y GUISÁN, M.C. (1998): *Educación, Inversión y Competitividad en países de la OCDE: 1964-94*. Documentos de Econometría, nº 12, [DEA 12](#).¹

DAVIDSON, R. y MCKINNON, J.G. (1981): “Several test for model specification in the presence of alternative hypotheses”. *Econometrica*, vol. 49, nº 2, pp. 781-793.

DENISON, H.F. (1967): *Why Growth Rates Differ. Postwar experience in nine western countries*. The Brookings Institution. Washington D.C.

EUROSTAT (varios años): National Accounts. ESA. Oficina estadística de las Comunidades europeas. Bruselas

FAGERBERG, J. (1988): ”International competitiveness”. *The Economic Journal*, nº 98, pp. 355-374.

GUISÁN, M.C. (1980). Forecasting Employment through and International Cobb-Douglas Function. Econometric Society World Congress, ESWC80, Aix-en-Provence, Francia.

GUISÁN, M.C. (1983). La predicción de la Renta y el Empleo. Monografía nº 76. Universidad de Santiago de Compostela.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

GUISÁN, M.C. (1997): *Econometría*. Madrid. Ed. McGraw-Hill.

GUISÁN, M.C. (2002). “La industria en España y en la OCDE, 1960-2000”. *Regional and Sectoral Economic Studies*, Vol. 2-2, pp.85-100.¹

GUISÁN, M.C. (2002). “La industria en España y en la OCDE, 1960-2000”. *Regional and Sectoral Economic Studies*, Vol. 2-2, pp.85-100.¹

INE (varios años): *Contabilidad Nacional de España*. INE, Madrid.

INE (varios años): *Encuesta de Población Activa*. INE, Madrid.

LIPSEY, R.E.(1995). Outward Direct Investment and the U.S. Economy. NBER documento no. 4691, y Feldstein et al(1995). *The Effects of Taxation on Multinational Corporations*. University of Chicago Press, pp.7-33.

OCDE (varios años): *National Accounts, Foreign Trade y RD Expenditure in Industry* SÁNCHEZ, P. (1993): *Competitividad exterior y desarrollo tecnológico*. Proyecto de Investigación.

PULIDO, A. (1997): *Claves de la Economía Mundial y Española*. Pirámide Economía XXI. Ed. Pirámide. Madrid.

SÁNCHEZ, P. (1993): *Competitividad exterior y desarrollo tecnológico*. Proyecto de Investigación. Universidad Autónoma de Madrid.

Documentos disponibles en: <http://www.usc.es/economet/econometria.htm>

Anexo de datos a la sección 4.3.

Tabla A4.1. Exportaciones industriales reales hacia la OCDE.
(miles de millones de dólares de 1990 según TCs)

País	1975	1980	1985	1990
Alemania	139.6	190.1	264.1	316.9
Bélgica y Lux.	42.9	56.6	71.8	94.3
Dinamarca	13.1	17.8	22.6	26.1
España	12.0	18.3	29.4	43.5
Francia	66.4	94.1	116.2	157.5
Gran Bretaña	60.5	68.3	81.2	125.4
Holanda	31.3	58.2	73.4	93.9
Italia	56.7	79.8	101.9	128.0
Portugal	3.6	5.6	8.8	14.1
Japón	43.3	84.1	144.9	166.0
USA	87.5	128.4	115.5	212.6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OCDE, Eurostat y datos del INE para la economía española.

Tabla A4.2. Valor añadido manufacturero real
(miles de millones de dólares de 1990 según TCs)

País	1975	1980	1985	1990
Alemania	333.5	386.8	408.7	458.9
Bélgica y Lux.	34.2	36.1	41.0	46.0
Dinamarca	16.7	19.2	21.7	21.0
España	73.0	82.5	84.6	101.2
Francia	210.2	231.8	228.2	256.1
G.Bretaña	144.0	146.0	151.0	201.4
Holanda	33.8	48.9	49.2	53.8
Italia	138.9	195.4	203.1	245.2
Portugal	15.2	13.3	13.2	16.6
Japón	361.8	501.9	655.3	852.6
USA	632.2	766.4	900.8	1032.2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OCDE, Eurostat y datos del INE para la economía española.

Tabla A4.3. Demanda Externa
(miles de millones de dólares de 1990 según TCs)

País	1975	1980	1985	1990
Alemania	937.10	1099.05	1400.24	1393.63
Bélgica y Lux.	900.96	1054.12	1206.29	1307.33
Dinamarca	1142.68	1336.57	1716.78	1565.63
España	1059.37	1243.67	1508.53	1372.65
Francia	945.81	1115.43	1356.66	1344.05
G.Bretaña	1335.44	1571.48	1776.73	1877.07
Holanda	877.61	1029.62	1166.35	1238.69
Italia	1157.07	1352.91	1747.06	1630.67
Portugal	939.38	1094.05	1349.17	1251.77
Japón	2722.93	3189.28	3872.23	3852.88
USA	893.08	1080.94	1267.20	1588.73

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de OCDE.

Tabla A4.4. Precios Relativos Internacionales de las Exportaciones

País	1975	1980	1985	1990
Alemania	90.15	94.11	80.89	100
Bélgica y Lux.	105.83	108.77	87.83	100
Dinamarca	98.61	93.89	87.64	100
España	81.19	90.03	82.11	100
Francia	96.67	98.59	89.20	100
G.Bretaña	91.07	119.43	110.83	100
Holanda	115.97	100.02	92.47	100
Italia	81.73	87.64	86.05	100
Portugal	89.49	83.44	85.53	100
Japón	109.86	97.86	117.11	100
USA	124.45	107.15	159.72	100

Fuente: Canelo(1996). Elaboración en base a medias ponderadas de deflatores del valor añadido de los sectores manufactureros.

Tabla A4.5. Porcentaje de población activa con un nivel educativo secundario de segundo ciclo completo o superior

País	1975	1980	1985	1990
Alemania	45.07	55.92	66.77	77.62
Bélgica y Lux.	35.66	38.46	41.26	44.06
Dinamarca	32.08	39.98	47.88	55.78
España	10.24	13.94	17.64	21.34
Francia	31.24	37.44	43.64	49.84
G.Bretaña	39.35	47.80	56.25	64.70
Holanda	50.63	52.78	54.93	57.08
Italia	15.65	19.40	23.15	26.90
Portugal	7.00	9.15	11.30	13.45
Japón	48.80	55.40	62.00	68.60
USA	71.79	75.39	78.99	82.59

Fuente: Elaboración a partir de datos de Denison(1965), Guisán(1980) y (1983) y OCDE(1991).

Tabla A4.6. Stock de Capital Industrial per capita (miles de dólares de 1990 por habitante, según TCs)

País	1975	1980	1985	1990
Alemania	8.13	8.18	9.04	10.35
Bélgica y Lux.	4.27	4.99	5.90	7.66
Dinamarca	6.41	7.20	7.56	8.65
España	3.35	3.97	3.90	3.82
Francia	6.36	7.56	8.18	8.77
G.Bretaña	5.01	5.51	5.47	5.68
Holanda	7.40	7.95	8.20	8.60
Italia	6.16	6.60	7.87	9.10
Portugal	2.45	2.83	3.47	4.24
Japón	6.90	7.94	9.51	11.30
USA	5.05	5.39	5.85	6.15

Fuente: Elaboración por Cancelo y Guisán (1998).

CAPÍTULO 5

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA POBLACIÓN Y EL EMPLEO

Eva AGUAYO *
María-Carmen GUISÁN

5.1. Modelos de industria y desarrollo regional en los países de la UE

Las políticas económicas del sector público, tanto a nivel regional, como nacional o supranacional, como es el caso de la Unión Europea (UE), tienen un importante impacto sobre la distribución espacial de la población y el empleo. Entre ellas la política industrial es una de las principales. En el caso de España el importante desarrollo industrial del período 1960-75 se basó en una planificación indicativa con la promoción de núcleos y áreas de desarrollo industrial en casi todas las regiones, al igual que en otros países europeos y ello tuvo en general resultados muy positivos para las regiones.

En la sección 5.1. analizamos algunos modelos explicativos del desarrollo regional en los países de la UE, con especial referencia al impacto de las políticas industriales y del sector público sobre el desarrollo regional, teniendo en cuenta las relaciones intersectoriales.

En la sección 5.2 se analizan modelos que tienen en cuenta las interrelaciones entre empleo y población en la UE y en USA y en la 5.3 se analiza el impacto positivo que el empleo en los servicios públicos tiene sobre el empleo en los servicios privados en el caso de las regiones de México.

Aunque la UE ha desarrollado algunas políticas de solidaridad interregional, que han tenido un indudable efecto positivo sobre las infraestructuras y otras variables, en general ha faltado un apoyo europeo a diversas iniciativas de interés para impulsar en mayor medida un desarrollo regional armónico, especialmente en relación con los gastos de educación en centros de enseñanza superior y en relación con los gastos de investigación en ciencias sociales y humanidades.

* Las autoras son profesoras de Econometría de la universidad de Santiago de Compostela (España), <https://www.usc.gal/economet/econometria.htm>

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

La ayuda europea a los equipos de investigación de las regiones más desfavorecidas ha sido muy escasa o nula, especialmente en temas de Economía y Ciencias Sociales, tan necesarios para impulsar el desarrollo y calidad de vida de la UE. Las importantes diferencias entre regiones de la UE se exponen en Guisán, Cancelo Aguayo y Díaz(2001).

La ampliación de la UE en el año 2004 con la incorporación de 10 países que en conjunto tienen una renta per cápita menor que la media de la UE15 incrementará el problema de las disparidades regionales, y hará más necesario el diseño de políticas de impulso al desarrollo regional armónico en la Unión Europea.

En esta sección presentamos una breve referencia a algunos modelos de desarrollo regional y empleo de España, Francia, Alemania e Italia.

Modelos de industria y desarrollo regional en España

La tabla 1 muestra la evolución del empleo no agrario en las regiones españolas durante el periodo 1976-99.

Tabla 1. Datos de empleo no agrario en las regiones españolas 1976-99

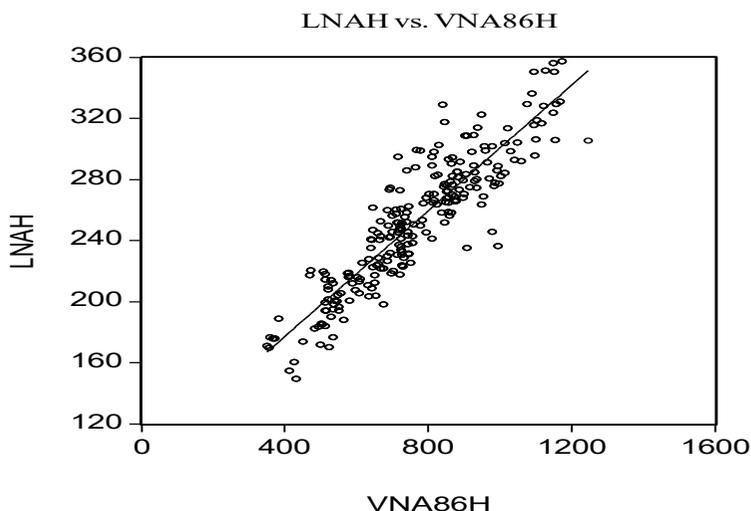
Región	1976	1985	1991	1999	$\Delta 76-99$	$\% \Delta 76-99$
Andalucía	1237	1144	1561	1818	581	46.9
Aragón	319	282	364	402	83	26.0
Asturias	294	262	298	288	-6	-2.0
Baleares	184	186	243	291	107	58.2
Canarias	303	313	412	539	236	77.9
Cantabria	129	120	142	154	25	19.4
Castilla-León	568	535	688	745	177	31.2
Castilla-La Mancha	349	330	442	496	147	42.1
Cataluña	1951	1603	2142	2311	360	18.4
Com. Valenciana	1011	907	1170	1351	340	33.6
Extremadura	183	167	237	268	85	46.4
Galicia	639	565	707	769	125	20.3
Madrid	1482	1294	1619	1905	423	28.5
Murcia	216	210	271	331	115	53.2
Navarra	143	133	171	189	46	32.2
País Vasco	689	587	688	750	61	8.9
Rioja	69	61	79	84	15	21.7
TOTAL	9766	8699	11235	12691	2925	30.0

Fuente: Elaboración en base a los datos de la Encuesta de Población Activa (EPA) de las CCAA español, Instituto Nacional de Estadística, INE.

Las regiones con mayores incrementos porcentuales en el empleo no agrario durante el período 1976-99 fueron: 1) Canarias con 77.9%, 2) Baleares con un 58.2%, 3) Murcia con un 53.2%, 4) Andalucía con un 46.9%, 5) Extremadura con un 46.4%, 6) Castilla-La Mancha con un 42.1%, 7) Comunidad Valenciana con un 33.6%, 8) Castilla y León con un 31.2%, 9) Madrid con un 28.5% y 10) Aragón con un 26%.

El gráfico 1 muestra una importante correlación lineal positiva entre la tasa de empleo no agrario por cada mil habitantes, LNAH y el Valor Añadido real de los sectores no agrarios per cápita, VNA86H, en las 17 Comunidades Autónomas, CCAA, españolas durante el período 1976-99, estando expresada esta última variable en miles de pesetas de 1986.

Gráfico 1. Empleo no agrario y Valor Añadido real no agrario en las CCAA españolas, 1976-1999



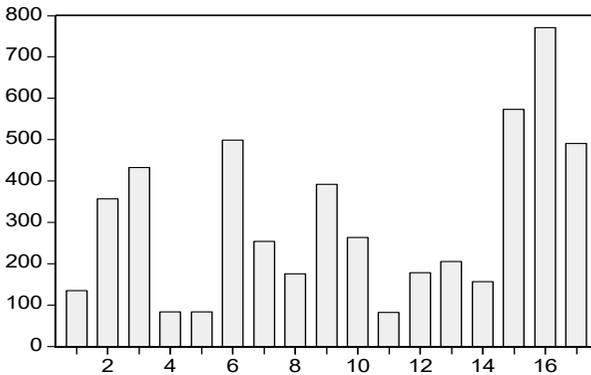
Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla 1 de este capítulo.

En los modelos econométricos de Guisán y Aguayo(2001) se puede comprobar el importante impacto que el incremento del Valor Añadido manufacturero tiene sobre el empleo en los sectores de construcción y de servicios.

En general la inversión en la industria manufacturera es esencial para lograr un incremento importante del empleo y de la renta real por habitante. Salvo muy pocas excepciones, como es el caso de Baleares, región que presenta unos índices de actividad turística de los más altos de Europa, como se muestra en Guisán y Aguayo(2002), todas las regiones españolas y europeas que tienen una renta per cápita superior a la media de la UE destacan por el valor de la producción manufacturera por habitante.

El gráfico 2 muestra las diferencias en stock de capital manufacturero por habitante entre las regiones españolas, en el mismo orden que en la tabla 1.

Gráfico 2. Stock de capital manufacturero por habitante en 1997
(miles de pesetas de 1986)



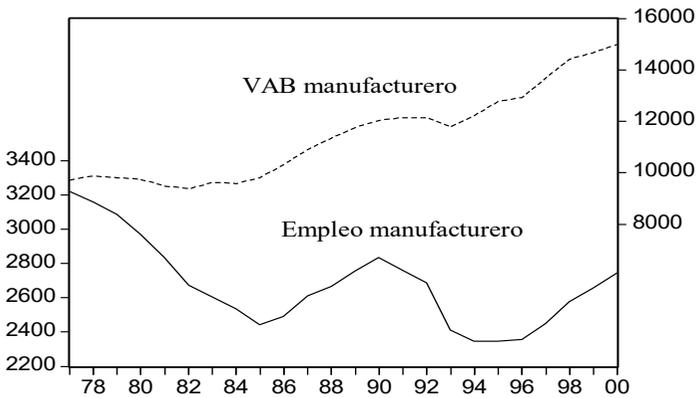
Fuente: Elaboración propia en base a datos de Mas, Pérez y Uriel(1995) y Contabilidad Nacional de España del INE.

Las regiones con más capital manufacturero por habitante son la 16, 15, 6, 17 3, 9 y 2, que corresponden a País Vasco, Navarra, Cantabria, La Rioja, Asturias, Cataluña y Aragón.

El stock de capital tiene una gran influencia en el empleo no agrario, si bien hay que destacar que otras variables como el turismo y el desarrollo de los servicios públicos tienen también mucha influencia en esa variable, como se pone de manifiesto en varios modelos econométricos como los de Guisán, Aguayo y Rodríguez(1996), y Guisán y Aguayo(2001e).

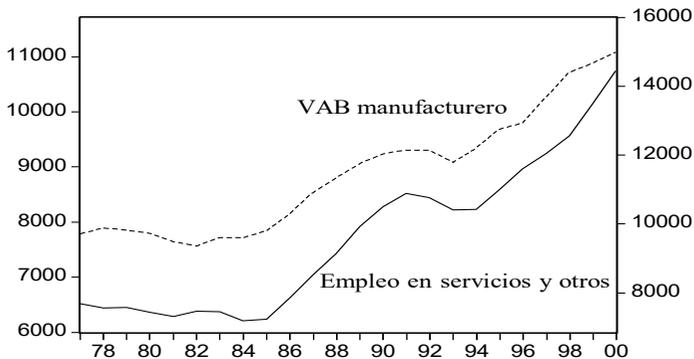
El gráfico 3 presenta la evolución del empleo manufacturero, LME, y del Valor Añadido Bruto real manufacturero, VM95, y el gráfico 4 presenta la evolución del empleo y el VAB del sector servicios y otros sectores no agrarios. VM95E. Los datos de empleo se expresan en miles de personas y los de VAB en miles de millones de pesetas de 1995. La escala de la izquierda corresponde al empleo y la de la derecha al Valor Añadido.

Gráfico 3. VM95E y Empleo en manufacturas (LME) en España (miles de millones de ptas. de 1995 y miles de personas)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. VAB manufacturero y Empleo en Servicios y otros en España (miles de millones de ptas.95 y miles de personas)



Fuente: Elaboración propia

En el artículo de Guisán y Aguayo(2001e) se pone de manifiesto el importante impacto que VM95 tiene sobre el VAB y el empleo de los otros sectores no agrarios, resultados que concuerdan con los que hemos comentado en capítulos anteriores respecto a la importancia de las relaciones intersectoriales y al impacto de la industria manufacturera sobre el crecimiento económico. Presentamos a continuación los resultados de los modelos 11 y 12 de dicho estudio.

El modelo 11 está estimado bajo la hipótesis de homogeneidad de coeficientes y sus resultados se comparan con los del modelo 12, el cual supone heterogeneidad del coeficiente de la variable exógena y homogeneidad del coeficiente de la endógena retardada.

Modelo 11. Modelo dinámico mixto para LNA?H: Homogeneidad

Method: Pooled Least Squares. Sample: 1977 1997

Included observations: 21. 17 cross-sections. Total panel (balanced) 357

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(VNA?95H/)	0.115090	0.012000	9.590935	0.0000
LNA?H(-1)	0.992404	0.002187	453.7107	0.0000
R-squared	0.958791	Mean dependent var		260.9926
Adjusted R-squared	0.958675	S.D. dependent var		43.26531
S.E. of regression	8.795257	Sum squared resid		27461.58
Log likelihood	-1281.752	F-statistic		8259.548
Durbin-Watson stat	1.413957	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: Elaboración propia

El contraste de homogeneidad de la F de Snedecor, basado en el incremento de la Suma de Cuadrados de los Errores, SCE, casi permite aceptar la hipótesis homogeneidad, pues el valor de este estadístico resultó igual a 2.57 siendo el valor crítico de rechazo para un nivel de significación del 5% igual a 1.67 y para un nivel de significación del 1% igual 2.04. Aunque no se acepte la homogeneidad total hay que interpretar el resultado de este test como indicativo de una alto grado de homogeneidad, pues el incremento de la SCE debido a la no consideración de la heterogeneidad supone sólo un 12% del valor de dicha suma en el modelo 12. Cuando la heterogeneidad es elevada dicho porcentaje es muy superior.

Modelo 12. Modelo dinámico mixto LNA?H: Heterogeneidad

Method: Pooled Least Squares. Sample: 1977 1997				
Included observations: 21. 17 cross-sections. Total panel (balanced) 357				
Variable	Coefficien t	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNA?H(-1)	0.991388	0.002139	463.3898	0.0000
D(VNA?H)				
Andalucía	0.209813	0.061857	3.391900	0.0008
Aragón	0.140815	0.038436	3.663659	0.0003
Asturias	0.040679	0.040801	0.997008	0.3195
Baleares	0.095968	0.033797	2.839549	0.0048
Canarias	0.193687	0.045662	4.241742	0.0000
Cantabria	0.134245	0.046256	2.902200	0.0039
Castilla y León	0.093924	0.048477	1.937504	0.0535
Castilla-La Mancha	0.168425	0.047522	3.544165	0.0004
Cataluña	0.175366	0.033606	5.218359	0.0000
Com. Valenciana	0.196949	0.053693	3.668065	0.0003
Extremadura	0.074146	0.057207	1.296085	0.1958
Galicia	0.140902	0.050584	2.785496	0.0056
Madrid	0.172449	0.035930	4.799612	0.0000
Murcia	0.091892	0.043765	2.099660	0.0365
Navarra	0.144404	0.031402	4.598507	0.0000
País Vasco	0.171078	0.040619	4.211752	0.0000
Rioja	0.020283	0.023070	0.879175	0.3799
R-squared	0.963257	Mean dep.var		260.9926
Adjusted R-squared	0.961415	S.D. dependent var		43.26531
S.E. of regression	8.498685	Sum squared resid		24485.17
Log likelihood	-1261.275	F-statistic		522.7806
Durbin-Watson stat	1.450763	Prob(F-statistic)		0.000000

Fuente: Elaboración propia

En los modelos 11 y 12 el coeficiente de la variable retardada es significativamente menor que 1, y por lo tanto indica que en ausencia de incrementos en el VAB real no agrario la tasa de empleo tiende a disminuir, lo que confirma la gran importancia que en general tiene el incremento del VAB real manufacturero para impulsar el empleo no agrario.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Modelos de industria, turismo y desarrollo regional en países de la UE

En Aguayo, Guisán y Rodríguez((1997) se estima por MC2E un modelo interregional con interdependencia del VAB y el empleo sectorial en las regiones españolas, que tiene en cuenta el importante impacto que la industria y el turismo tienen sobre dichas variables.

En Guisán y Aguayo(2001a) se presentan las estimaciones MCO de algunas relaciones intersectoriales de Francia en 1998, con objeto de cuantificar el efecto de la industria, el turismo y las actividades del sector público sobre el crecimiento del VAB regional por habitante. El modelo mostró el fuerte impacto a nivel regional que las actividades de servicios públicos tienen sobre los servicios del sector privado, lo que aconsejaría una distribución territorial más desconcentrada de dichos servicios públicos.

En Guisán y Aguayo(2001b) se presentan las estimaciones MCO y MC2E e un modelo con interdependencia para el VAB regional por habitante de Alemania en 1998, en el que se tienen en cuenta las diferencias entre las regiones del Este y del Oeste. El modelo mostró también un efecto significativo del turismo sobre le sector de la construcción, y de la industria y los servicios públicos sobre los servicios privados, y además mostró el impacto positivo y significativo del desarrollo de los sectores no gubernamentales sobre el sector de servicios públicos.

En Guisán y Aguayo(2002) se analizan las diferencias regionales de Italia en 1998, y se estiman ecuaciones para el empleo no agrario y el VAB sectorial por habitante por MCO y MC2E, obteniéndose resultados muy similares a los de Alemania, de forma que el VAB industrial por habitante es una de las variables más importantes en la explicación de las diferencias regionales.

Por último en Guisán y Aguayo(2001c) y en el libro de Guisán, Cancelo, Aguayo, y Díaz(2001) presentamos referencias de otros interesantes modelos interregionales europeos que ponen de manifiesto el importante papel de la educación y la investigación para impulsar el desarrollo de la industria en muchas regiones, así como otros factores especiales, como la capitalidad y la actividad portuaria, que explican el desarrollo de algunas regiones.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

También analizamos en algunos de los estudios que allí se citan el impacto que los cambios en la renta per cápita y en el empleo tienen sobre la distribución espacial de la población. En la próxima sección presentamos también algunos modelos relevantes en este sentido.

5.2. Modelos interregionales de empleo y población en la UE y USA

La distribución de la población a nivel regional en cada país, o en un espacio económico como el europeo, se modifica a lo largo del tiempo en función de la capacidad económica de las distintas regiones.

Los movimientos migratorios interregionales son muy frecuentes cuando existen diferencias importantes en el crecimiento económico. A pesar de la importancia de este tema son pocos los modelos econométricos que analizan las características principales de esta relación bilateral.

Algunos modelos interesantes en la explicación de la población y/o del empleo son los siguientes:

1) Modelos que consideran la población exógena respecto al empleo, y la incorporan como variable explicativa con efecto positivo sobre el valor añadido. En este grupo de modelos están el de los Ángeles de Hall y Licari(1974), el modelo de ADAMS et al.(1975) para Mississippi, y el modelo de Ramírez(1993) para la economía andaluza. Otros modelos que consideran la población exógena, analizan el impacto de la población sobre el empleo, como es el caso del modelo de Nobukini y Adamas(1990) para nueve regiones de USA.

2) Modelos que consideran el empleo como exógeno respecto a la población y explican los movimientos migratorios. Estos modelos incorporan ecuaciones relativas a los movimientos migratorios, relacionándolos con el incremento del empleo o el paro, con lo que de alguna manera tienen en cuenta la influencia del empleo sobre la población pero no viceversa. En este grupo figuran los modelos REGINA de Courbis(1975) y (1979) para las regiones francesas, el de Birg(1981) para las regiones alemanas y Salvatore(1984) para las regiones italianas.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

3) Modelos que explican la variable población en función del empleo y/o la renta; pero no tienen en cuenta el impacto que la población tiene a su vez sobre otras variables. A este grupo pertenecen los modelos de Alabama, con el empleo como variable explicativa y el de Delaware Valley con el PIB del condado, y los de GUISÁN(1985a), para las comarcas de Galicia, y GUISÁN(1985b,) para las áreas urbanas españolas, incorporan como variables explicativas ambos enfoques de renta y empleo.

4) Por lo que respecta al empleo la mayoría de los modelos econométricos regionales presentan un enfoque de demanda en su tratamiento del bloque de empleo, dependiendo fundamentalmente de la evolución de la producción siguiendo el enfoque de GLICKMAN (1971) y no consideran el posible impacto positivo de la población sobre la producción y el empleo.

5) Modelos que consideran la posible interdependencia entre población y empleo a nivel regional. Destacamos en este sentido el modelo para los condados de USA de Clark y Murphy(1996), el modelo para 64 regiones europeas de Fagerberg et al.(1997), el modelo para seis regiones francesas de Schmitt(1999), el modelo de Freeman(2001) para USA y el modelo para 98 regiones europeas de Aguayo y Guisán (2001).

Clark y Murphy (1996)

Presentan un modelo para analizar las diferencias interregionales de las tasas de crecimiento de población y empleo para 3017 condados de USA durante la década de los ochenta.

Se parte de un modelo de ajuste parcial, en el que las densidades de empleo y población de equilibrio (E^e y P^e , respectivamente) son determinadas simultáneamente, dependiendo una de otra y de sus correspondientes vectores de variables predeterminadas:

$$\begin{aligned} E_t^e &= \alpha P_t + \beta S_t \\ P_t^e &= \tau E_t + \delta T_t \end{aligned}$$

Asumiendo el modelo de ajuste parcial, el empleo y la población actual son relacionadas con sus valores retardados y con un ajuste al nivel deseado:

$$\begin{aligned} E_t &= E_{t-1} + \lambda_E(E_t^e - E_{t-1}) \\ P_t &= P_{t-1} + \lambda_P(P_t^e - P_{t-1}) \end{aligned}$$

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Expresan las variables en términos de variación, pasando la densidad de empleo y la densidad de población retardadas al lado derecho de la ecuación correspondiente:

$$E_t - E_{t-1} = (-\lambda_E)E_{t-1} + \lambda_E\alpha P_t + \lambda_E\beta S_t + \lambda_E\epsilon_{Et}$$

$$P_t - P_{t-1} = (-\lambda_P)P_{t-1} + \lambda_P\tau E_t + \lambda_P\delta T_t + \lambda_P\epsilon_{Pt}$$

Los vectores S y T de las variables predeterminadas, son especificados teniendo en cuenta distintos tipos de variables que recogen las comodidades, los factores fiscales y las condiciones de localización.

$$E_t - E_{t-1} = A_0 + A_1E_{t-1} + A_2P_t + A_3Fiscal_E + A_4Buscond + A_5Amenity_E + A_6Location$$

$$P_t - P_{t-1} = B_0 + B_1P_{t-1} + B_2E_t + B_3Fiscal_P + B_4Localchars + B_5Amenity_P + B_6Location$$

La variación en la densidad de empleo ($E_t - E_{t-1}$) es función de la densidad de población (P_t), de la densidad de empleo retardada, de medidas del gasto y los impuestos del gobierno local ($Fiscal_E$), medidas de las condiciones de las empresas locales ($Buscond$), comodidades o atractivos ($Amenity$) y factores de localización ($Location$).

La variación de la densidad de población ($P_t - P_{t-1}$) es función de la densidad de empleo (E_t), de la densidad de población retardada (P_{t-1}), medidas del gasto e impuestos del gobierno local que afecta a los residentes locales ($Fiscal_P$), características demográficas local y vecinas ($Localchars$), comodidades locales ($Amenity_P$) y controles de localización ($Location$).

Este modelo de serie atemporal, o *cross-section*, de los condados de USA es estimado para el período 1981-89 por MC2E.

Las variables utilizadas son las siguientes:

CHPOPDNS=Variación de la densidad de población (miles de personas por milla cuadrada) entre 1981-89.

CHEMPLDNS=Variación de la densidad de empleo (miles de empleados por milla cuadrada) entre 1981-89.

LPOPDNS=Densidad de población en 1981(miles de personas por milla cuadrada).

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

LEMPLDNS=Densidad de empleo en 1981(miles de empleados por milla cuadrada).

PCFEDEXP=Gastos federales.

%DEFENSE=Porcentaje de los gastos federales dedicados a defensa.

PCLOCTAX=Impuestos locales por impuestos per capita en 1982.

%PROPTAX=Porcentaje de los impuestos locales que proceden de impuestos sobre la propiedad.

PCLOCEXP=Gastos directos del gobierno local per capita en 1982.

%EDUCATN, %POLICE, %HIGHWAY, %WELFARE, HOSPITAL= Porcentaje de los gastos directos de gobierno en educación, policía, ferrocarril, bienestar y hospitales respectivamente.

%UNION=Porcentaje de la fuerza de trabajo que está sindicada.

CONCEN=Indice de concentración

CONCEN_i=Porcentaje de empleo no agrario concentrado en el sector.

%HIGHSCHL=Porcentaje de población local en 1980 con estudios superiores.

%DCOLLEGE=Porcentaje de población que ha completado 4 años de “college”, exceptuando los que tienen estudios superiores en 1980.

REVBOND=Ingresos de bonos del estado durante 1989.

RESIDINC=Residuo de la regresión de ingreso medio (MEDHHINC) en función de las comodidades locales, factoes ficales, %HIGSCHL y %DCOLLEGE.

HRLYWAGE=Salario en sector manufacturas en 1982 en el condado.

%BLACK=Porcentaje de población negra en el condado en 1980.

%POVERTY=Porcentaje de familias en el condado viviendo en la pobreza en 1979.

HWYNORTH, HWYSOUTH, HWYTOTAL=Millas de carretera por milla cuadrada en el Norte, en el Sur y en ambas zonas.

CNTRLCTY=Toma valor 1 para el condado central de cada MSA en 1983 y 0 para el resto.

RURALI=Toma valor 1 para los condados rurales y 0 para el resto.

COAST=Toma valor 1 para los condados costeros y 0 para el resto.

PCCRIME=Número total de crímenes cometidos en el condado en 1981 dividido por la población (en miles).

HEATDAYS=Días de calefacción.

RAIN=Precipitación anual.

SUN=Porcentaje de días de sol.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

TEMPDIFF=Diferencia entre la temperatura máxima de Julio y la mínima de Enero.

MAJOR=Número de equipos deportivos en la liga(baseboll, football, basketball y hockey) en 1980.

**Tabla 2. Modelo de Clark y Murphy para el período 1981-89
(coeficientes de las variables de tipo fiscal y “localchars”)**

	Variación de la Densidad de Población			Variación de la densidad de empleo	
	Parámetro estimado	t-stat		Parámetro estimado	t-estat
CONSTANTE	-0.01639	-0.66	CONSTANTE	-0.08432	-1.62
EMPLDENS	0.11078	1.53	POPDENS	0.09937	2.63
LPOPDNS	-0.32952	-0.91	LEMPDENS	-0.09682	-1.37
VARIABLES DE TIPO FISCAL					
PCLOCTAX	1.68E-06	0.64	PCFEDEXP	1.20E-06	0.45
%PROPTAX	0.00011	1.45	%DEFENSE	0.00018	2.88
PCLOCEXP	1.65E-06	0.61	PCLOCTAX	1.57E-05	2.27
%EDUCTN	2.26E-05	0.24	%PROPTAX	0.00031	3.78
%POLICE	-3.48E-05	-0.07	PCLOCEXP	5.42E-07	0.14
%HIGWAY	-0.00015	-0.81	%EDUCTN	1.85E-06	0.02
%WELFARE	0.00028	1.31	%POLICE	0.00238	3.10
%HOSPITAL	-8.04E-05	-0.88	%HIGWAY	-7.42E-05	-0.55
			%WELFARE	0.00076	1.46
			%HOSPITAL	-4.22E-06	-0.05
			REVBOND	5.96E-12	2.29
VARIABLES DE TIPO LOCALCHARS Y BUSCOND					
RESIDINC	4.01E-06	4.44	CONCEN	-9.90E-07	-0.81
%BLACK	-0.00024	-3.53	HRLYWAGE	0.00201	1.13
%POVERTY	-0.00001	-0.06	RESIDINC	4.08E-06	2.93
HWYNORTH	-0.00072	-0.67	%BLACK	-0.00029	-3.26
HWYSOUTH	0.00986	1.52	%POVERTY	-0.00009	-0.50
%DCOLLEGE	0.00161	2.27	HWYNORTH	-0.00177	-0.82
%HIGHSCHL	0.00193	2.76	HWYSOUTH	0.02456	2.26
			%DCOLLEGE	-0.00024	-1.25
			%HIGHSCHL	0.00014	0.06

Tabla 3. Modelo de Clark y Murphy para el período 1981-89
(coeficientes de las variables tipo “Amenity” y “Location”)

	Variación de la Densidad de Población			Variación de la densidad de empleo	
	Parámetro estimado	t-stat		Parámetro estimado	t-stat
Variables de tipo AMENITY					
SUN	0.00059	3.23	HEATDAYS	1.15E-07	0.10
RAIN	7.83E-06	0.06	COOLDAYS	1.41E-06	0.53
HEATDAYS	1.90E-06	1.96	TEMPDIFF	1.29E-05	0.05
COOLDAYS	3.22E-06	1.28	PCCRIME	-0.00018	-1.66
TEMPDIFF	-0.00077	-3.60			
PCCRIME	-8.29E-05	-0.76			
MAJOR	0.00439	3.93			
NOXIUS	-2.68530	-2.57			
COSAT	0.01001	2.08			
Variables del tipo LOCATION					
CNTRLCTY	0.00654	0.87	CNTRLCTY	0.00090	0.09
RURALI	-0.01594	-4.00	RURALI	0.00866	1.15
RURALNI	-0.01442	-3.63	RURALNI	0.00854	1.04
NEWENGL	0.01169	0.81	NEWENGL	0.04682	2.32
MIDATL	0.01860	1.23	MIDATL	0.04155	2.26
ENCENTR	0.00814	0.61	ENCENTR	0.02747	1.52
ESCENTR	-0.00253	-1.01	ESCENTR	-0.00626	-1.81
WNCENTR	0.00616	0.55	WNCENTR	0.02276	1.68
WSCENTR	-0.00702	-1.94	WSCENTR	-0.00811	-1.74
MOUNTN	-0.00823	-1.24	MOUNTN	0.00380	0.41
PACIF	-0.01015	-1.73	PACIF	-0.00500	-0.44
R ²	48.78		52.45		

Fagerberg, Verspagen y Caniëls, 1997)

Plantean un modelo de ecuaciones simultáneas a partir de la interdependencia del crecimiento del PIB per cápita, el crecimiento del

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

empleo y los flujos migratorios para 64 regiones europeas de Alemania, Francia, Italia y España en los años 80.

Tabla 4. Modelo de Fagerberg, Verspagen y Caniëls. Resultados de la estimación por MC2E

		GQ	MIR	GE
Variables Endógenas	GQ			0.64 (3.49)
	MIR	0.96 (2.51)		
	GE		0.38 (5.15)	
Variables Exógenas	Log(Q)	-0.015 (2.39)		
	RDE	0.008 (2.80)		
	AGR			-0.060 (4.00)
	UE		-0.07 (5.17)	-0.03 (0.83)
	PA	-0.001 (0.28)	-0.001 (0.56)	0.003 (1.19)
	RW		0.002 (0.44)	-0.057 (4.00)

Nota: Entre paréntesis los valores del t-estadístico.

Siendo,

GQ = tasa de crecimiento media del PIB per capita en el período 1980-90.

Q = nivel de PIB per capita en el 1980.

GE= tasa de crecimiento medio del empleo (en personas) en 1983-89

GN= tasa de crecimiento medio de la fuerza de trabajo (en personas)

RDE= empleo en I+D en empresas en 1985, como porcentaje de la fuerza de trabajo

PA = densidad de población en 1985 (miles de personas por Km²)

UE = tasa de desempleo en 1983

MIR = media de migración interior neta por miles de personas en la fuerza de trabajo en el período 1983-89.

AGR, IND y SER= ratios de agricultura, industria y servicios en el empleo total de 1983.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Se centran en la relación inversa entre los niveles de PIB per cápita y el desempleo en las regiones europeas analizadas: las regiones más pobres presentan mayor nivel de desempleo y viceversa. En el modelo, el paro afecta negativamente al crecimiento a través de su impacto negativo sobre la migración interior.

En contraste con las políticas regionales incentivadoras de la migración y la reducción de salarios en las áreas con alto nivel de desempleo, los autores concluyen que hay que incentivar la I+D en las regiones pobres junto con un desarrollo adecuado de la cualificación de la mano de obra. Finalmente, en relación con la estructura productiva, destacan que la importancia de la agricultura en algunas regiones pobres ha supuesto una barrera par el crecimiento del empleo y del PIB per capita.

Schmitt, (1999)

Presenta un modelo de ecuaciones simultáneas que relaciona la evolución de la población y el empleo, teniendo en cuenta varias categorías de población y empleo. Tratan de analizar la dinámica de las áreas rurales desde dos niveles de análisis: como áreas de mercado de trabajo diferenciadas de las urbanas, como zonas de influencia de los núcleos de empleo de las áreas de mercado de trabajo (LMA) consideradas.

Para ello delimita las áreas de mercado de trabajo (LMAs) para el caso de las regiones de Alsace, Burgundy, Franche-Comté, Lorraine, Midi-Pyrénées y Rhône-Alpes.

Diferencia las LMAs según el tamaño su núcleo de empleo y distingue dentro de cada LMA diferentes zonas de influencia por la intensidad de los flujos de “commuting” o desplazamiento al centro o núcleo. Las LMAs con un núcleo de menos de 15 mil habitantes son consideradas predominantemente rurales y consideran que las de núcleo de empleo de más de 15 mil habitantes son predominantemente urbanas.

El modelo es estimado por MC3E para los dos niveles de análisis (zonas de influencia y LMAs) para el período 1982-90. Las variables son recogidas en términos de tasas de crecimiento en dicho período.

Tabla 4. Schmitt: resultados por zona de influencia de centros de empleo

	LMA centro 2-15		LMA centro >15.		Total	
Nº zonas	206		176		382	
<i>Eq.(8): ΔPOP</i>						
C	3.41	(7.67)	2.48	(5.45)	3.08	(9.56)
ΔMENACT	0.72	(25.59)	0.69	(38.20)	0.70	(42.93)
ΔMENRET	0.75	(6.78)	0.10	(9.38)	0.095	(10.90)
<i>Eq.(9): ΔMENACT</i>						
C	-0.69	(0.31)	2.27	(1.56)	0.28	(0.32)
POLPOP	0.022	(0.84)	0.013	(2.60)	0.013	(3.24)
VEMPOL	0.16	(3.86)	0.28	(5.28)	0.20	(6.26)
DISTPOL	-0.42	(-3.21)	-0.42	(-4.06)	-0.36	(-5.03)
EQUIP	-1.02	(-0.28)	-10.20	(-3.07)	-6.50	(-2.72)
BILNAT	0.28	(1.67)	0.76	(3.29)	0.38	(2.84)
VPOP7582	0.44	(5.57)	0.36	(5.10)	0.46	(9.11)
ΔEMP	0.39	(7.49)	0.39	(5.26)	0.39	(9.36)
<i>Eq.(10): ΔEMP</i>						
C	-7.67	(-4.40)	-3.66	(-1.44)	-7.95	(-4.72)
ΔEMPAGR	0.21	(5.34)	0.26	(4.04)	0.22	(6.56)
ΔEMPSERV	0.29	(5.25)	0.51	(6.94)	0.59	(9.25)
ΔEMPAUTR	0.46	(6.60)	0.01	(0.22)	-0.01	(-0.11)
<i>Eq.(11): ΔESERV</i>						
C	9.21	(3.27)	11.26	(4.55)	8.65	(4.66)
CAPTOURI	0.20	(2.95)	0.08	(1.50)	0.17	(4.51)
ΔPOP	1.47	(3.90)	1.34	(5.57)	1.47	(7.19)
<i>Eq.(12): ΔEAUT</i>						
C	0.69	(0.09)	-10.41	(-0.81)	-2.29	(-0.33)
DIND82	-3.32	(-2.88)	-2.56	(-1.73)	-3.79	(-4.20)
D2IND82	0.11	(1.87)	0.095	(1.24)	0.14	(2.89)
VIND7582	-0.016	(-1.18)	-0.12	(2.15)	-0.02	(-1.71)
QUALIFMO	0.27	(1.27)	-0.63	(-1.93)	-0.06	(-0.37)
QUALIFOUV	-0.013	(-0.37)	0.34	(5.37)	0.13	(3.91)
ΔPOP	1.31	(4.47)	0.33	(0.85)	0.58	(2.39)

Nota: Entre paréntesis los valores del estadístico t. Centro 2-15, de 2000 a 15000 habitantes. Centro >15, mayor de 15000 habitantes. ΔESERV=ΔEMPSERV. ΔEAUT= ΔEMPAUT

En la ecuación (8) la variación de la población total (ΔPOP) es función de la variación de la población activa ($\Delta MENACT$) y de la variación de la población retirada ($\Delta MENRET$).

La tasa de crecimiento de la población activa ($\Delta MENACT$) viene explicada por la frecuencia de los servicios residenciales ($EQUIP$), por el “natural balance” o crecimiento natural de la población ($BILNAT$), la tasa de variación de la población en el período anterior 1975-82 ($VPOP7582$) y la tasa de crecimiento del empleo (ΔEMP).

La ecuación (10) es la ecuación de la tasa de crecimiento del empleo (ΔEMP), que viene explicada en función de tasas de crecimiento en el período 1982-90 correspondientes a los sectores de agricultura ($\Delta EMPAGR$), servicios destinados a la venta ($\Delta EMPSERV$) y otros ($\Delta EMPAUTR$).

En la ecuación (11) la tasa de crecimiento del empleo en el sector servicios destinados a la venta ($\Delta EMPSERV$) es función de la capacidad de acomodación turística ($CAPTOURI$) y de la tasa de crecimiento de la población (ΔPOP).

Finalmente, la variación en el empleo en otros sectores en el período 1982-90 ($\Delta EMPAUTR$) es función de la densidad de número de empleos manufactureros al principio del período ($DIND82$ y $D2IND82$), la variación de empleos manufactureros en el período anterior 1975-82 ($VIND7582$), el ratio de ejecutivos y ocupaciones intermedias sobre los trabajadores manuales ($QUALIFMO$), y el ratio de trabajadores manuales cualificados en relación con los trabajadores manuales no cualificados ($QUALIFOUV$).

La estructura del modelo de zona de influencia sólo difiere del modelo de LMA en la inclusión de las variables que recogen las características del núcleo de empleo en la ecuación de la variación de población activa: el tamaño del núcleo de empleo ($POLPOP$), la variación del número de empleo en el centro ($VEMPOL$), la distancia de la zona al centro ($DISTPOL$).

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Los resultados de la estimación varían según el nivel de análisis utilizado: zonas de influencia o áreas de mercado de trabajo. Así para el primer nivel de análisis, cabe señalar que para el caso de centros de tamaño medio o grande la variación de población de sus alrededores depende tanto de la dinámica local del empleo como la variación de empleo en su núcleo de empleo. Mientras que en términos de áreas de mercado de trabajo (LMAs), la variación de empleo afecta positivamente a la variación de población y ésta al empleo en el sector servicios y en el industrial.

Ante estos resultados de la interacción de las fuerzas de aglomeración y dispersión de la población y del empleo, el autor recomienda una política incentivadora del incremento de residentes y de las ventajas comparativas en las áreas rurales.

Freeman (2001)

Plantea un modelo VAR para ocho regiones de USA en el período 1958-1997 en el que se pone de manifiesto la relación entre migración y empleo. Mediante la utilización de test de causalidad aplicada a esta muestra combinada de datos temporales y atemporales recoge la existencia de causalidad bivalente y mediante el análisis de las funciones impulso-respuesta concluye que en especial el empleo influye sobre los movimientos migratorios de las regiones del Norte y Este al Sur y Oeste del país.

Aguayo y Guisán (2001)

Este análisis econométrico de la relación entre población y empleo de 98 regiones europeas en los años 1990 y 1995 pone de manifiesto la existencia de una relación de causalidad bidireccional entre ambas variables, de tipo positivo, de forma que el incremento de empleo regional influye positivamente sobre la población y los incrementos de población influyen sobre la distribución espacial del empleo.

El modelo consta de dos ecuaciones simultáneas, una para la densidad de empleo no agrario y otra para la densidad de población, y es estimado por MC2E a partir de los datos regionales de 1985, 1990 y 1995. Proporciona una elevada bondad de ajuste y muestra la significatividad del coeficiente del incremento de población sobre el empleo y del incremento del empleo sobre la población.

Ecuaciones del modelo de Aguayo y Guisán(2001)

TSLS // Dependent Variable is LNAKM				
Sample: 1 196				
Included observations: 196				
Instrument list: LNAKM5 POBKM5 DVNAKM				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNAKM5	1.044419	0.005398	193.4695	0.0000
DPOBKM	2.750047	0.290160	9.477697	0.0000
DVNAKM	4.594591	0.789707	5.818095	0.0000
R-squared	0.996431	Mean dependent var	146.8773	
Adjusted R-squared	0.996394	S.D. dependent var	450.1765	
S.E. of regression	27.03283	Akaike info criterion	6.609292	
Sum squared resid	141039.4	Schwarz criterion	6.659467	
F-statistic	26934.66	Durbin-Watson stat	1.838336	

TSLS // Dependent Variable is POBKM				
Sample: 1 196				
Included observations: 196				
Instrument list: LNAKM5 POBKM5 DVNAKM				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POBKM5	0.989449	0.001334	741.7757	0.0000
DLNAKM	0.312946	0.035967	8.700873	0.0000
R-squared	0.999819	Mean dependent var	319.1193	
Adjusted R-squared	0.999818	S.D. dependent var	745.0211	
S.E. of regression	10.05655	Akaike info criterion	4.626600	
Sum squared resid	19620.03	Schwarz criterion	4.660050	
F-statistic	1069911.	Durbin-Watson stat	1.720114	

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Donde,

LNAKM= Densidad de empleo no agrario. Número de empleos no agrarios por Km² en 1990 para la muestra de 1 a 98 y en 1995 para la muestra de 99 a 196.

POBKM= Densidad de población. Habitantes por Km² en 1990 para la muestra de 1 a 98 y en 1995 en la muestra de 99 a 196.

VNAKM= Valor añadido no agrario. Millones de \$ por Km² base 1990. En 1990 para la muestra de 1 a 98 y en 1995 en la muestra de 99 a 196.

LNAKM5= Densidad de empleo no agrario en el quinquenio anterior.

POBKM5= Densidad de empleo no agrario en el quinquenio anterior.

VNAKM5= Valor añadido no agrario en el quinquenio anterior.

La letra D seguida del nombre de las variables POBKM, VNAKM y LNAKM indica incremento quinquenal de la correspondiente variable.

La primera ecuación del modelo explica la densidad del empleo no agrario en función de la endógena retardada, del incremento de la densidad de población y del incremento de la densidad de valor añadido no agrario.

La segunda ecuación pone de manifiesto el impacto positivo del incremento de la densidad de empleo no agrario sobre la densidad de población. Este efecto positivo del empleo sobre la población aparece recogido en modelos como el de Alabama de Chang(1979), el modelo de Guisán(1985 a) para las comarcas gallegas y el de Guisán(1985 b) para las áreas urbanas españolas.

El análisis de la causalidad contemporánea de las variables endógenas nuestro modelo, mediante la utilización del test de Hausman, nos confirma la evidencia de existencia de interdependencia entre empleo no agrario y población en las regiones europeas.

Los resultados obtenidos apoyan por lo tanto la existencia de interdependencia y muestran que es sobre todo la influencia de la densidad de empleo no agrario la que explica la densidad de población. Como consecuencia las políticas regionales para la consolidación o incremento de la densidad de población tienen que centrarse en el incremento de la densidad de empleo no agrario.

5.3. Distribución espacial del sector servicios en las regiones mexicanas.

El gran peso del sector servicios en la economía mexicana presenta importantes diferencias a nivel regional. Como recogemos en la siguiente tabla, Quintana Roo, el Distrito Federal, Nuevo León, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Aguascalientes, Tamaulipas, Sonora y Coahuila ocupan las primeras posiciones en términos de PIB per capita del sector servicios privados. Mientras que las mayores tasas medias de crecimiento anual en el período 1993-2001 corresponden a Baja California, Aguascalientes, Chihuahua y Tamaulipas.

El mayor peso de los servicios privados recae sobre las actividades de turismo; destaca Quintana Roo como una de las entidades de mayor desarrollo turístico en el país, cuenta con Cancún uno de los sitios de playa mas relevantes a nivel internacional. Dentro del Corredor Cancún se encuentra la Riviera Maya.

Baja California y Sonora son parte del proyecto regional de la Escalera Náutica del Mar de Cortés que pretende impulsar y regular el desarrollo sustentable del turismo. Baja California Sur tiene un importante desarrollo turístico: La Región de los Cabos que también forma parte de este proyecto.

Chihuahua cuenta con un centro turístico integralmente planeado: Barrancas del Cobre, primer proyecto turístico planificado de montaña ubicado en la Sierra Tarahumara. El Distrito Federal, al ser la capital del país tiene también un gran peso en el turismo y en el comercio.

En lo que se refiere a las comunicaciones, estas entidades tienen corredores carreteros importantes que conectan entre las principales ciudades del país y con las zonas fronterizas, principalmente en los estados del norte: México-Nogales con ramal a Tijuana; Querétaro-Ciudad Juárez; Transpeninsular de Baja California, México-Nuevo Laredo, entre los más importantes. Todas estas entidades tienen aeropuertos.

Destaca el del Distrito Federal por su considerable dimensión y cobertura.

En materia portuaria en Baja California hay un total de 4 puertos (Rosarito, El Sauzal, Ensenada e Isla Cedros) y en Sonora el puerto de Guaymas; con actividades comerciales, pesqueras, turísticas y petroleras.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

En Tamaulipas se encuentran Altamira, Tampico y Puerto Madero con actividades comerciales, pesqueras y petroleras. Baja California Sur tiene 8 puertos de actividad comercial y en menor medida pesquera y turística. En Quintana Roo en los Puertos Morelos, Cozumel y Punta Venado se desarrollan actividades principalmente turísticas y comerciales.

Baja California, Baja California Sur y Quintana Roo presentan un importante peso en los servicios financieros, asociado a su actividad turística. Además de esto en el Distrito Federal y en los estados del norte del país existe una gran concentración de los servicios financieros con importantes montos de inversión privada.

En una comparación con los servicios públicos, contrasta el hecho de que a excepción de Tamaulipas y Coahuila, el resto de los estados que se encuentran dentro de los diez más destacados en el PIB per cápita de servicios privados, son también los que destacan con un mayor nivel per cápita del PIB de los servicios públicos, lo que refuerza la hipótesis central de este estudio, ya que el mayor desarrollo de los servicios públicos impulsa el desarrollo de los servicios privados.

En el mapa 1 se ilustra la regionalización del PIB de los servicios privados por rangos de distribución per cápita. Se puede observar como la concentración de las actividades de este tipo de servicios se ubica principalmente en el norte del país que presenta los mayores niveles de ingreso y desarrollo.

La tabla 2 presenta datos correspondientes al PIB en los sectores de servicios públicos y privados en las regiones mexicanas, y a sus tasas de crecimiento en el período 1993-2000.

Es muy importante el diseño de políticas de apoyo al desarrollo de la industria y el turismo en muchas regiones mexicanas para evitar la necesidad de emigrar por falta de empleo, de muchos de sus trabajadores agrarios a medida que la evolución de la Agricultura va disminuyendo su capacidad de crear empleo.

Son necesarios más empleos en los sectores no agrarios, como se pone de manifiesto en el estudio de Guisán, Malacón y Expósito(2003), ya que México no ha conseguido todavía una capacidad de creación de empleo no agrario similar a la de otros países más industrializados.

Cuadro 2. Diferencias territoriales del sector servicios en México, 1993-2001

	PIB per capita 2001				Δ anual 1993-2001			
	Privado		Público		Privado		Público	
	monto	rank	monto	rank	monto	rank	monto	rank
Total Nacional	24.3		14.3		0.2		2.6	
Aguascalientes	29.6	7	13.7	9	2.6	2	2.0	26
Baja California	41.9	4	15.9	7	3.0	1	1.1	31
Baja California Sur	41.5	5	18.7	3	1.0	11	2.8	17
Campeche	13.7	23	17.7	5	-8.2	32	2.8	15
Coahuila	26.7	10	12.7	12	1.2	8	2.7	18
Colima	25.1	13	12.9	11	0.5	14	2.9	14
Chiapas	8.6	32	7.0	31	-0.6	23	2.9	13
Chihuahua	40.7	6	14.0	8	2.4	3	2.1	25
Distrito Federal	61.2	2	55.4	1	-0.4	21	3.9	2
Durango	16.3	20	10.8	18	0.1	17	3.5	4
Guanajuato	16.0	21	7.8	25	-0.3	20	2.1	24
Guerrero	16.6	19	7.5	28	0.1	18	1.9	27
Hidalgo	10.3	30	8.0	24	-1.9	30	3.1	9
Jalisco	26.3	12	11.1	17	0.4	15	1.8	28
México	18.5	17	8.2	22	0.1	16	1.4	29
Michoacán	11.8	27	7.0	30	-0.8	26	3.0	11
Morelos	19.3	15	12.1	14	-0.8	24	1.4	30
Nayarit	13.4	24	9.7	20	-0.8	27	3.2	8
Nuevo León	43.5	3	26.8	2	0.9	12	3.6	3
Oaxaca	9.9	31	6.2	32	-0.5	22	2.4	20
Puebla	17.9	18	8.2	21	2.4	4	2.8	16
Querétaro	26.5	11	12.9	10	2.0	6	2.2	22
Quintana Roo	76.9	1	18.1	4	1.1	10	0.6	32
San Luis Potosí	14.9	22	8.2	23	-0.2	19	2.5	19
Sinaloa	19.1	16	11.6	16	-1.0	29	2.1	23
Sonora	29.0	9	15.9	6	1.2	9	3.4	7
Tabasco	12.6	26	9.8	19	-2.2	31	3.4	5
Tamaulipas	29.0	8	12.6	13	2.2	5	3.4	6
Tlaxcala	11.1	28	7.6	26	0.8	13	4.2	1
Veracruz	12.9	25	7.1	29	-0.8	25	2.3	21
Yucatán	22.2	14	11.7	15	1.2	7	2.9	12
Zacatecas	10.8	29	7.5	27	-0.9	28	3.0	10

Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales. INEGI. Notas: monto del PIB per capita es el valor en miles de pesos de 2002 y rank es el orden en el ranking.



Álvarez y Aguayo (2003) presentan un modelo econométrico de los servicios privados en las regiones mexicanas para el periodo 1993-2001, que pone de manifiesto el impacto positivo de la industria, los servicios públicos y el turismo.

Las variables utilizadas son las siguientes:

$PPR02H_i$ = PIB per cápita de los servicios privados correspondiente a la entidad i , expresado en miles de pesos de 2002.

$PMN02H_i$ = PIB per cápita de la industria manufacturera correspondiente a la entidad i , expresado en miles de pesos de 2002.

$PPU02H_i$ = PIB per cápita de los servicios públicos correspondiente a la entidad i , expresado en miles de pesos de 2002.

TEH_i = Número de turistas extranjeros llegados a la i -ésima entidad por cada mil habitantes.

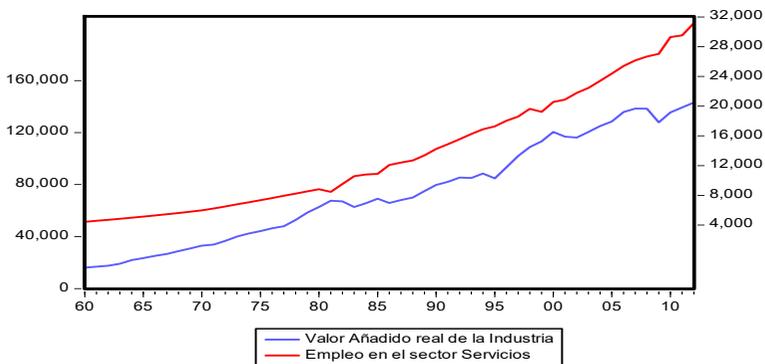
$PPR02H_i(-1)$ = PIB per cápita de los servicios privados en el año anterior correspondiente a la entidad i , expresado en miles de pesos de 2002.

Modelo de Álvarez y Aguayo (2003) de PIB de los Servicios Privados				
Dependent Variable: PPR02?H				
Method: Pooled Least Squares. Sample (adjusted) 1994-2001				
Included observations: 8. Number of cross-sections used: 32				
Total panel (balanced) observations: 256				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PMN02?H	0.1086	0.0197	5.5063	0.0000
PPU02?H	0.0474	0.0225	2.1116	0.0357
TE?H	1.2424	0.2046	6.0719	0.0000
PPR02?H(-1)	0.9244	0.0160	57.6837	0.0000
R-squared	0.9889	Mean dependent var	23.2616	
Adjusted R-squared	0.9888	S.D. dependent var	13.9142	
S.E. of regression	1.4714	Sum squared resid	545.5843	
F-statistic	7,517.10	Durbin-Watson stat	1.7722	
Prob(F-statistic)	0			

El modelo muestra un efecto positivo del Empleo Público sobre el Empleo Privado en los sectores de Servicios en las regiones mexicanas. El aumento de los servicios públicos no limita el desarrollo de los servicios privados, de manera contraria los impulsa y complementa.

El gráfico 5 muestra la evolución de la Industria y el Empleo del sector Servicios en México, en el período 1960-2004.

Gráfico 5. Producción en la Industria y Empleo en Servicios en México



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE. Nota: Valor Añadido real en millones de Dólares del año 2000, según Tipos de cambio de dicho año. Empleo en miles de personas.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Resultados similares se mostraron en los modelos econométricos interregionales europeos que se describen en el libro de Guisán, Cancelo, Aguayo y Días(2001) (libro EE5 de esta serie de Estudios Económicos).

5.4. Referencias bibliográficas

ADAMS, F.G, BROOKING, C.G. and GLICKMAN, N.J. (1975)."On the Specification and Simulation of a Regional Econometric Model: A Model of Mississippi". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 57, n. 3, pp. 286-298.

ADAMS, F.G. and GLICKMAN, N.J.(edit.)(1980)."*Modeling the Multiregional Economic System*". Lexibgton Books.

AGUAYO, E. y GUISÁN, M.C.(2001d). "Emprego e poboación nas rexións europeas: un modelo econométrico". *Revista Galega de Economía*. Vol. 10- n° 1, versión en español en internet.¹

AGUAYO, E.; EXPÓSITO, P. y LAMELAS, N.(2001). "Econometric model of services sector development and impact of tourism in Latin American countries". *Applied Econometrics and International Development*. AEEADE. Vol. 1-2, pp.43-58.

ALVAREZ, L. y AGUAYO, E. (2003). "El sector servicios privados en las regions mexicanas: un modelo econométrico". *Estudios Económicos Regionales y Sectoriales*. Vol.3-1. pp. 7-24.

BOLTON, R.(1993). "Regional Econometric Models". En Bodking, R.G, Klein, L.R. and Marwah, K.,ed. "*A history of Macro-econometric Model-Boulding*",p. 451-479. Edward Elgar, New York.

CLARK, D.E. y MURPHY, C.A.(1996). "Countywide Employment and Population Growth: an Analysis of the 1980s". *Journal of Reginal Science*, vol.36-2, pp.235-256.

COURBIS, R. (1975). "Le modèle REGINA, modèle du développement national, régional et urbain de l'economie française". *Economie Appliquée*. Vol.28-n°2-3,pp569-599.

COURBIS, R. (1979). "*Modèles régionaux et modèles régionaux-nationaux*". Actes du II Colloque international d'Econometrie appliquée. Editions Cujas.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

FAGERBERG, J.; VERSPAGEN, B. y CANIËLS, M.(1997). "Technology, Growth and Unemployment across European Regions". *Regional Studies*, Vol. 31,5-pp.457- 466.

FONDO NACIONAL DE FOMENTO AL TURISMO FONATUR (2001). "*Programa Nacional de Turismo 2001-2006*". Primera Edición, México.

FREEMAN, D. (2001). "Sources of fluctuations in regional growth". *The Annals of Regional Science*. 35. pp. 249-266.

GLICKMAN, N.J. (1971). "An econometric Forecasting Model for the Philadelphia Region". *Journal of Regional Science*, Vol. 11-1, pp.15-32.

GUISÁN, M.C. (1985). "Crecimiento económico y distribución espacial de la población". *Papeles de Economía Española*, nº3, pp. 75-82.

GUISÁN, M.C., CANCELO, M.T., AGUAYO, E., DÍAZ, M.R.(2001). Modelos econométricos interregionales de crecimiento de la industria y los servicios en en las regiones europeas 1985-1995. Libro EE5 de la serie Estudios Económicos de la Asociación Hispalink Galicia, disponible en <https://www.usc.gal/economet/ebooks.htm>

GUISÁN, M. C., FRÍAS, I.(1995). "*An interregional econometric model for market services employment in 120 EEC regions*", Documentos de Econometría, nº 1. Universidad de Santiago de Compostela.

GUISÁN, M.C., MALACÓN, C., EXPÓSITO, P. (2003) "Effects of the Integration of Mexico into NAFTA on Trade, Industry, Employment and Economic Grows. [Documento nº 68 de la serie Economic Development](#).²

HALL, O.P. and LICARI, J. A. (1974). "Boulding Small Region Econometric Models: Extension of Glickman's Structure to Los Angeles". *Journal of Regional Science*. Vol. 14. n.3, pp. 337-353.

INEGI(1999). "*Censos Económicos 1999. Servicios Financieros*". XII Censo de Servicios.

INEGI(1999). "*Censos Económicos 1999. Servicios proporcionados por el Sector Público*". XII Censo de Servicios.

INEGI(1999). "*Censos Económicos 1999. Tabulados Básicos*". XII Censo de Servicios.

INEGI(2003). "*Sistema de Cuentas Nacionales de México*". En página electrónica: <http://www.inegi.gob.mx>

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

NOBUKINI, M. and ADAMS, F. (1990)."A Supply-side Interregional Model of the U.S. Manufacturing Industry: 1960-78". *Papers of the Regional Science Association*. Vol. 68. pp. 71-81.

RAMÍREZ SOBRINO, J. N.(1993). "*Un análisis cuantitativo de la economía regional: los modelos econométricos regionales*". Publicaciones ETEA. Colección de Tesis Doctorales. Córdoba.

SALVATORE, D. (1984). "An Econometric Model of Internal Migration and Development". *Regional Science and Urban Economics*, 14, pp.77-87.

SCHMITT, B.(1999). "Economic Geography and Contemporary Rural Dynamics: An Empirical Test on Some French Regions". *Regional Studies*, vol.33-8. pp.697-711.

SCT(2001). "*Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2001-2006*". Secretaría de Estado de Comunicaciones y Transporte, Primera Edición, México.

SEP(2001). "*Programa Nacional de Educación 2001-2006*". Secretaría de Educación Pública. Primera edición, México.

SHCP(2003). "*Estadísticas oportunas de finanzas públicas*". Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Dirección de Estadística Hacendaria. Disponible en: <http://www.shcp.gob.mx>

¹ Documentos disponibles en: <http://www.usc.es/economet/econometria.htm>

² Estudio del año 2003, añadido a la bibliografía en la edición electrónica de 2022.

CAPÍTULO 6

FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN: RELACIÓN CON EL EMPLEO, EL SALARIO, EL CAPITAL HUMANO Y EL CAPITAL FÍSICO

M^a CARMEN GUISÁN *
ISABEL NEIRA

6.1. Empleo, productividad y salarios en 1965-2000.

La tabla 1 presenta la evolución del empleo en los 15 países que constituían la Unión Europea en el año 2000, en comparación con USA y con otros países de la OCDE, con datos quinquenales expresado en miles de personas, para el período 1965-2000, mientras que la tabla 2 muestra la tasa de empleo por cada mil habitantes.

Los países que más han destacado por la creación de empleo en el período 1965-2000 han sido USA, México, Japón y Turquía, por distintos motivos. En los casos de México y Turquía, como hemos visto en la sección 1.3 de este libro se ha producido en la segunda mitad del siglo veinte, un crecimiento muy importante de su PIB y su población, y la creación de empleo aún habiendo sido importante necesita ampliarse substancialmente porque tienen bajas tasas de empleo no agrario por cada mil habitantes, y hay una demanda creciente de empleo.

En el caso de USA, su alto ritmo de crecimiento del PIB, su todavía baja densidad media de población por unidad de superficie, y la moderación de sus tasas de natalidad ha permitido un cierto nivel de apertura a la inmigración para ocupar los nuevos puestos de trabajo que su dinamismo económico ha sido capaz de crear.

Japón ha experimentado un crecimiento económico de la industria y de los demás sectores no agrarios durante la segunda mitad del siglo veinte, y ha tenido un crecimiento importante del empleo dada su política de propiciar altas tasas de ocupación de su población activa.

* Las autoras son profesoras de Econometría de la universidad de Santiago de Compostela (España), <https://www.usc.gal/economet/econometria.htm>

Tabla 1. Empleo total en los países de la OCDE, 1965-2000

País	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Alemania	36032	35829	35169	36033	35506	37139	36176	37336
Australia	4792	5472	5910	6353	6747	7938	8276	9099
Austria	3191	3051	2943	3070	3235	3412	3758	3776
Bélgica	3640	3698	3750	3748	3606	3814	3762	3973
Canada	7060	8011	9363	11043	11694	13163	13427	14970
Dinamarca	2226	2363	2365	2489	2553	2670	2596	-
España	12110	12643	12883	12004	11027	12890	11960	14610
Finlandia	2181	2156	2251	2359	2467	2525	2127	2356
Francia	20129	20905	21474	21916	21475	22648	22413	23750
Grecia	3255	3134	3198	3356	3588	3719	3821	3946
Irlanda	1069	1053	1073	1156	1112	1160	1281	1671
Islandia	76	81	95	106	121	126	138	-
Italia	19963	19775	20007	20869	21113	21764	20233	21225
Japón	47300	50940	52230	55360	58070	62490	64570	64460
Luxemburgo	133	140	158	158	161	190	208	-
México	14834	17451	20512	23215	25955	28669	32370	37772
Noruega	1483	1545	1732	1908	2014	2030	2035	-
Nueva Zelanda	990	1090	1225	1274	1341	1491	1678	1788
Países Bajos	4607	4790	4743	5077	5178	6356	6887	7845
Portugal	3765	3822	3852	4026	4129	4723	4413	4909
Reino Unido	25199	24753	25055	25327	24390	26935	26026	27793
Suecia	3698	3854	4062	4232	4299	4465	3926	-
Suiza	3025	3142	3116	3166	3352	3563	3772	-
Turquía	12837	13083	14958	16280	17282	19038	20165	-
USA	73034	80796	87524	100907	108855	119550	126242	136399

Fuente: Datos de Labour Force Statistics de la OCDE, varios años.

Los países con altas tasas de empleo por cada mil habitantes son con frecuencia los que tienen también altos salarios por trabajador, pues ambas variables están muy relacionadas con el PIB por habitante y con la productividad media del trabajo.

Un enfoque econométrico para explicar y predecir el nivel de empleo consiste en explicar y predecir Q_i y PM_i y después deducir el empleo por cociente entre ambas. En este enfoque la evolución de PM_i en general tiene relación con la evolución del salario. Un segundo enfoque consisten en utilizar la función de producción para deducir el nivel de empleo deseado y

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

un mecanismo de ajuste parcial para relacionar el empleo real con el deseado por las empresas. Un tercer enfoque se basa en la ecuación de productividad marginal del trabajo y relaciona el nivel de empleo con el cociente entre el PIB y el salario. En la sección 6.3 estimamos algunos modelos de empleo.

La tabla 2 presenta los datos de salario real según paridades de poder de compra, en los países de la OCDE durante el período 1965-2000, y la tabla 3 el cociente entre el salario real y el PIB por trabajador.

Tabla 2. Salario real W90iPP, en miles \$ 1990 según PCs

País	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Alemania	12.4	16.6	20.5	22.6	22.6	25.2	23.5	-
Australia	14.6	17.4	21.9	21.9	22.5	20.9	22.5	24.2
Austria	10.7	14.4	18.7	21.9	20.7	23.1	23.8	25.0
Bélgica	13.5	17.1	22.8	27.1	26.3	28.1	30.6	31.6
Canada	16.6	19.2	22.3	22.6	22.8	23.9	24.3	26.2
Dinamarca	15.5	18.3	20.6	20.5	20.1	20.9	22.7	21.3
España	9.6	13.4	17.8	21.7	22.7	23.6	25.1	23.0
Finlandia	9.7	12.2	15.3	15.7	17.3	21.6	21.6	18.9
Francia	14.9	18.1	22.0	25.1	26.1	26.2	27.2	28.9
Grecia	5.6	9.1	11.2	14.9	17.1	16.9	15.7	18.4
Irlanda	9.9	12.6	16.6	18.9	20.1	21.8	23.9	27.1
Islandia	11.4	13.7	15.2	18.5	16.3	19.8	19.6	-
Italia	12.6	16.9	20.4	23.3	24.5	27.5	27.4	27.2
Japón	9.4	14.1	19.3	20.6	22.0	24.4	25.2	25.3
Luxemburgo	15.0	18.2	23.7	26.4	25.2	28.9	32.0	33.2
México	-	-	-	-	-	8.9	8.7	-
Noruega	13.2	15.5	19.8	19.9	19.9	20.8	21.7	21.9
Nueva Zelanda	-	-	-	-	-	17.5	17.5	-
Países Bajos	15.2	20.4	25.9	26.6	23.8	22.3	22.1	22.9
Portugal	5.3	8.1	13.6	12.7	11.5	12.5	14.5	14.4
Reino Unido	-	14.1	17.2	17.8	19.8	23.0	23.4	26.6
Suecia	15.5	18.1	19.9	20.9	19.4	22.6	22.5	25.8
Suiza	-	20.8	-	-	-	-	26.2	27.6
Turquía	-	-	-	-	-	9.9	7.8	10.8
USA	25.0	27.7	28.8	29.3	30.4	30.9	32.1	33.4

Fuente: Elaborado en base a datos de la OCDE.

Tabla 3. Ratio entre salario medio y productividad media del trabajo

Country	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Alemania	0.6964	0.7601	0.8303	0.7972	0.7320	0.7385	0.6217	-
Australia	0.6428	0.6665	0.7497	0.6971	0.6521	0.6077	0.5919	-
Austria	0.613	0.6077	0.6276	0.6506	0.6050	0.6097	0.6253	0.5730
Belgium	0.6267	0.6396	0.7253	0.7355	0.6644	0.6464	0.6511	0.6220
Canada	0.5707	0.5979	0.6424	0.6409	0.5970	0.6138	0.5906	-
Dinamarca	0.7151	0.7471	0.7625	0.7049	0.6225	0.6364	0.5928	-
España	0.6602	0.7075	0.7399	0.7600	0.6827	0.6675	0.6164	0.5765
Finlandia	0.6295	0.6216	0.6653	0.6243	0.6241	0.6743	0.5835	0.4431
Francia	0.6720	0.6544	0.6910	0.6936	0.6605	0.6031	0.5879	0.5821
Grecia	0.5121	0.5701	0.5574	0.6300	0.7225	0.6754	0.6049	0.6234
Irlanda	0.7608	0.7517	0.7970	0.7796	0.7055	0.6327	0.5695	0.5290
Islandia	0.5321	0.6081	0.5812	0.5815	0.5187	0.5659	0.5939	-
Italia	0.6527	0.6449	0.6860	0.6564	0.6493	0.6500	0.5679	0.5473
Japón	0.7977	0.7456	0.8390	0.7657	0.7262	0.6922	0.6877	0.6437
Luxemburgo	0.5395	0.5850	0.7427	0.7404	0.6368	0.6316	0.5867	-
México	-	-	-	-	-	0.5332	0.5393	-
Noruega	0.6396	0.6509	0.7406	0.6495	0.5866	0.5682	0.4957	-
Nueva Zelanda	-	-	-	-	-	0.5807	0.5644	-
Países Bajos	0.6304	0.6785	0.7288	0.7045	0.6030	0.5949	0.5766	0.5682
Portugal	0.6199	0.7081	0.9659	0.7388	0.6540	0.6245	0.6191	0.5743
Reino Unido	-	0.6015	0.6697	0.6399	0.6235	0.6804	0.6262	0.6650
Suecia	0.7109	0.7109	0.7220	0.7404	0.6400	0.6926	0.5914	-
Suiza	-	0.6297	-	-	-	NA	0.6888	-
Turquía	-	-	-	-	-	0.7171	0.5100	-
USA	0.6557	0.6884	0.6876	0.6889	0.6819	0.6659	0.6584	0.6081

Fuente: Elaborado en base a datos de la OCDE.

Los salarios reales muestran una clara correlación positiva con el PIB real por habitante, y con la productividad media del trabajo, siendo USA, con 33.4 dólares de 1990 por habitante en el año 2000, el país con salario medio más elevado, y México y Turquía, con valores próximos a 10 mil dólares los países con menores niveles.

El PIB real por habitante depende en gran medida del stock de capital físico por habitante, y ello depende tanto de la capacidad de inversión como de la moderación en el crecimiento de la población. En el próximo capítulo

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

analizamos los efectos indirectos de la educación sobre el PIB por habitante a través de su impacto positivo sobre el incremento del stock de capital físico por habitante.

6.2. Estimación de la función de producción y modelos de empleo

Son muchos los aspectos de interés relacionados con el de la función de producción en la explicación del PIB, el empleo y los salarios.

Desde la perspectiva de los modelos de desequilibrio mencionados en el capítulo 1, consideramos que la función de producción explica el PIB sólo en el caso de que el capital físico utilizado coincida aproximadamente con el stock de capital físico disponible, es decir cuando la inversión en el principal motor del desarrollo.

En caso de utilización plena del stock de capital la función de producción explica el PIB y la ecuación de empleo deseado puede deducirse de la ecuación que relaciona la productividad marginal del trabajo con el salario. En este caso la función de producción es un modelo dinámico, porque tiene efecto propagación del impacto de un incremento de la inversión sobre el crecimiento de muchos períodos sucesivos. Se trata de un modelo dinámico en sentido estricto, de acuerdo con la definición de Guisán(2001), que además es superdinámico, ya que los incrementos del PIB implican a su vez un aumento de la inversión que contribuirá a incrementar el PIB futuro.

La función de producción no explica el PIB cuando el capital disponible no puede utilizarse plenamente, no sólo debido a pequeños desajustes coyunturales sino a las restricciones existentes a la expansión económica por el lado de la demanda o por el lado de la oferta de inputs intermedios a través de las relaciones intersectoriales. En el modelo de desequilibrio de Barro y Grossman la función explicaría en ese caso el nivel de empleo, o al menos el nivel de empleo deseado por las empresas, enfoque que han seguido muchos modelos de tipo keynesiano, explicando el PIB por el lado de la demanda y el empleo mediante la función de producción y un mecanismo de ajuste parcial.

En el enfoque de desequilibrio de Guisán(1983), el nivel de empleo deseado viene dado por la ecuación de productividad marginal en caso de que el PIB esté explicado por la función de producción, y por una función de mantenimiento del tipo de beneficio deseado por las empresas, en caso de

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

que no se pueda utilizar plenamente el stock de capital disponible. En este enfoque la función de producción sirve para explicar el stock de capital utilizado despejándolo en función del PIB y el empleo.

Contraste de la hipótesis de rendimientos crecientes a escala

En los enfoques mencionados no se tiene en cuenta la ecuación de productividad marginal del capital para explicar el capital utilizado, pues ello es incompatible con la existencia de rendimientos crecientes a escala, situación que parece ser la más frecuente a nivel macroeconómico, como ponen de manifiesto el modelo de USA en 1929-67 estimado por Christensen y Jorgenson(1970) y los modelos de 7 países de la OCDE estimados por Guisán(1980) y (1983).

A continuación presentamos datos y estimaciones de los 7 países de la OCDE y realizamos el contraste de la hipótesis de rendimientos crecientes a escala. Los datos del PIB, Q, y el stock de capital físico, K, están expresados en miles de millones de dólares de 1970 según TCs y los criterios que se mencionan en Guisán(1983), y los datos de empleo en miles de personas.

Tabla 4. Datos de PIB, capital y empleo de Alemania y España

Año	QA	KA	LA	QE	KE	LE
1963	132.870	175.007	26.744	23.780	27.606	11.870
1964	141.780	184.291	26.753	25.250	28.275	11.931
1965	149.770	190.345	26.887	27.080	30.128	11.992
1966	153.500	195.986	26.801	29.330	31.981	12.110
1967	153.250	201.556	25.950	30.580	34.472	12.233
1968	162.890	206.267	25.968	32.340	36.963	12.290
1969	175.640	211.320	26.356	34.850	39.633	12.393
1970	186.140	217.835	26.668	36.940	42.303	12.523
1971	192.150	225.693	26.817	38.700	45.164	12.643
1972	199.170	234.132	26.744	42.000	48.025	12.712
1973	208.920	242.489	26.922	45.530	51.620	12.729
1974	210.050	250.732	26.565	47.950	55.214	13.031
1975	204.620	257.562	25.810	48.260	59.389	13.102
1976	216.030	NA	NA	49.250	63.975	12.883

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 5. Datos de PIB, capital y empleo de Francia y Reino Unido

obs	QF	KF	LF	QUK	KUK	LUK
1963	97.860	84.264	19.838	100.180	107.903	24.656
1964	103.990	88.983	20.061	105.820	112.481	24.946
1965	108.950	92.711	20.129	108.210	115.009	25.199
1966	114.640	96.622	20.290	110.210	117.725	25.351
1967	120.000	101.036	20.355	113.110	120.394	24.987
1968	125.120	105.900	20.316	116.970	123.188	24.836
1969	133.870	111.046	20.618	118.570	126.111	24.857
1970	141.540	116.730	20.905	121.530	129.127	24.753
1971	149.060	122.384	21.009	124.890	132.449	24.512
1972	148.180	128.527	21.143	127.950	135.919	24.486
1973	166.770	135.305	21.445	136.370	139.453	25.055
1974	171.380	142.703	21.642	135.490	143.131	25.131
1975	172.530	149.975	21.474	133.340	146.768	25.039
1976	181.840	156.375	21.619	136.820	150.218	24.827

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 6. Datos de PIB, capital y empleo de Italia y Japón

obs	QIT	KIT	LIT	QJ	KJ	LJ
1962	61.910	53.000	20.836	87.130	54.172	45.560
1963	65.350	56.610	20.545	96.280	61.565	45.950
1964	67.070	60.438	20.437	109.000	68.866	46.550
1965	69.190	62.693	19.963	114.590	75.894	47.300
1966	73.180	64.499	19.644	125.800	82.355	48.270
1967	78.320	66.508	19.861	142.060	88.424	49.200
1968	83.270	69.070	19.867	161.200	97.049	50.020
1969	87.990	71.878	19.697	178.460	108.131	50.400
1970	92.380	74.786	19.775	197.870	122.082	50.940
1971	93.810	77.842	19.772	212.350	139.538	51.220
1972	96.770	80.945	19.417	231.300	155.640	51.260
1973	103.490	83.991	19.576	254.020	174.446	52.590
1974	107.560	87.670	19.935	251.360	196.324	52.370
1975	103.780	91.681	20.007	257.470	215.224	52.230
1976	109.620	94.548	20.127	272.930	231.665	52.710

Nota: Véase Guisán(1983) para definiciones y fuentes de datos.

Tabla 7. Datos de PIB, capital y empleo de USA

obs	QU	KU	LU
1963	755.810	534.033	69.768
1964	794.460	553.506	71.323
1965	842.220	580.181	73.034
1966	893.090	614.592	75.017
1967	916.830	650.336	76.590
1968	957.890	683.814	78.173
1969	982.550	718.491	80.140
1970	981.200	754.370	80.796
1971	1009.560	787.738	81.340
1972	1067.610	819.699	83.966
1973	1125.540	854.928	86.838
1974	1111.040	895.185	88.515
1975	1100.210	934.281	87.524
1976	1164.470	966.130	90.420

Fuente: Guisán(1983). Notas: QU y KU en miles de millones (*Billion*=mil millones en Estados Unidos, Bn) de Dólares a precios de 1970. Empleo en millones de personas. El puntot es separador decimal.

Tabla 8. Salario medio real en 7 países de la OCDE

obs	WA	WE	WF	WIT	WJ	WU	WUK
1963	4.307	1.845	4.487	3.037	1.956	9.850	3.476
1964	4.549	1.969	4.692	3.221	2.170	10.059	3.628
1965	4.792	2.072	4.855	3.370	2.259	10.168	3.677
1966	4.982	2.246	5.029	3.574	2.388	10.342	3.780
1967	5.145	2.399	5.192	3.782	2.573	10.486	3.932
1968	5.327	2.459	5.444	3.990	2.813	10.730	4.083
1969	5.718	2.645	5.717	4.164	3.084	10.843	4.138
1970	6.041	2.696	5.947	4.465	3.359	11.016	4.349
1971	6.303	2.819	6.232	4.656	3.658	11.264	4.516
1972	6.576	3.030	6.020	4.824	3.979	11.430	4.611
1973	6.941	3.207	6.754	5.149	4.344	11.597	4.825

Nota: Elaborado a partir de datos de la OCDE. Miles de \$70 por trabajador, según tipos de cambio, TCs. Datos de Alemania, A, España, E, Francia, F, Japón, J, USA, U, y Gran Bretaña, UK.

Las ecuaciones 1 y 2 presentan la estimación de la función de producción en el período 1962-76 con datos de panel de los 7 países de la OCDE cuyos datos figuran en las tablas de esta sección.

El primero es un modelo lineal y el segundo un modelo potencial, basado en la función Cobb-Douglas. Ambas ecuaciones muestran una elevada bondad del ajuste, siendo mejor el ajuste de la función C-D ya que la SCE respecto a la variable Q proporcionó un valor más bajo que en la función lineal, según se indica en la última fila del cuadro de resultados de la ecuación 2.

Se contrastó la estabilidad de parámetros en esta última función, tanto en el tiempo como en el espacio con resultados satisfactorios, como se expone en Guisán(1980).

Ecuación 1. Función de producción lineal con efectos fijos, MCO

Dependent Variable: Q?				
Method: Pooled Least Squares				
Sample: 1962 1976				
Number of cross-sections used: 7. Total panel (unbalanced): 104				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
K?	0.353155	0.083071	4.251257	0.0001
L?	10.70168	1.572006	6.807657	0.0000
TI	2.676402	0.432873	6.182878	0.0000
Fixed Effects				
A--C	-210.2824			
E--C	-135.6201			
F--C	-150.8717			
IT--C	-177.4753			
J--C	-421.5073			
U--C	-168.7327			
UK--C	-216.3288			
R-squared	0.998754	Mean dependent var	241.9444	
Adjusted R-squared	0.998634	S.D. dependent var	306.2924	
S.E. of regression	11.31930	Sum squared resid	12043.89	
Log likelihood	-394.6696	F-statistic	8369.249	
Durbin-Watson stat	0.565024	Prob(F-statistic)	0.000000	

Fuente: Elaboración propia.

Ecuación 3. Función Cobb-Douglas con panel de 7 países

Dependent Variable: LOG(Q?)				
Method: Pooled Least Squares				
Sample: 1962 1973				
Number of cross-sections: 7. Total panel (balanced) observations: 77				
Convergence not achieved after 500 iterations				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.687253	0.092303	-7.445597	0.0000
LOG(K?)	0.761596	0.050493	15.08330	0.0000
LOG(L?)	0.579684	0.065083	8.906867	0.0000
A--AR(1)	0.914147	0.037001	24.70596	0.0000
E--AR(1)	0.761743	0.193926	3.928011	0.0002
F--AR(1)	1.050948	0.048233	21.78911	0.0000
IT--AR(1)	1.116305	0.055188	20.22738	0.0000
J--AR(1)	0.802772	0.163055	4.923315	0.0000
U--AR(1)	0.987532	0.086572	11.40710	0.0000
UK--AR(1)	0.906717	0.034808	26.04887	0.0000
R-squared	0.999533	Mean dependent var	4.929390	
Adjusted R-squared	0.999471	S.D. dependent var	0.956444	
S.E. of regression	0.022005	Sum squared resid	0.032442	
Log likelihood	189.9684	F-statistic	15946.34	
Durbin-Watson stat	1.747017	Prob(F-statistic)	0.000000	
		Sum squared resid de Q?	4025.64	

Fuente: Elaboración propia

La suma de las elasticidades output/trabajo y output/capital resultó igual 1.326 y el contraste de esta combinación lineal de parámetros respecto a la hipótesis unitaria se rechazó frente a la hipótesis alternativa de rendimientos a escala creciente con una t de Student igual a 14.73 y por lo tanto mayor que el nivel crítico que para el contraste de una sola cola al nivel del 5% es en este caso 1.67, según se expone en Guisán(1983).

La estimación de la función lineal con autocorrelación, por MCG, y con efectos fijos presentó una SCE menor que la función Cobb-Douglas, pero presentó problemas de perturbaciones no estacionarias, con algunos de los coeficientes de autocorrelación estimados superiores a 1.

En la función de producción lineal puede tener importancia la desagregación del factor trabajo en varios niveles de acuerdo con el nivel educativo y posiblemente ello disminuya el grado de autocorrelación de acuerdo con la experiencia del estudio de Guisán(1976b).

Modelos de empleo

Un enfoque econométrico para explicar y predecir el nivel de empleo consiste en calcular el valor previsto del número de personas ocupadas (L) como el cociente entre la producción (Q) y la productividad media del trabajo (PM). En ese enfoque la evolución de PM en general se relaciona con la evolución del salario (W). Un segundo enfoque consiste en utilizar la *función de producción* para explicar el nivel de empleo deseado y añadir un mecanismo de ajuste parcial para relacionar el empleo verdadero con el empleo deseado por las empresas e instituciones contratantes. Un tercer enfoque se basa en la *ecuación de productividad marginal* del trabajo y relaciona el nivel de empleo con el cociente Q/W . Un cuarto enfoque considera que el empleo máximo deseado por las empresas se determina por la *ecuación de mantenimiento del tipo de beneficio deseado*, cuando el capital no puede utilizarse en algo grado. Guisán(1983) y (1987) estima y contrasta modelos de empleo bajos los enfoques 3 y 4. Ambos proporcionan buenos resultados pero el modelo 4 es generalmente mejor cuando hay infrautilización del stock de capital.

6.3. Efectos directos e indirectos de la educación sobre el desarrollo.

El lado de la oferta, en los estudios econométricos de desarrollo económico, ha prestado una gran atención durante las últimas décadas del siglo veinte, a los efectos que la educación tiene sobre la función de producción, tanto directos como indirectos. Algunos de los principales enfoques se recogen en el documento de Neira y Guisán(2002) y en otros que allí se citan.

La escuela Neoclásica que dominó el pensamiento económico hasta entrado el siglo XX, presenta dos aportaciones básicas relativas a la relación crecimiento económico y educación, que se difundieron en las décadas de 1950 y 1960. El desarrollo de la teoría del capital humano por una parte y el modelo de Solow por otra.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

El desarrollo de la teoría del capital humano durante la década de los sesenta se produjo a raíz de la introducción de este concepto por parte de Fisher, dado el gran arraigo de esta teoría durante los años sesenta, son numerosos los trabajos que se desarrollaron bajo su amparo, pero serán las aportaciones de Schultz, y Becker, las que constituirán los pilares básicos en los que se sostiene esta teoría.

Esta teoría, considera la educación del individuo como una forma de inversión, que le supondrá una renta que no obtendría si no dispusiese de dicho capital, se trata pues de una inversión en el propio individuo y de ahí deriva su calificación como "capital humano". En ella se consideran las inversiones educativas como una forma de mejorar las capacidades innatas de las personas, produciendo un incremento en su productividad. Este aumento del rendimiento de los trabajadores se ve acompañado por un aumento en sus salarios.

El factor residual y el crecimiento endógeno

Los años cincuenta constituyeron la década de redescubrimiento del capital humano, si bien en estos trabajos lo que se analizan son simples correlaciones entre educación y crecimiento de la economía, y no será hasta el resurgimiento de las teorías del crecimiento endógeno cuando ésta alcance su punto álgido.

Los primeros análisis del tema se basan en simples correlaciones entre educación y desarrollo económico, así Tilak (1989) recoge una serie de trabajos que se desarrollan en esta línea de investigación. Entre estos señala los de Curle (1964) que analiza el ingreso per capita para 50 países en el período 1954-59, obteniendo una correlación de 0.53 entre éste y el porcentaje de gasto en educación en el PIB y 0.64 con el número de alumnos en educación superior a primaria. McLelland (1966) obtiene una correlación positiva entre ratios de escolarización secundaria y crecimiento económico entre 1920 y 1950 para 21 países desarrollados. El análisis a través de las correlaciones constituye el enfoque utilizado hasta el desarrollo de los modelos econométricos, que constituyen la línea de investigación actual.

Después de esta primera aproximación a través del análisis de las correlaciones, surgen el enfoque denominado "factor residual", este enfoque basado en la teoría neoclásica, considera los incrementos de producción de un país a través de los inputs más habituales (trabajo y capital), tratando de cuantificar que parte del crecimiento es debido a dichos índices, y

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

considerando tal y como su propio nombre indica el resto del incremento como un factor residual consecuencia de otras variables. Dentro de este residuo, una parte importante vendría explicada por el capital humano.

El trabajo de Solow (1956) que supone la base para numerosos trabajos relativos al crecimiento económico, y que desarrollaremos más adelante especifica una función de producción lineal y homogénea, y suponiendo neutral el cambio tecnológico, calcula que el efecto del factor residual representa el 90% del incremento de producción por hora de trabajo para EEUU durante el período 1915-1955. Denison (1964) atribuye 3/5 partes de este factor residual a las mejoras educativas.

En el trabajo de Tilak(1989) se recogen algunos estudios llevados a cabo en la década de los setenta y primeros ochenta, en los que se encuentran resultados muy diferentes respecto a la contribución de la educación al desarrollo económico, pero en la mayoría se observa un efecto positivo de la educación para el crecimiento de las economías en diferentes períodos de estudio.

La endogeneización del progreso técnico A dará lugar a los nuevos modelos desarrollados en la última década y que se denominan “modelos de crecimiento endógeno”, partiendo del trabajo de Solow (1956), Denison (1965), Aukrust (1965) y otros analizan el factor residual, en el cual cada vez tendrá un mayor protagonismo el factor educativo, en el que se demuestra que una parte del crecimiento no viene explicada por el capital y el trabajo-

Los nuevos investigadores de la teorías del crecimiento ya no consideran que la tecnología crece a una tasa exógena, sino que incluyen el modelo nuevos factores que llevan a lograr tasas de crecimiento positivas a largo plazo. Estos factores van desde la inclusión del capital humano, el gasto público, el I+D, etc..., consiguiendo así explicar la parte del crecimiento que en el modelo de Solow formaba parte del residuo.

Principales enfoques econométricos del capital humano

En esta línea de investigación debemos distinguir por una parte los modelos de crecimiento endógeno, que incluyen el capital humano como uno de los diversos factores que ahora se introducen en la función de producción sin exigir el cumplimiento de las hipótesis neoclásicas, grupo en el que destaca el modelo de Lucas(1988) y por otra parte lo que se ha denominado el modelo de Solow-ampliado, en el que Mankiw, Romer y Weill (1992)

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

partiendo del modelo de Solow, amplían el modelo neoclásico considerando un nuevo factor productivo constituido por el capital humano.

La consideración del capital humano en la función de producción como un factor de producción conduce en los distintos enfoques ha conducido a resultados contradictorios y a veces insuficientes respecto al verdadero papel de la educación en el desarrollo, y ello lleva a varios autores a plantearse cual es la forma más adecuada de medir dicho efecto.

Así tenemos que remontarnos al pionero trabajo de Nelson Y Phelps(1966) en el que planteaban una cuestión importante en cuanto al capital humano y que sería tenida en cuenta a partir de entonces por la mayoría de los investigadores a la hora de tratar el efecto del capital humano en el crecimiento económico.

Estos autores plantean un doble papel para el capital humano en la función de producción, que denomina efectos “tasa” y efectos “nivel”, ya que consideran que la simple inclusión del capital humano sólo como un factor más es un error, al ignorarse de este modo el efecto que produce también sobre la tasa de crecimiento de la tecnología (efecto tasa). Es decir, se considera un efecto de “nivel” a la inclusión del capital humano en la función de producción como un factor productivo más, mientras que un efecto “tasa” vendría dado por su interrelación a través del efecto que el capital humano ejerce en el I+D.

Plantean dos modelos teóricos en los que se considera la relación entre la educación y la difusión de tecnología, considerando que esta avanza a un ratio exponencial λ , el cual es una función creciente del nivel educativo. Siendo además la educación a su vez una función creciente de λ . Otro resultado de interés al que llegan es el hecho de que el efecto de la educación es mayor en las economías tecnológicamente más avanzadas, existiría en cierta forma un efecto “umbral” para la tecnología a partir del cual la educación tendría un efecto más positivo.

En la década de los 70 y 80 se realizaron algunos interesantes investigaciones econométricas con datos internacionales de tipo cross-section aplicadas para medir la influencia de la educación sobre el crecimiento del PIB, de la productividad, y de la tecnología, como los de Guisán (1976a) y (1976b), aplicados a los países de la OCDE, los cuales

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

mostraron una importante influencia positiva de la educación sobre el crecimiento de la productividad marginal y media del trabajo, y también una importante relación positiva entre el incremento del cociente capital/trabajo, K/L , y la demanda de empleo con mayor nivel educativo.

Las dificultades para la obtención de datos estadísticos comparativos ha hecho que se realizaran muy pocos estudios hasta la última década del siglo veinte, en la que la mayor disponibilidad de los datos estadísticos, y un interés creciente por las comparaciones internacionales del desarrollo económico ha hecho que los estudios sean más numerosos. El hecho de que algunos estudios proporcionaran resultados no concluyentes o contradictorios demuestra la dificultad de modelización del importante efecto de la educación, por diversas causas como la multicolinealidad, especialmente presente en los estudios de series temporales.

Según Neira y Guisán(2002), también ha contribuido a la dificultad de aislar el efecto de la educación el hecho de que la elasticidad del output respecto al trabajo en la función de producción C-D, sea hasta cierto grado independientes del nivel educativo, ya que el efecto de éste incrementa tanto la productividad marginal como la productividad media, de forma que la elasticidad como cociente de ambas apenas varía, pero ello no significa que la educación no tenga un importante efecto positivo sobre el desarrollo económico. Consideran que los efectos indirectos que la educación produce sobre el desarrollo son muy importantes.

En dicho estudio se analizan los enfoques del efecto inversión de Barro, Benhabid y Spiegel y Neira y Guisán, todos ellos con interesantes resultados respecto al importante efecto positivo que el incremento del nivel educativo de la población tiene sobre el capital físico por habitante, y por lo tanto sobre el incremento de productividad media y marginal del trabajo.

En cuanto a los efectos sobre la moderación del crecimiento demográfico, ya hemos citado en la sección 1.3 de este libro las importantes conclusiones del estudio internacional realizado por Guisán, Aguayo y Expósito(2001), en el que se comprueba que el efecto medio de un incremento de dos años de escolarización es la reducción de una unidad en tasa de fertilidad, ya que las familias con mayor nivel educativo, en promedio, tienen comportamientos

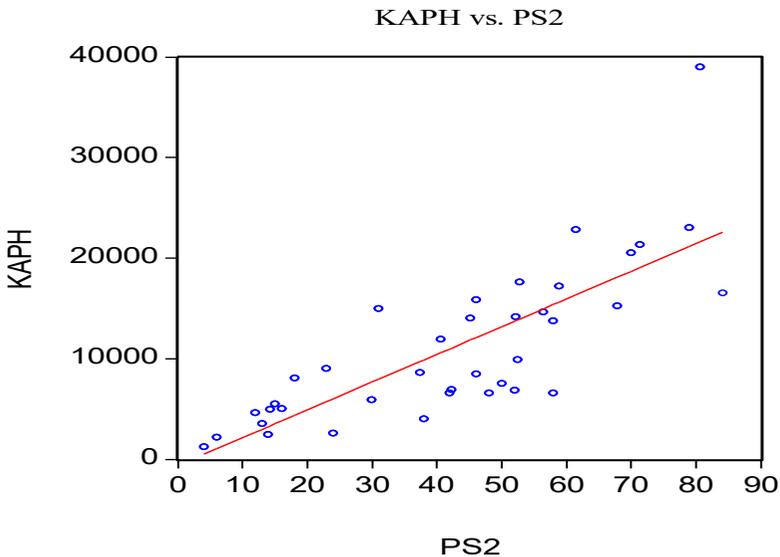
Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

más moderados en el crecimiento demográfico que las familias con menores estudios.

Los efectos sobre el capital social también han sido destacados por otros autores, como se pone de manifiesto en Portela y Neira(2002).

El gráfico 1 muestra la relación positiva entre el stock de capital por habitante, KAPH, y el nivel educativo medido por la variable PS2 (% de población adulta con estudios secundarios de segundo ciclo completos).

Gráfico 1. Relación lineal entre KAPH y PS2



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos incluidos en el Anexo, basados en Summers y Heston(1992), Barro y LEE (1996) y OCDE (Education at a glance).

Neira y Guisán(2002) presentan la estimación de las relaciones entre el PIB por habitante, PH, el stock de capital físico (KAPH) y el nivel educativo (PS2) se realiza para 19 países de la OCDE, en los quinquenios comprendidos entre 1965-90, disponiendo por lo tanto de un panel de 6 años para 19 países.

La ordenada en el origen no parece homogénea para el conjunto de la muestra, por lo que se ha procedido a la estimación del modelo teniendo en

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

cuenta la posibilidad de un efecto diferente en la ordenada en el origen para cada país, recogido a través de la estimación del modelo de efectos fijos, obteniendo resultados que figuran en las tabla 9.

Las tablas 9 presentan la estimación de la relación entre la producción real por habitante (PH), el stock de capital disponible por habitante (KAPH) y el nivel educativo de la población (PS2), con datos quinquenales de 19 países de la OCDE en el período 1965-1990.

Tabla 9. Producción real per cápita (PH) en función del Stock de Capital per cápita y el nivel educativo, en 19 países de la OCDE, 1965-1990

Explanatory variables	Intercept: Fixed effects
	Coefficients
C	
LOG(KAPH)	0.545719 (0.022366)
LOG(PS2)	0.070636 (0.022325)
R ²	0.999872

Fuente: Neira y Guisán(2002). Nota: Log es logaritmo neperiano. Los términos entre paréntesis son las desviaciones típica estimadas

Los estadísticos t de Student, para la hipótesis de nulidad de parámetros resultan: $t_1 = 24.40$, para el coeficiente de $\log(Kaph)$, y 3.16 para el coeficiente de $\log(Ps2)$, ambos suficientemente elevados para rechazar la hipótesis de nulidad.

La tabla 10 corresponde a la estimación de un modelo que relaciona KAPH con su valor retardado un año, el nivel de PS2, el producto de la variable ficticia D1 por PS2, y el producto de la variable ficticia D2 por KAPH.

D1PS2 es el producto de una variable ficticia, D1, por el indicador de capital humano. La variable D1 toma valor igual a uno en los casos de Canadá, Austria, Finlandia y Suiza, que son algunos de los países con mayor gasto y nivel educativo y en los que esta variable presenta un efecto positivo más elevado que en los demás.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

D2KAPH(-1) es el producto una variable ficticia, D2, por KAPH(-1). La variable D2 toma el valor uno en los casos de Nueva Zelanda y Noruega, por aparecer en estos países un coeficiente estimado menor para la variable KAPH(-1). Ello podría deberse a un problema de sobreestimación de dicha variable o a otras causas particulares de dichos países.

El modelo confirma el efecto significativo del nivel educativo sobre el incremento del stock de capital por habitante,

Tabla 10, Resultados de la estimación con un panel anual de 19 países en 1965-90

Variable dependiente KAPH			
Sample(adjusted): 1965 1990			
Total panel observaciones 475			
Variable	Coeficientes Modelo 1	Coeficientes Modelo 2	Coeficientes Modelo 3
KAPH (-1)	1.025939 (0.003090)	1.022485 (0.003295)	1.015060 (0.005274)
PS2	1.874395 (0.758456)	2.457874 (0.729965)	4.077858 (1.236395)
D1PS2		2.564441 (0.663590)	2.719511 (1.022978)
D2KAPH(-1)		-0.012965 (0.003012)	-0.014135 (0.004393)
R-squared	0.997645	0.997875	0.998355
Durbin-Watson	1.063424	1.166542	1.987805

Fuente: Neira y Guisán(2002). Nota: Los términos entre paréntesis son las desviaciones típicas estimadas.

El estudio de Arranz, Freire y Guisán(2001) también analiza el impacto de la educación sobre el desarrollo en los países de la OCDE.

6.4. Referencias bibliográficas

ARRANZ, M.; FREIRE, M^aJ., GUISÁN, M.C., (1997) “An International Comparison of Education, Growth and Employment” . *Investigación Económica*, Vol. LXI, N.235, pp. 45-64, UNAM, México.

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

ARROW, K.J.; CHENERY, B.S. MINHAS, B.S. y SOLOW, R.(1961) "Capital labor substitution and economic efficiency". The review of Economics and Statistics, nº 3, vol XLIII.

BARRO, R. (1997a) *Determinants of Economic Growth*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

BARRO, R and GROSSMAN, H.I.(1971). "A general disequilibrium model for Income and Employment". *American Economic Review*, Vol.1, pp.82-93.

BARRO, R., LEE, J.W. (1996). "International Measures of Schooling Years and Schooling Quality". *American Economic Review*. Papers and Proceedings, nº 86, May. pp 218-223.

BENHABID, J. y SPIEGEL, M (1994) "The role of human capital in economic development. Evidence from aggregate cross-country data" *Journal of Monetary Economics*, nº 34, pgs 143-173.

CHRISTENSEN, L.R. y JORGENSON, D.W.(1970). U.S. Real Product and Real Factor Input 1929-67. *Review of Income and Wealth*, March 1970.

DENISON, (1967). *Why Growth Rates Differ? Postwar Experience in Nine Western Countries*. The Brookings Institution, Washington D.C., 1967.

GUISÁN, M. C. (1975) Estudio econométrico de las funciones agregadas de producción. Resumen de Tesis doctoral. Universidad de Santiago.

GUISÁN, M.C. (1976a) "La heterogeneidad del factor trabajo y la función agregada de producción. Un análisis teórico y empírico" *Revista española de economía*, septiembre-diciembre 1976, pgs 247-256.

GUISÁN, M.C (1976b) "Nivel educativo de la población activa y evolución del empleo en España" *Económicas y empresariales*, revista de la UNED, pgs 140-149.

GUISÁN, M.C.(1980). "Forecasting Employment through an International Cobb-Douglas Function". Comunicación presentada en el 4th Econometric Society World Congress, ESWC, Aix-en-Provence, agosto 1980.

GUISÁN, M.C. (1983) *La predicción de la renta y el empleo*. Universidad de Santiago de Compostela.

GUISÁN, M.C.(1987). "Contrastes de especificación en modelos anidados y no anidados de empleo.". Documento de la Cátedra de Econometría de la USC. Actualización pendiente en *Economic Development* nº78.¹

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

GUISAN, M. C. (1997) "Economic growth and education: a new international pilicy".22 SID World Conference, documento de la serie *Economic Development* n.18, de la Euro-American Association of Economic Development Studies, free downloadable.¹

GUISAN, M.Carmen, AGUAYO, Eva y EXPOSITO, Pilar(2001). Economic Growth and Cycles: Cross-country Models of Education, Industry, Fertility and International Comparisons. *Applied Econometrics and International Development*, Vol. 1-1, pp. 9-37.¹

MANKIW, G.N., ROMER, D. , WEIL, D.N. (1992) "A contribution of the empirics of economic growth" *The Quaterly Journal of Economics*", may 1992, pgs 407-437.

NEIRA, I. (1998) *Educación y crecimiento mundial: estudio econométrico del impacto del capital humano*. Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela.

NEIRA, I. (2003). Modelos econométricos de capital humano: Principales enfoques y evidencia empírica. Documento de la serie *Economic Development* n° 64.¹

NEIRA, I., GUIÓSÁN, M.C. (2002) "*Modelos econométricos de capital humano y crecimiento económico: Efecto inversión y otros efectos indirectos*". Documento de la serie *Economic Development* n° 62.¹

NELSON y PHELPS (1966) "Investments in human, technological diffusion and economic growth" *American Economic Review*. Papers and Proceedings.

OCDE(1995). OECD Education Statistics 1985-1992. París.

OCDE, varios años. Education at a glance. OCDE Indicators. París.

OCDE, varios años. Labour Force Statistics. París.

OCDE, varios años. National Accounts Statistics. París.

SOLOW, M. (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth" *Quarterly Journal of economics*, LXX; pgs 65-94.

SUMMERS, R., HESTON, A. (1991). "The Penn World Table (mark 5) and expanded set of international comparisons, 1950-1988". *The Quarterly Journal of Economics*, May 1991, pp. 327-367

Guisán, M.C. et al(2004): Libro OCDE 2. Estudios Económicos, EE8.

Anexo al Capítulo 6. Datos del modelo de Neira y Guisán

Tabla A6.1. PIB y Stock de Capital (por habitante) y nivel educativo PS2

País	PIBH		KAPH		PS2	
	1965	1990	1965	1990	1965	1990
Australia	8823	14445	8521	17629	46	53
Austria	6144	12695	3561	15291	13	68
Bélgica	6749	13232	5897	14023	30	45
Canadá	8664	17173	6611	21345	42	71
Dinamarca	8436	13909	6619	17204	48	59
España	4580	9583	2233	9032	6	23
Finlandia	6514	14059	8105	22838	18	62
Francia	7304	13904	5074	14211	16	52
Grecia	3067	6768	2501	8625	14	43
Irlanda	4000	9274	2574	6962	24	42
Italia	5691	12488	4629	11942	12	29
Países Bajos	7396	13029	5533	13765	15	58
Noruega	6950	14902	14998	23035	31	81
Nueva Zelanda	9032	11513	6853	14666	52	56
Portugal	2407	7478	1253	4945	4	14
Reino Unido	7679	13217	4051	9939	38	67
Suecia	9402	14762	7559	20559	50	73
Suiza	11150	16505	15863	38995	46	81
USA	11649	13000	6580	16571	58	84
Total	7139	13000	6264	15872	30	57

Fuente: Elaborado por Neira y Guisán a partir de datos de Summers y Heston(1991), Barro y Lee(1996) y OCDE(1995). Nota PIBH y KAPH en Dólares por habitante a precios y tipos de cambio de 1985 PS2 es el porcentaje de población adulta con nivel educativo igual o superior a estudios secundarios de 2ª ciclo completos.

El período 1965-1990 destaca por un gran incremento de PIBH y KAPH en el conjunto de la OCDE, así como de un importante aumento del nivel educativo de la población.

Libro EE8 de la serie Estudios Económicos de la AHG

Edición electrónica en: <https://www.usc.gal/economet/ebooks.htm>