

EPAME menores al 3%. en el segundo son aproximadamente del 60%. Asimismo, en el cuadro 8.3 pueden verse las sensibles mejoras que se obtienen en dos variables básicas como el producto regional y la renta personal.

Otros modelos a destacar por su bondad en los resultados son los de Hall-Licari (1974), Chang (1979) y Duobinis (1981). El primero presenta un EPAM promedio del 1-2%, mientras que el último es el que tiene un mayor porcentaje de variables con un EPAM inferior al 3%. En sentido contrario, quizá debiéramos señalar el de Latham (1979), aunque en su favor hay que recordar que se basa en datos trimestrales y en una región pequeña. Sin embargo, el autor cree que el EPAM indica que el modelo es un instrumento útil para el análisis político, ya que mientras el error esperado por algunos sectores es relativamente alto, los errores en las magnitudes en que los "policy-makers" están interesados, tienen un nivel aceptable. Al hilo de este comentario, podemos señalar que la evaluación de un modelo como un todo dependerá de los objetivos del evaluador. Puede validarse un modelo aunque obtenga malos resultados en ciertas variables, si para las que interesan al usuario proporcionan simulaciones y predicciones ajustadas a la realidad.

Otro modelo con malos resultados es el de Baird (1983) con sólo el 30% de las variables con un EPAM menor al 10% y, en cambio, un 58% de las mismas con unos errores mayores al 20%. Este resultado indica que se debe profundizar más en la construcción de los modelos multirregionales, en los que una región subnacional se desagrega en zonas aún más pequeñas (como es el caso del modelo de Baird).

Modelos de los que no se dispone de una información exhaustiva son los de Licari et al (1973) y de Klein - Glickman (1977). El primero, aunque obtiene unos valores entre el uno y el cinco por ciento, no consigue alcanzar unos resultados tan

válidos como en otros (en particular en lo referente a la tasa de paro registrado). El problema de este modelo va más allá de este estadístico, ya que en los tests de significación de algunas variables del modelo, no se llegaban a los estándares aceptables. En cuanto al segundo modelo, los resultados son mejores destacando los autores, las secciones de los ingresos del gobierno y la inversión (14).

El otro gran instrumento de evaluación de un modelo regional que han utilizado los constructores de los mismos (comparando valores reales con simulados), es el análisis de los puntos de giro. Aunque en muchas publicaciones no se haga una referencia explícita a la utilización de este instrumento, en el comentario sobre las representaciones gráficas, aparece el estudio del comportamiento de las variables simuladas ante cambios ocurridos en la tendencia de las reales. En un breve resumen sobre las características y resultados de este análisis en cada uno de los modelos señalaremos que:

- en el modelo de Bell (1967) se observa como aquél predice con certeza los cambios en las tres mayores recesiones ocurridas en la región tras la guerra.

- el de Glickman (1971), consigue seguir aproximadamente los saltos bruscos de las variables.

- el de Crow (1973), presenta resultados dispares para las distintas variables, habiendo puntos de giro que sí son captados mientras que otros no lo son (15).

(14) Para esta última variable, parece difícil de obtener buenos resultados, ya que, a pesar de la poca información de la que se dispone, en algún otro modelo que también se estudia esta variable como el de Hall-Licari, los valores del estadístico EPAM son de los más altos del modelo.

(15) Para el producto regional bruto, sólo se capta uno de los...

- en el de Hall y Licari (1974), donde se observa una semejanza importante en la evolución de las series estimadas y reales de las variables output y empleo. Sin embargo, en los valores simulados no se capta el descenso de actividad ocurrido en 1970.

- el modelo de Glickman (1977) también realiza una simulación dinámica ex-post para las variables output, empleo y precios, de la que obtiene muy buenos resultados a uno o dos años vista y buenos resultados en general a mayor plazo, consiguiendo explicar los puntos de giro existentes.

- el modelo de Rubin y Erickson (1980), para las variables producto regional bruto, empleo total, empleo manufacturero y tasa de paro, obtiene subestimaciones de los verdaderos valores y, aunque siguen correctamente su evolución, no explica ordenadamente los puntos de giro de la primera y tercera variable.

- el modelo de Ducobinis (1981), para las variables empleo, renta personal y producto personal bruto, simula bien su evolución excepto las fluctuaciones ocurridas a primeros de los sesenta en ésta última variable.

- en el modelo de Baird (1983), la autora señala que la predicción de los "turning points" es buena, pero no proporciona ningún gráfico ni dato que lo confirme.

Das consecuencias que pueden colegirse de los párrafos

...dos, y para la variable empleo, se captan cuatro, pero también hay dos intervalos de tiempo en que no se recoge la verdadera evolución.

anteriores son:

- a) el análisis de los "turning points" se limita a ser única y exclusivamente gráfico, obteniendo las conclusiones de la comparación visual entre la trayectoria de la serie real y simulada.
- b) el análisis se circunscribe a las variables económicas y/o demográficas más importantes del modelo.

Con estas dos conclusiones, finalizamos el estudio-resumen de los instrumentos más utilizados para analizar la concordancia entre los valores simulados y los reales. Sin embargo, hay algunas excepciones a la regla, que pueden venir dadas por el análisis que hacen Adams et al (1975) a partir de la raíz cuadrada del ECM y el de L' Esperance... (1969) que utiliza el estadístico Q^2 para medir la certeza de las variables endógenas calculadas sobre las actuales. Dicho estadístico se define:

$$Q^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Y_{t,c} - Y_t)^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Siendo $Y_{t,c}$ y Y_t los valores calculado y actual de la variable endógena respectivamente y \bar{Y} la media de esta última.

Dos conclusiones que obtenían Fromm y Klein (1973) al comparar once modelos regionales nacionales de EE.UU., pueden aplicarse perfectamente en nuestro caso, a la vista de los resultados que han ido apareciendo en este capítulo, y del

análisis de los que han ido publicando los distintos modelizadores regionales. Por ello, creemos conveniente reproducirlas en los siguientes términos:

1- Hay variaciones importantes en los resultados, según el modelo y la variable estudiada. Esto último viene determinado en gran parte por el comportamiento temporal que siguen: aquéllas que presentan una evolución más suave, son mejor simuladas que aquéllas que presentan grandes oscilaciones.

2- El error de simulación aumenta con la longitud del período de simulación.

Pero la validación del modelo no consiste únicamente en comparar los valores simulados y reales de la serie y llegar a la conclusión de que el modelo reproduce exactamente la realidad; hay otros elementos - que caracterizan un modelo - que deben ser estudiados. Entre ellos destaca el análisis de las propiedades dinámicas, tanto más cuanto el modelo no es estático, sino que presenta variables desplazadas en el tiempo como explicativas y, los valores predictivos lo son a más de un período (tomando como base los datos simulados en el período anterior).

8.2.2.- Propiedades dinámicas de la serie simulada y real.

La coincidencia entre las propiedades dinámicas de las series reales y estimadas, es lo que se intenta analizar en el segundo grupo de instrumentos de validación (según la clasificación presentada por Aznar en su libro de 1978), para el que se utiliza el análisis espectral y el dominio temporal.

Generalmente, este estudio no es llevado a cabo en los modelos regionales conocidos, por lo que aquí nos limitaremos a explicarlo brevemente. Del mismo modo, debieran estudiarse las condiciones de estabilidad del sistema, analizando las raíces características de la ecuación homogénea:

$$b_0 \lambda^G + b_1 \lambda^{G-1} + b_2 \lambda^{G-2} + \dots + b_{G-1} \lambda + b_G = 0$$

donde b son los coeficientes de las variables endógenas en función exclusivamente de las exógenas (ecuación en forma final). Estas raíces λ , definen las "propiedades dinámicas características" del sistema (estabilidad, periodicidad, etc).

(16)

(16) Dado el modelo: $B(L) Y_t + \Gamma(L) X_t = U_t$, también lo podemos escribir como: $B(L) Y_t = -\Gamma(L) X_t + U_t$ donde tenemos el recorrido temporal de las variables endógenas en función de las exógenas.

La solución de Y_t será:

$Y_t = -B^{-1}(L) \Gamma(L) X_t + B^{-1}(L) U_t$. Una expresión equivalente de mayor interés para nuestros objetivos sería:

$$Y_t = \frac{-\text{adj } B}{|B|} \Gamma(L) X_t + \frac{\text{adj } B}{|B|} U_t$$

Como B es un polinomio en L de grado G :

$$|B| = b_G L^G + \dots + b_1 L + b_0,$$

tenemos que para resolver:

$$|B| Y_t = -\text{adj } B \Gamma(L) X_t + (\text{adj } B) U_t$$

hemos de hallar la solución general de la ecuación característica homogénea más las soluciones particulares referentes a X_t y U_t .

La solución de la ecuación característica homogénea será: $\hat{Y}_t = A \lambda^t$.

La condición de estabilidad exige que todas las raíces λ , tengan un valor inferior a la unidad. Sin embargo, Pindyck y Rubinfeld (1976) señalan que es posible que en modelos de gran tamaño existan algunas que tengan un valor superior a uno. Ello no es óbice para que el modelo no pueda ser considerado un buen instrumento de predicción. Si existen raíces ligeramente superiores a la unidad, sus efectos desestabilizadores serán muy débiles a corto plazo y por consiguiente sus efectos sobre la predicción sólo serán importantes si el horizonte de predicción es lejano.

En un análisis completo de los modelos regionales, se debería también realizar un estudio del comportamiento cíclico para conocer con detalle todas las características de las variables económicas que figuran en ellos. Convendría informar sobre la existencia o no de este comportamiento, la amplitud, el número de periodos, etc. de las distintas variables así como establecer una comparación entre ellos, que nos permita conocer si son iguales, si hay un breve desfase, ... Dos técnicas propuestas para realizar este tipo de análisis son la espectral y la denominada de dominio temporal.

Estas son dos técnicas que, como instrumentos de validación, pueden ser complementarias a las de los dos grupos restantes. Aznar (1978) refleja las dos tendencias que pueden existir sobre el análisis espectral y parece confirmarse la necesidad de esta complementariedad de instrumentos de validación: mientras unos autores creen que "de la comparación de espectros no se puede derivar la validación de un modelo ya que aunque el comportamiento cíclico puede ser semejante, podrían existir grandes diferencias entre los valores de aquellas series" (Aznar, 1978), sin embargo, otros autores como Naylor, Wertz y Wonnacott (1969) creen que sí es una técnica de validación, ya que "comparando el espectro estimado a partir de los datos simulados con el correspondiente al mundo real, se puede inferir

en qué forma de simulación coincide con el sistema al cual debería emular" (17). Dhrymes et al (1975), corrobora esta línea teórica señalando que "la experiencia demuestra que la técnica del análisis espectral puede ser utilizada de manera efectiva para investigar ciertas propiedades dinámicas de los modelos econométricos".

La otra técnica destinada al estudio del comportamiento cíclico de las series económicas correspondientes a las variables del modelo, se basa en un enfoque temporal, y es la técnica NBER (de la Oficina Nacional de Investigación Económica de EE.UU.). Se determinan los picos y fondos de cada una de las series con el fin de determinar las mismas, pasando, en una segunda etapa a la comparación de los resultados obtenidos en las distintas series (18).

Estas dos técnicas, no han sido aplicadas en los modelos regionales subnacionales estudiados, ya que los instrumentos evaluativos se limitan al primer y tercer grupo de los estudiados en la Página 240. Por ello tras esta breve presentación del segundo grupo, pasamos ya a analizar el último que sí ha sido objeto de estudio.

(17) Naylor, T.H. et al (1969): "Spectral analysis of data generated by simulation experiments with econometric models". *Econometrica*, 37. (333-352).

(18) En Aznar puede encontrarse un resumen de los pasos a seguir en la determinación de los picos, fondos... de la técnica NBER, así como de la técnica del análisis espectral.

8.2.3. Análisis de cambios exógenos.

Dentro de la observación que estamos realizando de las características de los modelos econométricos regionales subnacionales, intentaremos explicar, a continuación los elementos más importantes que permiten medir el impacto que sobre la economía regional van a tener un conjunto de medidas introducidas exógenamente al sistema. Este análisis será particularmente importante si tenemos en cuenta todo lo explicado en la primera parte del trabajo sobre los objetivos para los que se construye un modelo regional. El conocimiento del impacto que tendrían las diversas políticas alternativas sobre una región es un instrumento muy importante para los "policy-makers". El análisis de estos impactos, profundiza los conocimientos acerca del modelo y la realidad económica general.

Además de este factor de interés económico por sí solo, hay otro que en este capítulo nos interesa sobremanera como es el evaluativo: se deberá estudiar si el modelo se comporta acorde a los cánones de la teoría económica y de la realidad observada ante la introducción de factores exógenos.

Estos objetivos se intentan alcanzar en el trabajo realizado con los multiplicadores. No tiene aquí mucho sentido el estudiar los distintos valores obtenidos y los ejercicios desarrollados en los distintos trabajos. Por ello, sólo haremos una breve referencia de los aspectos generales a todos ellos, remitiendo al lector más interesado al artículo de Klein y Glickman (1977) donde se detallan los trabajos realizados sobre este tema (19).

(19) Lógicamente, una referencia más extensa del comportamiento de las distintas variables endógenas entre cambios introducidos endógenamente en el sistema económico, la debemos buscar en los artículos originales de presentación de los respectivos modelos.

En el tratamiento de los multiplicadores debemos diferenciar dos grandes situaciones:

- Cuando los modelos sean lineales, en cuyo caso no será necesario llegar a una solución numérica para conocer el efecto que produce el cambio en una variable exógena sobre el resto de variables del mismo.

- Cuando los modelos no tengan forma lineal, en cuyo caso será preciso obtener la solución "control" y "perturbada" para llegar a un conocimiento del efecto mencionado anteriormente.

El análisis más clásico sobre los multiplicadores es el que se realiza en base a las ecuaciones en forma reducida y final del modelo. Como veremos a continuación, según el objetivo fijado, será más conveniente partir de una u otra de las formas que puede adoptar una ecuación. Un primer grupo de multiplicadores, son los denominados "de impacto". Con ellos pretendemos conocer el efecto inmediato que tendrá sobre la realidad económica, un cambio en una variable exógena. Los multiplicadores de impacto son los que recogerán la sensibilidad de la economía ante una modificación exterior y, son los coeficientes de las variables exógenas en las ecuaciones en forma reducida.

Dado el modelo en forma estructural:

$$B(L) Y_t + \Gamma(L) X_t = U_t$$

La forma reducida sería:

$$Y_t = (C_1L + C_2L^2 + \dots + C_pL^p) Y_t + (D_0 + D_1L + \dots + D_qL^q) X_t + V_t$$

Siendo $C_t = -B_0^{-1} B_1$

$D_t = -B_0^{-1} \Gamma_1$

$V_t = B_0^{-1} U_t$

El conjunto de multiplicadores de impacto serian los valores de D_0 . También podríamos conocerlos a partir de la ecuación en forma final.

$$Y_t = -B^{-1}(L) \Gamma(L) X_t + B^{-1}(L) U_t$$

o bien

$$Y_t = H(L) X_t + W_t(L)$$

Los multiplicadores de impacto corresponderian al conjunto de valores surgidos de la derivación de Y_t en función de X_t ($\delta Y_t / \delta X_t$) y recogen los efectos directos e indirectos que se producen en el cambio de la variable exógena durante el mismo periodo. Pero estos factores exógenos introducidos en la economía de una región en un momento del tiempo determinado, afectarían a las variables en más de un periodo. Habrán efectos desplazados del momento en que se introdujo el elemento "perturbación". Ello conduce a que sea necesario estudiar los multiplicadores que recogen tales efectos. Estos valores darán una idea a los "policy-makers" de las consecuencias actuales derivadas de la adopción de una determinada política en un periodo anterior o de los efectos futuros de la adopción hoy de unas medidas políticas concretas. Para el conocimiento de estos multiplicadores, la forma reducida no es la mejor. Es más adecuado trabajar con la forma final, donde tenemos al conjunto de variables endógenas en función únicamente de las exógenas (en todos sus periodos), expresando la manera en que las trayectorias temporales de estas últimas determinan la trayectoria de cada una de las primeras

(20). Los coeficientes de las variables exógenas son los llamados multiplicadores dinámicos o retardados (que son los valores de las derivadas parciales de la variable endógena y la exógena en sus distintos periodos: $(\delta Y_t / \delta X_{t-1}, \delta Y_t / \delta X_{t-2}, \dots)$)

La suma de todos estos multiplicadores, da lugar al multiplicador a largo plazo o de equilibrio, que indica el cambio total a largo plazo experimentado por la variable endógena, por el aumento de una variable exógena en una unidad.

En el análisis de obtención de estos multiplicadores, hemos visto como se debe trabajar con las formas final o reducida. Lo usual, sin embargo, es que tengamos formulados los modelos en la forma estructural. No trabajamos con los coeficientes de estos últimos porque sus parámetros únicamente muestran los "efectos directos" que tiene una variable sobre otra. Pero en los modelos de ecuaciones simultáneas, hay otro conjunto de efectos derivados de la interdependencia que podríamos denominar "efectos indirectos". Las ecuaciones que recogerán ambos efectos, serán los escritos según la forma reducida y final, en la que tenemos el conjunto de variables endógenas en función de todas las variables predeterminadas o de únicamente las exógenas.

El problema surge cuando el modelo no es lineal o cuando resulta muy laborioso el reescribir el modelo en forma reducida o final. En ambos casos, el método analítico explicado

(20) En el análisis de los efectos de impacto, tal como señala Goldberger (1959), la dicotomía esencial está entre las variables endógenas corrientes y las predeterminadas (aunque solo las variables exógenas son autónomas dentro de estas últimas, en sentido estricto). En cambio, en el contexto dinámico, la diferencia esencial está entre las variables endógenas (corrientes o retardadas) y las exógenas. Esto explica también, el cambio de la forma reducida a la final.

hasta ahora para la obtención de los multiplicadores debe dejar paso al numérico (21).

Para el cálculo e interpretación posterior del multiplicador, se debe partir del conocimiento de la llamada "solución control" (Y_T^C) (22), indicadora del valor que irían tomando las distintas magnitudes económicas ante la evolución esperada de las exógenas. Este valor "control", se comparará con el valor surgido de la solución "perturbada" (Y_T^P) que será aquel que tomará la variable endógena cuando la exógena tome el mero valor propuesto por el analista regional o el político.

La explicación del multiplicador de impacto será:

$$\frac{Y_{i,T}^P - Y_{i,T}^C}{X_{j,T}^P - X_{j,T}^C} = \frac{Y_{i,T}^P - Y_{i,T}^C}{\delta} \quad (8.1)$$

Siendo $Y_{i,T}^C$: Solución "control" de la variable "i" en el tiempo "T".

$Y_{i,T}^P$: Valor "perturbado" por el efecto de la nueva variable exógena.

$X_{j,T}^P$: Valor "perturbado" de la exógena X_j en "T".

$X_{j,T}^C$: Valor "control" de la exógena.

(21) Un ejemplo de modelo no-lineal es el de Hall - Licari (1974) para el que se calculan los multiplicadores numéricamente para catorce variables endógenas.

(22) Esta solución es habitualmente obtenida a través de la técnica de Gauss-Seidel. Consiste en la obtención de los valores a partir de un método iterativo. Una vez fijados los valores de las variables exógenas, se dan unos valores iniciales a las endógenas y se itera el proceso tantas veces como sea necesario hasta que la diferencia entre las iteraciones sucesivas sea menor a un valor preestablecido. La velocidad con la que se tenderá a la solución depende de la variable que va a ser solucionada en cada relación y del orden en que van a resolverse las mismas. Es una técnica muy utilizada ya que es muy eficiente para solucionar grandes sistemas no-lineales.

(8.1) muestra el cambio en Y_t causado por un cambio en X_t , en el mismo período. Para conocer los multiplicadores dinámicos, sólo se debe transformar la expresión (8.1) en la más general:

$$\frac{Y_{t+h}^A - Y_{t+h}^C}{X_{j,t}^A - X_{j,t}^C} = \frac{Y_{t+h}^A - Y_{t+h}^C}{\delta}$$

siendo "h" el indicador del número de períodos de desfase que existen entre el cambio del valor de la variable exógena (momento en que se introduce la política alternativa) y el valor analizado de la endógena. Estos multiplicadores, son especialmente utilizados en los modelos regionales en su vertiente de análisis de medidas de política económica (sobretudo monetaria y fiscal), como por ejemplo el estudio de un aumento impositivo en un determinado porcentaje. Al mismo tiempo, los multiplicadores en general, ayudan en el intento de identificación de los sectores impulsores de un mayor crecimiento en la economía local y, permiten poder entender los procesos a través de los cuales los cambios en estas industrias se transmiten a otras (por ejemplo, el estudio del impacto de los gastos de defensa en una economía regional).

Un ejercicio de simulación importante en los modelos regionales, que nos permite conocer más características tanto del modelo constituido como de la realidad económica que se está estudiando, es el sistematizar y ampliar algunos de los ejercicios que se pueden haber ido intuyendo de la explicación realizada de los multiplicadores. Nos estamos refiriendo al análisis de sensibilidad del modelo. Con él determinamos la importancia que sobre los resultados tienen pequeñas variaciones en los parámetros, en los valores exógenos o incluso, tal como señala Pulido (1983), en el período seleccionado de simulación. Pindyck-Rubinfeld (1976) proponen tres casos:

- alteraciones en el periodo inicial de simulación
- pequeñas alteraciones en los coeficientes de las variables
- variar la trayectoria temporal de las variables exógenas durante el periodo de simulación.

Un ejemplo concreto de análisis de sensibilidad realizado en un modelo regional, es el realizado por Czamanski (1969). Propone resolver el modelo para 1961, incrementando en cada caso el valor de cada una de las variables exógenas en un 1%. Tras estas simulaciones, se analizan los efectos sobre todas las variables endógenas.

Algunas características de estos multiplicadores, son analizadas en el artículo de Glickman (1977). En él hay una referencia a Evans (1969)(23), quien demuestra que los multiplicadores tienen dimensiones temporales, al hacer notar que son mayores en los periodos recesivos. Asimismo, también variarán con el tamaño de " δ " debido a la naturaleza no-lineal de la estructura de estos modelos. Un tercer elemento a considerar en el análisis de la contribución de una variable predeterminada a la explicación estadística del movimiento de una variable endógena, es que no sólo depende del tamaño del multiplicador, sino también del tamaño del multiplicando (es decir, del movimiento de las variables predeterminadas).

Este tercer elemento, sirve para explicar las razones por las que algunos autores prefieren realizar el análisis con las

(23) Evans, M.R. (1969): "On the formulation of long-run econometric models". Discussion paper 127. Departamento de Economía. Universidad de Pennsylvania.

elasticidades, en lugar de utilizar a los multiplicadores (24). Las primeras, según dichos autores, son más fáciles de calcular e interpretar y son menos ambiguas. Con ellas evitamos el problema de tener que comparar resultados que no tienen las mismas unidades. Las elasticidades no tienen dimensión y, por tanto, son directamente comparables (25).

En el estudio de los modelos regionales a los que estamos haciendo referencia en el presente trabajo, encontramos análisis realizados utilizando las elasticidades en los de Hall-Licari (1974) y Duobinis (1981). Asimismo, en general, las publicaciones se limitan a presentar referencias sobre los multiplicadores o elasticidades de impacto. Los dinámicos y el del largo plazo, no son estudiados. La excepción es el modelo de Glickman (1977), uno de los modelos más completos en todos los aspectos que hemos ido analizando hasta el momento.

Con el análisis de este tercer instrumento evaluativo del modelo - del que, sin embargo, hemos conocido otras múltiples aplicaciones como el análisis del impacto a lo largo del tiempo de diversas políticas alternativas - finalizamos el repaso dado a los mecanismos que habitualmente se usan para validar un modelo.

(24) Definimos la elasticidad de impacto como el porcentaje de cambio en el primer periodo inducido en una variable endógena, por un cambio del 1% en una exógena:

$$e_{r,m} = \frac{X_m}{Y_r} \cdot \frac{\delta Y_r}{\delta X_m} \quad \text{donde} \quad \frac{\delta Y_r}{\delta X_m} \quad \text{es el multiplicador de impacto de } Y_r \text{ respecto a } X_m.$$

(25) En los multiplicadores puede ocurrir que las unidades de las variables exógenas y endógenas puedan ser distintas.

De esta etapa, puede surgir la necesidad de introducir modificaciones en el sistema, ya sea en el valor de las variables exógenas, ya sea en la especificación de alguna de las ecuaciones, etc., debido a que los resultados obtenidos en la "solución control" no son todo lo óptimas que debieran ser.

Básicamente, entendemos que hay dos grandes vías para resolver los problemas surgidos tras la validación del modelo (que en gran parte se deberá optar por una u otra en función de la gravedad del error cometido) como son:

- la reespecificación del modelo, haciendo especial énfasis en aquellas ecuaciones en las que los resultados simulados sean más desafortunados. Sin embargo, no deben olvidarse las interdependencias que se producen en modelos de ecuaciones simultáneas como las que estamos estudiando.

La solución puede consistir en añadir más variables explicativas en alguna de las ecuaciones, o modificar su forma funcional o la estructura de retardos. Una vez realizadas las reespecificaciones oportunas, se deberá volver a estimar y evaluar la bondad del modelo.

- realizar un proceso de "afinación" o ajuste del modelo, consistente en efectuar ligeros cambios en algunos de los coeficientes del modelo e introducir parámetros ajustables en algunos puntos clave del mismo para mejorar su capacidad predictiva. Estos factores pueden introducirse en el modelo como parte del término de perturbación o como un parámetro más de la ecuación acompañando al término independiente o a una determinada variable. Estos parámetros se denominan "ad factors" o "mul

factors" según si se introducen en la ecuación aditiva o multiplicativamente (26).

Un elemento que en distintos modelos ha demostrado ser muy importante en la determinación de los factores de ajuste es el análisis de los residuos. Estos, nos proporcionan una idea del ajuste necesario. Klein y Young (1981) señalan que como etapa previa al ajuste, en el modelo Wharton, se estudian los esquemas temporales de los residuos para conocer así alguna posible tendencia o sesgo sistemático de los mismos que deban ser corregidos. En concreto, del examen de los residuos se debe intentar detectar:

- medias distintas de cero
- pautas deterministas en los mismos
- outliers que puedan ser atribuidos a errores mecánicos en la creación del banco de datos o a acontecimientos especiales no considerados por el modelo.

Si se da alguno de los tres casos apuntados, es obvio que podrán mejorarse los resultados obtenidos para el periodo muestral (y es de esperar que también en el predictivo) al incorporar estos factores que corrigen tales fenómenos.

Esta técnica de introducción de factores para conseguir una mejor simulación en el periodo de estimación, debe ser utilizada cuidadosamente, sobretodo teniendo en cuenta sus posibles efectos en la predicción. En caso de que se espere que los efectos continúen en el periodo de predicción, deberemos

(26) Por ejemplo, en algunos de los modelos en los que la variable es continuamente subestimada, se podría introducir un factor de estas características para alcanzar el valor real.

mantener en las ecuaciones los factores introducidos para el ajuste de las mismas. En todo caso se debera vigilar el efecto que produzcan las variables endogenas retardadas, ya que estas iran trasladando parte del factor de ajuste a los sucesivos periodos de prediccion. En ese caso, este factor no seria constante en los distintos periodos a no ser que se elimine el efecto trasladado.

Hasta ahora hemos estudiado que puede ser necesario introducir factores de ajuste para recoger factores que ya se daban en el periodo muestral. Pero tambien puede suceder que se deban realizar predicciones para un periodo en el que se producira un acontecimiento nuevo y, por tanto, que de el no se tenga experiencia muestral. Este fenomeno no podra ser corregido mediante ningun cambio de las variables exogenas del modelo inicial. Se debera evaluar su impacto e incorporarlo al modelo. El problema radica en que no se avanza volviendo a analizar el periodo muestral y reespecificar el modelo tal como parece sugerir el primer punto de correccion de los modelos, sino que es necesario realizar cambios en las ecuaciones a partir de informacion extramuestral obtenida por otros medios como podrian ser la disponibilidad de informacion a priori, el conocimiento futuro de alguna otra variable a partir de algun otro modelo o tecnica econometrica, etc.

Los autores que estudian o colaboran en la construccion del modelo Wharton - el mas proximo al nuestro - citan otro tipo de correccion en base a la opinion de un grupo de expertos centrada en el analisis de la "congruencia de valores asignados a las exogenas asi como a posibles cambios de estructura o incongruencias en los datos empleados que exijan algun retoque en la prevision de determinadas variables" (Pulido, 1983). Este analisis no es exclusivo de este modelo.

Todo este conjunto de actuaciones corregiran el modelo. A partir de el, se realizaran los ejercicios de

simulación y predicción que no tienen un sentido estrictamente evaluativo y que serán estudiados en el siguiente capítulo con mayor detalle. Sin embargo, debe quedar claro que el proceso de construcción del modelo es continuo. A medida que se tengan nuevos datos así como nuevas posibilidades de probar la validez de nuevas aproximaciones teóricas, se deberán ir introduciendo y probando su capacidad explicativa. El trabajo continuado y la observación de los resultados que se vayan obteniendo, serán los mejores elementos que permitirán ir mejorando el modelo. En aquéllos cuyo objetivo principal sea la predicción, la validación real de los mismos, llegará al comprobar si la predicción ex-ante es acertada o no.

9.- EJERCICIOS DE SIMULACION Y PREDICCIÓN.

En el capítulo anterior, hemos analizado la validación de los modelos econométricos regionales para los que era imprescindible la realización de algunos ejercicios de simulación. Asimismo, señalamos otras posibles aplicaciones de las mismas como el análisis pasado y presente de determinadas políticas y la predicción. En este capítulo vamos a dar un repaso a los tipos de simulación más usuales en la modelización regional, comentando brevemente su utilidad. Debemos empezar diferenciando las simulaciones por el periodo estudiado. Según cual sea el objetivo, cambia el horizonte temporal sobre el que se realizará la simulación.

Los distintos conceptos de simulación que se manejan en las sucesivas fases de elaboración de un modelo, pueden explicarse a partir del cuadro 9.1:

- Un primer tipo de simulación es la denominada "hacia atrás". El origen es T_1 . Puede ser útil en el análisis de políticas o acontecimientos ocurridos antes de iniciarse el periodo de estimación, o como prueba de la estabilidad dinámica de un modelo que evoluciona hacia atrás en el tiempo.

- La simulación hasta ahora más citada en este trabajo ha sido la ex-post o histórica. Se utiliza como prueba de validación del modelo cuando se dan como valores iniciales los de T_1 y no hay una "reiniciación" de las mismas en cada periodo. Se valida el modelo con la comparación entre los valores simulados y los reales.

servir tanto para medir la facultad predictiva del modelo (con la comparación de los valores predictivos y los actuales), como para comparar los efectos que hubieran tenido o tendrán las distintas políticas económicas posibles, sobre la economía de una región determinada (1).

El problema de estos últimos ejercicios, en los que se estudian los efectos de políticas económicas alternativas es que no hay posibilidad de evaluar directamente su validez ya que no tendremos datos reales con los que contrastarlos. Nos deberemos conformar con esperar que los resultados sean correctos al saber que el modelo está validado para la simulación de la que se dispone de datos reales.

En el repaso a los tipos de simulación que se realizan en la modelización regional, debemos distinguir entre la simulación estática y dinámica, cuando la simulación es a más de un período. La primera es aquella en que se obtiene el valor de las variables endógenas habiéndose fijado el valor de los parámetros, de las perturbaciones aleatorias, de las exógenas y de los valores retardados de las endógenas en los sucesivos periodos. Lo más habitual es que se tomen los valores reales (2). La diferencia con la simulación dinámica está en que en esta última los valores que toman las endógenas retardadas no son las reales sino las obtenidas en el modelo en los periodos anteriores. Este segundo tipo de simulación es más adecuado que el primero para evaluar la bondad del modelo, ya que incorpora

(1) La predicción, por ser el último gran ejercicio que se realiza en la modelización regional que aún no ha sido estudiado, será objeto de atención especial posteriormente.

(2) Sin embargo, podrían ser otros valores. Ello ocurrirá, por ejemplo, cuando se quiera efectuar una simulación para conocer los efectos que tendría, en el período siguiente, la adopción de una política en el caso de que el valor inicial fuese uno distinto al real.

los errores que se van produciendo a lo largo de los diversos periodos de simulación, que en la predicción ex-ante del modelo no pueden evitarse. Esta es la clase de simulación que permite contrastar la estabilidad del modelo y la calidad de sus predicciones. Es un test más riguroso por el que debe pasar el modelo antes de realizar ejercicios predictivos.

La segunda disyuntiva que se nos plantea es el realizar una simulación determinista o estocástica. En las primeras, el valor de los parámetros es fijo y las perturbaciones aleatorias toman un valor igual al de su media (cero), mientras que para las segundas, se generan distintas muestras de perturbaciones aleatorias (a partir de varianzas y covarianzas estimadas de las perturbaciones y suponiendo que siguen una distribución normal) y se realizan varias replicaciones para una misma variable, obteniéndose distintos valores para la endógena. El valor medio de estas soluciones se tomará como el valor definitivo de la misma. Aznar (1978) señala que este último tipo de simulación es mejor, ya que "reproduce de forma más fehaciente las propiedades dinámicas de las variables endógenas", mientras que la determinista apenas detecta la presencia de oscilaciones cíclicas. Al mismo tiempo, Dhrymes et al (1975) señala que si se utiliza con fines evaluativos, aumenta la calidad de ésta ya que se obtiene una mejor caracterización del modelo.

Este conjunto de simulaciones son las que se pueden realizar en el estudio de la modelización regional. Con todo, en los modelos analizados, lo más habitual es presentar únicamente las simulaciones ex-post de validación del modelo, así como las predictivas ex-ante para el modelo entendido como un todo y de manera dinámica.

En general, se publican los resultados que hacen referencia a las variables más importantes del modelo. El conjunto de ejercicios que se realizan tras la validación del mismo, son importantes en los distintos modelos y lo serán cada

vez más cuando éste tenga una cierta estabilidad (en el sentido de que se haya encontrado un conjunto de ecuaciones que expliquen bien la realidad económica, puesto que es el objetivo para el que se han construido (3). En los distintos artículos de presentación de los modelos, sin embargo, ocupan un espacio no muy amplio porque el énfasis está en el conjunto de operaciones que se han debido realizar para la construcción del modelo (principalmente la especificación y métodos de estimación).

En el repaso dado al conjunto de ejercicios posibles de realizar con el modelo regional, se ha hecho referencia a dos grandes grupos: la simulación dentro del periodo de estimación (con objetivos tanto de validación como de análisis de políticas alternativas) y la predicción (también con objetivos de validación y de análisis de la realidad económica tanto con fines de previsión como de valoración de los efectos de las medidas de la política económica). El primer grupo ha sido ampliamente tratado en el capítulo anterior, por lo que nos vamos a centrar en el segundo. Con el estudio de la predicción, finalizaremos el análisis dedicado a las sucesivas fases de construcción de un modelo a las que hemos dedicado esta segunda parte del trabajo.

En la presentación de los modelos regionales, en la primera parte del trabajo, hacíamos referencia a los distintos objetivos que tienen los diversos modelos. De la misma, sabemos que los modelos regionales son construidos con finalidades no siempre coincidentes. Una de las más importantes es el análisis político para la planificación regional; otra es la de dar a conocer a las empresas u otras instituciones la realidad económica futura de la región. En ambas la predicción es un elemento imprescindible. Interesará dar a conocer al "policy-

(3) Ello no quiere decir que la especificación sea fija, sino que el esquema básico del modelo se mantendrá constante, aunque es posible que se deban realizar cambios en elementos concretos del mismo.

maker" cuál es el comportamiento de las distintas variables económicas en el futuro, tanto en la llamada solución control (4) como en las que puedan derivarse de haber realizado distintos supuestos acerca de la evolución futura de las variables sobre las que el político puede actuar. La predicción permitirá disponer de información relativa al valor que tomarán las distintas variables económicas regionales ante posibles cambios tanto en las variables nacionales (que harán el papel de exógenas en los modelos regionales) como en las locales. Por todo ello, se explica que en la modelización regional el apartado predictivo sea importante y que proporcione distintas predicciones en función de las diversas alternativas que se planteen. Conoceremos el efecto que tendrá sobre una región la adopción de las distintas medidas políticas. En el cuadro 9.2, se resumen las más importantes utilidades que se realizan en base a los modelos regionales estudiados.

Al realizar un ejercicio de prospectiva, un primer elemento que debe ser considerado está relacionado con las variables exógenas. Para cada uno de los supuestos alternativos que se estudien, se deberá fijar el valor de las mismas en el periodo de predicción.

Si bien al calificar una variable como exógena controlamos su valor en el periodo de predicción, renunciamos a explicar su comportamiento dentro del modelo. No podremos conocer los efectos que producirán sobre ellas las diferentes políticas que se simulen. Esta cuestión debe tenerse en cuenta, ya que tal como señala Cappellin (1975) "el modelo regional debe estar en condiciones de determinar endógenamente el valor de aquellas variables objetivo relevantes".

(4) La solución control, en el análisis predictivo, será aquella que se basa en los supuestos más probables o realistas para las variables exógenas en el periodo predictivo.

CUADRO 9.2

**RESUMEN DE LA TIPOLOGIA DE SIMULACIONES HISTORICAS Y
PREDICCIONES EX-ANTE**

MODELO	SIMULACION HISTORICA	PREDICCION EX-ANTE	PERIODO TEMPORAL
BELL	Sol. Control	Sol. Control	1966-80
CZMANSKI	-	-	-
L'ESPERANCE	S. C y otros (0)	-	-
GLICKMAN(71)	S. C	S. C y otros(1)	1967-70
CROW(73)	S. C	S. C y otros(2)	1964-65 (ex-post)
HALL-LICARI(74)	S. C	S. C y otros(3)	1971-76
ADAMS ET AL(75)	S. C	S. C y otros(4)	1973-80
GLICKMAN(77)	S. C	S. C y otros(5)	1972-82
BALLARD Y GLICKMAN(77)	S. C y otros(6)	S. C y otros(7)	1975-83
LATHAM ET AL(79)	S. C y otros(8)	S. C	1976-77 1976-77
CHANG(1979)	S. C y otros(9)	(10)	1976-86
RUEIN Y ERICKSON(1980)	S. C	S. C y otros(11)	1973-85
MILNE ET AL(80)	S. C	S. C y otros(12)	1979-89
DUOBINIS(1981)	S. C y otros(13)	No	-
BAIRD(1983)	S. C	No	-
CATIN(1985)	S. C	S. C	1981-83

NOTAS AL CUADRO 9.2

- (0) Mantenimiento del porcentaje de contratos militares de EE.UU. a la región en el 6.9%
- (1) (a) Suponiendo una cancelación del Business Investment Tax (redit; la Income tax surcharge continuara al nivel del 10%; el gasto público federal aumentará a una tasa igual al pasado reciente.
- (b) Con un política económica nacional más antinflacionaria: la Income tax Surcharge se mantiene al 10% y el gasto federal reducido.
- (2) Impacto de las políticas de gasto militar alternativas.
- (3) Calcula las elasticidades y multiplicadores de impacto ante las cuatro situaciones siguientes: incrementos en el PNB, en la población local, en el porcentaje impositivo local medio y en los ingresos autónomos del gobierno.
- (4) Efecto en la economía de Mississippi por la construcción de una gran refinería; aumento de programas de construcciones highway; cambios en las tasas impositivas estatales; descenso del output agrícola debido a una mala climatología
- (5) Cambios del 1% en variables exógenas regionales en las nacionales y en todas las variables exógenas a la vez impactos del "Oil Shortage" en la región; de un programa público de empleo; del Revenue Sharing de una política de "no crecimiento para la región, equilibrando el presupuesto gubernamental de la ciudad de Filadelfia; de gasto de defensa; etc.
- (6) Cambios del 5% en inputs exógenos nacionales; descenso del 5% en el coste de transporte.
- (7) Impacto por la construcción de un "Parque Industrial"
- (8) Incremento sostenido del 10% en variables exógenas nacionales; aumento del empleo en 5 industrias regionales clave.
- (9) Cambios unitarios en el empleo gubernamental; o PNB, o output del sector secundario o empleo manufacturero.
- (10) Las predicciones del modelo pueden hallarse en Chang y Kelly (1977): "Ten Years Economic and Revenue Forecasting and Alternative Fiscal Planning for Mobile". Finance Department, city of Mobile. Sept.
- (11) Disminución del 5% en la demanda nacional.
- (12) Diferentes supuestos sobre el crecimiento económico nacional; efectos de distintos precios relativos de la energía; redistribución de las actividades gubernamentales.
- (13) Incrementos en la tasa impositiva local; disminuciones del 1% en la imposición federal.

También existe el problema de determinar qué valor toman estas variables exógenas en el periodo de la predicción si no conocemos sus valores reales. La solución adoptada en muchos de los modelos regionales estudiados, es la de tomar los valores de las variables del modelo Wharton (recordemos que las variables endógenas del modelo nacional son exógenas en el regional) (5). Otros métodos sugeridos son el determinar los valores esperados de las variables exógenas a partir de las series temporales siguiendo la metodología Box-Jenkins, o el trabajar con modelos de retardos distribuidos en los que las predicciones se obtienen de una ponderación de observaciones pasadas.

Una vez fijados los valores de las exógenas, puede procederse a predecir. Dos aspectos importantes de la misma son la incertidumbre que existe sobre la validez de las mismas y el análisis de los errores cometidos:

(a) De la etapa de simulación y predicción ex-post a la predicción ex-ante, hay una diferencia importante como es la de no disponer de información real sobre el periodo. El hecho de que en las primeras, el modelo proporcione unos buenos resultados, puede hacernos concebir esperanzas de que las predicciones serán acertadas: sin embargo, no tendremos una seguridad absoluta hasta que podamos comparar los valores reales con los predichos. El análisis de la calidad de las predicciones ex-ante en un modelo con objetivo predictivo, será el verdadero elemento de validación del mismo.

(5) Del mismo modo, pretendemos ligar nuestro modelo para Cataluña con el Wharton-UAM a efectos de poseer la información necesaria sobre las variables nacionales (en el periodo predictivo). En el análisis regional llevado a cabo, se demuestra la importancia de estar conectado a un modelo macroeconómico nacional fiable.

Algunos modelos ligados al Wharton son: Glickman (1971), Hall-Licari (1974), Adams et al (1975), Klein y Glickman (1977), Glickman (1977), Ballard y Glickman (1977), Milne et al (1980), Rubin y Erickson (1980).

(b) En las predicciones ex-ante estamos haciendo una serie de supuestos de los que depende la exactitud de las mismas. Al realizar un ejercicio predictivo, tal como señala Pulido (1983), nos encontramos con distintos tipos de variables:

Y_{t-1}, X_{t-1} : valores disponibles (definitivos) de las variables.

Y_{t-1}^P, X_{t-1}^P : Estimaciones provisionales disponibles de los valores reales definitivos Y_t, X_t . (Habitualmente serán las últimas observaciones dentro del periodo muestral, para las que aun no hay información estadística definitiva)

\hat{Y}_{t+h} : predicciones de las variables endógenas obtenidas a partir de los valores futuros supuestos para las predeterminadas X_{t+h}^* .

X_{t+h}^* : valores supuestos para las variables predeterminadas en el periodo de predicción.

Con estas variables pueden observarse diferentes tipos de errores:

(9.1) $Y_t - \hat{Y}_t$: diferencia de valores reales y estimados dentro del periodo muestral, minimizada por el proceso de estimación de parámetros.

(9.2) $Y_t - Y_t^P; X_{t-1} - X_{t-1}^P$: errores de valoración anticipada. Recogen las divergencias entre los valores reales definitivos y los provisionales de los que se dispone en el momento de realizar la estimación.

(9.3) $X_{t+h} - X_{t+h}^*$: errores de predicción de las exógenas, provocadas por la diferencia entre los valores reales y supuestos en el periodo de predicción.

(9.4) $Y_{t+h} - \hat{Y}_{t+h}$: errores brutos de predicción, al recoger la diferencia total entre los valores de la endógena real y predicha.

Es interesante desglosar este error bruto en las fuentes de error más relevantes:

- un primer conjunto de errores se derivan del error cometido al fijar el valor futuro de las variables exógenas, tanto de las nacionales (usualmente calculadas como resultado de la predicción de un modelo nacional) como de las locales (fruto de la evolución esperada de las mismas). Este error es conocido como "error de información" y vendría reflejado por la expresión (9.3).

Para saber qué parte del error total en la predicción ex-ante se puede atribuir al modelo y qué parte puede atribuirse a los valores de las variables exógenas, podemos calcular las predicciones ex-ante y ex-post (cuando los valores de las exógenas no sean las supuestas u obtenidas por algún otro modelo nacional, sino las reales) y comprobarlas con los valores actuales. El error total (ex-ante - actual) se descompondrá entre el error debido al valor supuesto para la variable exógena (ex-ante - ex-post) y el error debido a la estructura del modelo (ex-post - actual) (6). Medido en porcentajes sobre el valor real, sería:

(6) Esta estricta separación entre el error debido al modelo y el error fruto del modelo nacional asociado es más difícil de delimitar cuando en el modelo regional se han incorporado factores adicionales de ajuste o de afinación que probablemente hubieran tomado valores distintos en el caso de que las variables exógenas nacionales presentaran mejores valores.

$$\frac{\text{ex-ante} - \text{actual}}{\text{actual}} = \frac{\text{ex-ante} - \text{ex-post}}{\text{actual}} + \frac{\text{ex-post} - \text{actual}}{\text{actual}}$$

- otra fuente de error, que invalida la especificación propuesta, es aquella en la que se producen cambios estructurales entre el período muestral y el predictivo. Una manera de minimizar estos errores es con la reespecificación continuada del modelo. Cuando se conocen nuevas observaciones, el modelo debe ser analizado de nuevo, procediendo a una nueva estimación, validación y, si es necesario, reespecificación.

- otra fuente de error viene dada por la provisionalidad y retraso en la publicación de la información estadística regional. Ello hace que la predicción a uno o dos periodos vista sea, en realidad, una a tres o cuatro. a no ser que trabajemos con los valores provisionales (7). Este error es el que viene reflejado en la expresión (9.2). El trabajar con valores provisionales en las X, induce a obtener valores de los parámetros también provisionales que dan lugar a los errores de estimación sobre los parámetros ($\Pi^e - \Pi$); Klein y Young (1981), hacen referencia a este problema, centrándose en los errores que existen en los valores provisionales de las endógenas (8). Por ejemplo, las

(7) En EE.UU., en la segunda mitad de la década de los setenta, los diversos autores hacen referencia a un retraso en la publicación de datos regionales de 2 o 3 años. Ello hace que el período muestral finalice 2 o 3 años antes del período que se quiere predecir (con el consiguiente aumento en el error de predicción, supuesto un lógico aumento del mismo al predecir a un plazo más distante del período base).

(8) Por ello se realizan las continuas revisiones del modelo de las que hablábamos en párrafos anteriores: para tratar de trabajar con los datos más fiables posibles y alejarnos lo antes posible de la provisionalidad de los mismos.

predicciones realizadas a partir de T serán:

$Y_{T+1}^*, \dots, Y_{T+h}^*$ (sabiendo que el último dato conocido de la variable endógena es Y_T^*). En $T+h+1$ conoceremos los datos de los periodos anteriores $Y_T, Y_{T+1}, \dots, Y_{T+h}$ donde el dato para T habrá sido revisado $Y_T^* \neq Y_T$. La evaluación del error en la predicción se deberá hacer comparando:

$$\begin{aligned} Y_{T+1}^* - Y_T^* & \text{ con } Y_{T+1} - Y_T \\ Y_{T+2}^* - Y_{T+1}^* & \text{ con } Y_{T+2} - Y_{T+1} \\ \dots & \dots \\ Y_{T+h}^* - Y_{T+h-1}^* & \text{ con } Y_{T+h} - Y_{T+h-1} \end{aligned}$$

Al evaluar la calidad de la predicción obtenida (Y_{T+1}^*, \dots) deberemos tener en cuenta -al compararla con los verdaderos valores observados (Y_{T+1}, \dots)- que el valor en el periodo base no es el real (Y_T) sino otro distinto (Y_T^*). Así, los citados autores plantean comparar las diferencias entre:

$$\begin{aligned} Y_{T+1}^* + (Y_T - Y_T^*) & \text{ con } Y_{T+1} \\ \dots & \dots \\ Y_{T+h}^* + (Y_T - Y_T^*) & \text{ con } Y_{T+h} \end{aligned}$$

- En el cálculo de la predicción para un periodo "T + h", a partir de:

$$\begin{aligned} Y_t &= \Pi X_t + V_t \quad (9) \quad t = 1, \dots, T \\ & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad h = 1, \dots, H \end{aligned}$$

(9) El cálculo de las predicciones a partir de la forma reducida puede ser útil para el objetivo de conocer el comportamiento futuro de las variables endógenas a partir de las exógenas (de las que hemos determinado o fijado su evolución para el período predictivo). En cambio, a partir de la forma estructural se puede conocer el valor de la misma variable endógena, pero para ello necesitaremos saber el valor de otras variables endógenas. Obtendríamos una predicción para esa variable, pero ya no sería útil a efectos políticos ya que cuando se conozcan los valores reales de todas las variables endógenas menos una, dicho...

se realiza el supuesto de que $v_{t+1} = 0$ y de que las estimaciones de β (insesgadas) permanecen constantes entre los periodos muestral y predictivo y son los correctos. En ese caso, la predicción sería (10):

$$Y_{T+1} = \hat{\beta} X_{T+1}$$

El no cumplimiento de estos dos supuestos se conoce con el nombre de "errores del modelo". Así pues, el error atribuible estrictamente al modelo es aquel que surgiría de la diferencia entre los valores reales y los valores predichos en caso de que el valor de las variables exógenas fuese el concreto. Este error, en la práctica, se ve incrementado al existir tanto los errores de valoración anticipada fruto del trabajo con estimaciones provisionales de los parámetros de la ecuación en forma reducida y por los errores cometidos en los valores de predicción de las exógenas. El conjunto de todos ellos, da lugar al error bruto referido en la expresión (9.4).

(9)... periodo ya habrá llegado y será demasiado tarde para hacer una predicción acerca de la variable restante que es útil para fines políticos. Estas, sin embargo, serán válidas como prueba de la validez de cada ecuación individualmente (para hallar las partes más débiles del modelo). En cambio, las predicciones calculadas a partir de cada forma reducida o ecuación final, sirven para probar la validez del modelo en su totalidad ya que cada ecuación depende de todas las ecuaciones estructurales. Los valores estimados de la forma reducida o final, son apropiados para el propósito político por cuanto expresan las variables endógenas en términos de cantidades que son autónomas y susceptibles de conocerse o estimarse en el momento en que el responsable de la política quiera hacer su pronóstico.

(10) Estamos hablando de un modelo lineal. En uno no lineal se aproximaría a la solución mediante una técnica iterativa dada la imposibilidad de escribir el modelo en forma reducida.

Un estadístico que nos proporciona información sobre si el error de predicción es superior o no al cometido en el periodo muestral, es el coeficiente de Janus (J), que no es más que el coeficiente entre los ECM del periodo de predicción y el muestral.

$$\frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} e_t^2$$

$$J^2 = \frac{\frac{1}{h} \sum_{t=T+1}^{T+h} e_t^2}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t^2}$$

J^2 toma valores entre cero e infinito. Cuanto más próximo a uno sea su valor, más similar será el error cometido en ambos periodos.

Los ejercicios predictivos se realizan tanto en modelos lineales como en los que no lo son. Los distintos modelos regionales realizan predicciones para diferentes horizontes temporales, un resumen de los cuales ha podido observarse en el cuadro 9.2.

Para finalizar el análisis dedicado al estudio de la predicción, incidiremos en la polémica abierta referida a las ventajas y desventajas de centrarse en el modelo expresado en su forma reducida para realizar la predicción (para aquellos modelos en los que esta posibilidad es factible). Anderson (1970), cree que el trabajar con la forma reducida simplifica el problema de la información necesaria para realizar la predicción, ya que solo

requiere los datos de las exógenas. El precio de esta simplificación es que, en cambio, no se obtendrán las estimaciones de los parámetros de la forma estructural. Anderson afirma que esta aproximación es válida por cuanto muchos de los ejercicios predictivos de los modelos regionales son debidos a cambios solo en las variables exógenas.

Sin embargo, otros autores como Glickman, no están de acuerdo con aquel autor precisamente por los errores que existen en los valores de las variables exógenas en el periodo predictivo y por los cambios estructurales que pueden tener lugar. Por ello, cree que es más importante construir modelos estructurales; la forma reducida no permite importantes correcciones debido a cambios en la estructura de la economía.

La disyuntiva, en gran medida, se centra en la validez del supuesto de constancia de las condiciones que se daban en el modelo durante el periodo muestral, la existencia de la forma reducida y la necesidad de tener una información más allá de la estrictamente predictiva.

Con la predicción hemos llegado al final del conjunto de etapas que conducen a la construcción y aplicación de un modelo. Hemos estudiado la especificación de las ecuaciones; los distintos métodos de estimación más utilizados; los ejercicios de validación global del modelo y, por último, todo un conjunto de simulaciones y predicciones que son la aplicación del modelo a la región considerada. Una vez estudiadas estas etapas en los modelos regionales Top-Down publicados, en la tercera parte del trabajo procederemos a aplicarlo al caso de Cataluña.