

# Datos, incertidumbre y lenguaje económico

Real Academia de Ciencias Morales y Políticas

Alfonso Novales

Febrero 2019

- *“Es fácil mentir con estadísticas, pero es difícil decir la verdad sin ellas”, Andrejs Dunkels (matemático)*
- *“In God we trust; all others must bring data”, W. Edwards Deming*
- *“Without data, you're just another person with an opinion”, W. Edwards Deming*

## Introducción

La tarea profesional de los economistas no goza de un gran prestigio social. Algunos viejos chistes se preguntaban: “¿Para qué creó Dios a los economistas? Para que los pronósticos del tiempo nos pareciesen buenos”, o afirmaban: “Los economistas han previsto 9 de las 5 últimas recesiones”, o: “La economía es el único campo en el que dos personas pueden obtener el premio Nobel por decir uno exactamente lo contrario del otro”. He de decir, sin embargo, que lo último no me parece completamente sorprendente si pensamos que quienes reciben los premios Nobel han trabajado sobre muy diversas cuestiones. El premio se les otorga por sus contribuciones globales o porque desarrollan un determinado área, pero no reciben el premio por una opinión en concreto; en este caso se trataba de la eficiencia de los mercados financieros la cual, por otra parte, es una cuestión que siempre estará abierta a debate, entre otras cosas, por nuestra capacidad para discutir sobre conceptos generales sin concretar las fechas o los mercados a cuya eficiencia nos referimos o, lo que es más importante, la propia definición del concepto sobre el cual se debate.

En todo caso, creo que la negativa opinión sobre el trabajo de los economistas obedece a tres razones: la mala calidad de la difusión de noticias económicas en los medios de comunicación, la ausencia de evaluación a posteriori de las afirmaciones y predicciones que publicamos, y la continuada manifestación por nuestra parte de afirmaciones que no estamos en condiciones de hacer. A la tres me voy a referir sucesivamente en esta ponencia.

### Parte 1: La difusión de información económica

Diariamente recibimos noticias como estos tres titulares publicados el último año: “El IPC cierra el año en el 1,2% y resta poder de compra a pensionistas y funcionarios” (El País, 29/12/2017), “El IPC se modera al 1,1 % en abril por el abaratamiento de viajes y gas” (La Vanguardia, 27/4/2018), “La inflación crece al ritmo más bajo de los últimos 15 meses” [<https://blog.bankinter.com/economia/-/noticia/2018/2/15/analisis-espana-inflacion-enero-2018>]. Son expresiones a las que estamos acostumbrados y se refieren a un aspecto económico que nos concierne a todos, como es el comportamiento de los precios de consumo domésticos. Si nos pidiesen que explicásemos su significado todos sabríamos hacerlo. Y, sin embargo, cada uno de estos titulares expresa algo que es necesariamente falso; son expresiones carentes de rigor. En los titulares anteriores, el IPC no puede cerrar el año en el 1,2%, es la inflación quien lo hace. Tampoco puede moderarse el IPC al 1,1% en abril, lo que corresponde de nuevo a la tasa de inflación anual. Por último, es el índice de precios quien crece al ritmo más bajo de los últimos meses, no la inflación. Llevo años recogiendo titulares incorrectos de este tipo sin que el problema se haya aliviado lo más mínimo. Los actualizo periódicamente y nunca me falta material del que echar mano, y no únicamente en el tema del comportamiento de los precios.<sup>i</sup>

Otra fuente de problemas en la difusión de noticias económicas se refiere al aparente interés de los medios de comunicación por proporcionar titulares frente a un análisis de la realidad. Lamentablemente, parece que como sociedad también requerimos más el consumo de noticias en la forma de breves titulares y opiniones emitidas por personajes mediáticos, sin solicitar de quien las emite una justificación de las mismas, ni un análisis argumental, ni una valoración de sus consecuencias. La lista de ejemplos puede ser interminable, pues prácticamente todo lo que se difunde por redes sociales, pero también por prensa y televisión, tiene este carácter. Muchos de ellos se refieren a la comparación con un estándar estadístico de nula justificación, como cuando se afirma que “El gasto social en España está por debajo de la media europea” (El País 7/12/2017) sin analizar si esto es necesariamente malo, como luego comentaré, o se afirma: “Después de duplicarse durante la década pasada, las emisiones de CO2 crecen ahora a una tasa anual muy inferior”, pero no se dice si hemos sobrepasado algún umbral de seguridad, o si el volumen de emisiones se ha corregido por algún indicador cíclico, que parece que debería condicionar su interpretación. O la manipulación de la opinión que se hace cuando se afirma: “Se ha reducido en un 40% el tiempo máximo de espera para una determinada operación quirúrgica” ¿cuantos pacientes se van a ver beneficiados por la reducción en el tiempo *máximo* de espera? ¿Significa algo esta reducción acerca de un menor tiempo de espera para el grueso de los pacientes? Porque bien pudiera ser que se hubiera reducido los tiempos máximos de espera sin incidencia práctica sobre el resto de los tiempos de espera, o incluso podría haber ocurrido junto con un aumento en los tiempos más cortos de espera. Imaginemos, aun siendo disparatado, que los quirófanos que se utilizaban para las operaciones de menor espera se acondicionan para ser utilizados exclusivamente en las operaciones que venían requiriendo mayores tiempos de espera. O cuando el Instituto Karolinska de Suecia difundió la noticia: “Se duplica el riesgo de desarrollar un neuroma acústico por uso habitual de teléfono móvil”; pero la incidencia del neuroma acústico se estimaba en una de cada 100.000 personas (un 0,001%), por lo que no parece que dicho incremento hubiera de tener la repercusión social que tuvo en su época en contra del uso continuado del teléfono móvil. Con estos ejemplos se puede comprender asimismo la facilidad con que partes interesadas pueden difundir información, incluso siendo cierta, para conseguir determinadas reacciones en la sociedad.

### **Uso científico de los datos: tres casos**

Además de estas deficiencias en la difusión de noticias en términos estadísticos, hay tres casos en los que es frecuente asistir a errores claros de interpretación debido a una utilización poco rigurosa de los conceptos estadísticos o a un análisis poco riguroso de los datos disponibles. El primero se refiere al habitual recurso a la **media** de una variable con una acepción de valor “normal”, “razonable”, “ordinario”, o “aplicable a la mayoría de empresas, familias o países”. Como antes mencioné, incluso

se presenta en ocasiones la media como un nivel “óptimo” y “deseable”. La interpretación de la media como valor “representativo” de una variable se deriva de la frecuente utilización, desde los inicios de la Estadística descriptiva, *conjunto de métodos utilizados para describir las principales características de una variable observable*, de la distribución normal<sup>ii</sup> para representar las diferentes frecuencias con que se observan los distintos valores numéricos que puede tomar una determinada variable, como pueda ser el peso, la altura o el coeficiente de inteligencia de un conjunto de personas, la renta de las personas de un país, etc.. La distribución normal es simétrica alrededor de su media, lo que significa que al recoger los valores numéricos de la variable mediante la extracción de una muestra o mediante una encuesta habrá tantas observaciones a una determinada distancia por encima de la media, como por debajo de la misma a esa misma distancia; y esto para cualquier distancia que podamos considerar. En particular, si una variable como la renta personal siguiese una distribución simétrica en una determinada población, habría tantas personas con renta superior a la renta media como personas con renta inferior a la misma. Bajo una distribución normal la renta media no sólo coincidiría con la renta mediana, sino que sería además, la renta observada más frecuentemente. En tal situación, si hubiera que dar un valor representativo de toda la población, hay poca duda acerca de que la renta media sería indicada.

Pero muchas variables observables en ciencias sociales y, concretamente, muchas variables económicas importantes siguen distribuciones asimétricas: la renta, el ahorro y el gasto de las familias, los años de escolarización, o el tiempo de espera para una operación quirúrgica. En ellas, la media ya no divide en dos conjuntos con igual número de observaciones al conjunto de datos disponibles, propiedad que corresponde a la mediana. En variables con distribución asimétrica, media y mediana pueden diferir mucho, y ninguno de ellos será generalmente el valor más frecuente. En la mayoría de los casos cabe considerar como más representativa la mediana que la media o promedio. **NOTA.**

En todo caso, incluso en distribuciones simétricas, la renta media no proporciona información alguna acerca de la lejanía en que las familias con rentas altas o bajas se encuentran con respecto de ella. De hecho, la dispersión de valores observados alrededor de la media pueden hacer que indicadores como la media o la mediana sean poco informativos: al cerrar 2018 los medios de comunicación recogían que la rentabilidad de la Bolsa española fue de -15% porque esa fue la caída del índice. Pero el Ibex no es sino un promedio especializado de los 35 valores más representativos del mercado cuyas rentabilidades anuales oscilaron entre una caída de -41% y una subida del 15%. Por tanto, la caída del 15% en el IBEX es escasamente representativa de lo sucedido en el mercado. De modo análogo, la tasa de paro nacional a finales de 2018 era de 14,5%, pero varía desde un 9,7% en Cantabria hasta más de un 23% en Extremadura y en las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla. Es

imposible dar esa información con un indicador central como la media o la mediana; para ello es necesario utilizar alguna de las medidas que se conocen como medidas de dispersión. Por mucho que queramos simplificar las cosas, no podemos proporcionar información acerca de la distribución de frecuencias con que se observan los diferentes valores numéricos de una variable utilizando únicamente un valor representativo de la misma.

Un análisis riguroso de los datos disponibles generalmente requerirá un examen de toda la distribución de valores observados, ya se trate de los tiempos de espera para intervenciones quirúrgicas, la distribución de años de escolarización, o del rango de valores en el que se encuentra la renta de un determinado porcentaje de la población. Una mayor sensibilidad en las últimas décadas por el análisis de toda la distribución de frecuencias, junto con la disponibilidad de datos, ha impulsado el desarrollo de análisis empíricos sobre desigualdad en la distribución de renta y la distribución de riqueza, un área de la mayor relevancia para el análisis del bienestar de una sociedad.

En todo caso, la media no tiene ninguna connotación de optimalidad y sin embargo, nos referimos a ella como si fuera el objetivo deseable al comparar con el entorno europeo los niveles de cualquier indicador socioeconómico. Contaminamos más que la media europea, nuestro fracaso escolar es superior a la media europea, o la presión impositiva es en España inferior a la media europea, argumento que se utiliza en favor de elevar la presión fiscal, con objeto de aproximarnos a dicho promedio. No reparamos en que según fuéramos elevando nuestra presión fiscal, la media europea iría elevándose, con lo que otros países que tenían una presión fiscal superior a la ahora estarán por debajo de la nueva media y elevarán su presión fiscal. Si todos los países involucrados siguiéramos este proceso, convergeríamos hacia el mayor valor de todos que observamos inicialmente. Además ¿por qué queremos estar en la media? ¿Quién ha dictaminado que la presión fiscal media europea actual es óptima? Y lo que seguramente es más importante: ¿son comparables las presiones fiscales de los diferentes países europeos? ¿son los países europeos suficientemente homogéneos como para tener la misma presión fiscal? Y lo mismo podría decirse de la mayoría de los indicadores para los que se establecen este tipo de comparaciones. Se introduce de este modo un comportamiento gregario que carece de justificación rigurosa, pero que puede **tener serias consecuencias** para la sociedad. *Es similar al que se produce entre las distintas agencias que contribuyen a un panel de predicciones, quienes, tentados por comparar sus previsiones con las de los restantes contribuyentes, tienden a aproximarlas a la media. Un promedio que será, en gran parte arbitrario. Consenso en predicciones de coyuntura.*

*Segundo caso:* La utilización de las **tasas de variación**, muy habitual en la difusión de datos y noticias económicas se presta asimismo a confusión; por ejemplo, si se afirma que “la tasa de inflación registrada en febrero, del 0,2%, duplicó la

registrada en igual mes del año anterior”. En primer lugar, porque duplicar una tasa mensual tan reducida significa únicamente que en ambos meses de febrero, la inflación fue reducida, y no cabe dar a la duplicación del aumento mensual de los precios de consumo una connotación peyorativa. En segundo lugar, y esto es algo sorprendente, porque las tasas de inflación se publican con un solo decimal, lo que es insuficiente en tasas potencialmente reducidas. Al hacerlo así, podríamos haber tenido tener en los dos meses de febrero citados, tasas de inflación de 0,14% y 0,16%, que son prácticamente indistinguibles pero que, por efecto del redondeo, se convertirían en tasas de 0,1% y 0,2%, una doble de la otra. Algo similar sucede con noticias de resultados empresariales, cuando se dice: “El beneficio de la empresa se duplicó el año pasado”, cuando ambos están situados en porcentajes insignificantes. Otra noticia confusa es del tipo: “la rentabilidad de la Bolsa española se ha duplicado hasta el 4%”, cuando se produce, por ejemplo, en una situación con tipos de interés nominales del 6%, por lo que mediante una inversión en activos con mucho menor riesgo que la inversión en Bolsa podría haberse obtenido una rentabilidad comparable.<sup>iii</sup>

*Ocupados frente a Afiliados a S.S., Pobreza absoluta y pobreza relativa.*

*Tercer caso:* Algunas magnitudes macroeconómicas más relevantes tienen naturaleza de **saldos**, es decir, son la diferencia entre dos variables. Así, el paro es la diferencia entre la población activa y el número de ocupados, el déficit por cuenta corriente es la diferencia entre ingresos y gastos de las distintas balanzas contables con el exterior, el déficit de caja es la diferencia entre ingresos y gastos del Estado, el déficit comercial, la diferencia entre ingresos por ventas y pagos por compras en el exterior, y los beneficios empresariales son la diferencia entre ingresos y gastos de la empresa. ¿Podemos realmente debatir directamente sobre un dato publicado acerca de estos saldos? Así se suele hacer cuando se presenta la información, lo que puede inducir a un error en torno a la interpretación de los datos de paro o de déficit. Un aumento en el paro se presenta en ocasiones como causado por una destrucción de empleo de igual calibre. Sin embargo, es claro que el paro puede aumentar incluso en un periodo en que se crea empleo, si en dicho periodo se produce un aumento de población activa superior a la creación neta de puestos de trabajo. Por el contrario, el paro puede reducirse incluso en un periodo en que se destruye empleo en términos netos si se produce un descenso todavía mayor en la población activa, como en ocasiones sucede en periodos de escasa creación de trabajo, por el denominado efecto “desánimo” de los trabajadores. Dependiendo de si el aumento del paro se produce en una u otra situación, su interpretación debiera ser muy diferente. De modo similar, se suele presentar un descenso de beneficios como una elevación de costes, y un aumento del déficit de caja del Estado como un aumento de los gastos, cuya corrección requiere un recorte quizá drástico de los mismos; un aumento del déficit comercial como una caída de las exportaciones, y un descenso en dicho déficit como

un incremento de nuestra competitividad exterior que nos está permitiendo exportar más, etc..

Esta confusión nunca debiera producirse. Las variables que tienen naturaleza de saldos o ratios no debieran analizarse por sí solas, sino a través de sus dos componentes, y el saldo o ratio resultante únicamente como consecuencia de ambos componentes, especialmente cuando la naturaleza y los determinantes de ambas variables pueden ser muy diferentes. La población activa puede estar afectada por la situación económica, pero principalmente por elementos sociológicos y demográficos y aspectos institucionales, calendarios escolares, períodos vacacionales en los que se contrata con carácter ocasional, etc.. Por el contrario, el número de ocupados tiene determinantes económicos, fundamentalmente. Además, es fácil argumentar que ambas variables son esencialmente independientes **DOCUMENTAR**; si no lo fueran debería pensarse en un modelo de predicción simultánea de ambas. Por tanto, las previsiones de paro debieran obtenerse como diferencia entre las previsiones de población activa y ocupados; la diferencia que a posteriori se observe entre el paro previsto y el paro realizado puede provenir de desviaciones en la población activa o en el empleo con respecto a las previsiones que habíamos realizado, o en ambas variables, y es instructivo realizar este análisis, más que analizar únicamente el error de predicción en el número de parados.

*Algo similar puede decirse acerca de ratios como la tasa de paro, que es el cociente entre el número de parados y el número de activos, y que solo deberían interpretarse a través de la evolución seguida por las dos variables de las cuales se obtienen.*

### **La correcta interpretación de afirmaciones probabilísticas**

También recibimos frecuentemente información en términos de probabilidades, y no siempre se interpreta correctamente a pesar de que, a diferencia de los análisis empíricos, la Teoría de la Probabilidad tiene leyes bien establecidas y no está sujeta a interpretaciones discutibles. Supongamos que se está considerando la aplicación generalizada de una prueba de detección de un tipo de células tumorales, con la intención de poder proporcionar un tratamiento en una fase inicial de la misma. Supongamos que la presencia de células tumorales en el grupo poblacional al cual se aplica la prueba es de uno en mil habitantes (un 0,1%), que el test da un resultado positivo, correcto, en un 99% en presencia de células tumorales, y un 99% de resultados negativos, correctos, cuando las células tumorales no están presentes. Ambos porcentajes son elevados, por lo que parece que el test es muy eficaz. Cuando se pregunta a personas del ámbito médico acerca de la probabilidad de que una persona en la que el test arroja un resultado positivo tenga el tumor, la respuesta más habitual, con mucha diferencia, es del 99%, lo cual es muy incorrecto. Esta es una sobreestimación excesiva de la presencia de la enfermedad; con las cifras anteriores,

una persona que arroja un resultado positivo tiene una probabilidad de tener cáncer de 9%, mientras que con probabilidad 91%, no tiene cáncer. Por tanto, la comunicación del resultado y la posterior aplicación del tratamiento serían improcedentes en 9 de cada 10 casos. Quienes dan positivo no tienen ni mucho menos seguridad de tener cáncer, si bien resulta ahora más probable que antes de tomar el test (9% frente a 0,1%). El test da bastante tranquilidad a quienes dan negativo, que tienen una probabilidad prácticamente nula de tener cáncer (0,00001 o 0,001%), muy inferior a la que tenían antes de pasar el test, que era de 0,1%.

Variaciones en las probabilidades pueden alterar drásticamente los resultados: si mantenemos la misma incidencia de la enfermedad, y la detección correcta en el 99% de las personas enfermas, pero sólo el 90% de las personas sin la enfermedad (es decir, si detecta erróneamente como enfermas a 1 de cada 10 personas sanas), la probabilidad de que un resultado positivo del test corresponda, en realidad, a una persona enferma sería tan sólo de una entre 100. Por tanto, una mejoría en el diseño del test que detectase correctamente la ausencia de tumor en las personas sanas, elevaría la probabilidad de que un resultado positivo corresponda realmente a la presencia de tumor hasta un 9% frente al 1% inicial, si bien parece una mejoría insuficiente, dado que los costes de dicho tratamiento y, sobre todo, los costes sociales y personales de creerse enfermo, quizá erróneamente, y someterse al tratamiento, pueden ser enormes.

También podemos ver que la eficacia del test en presencia del tumor no es muy relevante: reduciendo la probabilidad de detección correcta de un 99% a un 90%, apenas afecta a la probabilidad de que un resultado positivo refleje realmente la presencia de un tumor. En este caso, el paradójico resultado se debe fundamentalmente a la escasa incidencia de la enfermedad en la población analizada. De hecho si una prueba con un 99% de eficacia en personas enfermas y sanas se aplica a un grupo poblacional con una incidencia de la enfermedad del 1%, la probabilidad de que una persona que da positivo tuviera células tumorales sería mucho más elevada, 50%. Pero la incidencia del tumor no es controlable, y tan solo podríamos intentar mejorar la eficacia del test en ausencia del tumor, con el limitado resultado ya mencionado. Seguramente la conclusión razonable es que con una incidencia tan escasa de la enfermedad, no procede aplicar este test.<sup>iv</sup>

El denominado procedimiento de *credit scoring* es utilizado por las entidades de crédito para decidir si atender a una determinada solicitud. El procedimiento trata de estimar la probabilidad de que se produzca un posible impago en caso de ser concedido el crédito solicitado. Supongamos que la entidad dispone de un método que identifica correctamente el 80% de los casos de morosidad y el 80% de los casos en que no se producen dificultades en el servicio del préstamo, cuando se aplica a una muestra histórica de solicitantes, cuyos créditos ya han vencido. El porcentaje de solicitudes de baja calidad, que darán lugar a retrasos en los pagos, se estima en un 20%. Estas cifras parecen bastante razonables, pero implican que aproximadamente la

mitad de los solicitantes que son detectados por el procedimiento de credit scoring como dudosos cuando solicitan su crédito, en realidad no lo son. El procedimiento conduce, por tanto, a perder un apreciable volumen de concesiones de crédito de buena calidad. *Es importante no dejarse llevar de la primera impresión causada por probabilidades como las mencionadas, y efectuar el cálculo completo, pues a veces la situación real difiere bastante de la primera impresión recibida.*

## **Parte 2: Ausencia de evaluación**

La mala calidad en la difusión de la información confunde a quien la recibe, y contribuye a crear la impresión de que es prácticamente imposible tener una idea clara de lo que ocurre en las economías reales. Puede generar también la impresión de que tal confusión es bien recibida por los economistas, con objeto de ocultar nuestra incapacidad para entender los fenómenos sobre los que deberíamos proporcionar un análisis riguroso de las cuestiones que preocupan a la sociedad. En dos aspectos es esto especialmente visible: por un lado, en las opiniones acerca de los mercados financieros. Al comienzo de cada año, así como a la vuelta de las vacaciones de verano, los medios suelen dedicar espacio a recoger las opiniones de gestores de bolsa acerca de lo que cabe esperar en el transcurso del año. Siempre me ha asombrado su disponibilidad a prestarse a ello, pero lo que es cierto es que cuando se recogen tales opiniones **INCLUIRLAS**, el resultado es una abanico de escenarios de una enorme disparidad, lo cual ya es en sí mismo fuente de confusión para quien lo lea ¿Cómo es posible que supuestos buenos profesionales tengan opinión tan dispar acerca de lo que cabe esperar para el año? Tampoco es evidente por qué hayan de recabarse opiniones en relación con un escenario concreto como el final de año ¿no es relevante lo que sucede antes o después? Lo peor, sin embargo, es que no recuerdo haber visto que, pasado ese tiempo, quienes dieron opinión hayan proporcionado un análisis a posteriori acerca de por qué se cumplió o por qué no se cumplió su escenario. Claro que hacerlo requeriría elaborar un análisis de los elementos que previsiblemente pudieran condicionar la evolución de los mercados y esto requiere un esfuerzo mayor, así como disponer de cierto criterio para explicar los mercados, y también de la capacidad de analizar rigurosamente algunos datos históricos.

La evaluación a posteriori también se echa en falta en la **predicción** de las grandes variables macroeconómicas, como la tasa de crecimiento de la economía, la creación de empleo, la evolución del paro, el déficit público, la inflación, etc.. Un buen número de instituciones emiten informes al respecto, pero raramente se detienen a evaluar a posteriori el grado de cumplimiento de las mismas, así como las causas que hayan podido generar la desviación entre la predicción emitida y el dato observado. En ausencia de tal diagnóstico, la proliferación de noticias de este tipo es tan enorme que nadie puede recordar las últimas predicciones publicadas, ni formar una opinión al respecto, asistiendo a este espectáculo como algo que aun concerniéndonos a todos, nos resulta ajeno por completo.

Da la impresión de que existe un pudor por presentar los errores de predicción; por el contrario. Parece que no se entiende que las predicciones económicas van a ser refutadas por la realidad, y que tan importante como la predicción es el seguimiento de la predicción. Las predicciones deben hacerse con el objeto de conocer mejor el fenómeno que se predice, sea éste el paro, la inflación, el empleo, el saldo comercial con el exterior o, el PIB. Lo mismo sucede cuando se predice cuál pueda ser el impacto de una determinada política económica sobre el objetivo que se persigue, como luego describiré. Se quiere lograr dicho objetivo del modo más aproximado, pero se sabe que no se logrará exactamente, y conviene investigar las causas del desajuste que pueda observarse con objeto de afinar mejor el diseño de la política económica para próximas ocasiones. En consecuencia, analizar las razones por las cuales las previsiones se desvían de los datos observados con posterioridad es muy instructivo para mejorar el modelo explicativo del fenómeno que analizamos. Sin este ejercicio perdemos una importantísima fuente de información para quien elabora la predicción y no deja de resultar sorprendente que no se aporte tal información a los destinatarios de los informes de predicción.

El hecho es que, desafortunadamente, tampoco parece haberse implantado en la comunidad científica un procedimiento riguroso para **evaluar un nuevo dato**. Quizá lo que parece más natural es lo que raras veces se hace: todo dato nuevo debería evaluarse en relación con la predicción que anteriormente se haya preparado. Dicha predicción provendrá de uno o varios modelos que incorporan distintos supuestos acerca de los determinantes de la variable en estudio. Al comparar un nuevo dato con la predicción disponible, un aumento en el número de parados puede considerarse “bueno” si la predicción con la que contábamos anticipaba un aumento todavía superior al observado. Un descenso reducido del paro constituye un dato “bueno” si la predicción sugería un aumento del mismo. La razonable estrategia de comparar con una previsión previamente obtenida hace que distintos analistas puedan discrepar en la evaluación del nuevo dato, por haber obtenido predicciones relativamente dispares a partir de sus modelos, y es en estos términos en los que debería establecerse la discusión, y no en debatir sobre si el nuevo dato es “bueno” o “malo” sin hacer referencia a ninguna predicción, lo cual es difícilmente aceptable, si bien todavía lo más frecuente.

Hecha esta evaluación, procede analizar si el nuevo dato aporta información nueva; esta es quizá la cuestión más importante. Para ello, se debe incorporar el nuevo dato a los datos previamente disponibles y actualizar las predicciones a medio plazo; por ejemplo, a fin de año, o a fin del año siguiente, si estamos próximos al final del año actual. Especialmente cuando se trata de variables como la inflación, el empleo o el crecimiento económico, cuyos objetivos a medio plazo pueden estar recogidos en la ley de Presupuestos o en un Plan de crecimiento posiblemente establecido con anterioridad, y cuyo cumplimiento o incumplimiento es importante supervisar.

*“Este dato representa el menor incremento de los últimos diez años en el número de ocupados en un cuarto trimestre”*

### **Parte 3: La metodología de la política económica**

Las **herramientas** de la economía son los modelos económicos y el análisis de datos. Un modelo establece un conjunto de relaciones de diverso carácter entre variables, que recogen un determinado punto de vista teórico acerca del modo en que los agentes económicos toman sus decisiones, así como del diseño adecuado que debe adoptar la política económica en sus distintas áreas. Algunas relaciones pretenden explicar el comportamiento de una variable a partir de otras que el investigador considera que la determinan; así, una relación puede explicar el número de ocupados en España en función de los salarios y de la actividad productiva; o explicar la evolución de los precios de consumo en función del crecimiento de la cantidad de dinero en circulación y de la renta. Una parte esencial de tales relaciones es el **impacto unitario** que cambios en una variable tienen sobre otras variables; por ejemplo, el efecto que sobre el empleo del colectivo afectado tiene un incremento de un 1% en el salario mínimo. Otras relaciones son identidades que reflejan la definición de una determinada variable (por ejemplo, el PIB a partir de sus componentes: consumo, inversión, sector exterior, o el paro: diferencia entre activos y ocupados), o aspectos tecnológicos, como la capacidad de una economía para generar bienes a partir de los factores productivos. La estructura de un modelo puede ser compleja, dada la elevada interacción entre variables: los precios dependen de la demanda de consumo, pero también ésta dependerá de los precios de dichos bienes; el número de ocupados depende de la actividad productiva, pero también ésta dependerá del número de ocupados. La necesidad de recoger en un modelo tales interacciones incorporando supuestos acerca de la estructura de la economía y del comportamiento de los agentes económicos es una característica del análisis económico, a diferencia de las ciencias experimentales, donde las relaciones de causa y efecto son mucho mejor conocidas, por estar controladas. **Causalidad.**<sup>v</sup>

Un modelo bien especificado tiene solución, la cual nos permite caracterizar el comportamiento de un grupo de variables, denominadas endógenas, en función de otras, denominadas exógenas; las variables endógenas reflejarán generalmente algún aspecto del comportamiento de los agentes económicos: empresas y familias; son las variables cuya evolución queremos explicar con el modelo. Las variables exógenas son aquellas que utilizamos como factores explicativos y el modelo las toma como determinadas; este sería el caso del precio del barril del petróleo, en el caso de un modelo de la economía española. Esta clasificación de variables guarda relación con la estructura básica de un problema de política económica, que requiere un objetivo y unos instrumentos, los cuales deben estar bajo el control de la autoridad económica.<sup>vi</sup> Los instrumentos de política económica, como los tipos impositivos, determinados tipos de interés, o el crecimiento monetario, aparecerán en un modelo como variables

exógenas, mientras que el objetivo buscado, sea la tasa de inflación, la creación de empleo o el crecimiento del PIB, aparecerán como variables endógenas.<sup>vii</sup>

Así, un ejercicio de la mayor importancia consiste en anticipar los efectos de la puesta en práctica de una determinada política económica; y esto requiere disponer de una estimación numérica del **impacto unitario** de las variables exógenas sobre las endógenas. Por tanto, los modelos económicos son de naturaleza cualitativa, pero requieren un tratamiento cuantitativo. A la autoridad monetaria no le basta saber que elevando los tipos de interés puede conseguir reducir la inflación; necesita saber en cuánto ha de elevar los tipos de interés si quiere reducir la inflación en un punto porcentual, por ejemplo. Porque si la elevación de tipos de interés es insuficiente, habrá perturbado los mercados y habrá generado incertidumbre, sin lograr su objetivo; si la subida de tipos es excesiva, puede lograr sobradamente el objetivo perseguido, pero también crear una recesión. El éxito de la política económica dependerá de: a) que se tenga un buen control sobre los instrumentos, b) el modelo sea adecuado (básicamente, que recoja correctamente las influencias importantes de los instrumentos sobre el objetivo), c) que las estimaciones de los impactos sean próximas a sus verdaderos valores, desconocidos, y d) que el contexto no varíe excesivamente durante la aplicación de la política, respecto del contexto que generó los datos que se han utilizado en la estimación del modelo y en el diseño de la política.

Dos analistas pueden diferir en sus opiniones acerca del impacto de una determinada medida de política económica simplemente porque mantengan en su cabeza modelos de la economía suficientemente distintos. Pero no tiene mucho sentido discutir sobre las diferencias de opinión acerca de un tema determinado, como habitualmente se hace en debates públicos, sin hacer referencia a los modelos que subyacen a cada posición. Tal debate no puede tener un final mínimamente interesante. Una discusión verdaderamente rigurosa acerca de un tema debe centrarse sobre cuáles son los supuestos razonables, cuál es la estructura de relaciones entre variables, cuál es la magnitud de los impactos; en definitiva, sobre cuál es el modelo relevante. Sólo tiene sentido discutir sobre una determinada cuestión de política económica a través de los modelos considerados por cada analista, y evaluar dichos modelos a la luz de un seguimiento reiterado del cumplimiento de sus previsiones.

Siendo ésta la metodología del análisis económico ¿estamos en condiciones de hacer estas afirmaciones?: *“Un incremento del 0% en el precio del petróleo generaría una reducción de medio punto porcentual del PIB español”*, o como escuchamos o leemos frecuentemente: *“El Fondo Monetario Internacional prevé un crecimiento del PIB en España del 2,0% para 2019”*, o *“El Banco Mundial reduce en una décima su previsión de crecimiento para España en 2019”*. Para saberlo, hemos de conocer qué tipo de información nos proporciona un modelo económico, una vez estimado a partir de los datos disponibles. Para ello, tan importante es evaluar su capacidad explicativa

sobre las variables endógenas, como caracterizar las propiedades del componente de dichas variables que no ha sido explicado por el modelo. Este es un problema puramente estadístico. A partir de esta información, el modelo puede utilizarse con fines predictivos, para lo cual el modelo se simula mediante técnicas de Monte Carlo, que consisten en generar posibles trayectorias temporales para las variables endógenas hasta el horizonte temporal al cual se quiera predecir. Generando un número elevado de trayectorias, con un coste computacional generalmente reducido, tendremos una distribución de frecuencias para los valores numéricos de cada una de las variables endógenas del modelo (PIB, inflación, empleo), en el horizonte deseado.

Supongamos que hemos estimado un modelo con una única relación que explica la evolución temporal del PIB español utilizando como factores explicativos el precio del barril de petróleo, el tipo de cambio euro-dólar, la presión fiscal, etc..<sup>viii</sup> Si no se quiere aportar información *extramuestral*, comenzaríamos estimando modelos predictivos para cada uno de los determinantes del PIB, con los cuales podríamos generar múltiples sendas para cada una de dichas variables. En este proceso es muy importante que las sendas generadas conserven las relaciones de dependencia entre sí que dichas variables han mantenido durante el periodo muestral. Estas son predicciones incondicionales. **Desarrollar**. En segundo lugar, simularíamos trayectorias para el componente del PIB no explicado por el modelo utilizando sus características estadísticas, que previamente habremos estimado.<sup>ix</sup> Cada una de las trayectorias obtenidas para las variables exógenas y para el componente no explicado, llevadas al propio modelo, nos permiten deducir trayectorias para el PIB. Examinando los valores numéricos resultantes del PIB en el horizonte deseado, podremos pronunciarnos en términos probabilísticos acerca de cualquier evento que se considere relevante utilizando para ello las frecuencias observadas:<sup>x</sup> así, si hemos generado mil trayectorias hasta final de año, y en doscientas cincuenta de ellas el PIB ha crecido en durante más de un 2%, diremos que, la probabilidad de que el PIB crezca más de un 2% es del 25%. Pero podríamos responder a muchas otras cuestiones, como: ¿Cuál es la probabilidad de que la economía española crezca más de un 2%? ¿Cuál es la probabilidad de que crezca entre un 2,0% y un 2,5%?, ¿Y la probabilidad de que crezca más que el año anterior? o ¿En qué rango de tasas de crecimiento tenemos una confianza del 90%?

En su realización este ejercicio ilustra, de manera natural, que la dispersión de valores numéricos que el PIB alcanza a través de las distintas trayectorias simuladas aumenta y, por tanto, la precisión de la predicción disminuye, si el horizonte temporal para la predicción es largo, y también es mayor si la capacidad explicativa del modelo es reducida. También ilustra claramente que algunas variables son más difíciles de predecir que otras; por ejemplo, el rango en el que puedo predecir que se moverá el Ibex35 en 2019 con una probabilidad del 80% es tan amplio, que difícilmente puede juzgarse como informativo.

*En todo caso, nunca debe utilizarse un modelo para predecir la evolución de variables endógenas cuando las variables exógenas toman valores fuera del rango observado en la muestra.*

Una posibilidad alternativa, bastante más interesante, consiste en construir una predicción por escenarios o predicción condicional. En ella, las sendas futuras para las variables explicativas no se obtienen de modelos adicionales, sino a partir de escenarios establecidos por el analista. Así, un *escenario* pudiera ser: “el precio del petróleo va a aumentar un 25% durante 2019, el tipo de cambio permanecerá estable y la presión fiscal se elevará un 5%”. Esto tiene especial sentido cuando se trata de predecir los efectos que sobre el objetivo buscado pudiera tener una determinada política económica pues, en ese caso, la autoridad económica correspondiente controla los instrumentos sobre los que va a actuar y, por tanto, puede considerar determinadas trayectorias para las mismas. Una vez que el escenario se haya reflejado en sendas para los instrumentos de política a lo largo del horizonte de previsión, dichas sendas, unidas a las obtenidas por simulación del componente del PIB no explicado por el modelo, permiten genera la distribución de frecuencias del PIB al horizonte deseado del mismo modo que he descrito.

Evidentemente, sería poco apropiado realizar este tipo de ejercicio para un solo escenario pues sugeriría que tenemos una enorme confianza en el mismo lo cual será, generalmente, difícilmente justificable. Precisamente, parte del valor añadido más enriquecedor del analista económico consiste en establecer justificadamente escenarios razonables, además de pronunciarse acerca de la verosimilitud relativa de cada uno de ellos. Tal verosimilitud se incorpora fácilmente en el procedimiento de simulación bajo los distintos escenarios considerados, obteniendo una distribución de frecuencias del PIB al horizonte deseado que incorpora la incertidumbre del analista acerca de los posibles escenarios que haya propuesto sobre sus determinantes.

En cualquiera de estos ejercicios, la incertidumbre acerca del verdadero valor numérico de los **parámetros** de impacto puede incorporarse asimismo sin gran dificultad al proceso de simulación.<sup>xi</sup>

En un nivel adicional, el analista reconocerá la posibilidad de contar con varios modelos alternativos, a cada uno de los cuales debe asignar una verosimilitud relativa o probabilidad de ser correcto, lo cual puede asimismo ser incorporado al procedimiento de simulación sin dificultad. Existen procedimientos bien establecidos en estadística, especialmente en estadística bayesiana, para actualizar la verosimilitud asignada a cada modelo en función de los resultados predictivos que va generando. Lamentablemente, rara vez se tiene esta consideración en los ejercicios predictivos habituales en economía, sino que se busca un buen modelo, tan complejo como sea necesario, que permita justificar su uso exclusivo. No estoy seguro de que sea esta una buena estrategia, pudiendo ser más útil establecer varios modelos relativamente

simples; la experiencia no prueba que un modelo muy sofisticado vaya a predecir mucho mejor.

De este modo se puede cuantificar la incertidumbre existente en el analista acerca de cuatro aspectos: los valores futuros de los determinantes del fenómeno en estudio, el modelo que los relaciona entre sí y, dentro de cada modelo, los valores numéricos de los coeficientes de impacto; por último, la incertidumbre acerca de la evolución futura del componente no explicado por el modelo. *Curiosamente, es en el mundo financiero donde se ha popularizado en los últimos años, por mandato del comité de Basilea de medición de riesgos, la consideración explícita del denominado **riesgo de modelo**, consistente precisamente en establecer los modelos alternativos que se consideren razonables, para ser utilizados conjuntamente, bajo ponderaciones adecuadas, así como teniendo en cuenta la incertidumbre acerca del valor numérico de los **parámetros** de impacto, en el análisis de riesgos de una entidad financiera. Tal análisis de riesgos es en gran medida un ejercicio de predicción; especialmente, un ejercicio de simulación al que pueden asociarse todos los comentarios que he vertido acerca de la elaboración de predicciones.*

Para ilustrar estas ideas he realizado predicciones del PIB a lo largo de 2019 mediante un sencillo modelo que utiliza únicamente información histórica del PIB, sin incorporar ningún determinante externo que, lógicamente, podría aportar información útil y mejorar las predicciones resultantes. La mediana de las trayectorias generadas apunta a un crecimiento del 2,07%, que podemos redondear, bajo la habitual práctica de usar un solo decimal, a 2,1%, levemente menos optimista que la predicción del Banco de España, que es de 2,2%, aunque a mi juicio no significativamente diferentes, desde el punto de vista estadístico. También estimo que la probabilidad de que el crecimiento económico sea inferior en 2019 al de 2018 es de 62%; la probabilidad de crecer más de un 2% es de 52%; con la información actualmente disponible la economía española crecerá entre un 1,88% y un 2,25% con una probabilidad de 90%.<sup>xii</sup>

Este tipo de análisis es muy diferente del que ha sido habitual hasta ahora y, sorprendentemente, no requiere técnicas estadísticas ni computacionales complejas. Afirmaciones categóricas del tipo: “La economía crecerá un 2,3% en 2019” sugieren que su autor “conoce” o tiene una confianza muy sólida en dicha tasa de crecimiento, lo cual es contrario a la naturaleza del análisis económico empírico. Ni las características de los datos ni la naturaleza de los modelos económicos justifican tal tipo de afirmaciones, que tan sólo deberían hacerse en términos probabilísticos como los que he descrito. Tales afirmaciones surgen al ignorar las cuatro fuentes de incertidumbre que he descrito y solo pueden entenderse como un excesivo resumen de la rica información que el analista podría haber generado por simulación de sus modelos. Pero, al presentar tal resumen, omitimos una información que es crucial para evaluar la relevancia de la afirmación, cual es el grado de incertidumbre en dicha

predicción, así como la verosimilitud que asignamos a otras posibles tasas de crecimiento, y generamos una presunción de conocimiento que inevitablemente se verá posteriormente refutada por la realidad.

## **FINAL**

Los estudiosos de las ciencias sociales tenemos un importante reto por delante. Los ciudadanos necesitan estudios rigurosos que puedan ayudarles a formar opinión sobre temas económicos y sociales de la mayor importancia, pero lo que reciben de manera continuada es un auténtico aluvión de informaciones sobre distintos aspectos que afectan a su vida diaria, como las pensiones o el paro, así como sobre otras cuya relevancia no se les explica, como la tasa de crecimiento de la economía mundial. Lamentablemente, raras veces está elaborada dicha información con suficiente rigor, a menudo incluso sin definir con precisión los conceptos utilizados. El problema está especialmente presente en Economía, pero afecta a todas las ciencias sociales. Parte del problema es que se transmite información con excesiva frecuencia, lo que hace que sea habitual que la evaluación que se hace de un determinado aspecto, como el mercado bursátil, la inflación, o el propio crecimiento económico tengan distinto signo en meses sucesivos. *Afortunadamente, raras veces se pone la noticia en perspectiva temporal, con lo cual se crea menos confusión en el sufrido receptor de la misma. No deberíamos prestar una excesiva atención a los datos que se publican frecuentemente, sino más bien a la tendencia que siguen los indicadores a que se refieren, alertando de los cambios que se anticipen en dichas tendencias, y tratando de explicar sus causas y sus implicaciones.*

*Sería mucho más beneficioso asistir a un análisis ocasional de los datos, en la perspectiva de un modelo concreto, que a una mera descripción de todo dato publicado, sin modelos formales, sin las referencias adecuadas y, frecuentemente, incurriendo en serias deficiencias de interpretación.*

Frecuentemente, quienes emiten su opinión, ni siquiera son profesionales acreditados de las materias sobre las cuales opinan, lo cual sucede con especial frecuencia entre quienes desempeñan tareas en la política, y en los medios de comunicación. Lamentablemente, los investigadores estamos excesivamente ausentes, especialmente desde el mundo de la universidad, enfrascados en la persecución de objetivos específicos del mundo académico, definidos de modo endogámico, cuya rentabilidad social es a veces discutible.

Las herramientas de que disponemos los economistas, modelos y datos, generan implicaciones de carácter probabilístico que siempre deberíamos evaluar a posteriori, no solo por deferencia a quienes las escucharon en su momento, sino por la utilidad de la información que proporciona el análisis detallado de las discrepancias entre previsiones y datos observados. Asimismo, es esencial evaluar el grado de incertidumbre que acompaña a las predicciones emitidas, y comunicarla junto con

nuestras predicciones. Al no hacerlo así, facilitamos la trivialización del discurso económico y las críticas, en buena parte merecidas, a nuestro trabajo.

---

<sup>i</sup> Como todos los índices, el IPC evoluciona con relativa suavidad, mientras que la tasa de inflación es el ritmo al cual varía el IPC, generalmente aumentando, o disminuyendo en algunas ocasiones recientes. Cuando se habla de la inflación, ni siquiera se resuelve la ambigüedad acerca de si se refiere al crecimiento de los precios de un mes sobre el anterior, la inflación mensual, o el crecimiento de los precios respecto del mismo mes del año anterior, la inflación anual. Aunque la inflación anual es, generalmente, claramente superior a la inflación mensual, en estos últimos años en los que los precios han mostrado una evolución muy moderada, ambas tasas han sido similares, generando cierta confusión en la difusión de noticias acerca del comportamiento de los precios. Recordemos que algunas cuestiones socialmente tan relevantes como la actualización de las pensiones han estado vinculadas al comportamiento de los precios de los bienes de consumo por lo que es importante saber si estamos hablando de algo que afecta a este mecanismo de actualización de pensiones o, por el contrario, a un comportamiento mensual que puede no tener trascendencia definitiva.

<sup>ii</sup> La distribución normal se conoce también como distribución gaussiana en honor del matemático Carl Friedrich Gauss, aunque fue introducida por el matemático francés Abraham de Moivre en su libro *The Doctrine of Chances* en 1738. Algunos historiadores de la ciencia creen que Gauss pudo haber descubierto la distribución normal de modo independiente unos años después.

<sup>iii</sup> Las tasas de variación de saldos presentan una dificultad adicional cuando se trata de saldos, como el déficit comercial o el déficit por cuenta corriente, o el beneficio empresarial, que pueden pasar de ser positivos a negativos ¿Cómo se calcula entonces la tasa de variación? Si un saldo pasa de valer 50 un año a ser -10 el año siguiente ¿cuál ha sido su tasa de variación? ¿Y si pasa de valer 3 a valer -3 el año siguiente?

Pensemos, también, en lo extraño que resulta afirmar que “la implementación de la política monetaria ha estimulado un reducción del 50% en los tipos de interés hasta el 1%”.

Por último, se olvida con generalidad que una tasa de variación debe asignarse al punto central del periodo de tiempo que se ha utilizado en su cálculo. Así, si comparamos un dato del mes de febrero con el dato de febrero del año anterior, la tasa de variación resultante habría que asignarla al mes de agosto previo. Nos daría el ritmo al que la variable en cuestión estaba creciendo en dicho mes, no el ritmo al que está creciendo en febrero. Si queremos estimar el ritmo de crecimiento actual, deberemos obtener previsiones para la variable hasta el mes de agosto próximo y comparar la previsión para dicho mes con el dato observado en agosto del año anterior (más sobre previsiones más adelante).

<sup>iv</sup> Si el modelo de credit scoring identifica correctamente el 90% de los casos de morosidad y el 90% de los casos en que no se producen dificultades en el servicio del préstamo, y el porcentaje de solicitudes de baja calidad, que darán lugar a retrasos en los pagos, se estima en un 10%, entonces la mitad de los solicitantes que son detectados por el procedimiento de credit scoring como dudosos cuando solicitan su crédito, de nuevo no lo serían. Pero si el procedimiento de credit scoring identifica correctamente a los buenos clientes en un 80% de los casos, con un 20% de falsas identificaciones como potenciales clientes morosos, entonces, tan solo una tercera parte de los solicitantes identificados como potencialmente morosos lo serían. También podríamos aplicar las probabilidades descritas a una situación de detección de fraude fiscal, en el que el método de detección en vigor se ajustase a las probabilidades mencionadas y un 10% de las declaraciones incorporasen algún tipo de fraude. Tendríamos que aproximadamente la mitad de las declaraciones llamadas a ser revisadas no tendrían, en realidad, ningún defecto de cumplimiento de las normas tributarias.

En un tono algo más lúdico, imaginemos que Rafael Nadal gana el primer set en un torneo de tenis al mejor de tres sets, y el locutor hace una afirmación del tipo: “en el 80% de los partidos en que Nadal

---

gana el primer set, termina ganando el partido". En realidad, este tipo de comentarios se escuchan con frecuencia en las retransmisiones televisadas de estos partidos. Pues bien, es muy sencillo comprobar que si los dos tenistas son de la misma calidad y si suponemos que el resultado de un set no influye en el del siguiente, la probabilidad de que quien gana el primer set gane un partido a tres sets es de  $\frac{3}{4}$ . Si quien gana el primer set es el tenista de más nivel, dicha probabilidad será aún más elevada. Por tanto, el comentario del locutor no aporta ninguna información y de hecho, quizá la probabilidad observada que nos anuncia sea inferior a la que deberíamos esperar. Por cierto, bajo los supuestos mencionados, la probabilidad de que el tenista que gana el primer set gane un partido a 5 sets es de 68,7%, y si gana los dos primeros sets, dicha probabilidad se eleva a 87,5%.

<sup>v</sup> Es bien conocida la dificultad de contrastar empíricamente la existencia de relaciones causales entre variables, tema sobre el que existe una enorme literatura en distintas áreas científicas, y sobre el que nos ilustran Jaime Terceiro ("Causalidad en las Ciencias Sociales", 2015) y Juan Arana ("Los sótanos del universo", 2012, Biblioteca Nueva, ed. Siglo XXI), entre otros. Pues bien, un modelo impone relaciones causales, unidireccionales o bidireccionales, o la ausencia de las mismas, basándose en una determinada visión conceptual del fenómeno en estudio, y deriva sus implicaciones de modo condicional en tales supuestos.

<sup>vi</sup> La política económica responde generalmente a un problema de optimización; en dicho problema se pretende optimizar una función objetivo actuando sobre unos instrumentos y estando sujeto a unas determinadas restricciones, que recogen el modo en que la intervención sobre los instrumentos se transmite al objetivo buscado. El modelo económico es, precisamente, la especificación de dichas restricciones. La solución de dicho problema determina el nivel que debe tomar el instrumento para alcanzar el valor óptimo del objetivo, y proporciona asimismo el nivel óptimo que es posible alcanzar del objetivo deseado, una vez puesta en práctica dicha política. En realidad, el proceso lógico de buscar el valor óptimo de una función objetivo, que podemos querer maximizar o minimizar, según su naturaleza, estando sujetos a unas restricciones, y actuando sobre unos instrumentos bajo nuestro control subyace a la toma de decisiones que continuamente tomamos en nuestra vida diaria. En otras ocasiones, la autoridad económica busca un determinado valor numérico del objetivo, más que un valor óptimo; por ejemplo, una tasa de inflación del 2%. En tales casos, no se trata de resolver un problema de optimización, sino de resolver el propio modelo económico, forzando en el mismo el valor deseado de la variable objetivo y encontrando los valores numéricos de los instrumentos que permiten alcanzarlo. Generalmente, puede haber más de una solución, es decir, puede haber distintas combinaciones de los instrumentos que permitan alcanzar el valor deseado de la variable objetivo; ello dependerá del número de objetivos y de instrumentos, como fue estudiado por J. Tinbergen. Debe haber al menos tanto instrumentos como objetivos; cuando el número de instrumentos es superior al número de objetivos, puede haber múltiples diseños de política económica que logren el mismo conjunto de objetivos.

<sup>vii</sup> También puede tratarse de una política de precios por parte de una empresa con poder de mercado.

<sup>viii</sup> El modelo puede incluir también como variables explicativas valores en trimestres anteriores de algunos de estos determinantes, dado que sus efectos pueden no transmitirse al crecimiento económico inmediatamente, en el mismo trimestre. Asimismo, puede incluir entre las variables explicativas algún valor pasado de la propia variable endógena, cuya evolución se quiere explicar. Tendríamos en este último caso un modelo dinámico, cuya estimación por mínimos cuadrados no sería estadísticamente consistente si el componente no explicado por el modelo tiene autocorrelación, es decir, si está correlacionado consigo mismo a través del tiempo.

<sup>ix</sup> O utilizando los valores numéricos que para este componente no explicado hayamos obtenido en el proceso de estimación del modelo a lo largo del periodo muestral, en técnicas que se conocen como bootstrapping.

<sup>x</sup> En una interpretación puramente frecuentista de la probabilidad

<sup>xi</sup> Extrayendo aleatoriamente, para cada trayectoria, valores numéricos para dichos parámetros a partir de la distribución conjunta que para los mismos se haya caracterizado en el proceso de estimación del modelo

---

<sup>xii</sup> En este ejercicio he incorporado la incertidumbre acerca del modelo, utilizando dos modelos diferentes, ambos con la misma estructura econométrica, pero uno estimado únicamente con datos hasta el tercer trimestre de 2018, ya que el cuarto trimestre tiene aún una naturaleza provisional y otro, estimado incluyendo también el dato de dicho trimestre. También he incorporado la incertidumbre acerca del componente no explicado por el modelo, pero no la incertidumbre paramétrica. Por otra parte, en este modelo sencillo no procede tratar la incertidumbre acerca de los escenarios futuros de las variables explicativas.