

POLÍTICAS PARA LA INTEGRACIÓN DEL JUICIO EXPERTO Y LOS PRONÓSTICOS ESTADÍSTICOS EN EL MARCO ORGANIZACIONAL

JUAN DAVID VELÁSQUEZ H.
Instituto de Energía, Universidad Nacional de Colombia

ISAAC DYNER R.
Instituto de Energía, Universidad Nacional de Colombia

REINALDO C. SOUZA
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Fecha de recepción: 13-6-2005

Fecha de aceptación: 11-8-2006

ABSTRACT

It has been long recognized, the importance of prediction in decision making, and evidences have been found about the one of most effective methods is the adjustment of forecasts based on mathematical models using judgement. Notwithstanding, it exists an amount of factors that might affect the quality and credibility of the predictions; in this work, the factors related with the organization politics are examined, and several strategies are proposed for their mitigation.

KEYWORDS

Forecasting, Organizational Strategies, Judgement, Mathematical Modeling

RESUMEN

Ha sido ampliamente reconocida la importancia de la predicción en la toma de decisiones, y se han encontrado evidencias de que uno de los métodos más efectivos es el ajuste de los pronósticos obtenidos a partir de modelos matemáticos usando juicios informados. No obstante, existe una amplia cantidad de factores que pueden afectar la calidad y credibilidad de las predicciones; en este trabajo se examinan aquellos factores relacionados con las políticas organizacionales, y se proponen varias estrategias para su mitigación.

PALABRAS CLAVE

Predicción, Estrategia Organizacional, Juicio Experto, Modelado Matemático

Clasificación Colciencias: B

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de la estructura organizacional de una empresa, la importancia de cada cargo es medida en virtud del impacto empresarial de las decisiones que enfrenta, de manera, que cada vez se presta una mayor atención a la forma en que se realizan las decisiones, y a los insumos de información requeridos para tomarlas (Figura 1). Dentro de este contexto, la predicción ha jugado un rol fundamental en aspectos como el marketing, la planeación de la producción, la definición de niveles de inventario, la programación de compras o el Top Management (Makridakis, Wheelwright y McGee, 1983); más aún, Sanders (2005) señala que existe una presión creciente por tener cada vez pronósticos más precisos en respuesta a la competitividad del mercado, por lo que la capacidad para obtenerlos se ha vuelto más una tarea crítica que una ventaja competitiva (Armstrong, 2001; Fildes y Hastings, 1994). Esta presión ha impulsado el desarrollo de métodos cada vez más sofisticados especialmente en el campo de la estadística y la econometría [véanse, por ejemplo, las recopilaciones realizadas por Hamilton (1994) o Granger y Teräsvirta (1993)], aunque contradictoriamente, Bunn y Wright (1991) han encontrado evidencias indicando que en las organizaciones existe una mayor credibilidad en las opiniones de los expertos, que en los pronósticos obtenidos por métodos estadísticos o matemáticos. Ello puede ser explicado, en parte, por la brecha existente entre los pronosticadores, quienes poseen usualmente un énfasis técnico en el pronóstico, y los usuarios, quienes usan los pronósticos con un énfasis empresarial para la toma de

Figura 1: El pronóstico como parte de un todo en la organización



Fuente: Elaboración propia

decisiones. En este sentido, existe poca comprensión por parte de los gerentes y administradores sobre las técnicas de predicción, y el proceso de construcción de pronósticos, que es una tarea compleja cuyo éxito depende de una adecuada integración de sus diferentes fases, entendiéndola como una aproximación científica que busca construir una suposición sobre un evento futuro, a partir de eventos pasados y otras evidencias. En el sentido contrario, los pronosticadores toman una posición lejana respecto a las necesidades de información de los administradores y gerentes, y del problema real de la predicción desde un punto de vista empresarial.

Aunque se han realizado muchas investigaciones en el campo académico sobre el tema, este trabajo presenta la problemática de la predicción de variables económicas y financieras desde un punto de vista gerencial y administrativo, buscando que el lector novicio en esta problemática, gane una comprensión global sobre los diferentes aspectos prácticos que influyen de forma crítica sobre

su calidad; asimismo, que se tenga una mayor comprensión sobre las ventajas y limitaciones de la opinión experta y el modelado matemático, así como de las formas más efectivas en que pueden ser integrados.

Para lograr este objetivo, este documento se encuentra organizado de la siguiente forma: en la Sección 2 se discuten las dificultades inherentes a la predicción de variables económicas y financieras, mientras que en la Sección 3 se plantean las principales fortalezas y desventajas del juicio experto, los modelos matemáticos, y las técnicas usadas para combinarlos respectivamente; seguidamente en la Sección 4, se sugieren políticas empresariales basadas en las falencias que han encontrado distintas investigaciones, las cuales permiten la obtención de pronósticos más precisos al interior de la organización. Las conclusiones son presentadas finalmente en la Sección 5.

2. DIFICULTADES DE LA PREDICCIÓN DE VARIABLES ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

La predicción como una actividad intelectual humana, puede definirse como un juicio sobre el futuro, el cual está basado en las experiencias personales pasadas, la información histórica disponible y los mecanismos de razonamiento que utiliza la mente humana para emitir sus juicios (Hogarth, 1994). Ya sea realizada a través del juicio informado o mediante el uso de técnicas estadísticas, la predicción implica el uso de un modelo mental o matemático que representa el conocimiento que el modelador/pronosticador ha adquirido sobre el funcionamiento de un sistema real (que puede representar un mercado

o una industria) a través de su experiencia, para determinar cuál es la evolución más probable en un determinado momento. No obstante, dicho comportamiento es dictaminado por diversos factores que se relacionan de forma compleja (Sterman, 2000), haciendo que el modelo usado para la predicción sólo pueda ser construido a través de un proceso de agregaciones, simplificaciones y conjeturas sobre la dinámica que gobierna el sistema real, dificultando la tarea de elaborar los pronósticos, así como comprometiendo su precisión.

Ha sido ampliamente aceptado que existen diferentes barreras de aprendizaje que dificultan o imposibilitan el descubrimiento de las leyes que gobiernan el comportamiento de los sistemas reales; ellas han sido objeto de estudio de diferentes disciplinas tales como la dinámica de sistemas, la psicología y las ciencias de la decisión. Particularmente, Sterman (2000) indica que, en general, las barreras que dificultan el aprendizaje sobre el funcionamiento de los sistemas reales (y dentro de ellos los mercados financieros y los sistemas económicos) están relacionadas con el hecho de que ellos exhiben una complejidad dinámica debido a su cambio constante; las fuerzas que gobiernan su comportamiento interactúan constantemente entre sí, y a causa de ello se presenta un proceso de realimentación que modifica constantemente el sistema; las acciones de un actor inducen usualmente no-linealidades en el sistema, ya que los efectos ocasionados raramente son proporcionales a ellas; existe igualmente una dependencia de la historia reciente, en el sentido de que muchas de las acciones de los actores son irreversibles, y es

imposible dar una completa marcha atrás; consecuentemente, y debido a los procesos de realimentación y a la dependencia de los hechos pasados, las acciones de los distintos actores sufren un proceso de amplificación que cambia el mundo real en alguna forma, usualmente en algún punto distante en el tiempo; la adaptación, entendida como el proceso de cambiar los propios hábitos para sacarle el mejor partido al entorno, causa que diferentes actores posean una posición dominante sobre el rumbo de comportamiento que el sistema toma, de acuerdo con las condiciones particulares del mundo en un momento determinado.

Consecuentemente, las dificultades inherentes a la comprensión del mundo real se reflejan en los modelos usados para representarlos, de tal forma que ellos (los modelos) sólo son imitaciones imperfectas, realizadas a partir de simplificaciones, agregaciones, abstracciones y datos medidos de forma inexacta, lo que implica la imposibilidad de modelar, y por ende, predecir de forma perfecta el comportamiento de los sistemas reales.

A modo de clasificación, las barreras que impiden y limitan la predicción de variables financieras y económicas podrían agruparse según los siguientes aspectos:

1. La complejidad del mercado y las limitaciones para el procesamiento de la información que tiene la mente humana.
2. Las políticas organizacionales sobre la preparación de pronósticos.
3. Los procesos de pronóstico.
4. La socialización de experiencias

5. Las falencias conceptuales y las limitaciones propias de los métodos de pronóstico.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Sobre condiciones estables del sistema en el corto plazo y baja incertidumbre, los pronósticos son una aproximación robusta que permite la reducción de incertidumbre necesaria para tomar decisiones (Lindgren y Bandhold, 2003, pág 23). Pueden definirse como una aproximación cuantitativa a un futuro probable, que es construido de forma condicional a la permanencia de las condiciones actuales del sistema estudiado, convirtiéndose en una perspectiva parcial y pasiva de un futuro basado en el pasado. No obstante, en la medida en que la predicción es más lejana en el tiempo, su incertidumbre se hace mayor hasta carecer de valor práctico, ya que oculta los riesgos inherentes del sistema modelado, los cuales están relacionados con la falta de comprensión sobre las interacciones entre sus distintos actores y las acciones que ellos pueden tomar como agentes autónomos en sus decisiones dentro del sistema. En el campo del planeamiento estratégico, los pronósticos pueden ser usados como un insumo para la construcción de escenarios.

3.1 Fortalezas y debilidades del juicio experto

Una de las formas más eficaces de producir pronósticos es a través de los juicios informados. Han gozado de una amplia credibilidad empresarial, debido especialmente a que el experto incorpora en el juicio emitido sus creencias sobre la variable pronosticada, su experiencia (hechos

pasados que no están presentes en la información histórica, y que son difíciles de incorporar dentro de los modelos matemáticos), así como la información contextual y cualitativa que posee sobre eventos futuros que pueden afectar su comportamiento, tal como es el caso de información privilegiada sobre cambios en políticas gubernamentales, o la presencia de situaciones o hechos atípicos en el mecanismo de formación de los precios en un mercado. El uso del juicio experto implica la conversión de juicios cualitativos en valores numéricos que corresponden a los pronósticos propiamente dichos.

La emisión de juicios es algo intuitivo para el ser humano, por lo que este tipo de pronóstico no requiere un entrenamiento previo en una metodología específica; en consecuencia, los pronósticos son realizados en menos tiempo y con mayor facilidad que aquellos construidos usando herramientas matemáticas. No requieren equipos de cómputo costosos, ni la adquisición de licencias de software. No obstante, se hacen notoriamente difíciles en la medida que aumenta la cantidad de factores a considerar, y que las relaciones entre los factores se hacen más complejas; ello causa que la precisión del pronóstico se degrade rápidamente.

La generación del pronóstico implica que el experto ha realizado un proceso de aprendizaje basado en la observación y el descubrimiento de las características del sistema donde se desarrolla la variable de interés, y de las propiedades de esta, así como de otras que pueden explicar su comportamiento, generando como resultado un modelo mental que representa la dinámica del sistema.

Las limitaciones propias de la mente humana obligan a que el juicio sea basado en un modelo mental simplificado adquirido a través de la experiencia personal, y que representa el conocimiento subjetivo que el experto posee. En consecuencia, el pronóstico se ve afectado por las mismas limitaciones que afectan la mente humana y se hace necesario considerar los aspectos psicológicos que intervienen en los procesos de emisión de juicios y decisiones humanas (Hogarth, 1994; León, 1994).

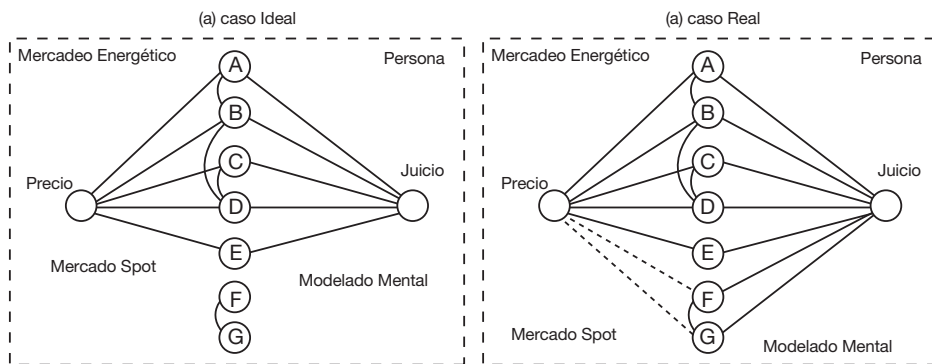
El modelo de lentes de Brunswik presentado en la Figura 2 explica este aspecto. En las Figuras 2a y 2b, el lado izquierdo representa el mercado (en este caso un mercado energético, y dentro de éste el mercado spot o de corto plazo) donde se observa la variable de interés (el precio de la energía), así como otras variables A, \dots, G presentes en el mercado. El lado derecho de cada Figura corresponde a la persona, la cual emite un juicio que representa la predicción del precio. El precio es determinado por las variables A, \dots, E , las cuales están interrelacionadas entre sí; dichas dependencias son representadas por las líneas y los arcos. En el caso ideal (véase la Figura 2a), el experto aprende las relaciones correctas de causalidad e interdependencia entre las variables explicativas y el precio, así como el tipo (directo o inverso) y la magnitud de su efecto sobre la correspondiente variable explicada; las relaciones percibidas son representadas en la Figura 2a por las líneas continuas que unen las variables causales con el juicio. Así para producir un pronóstico, se tienen en cuenta la historia pasada de los precios y las variables explicativas (A, \dots, E),

usándolas como puntos de referencia ya conocidos a partir de los cuales se genera el pronóstico como tal a partir de este modelo mental correcto. Se inicia entonces un proceso cíclico en que el experto confronta sus pronósticos con la evolución real, de tal forma que el modelo mental es depurado y ajustado. Sin embargo, el caso real dista mucho del caso ideal (véase la Figura 2b) las limitaciones de la mente humana impactan a lo largo de las fases del pronóstico deteriorando su calidad. Durante la fase de aprendizaje, el experto debe identificar el conjunto de variables explicativas de la evolución de los precios; sin embargo, a diferencia del caso ideal, pueden ocurrir dos desviaciones: por un lado, puede considerar como explicativas a variables que realmente no tienen relación con la evolución de los precios spot, ya que percibe una correlación ilusoria (variables *F* y *G*), la cual se representa en la Figura 2b como líneas punteadas; mientras que por el otro, puede ignorar variables que realmente pueden explicar el comportamiento de los precios, debi-

do a que tal relación no es fácilmente visible. Las relaciones de causalidad que el experto percibe se representan por las líneas continuas entre el juicio y las variables. Durante la emisión de los pronósticos, se realiza un proceso de comparación de la evolución actual de las variables que permiten explicar el comportamiento del sistema, con puntos de referencia ya conocidos, y a partir de dichos resultados se realiza el pronóstico propiamente dicho usando el modelo mental previamente elaborado. Usualmente esta segunda fase es cíclica, realizándose un proceso de realimentación entre el entorno y el experto, donde el modelo mental es ajustado con base en la precisión de los pronósticos realizados.

Así, la mente humana puede ser considerada como un sistema imperfecto de procesamiento de información cuyas características impactan a lo largo de las fases del pronóstico, deteriorando su calidad. Las principales fuentes de desviaciones y sesgos en el pronóstico están relacionadas con los siguientes aspectos:

Figura 2: Modelo de lentes de Brunswik.



Fuente: Elaboración propia

- Hay un proceso selectivo donde la información que es considerada como no relevante es desechada. Esto implica que el proceso de percepción es dinámico, y que el individuo no actúa de una manera pasiva ante la información que llega. En realidad, la mente se encuentra en un proceso de buscar lo que se espera ver. El aprendizaje es en sí mismo un mecanismo de modificación del proceso de selección de información realizado por la mente, en el cual lo entendido es usado para interpretar y seleccionar nuevos hechos considerados como relevantes. El procesamiento secuencial de la información percibida, que refleja el mecanismo con el cual la nueva información obtenida es integrada con el conocimiento existente, puede formar apreciaciones diferentes sobre los mismos hechos en momentos diferentes del tiempo. En este mismo sentido, el orden en que se recibe la información cambia la percepción de ella. Consecuentemente, el experto puede incluir variables explicativas del proceso que no tienen relación con la variable pronosticada, debido a que percibe correlaciones ilusorias entre ellas, al igual que excluye variables porque dicha relación no es fácilmente visible. El proceso se dificulta cuando hay relaciones de causalidad entre las variables explicativas. En este mismo contexto, los juicios son elaborados con base en los hechos que son más fácilmente recordados, primando la información concreta sobre la abstracta; ello implica que las no ocurrencias de un evento son ignoradas en la predicción. La evocación de los sucesos para realizar las diferentes comparaciones es selectiva, esto es, los hechos son sólo recordados parcialmente, lo que conlleva seguir líneas de razonamiento diferentes ante situaciones semejantes.
 - El modelo mental es construido con base en un número de simplificaciones, agregaciones e hipótesis sobre proceso real, necesarias para poder llevarlo hasta un nivel de simplificación suficiente a partir del cual pueda realizar su representación mental. Los éxitos o fracasos en la predicción, así como nuevas experiencias lo modifican, de tal forma que es prácticamente imposible realizar una estrategia consistente de juicios sobre un conjunto repetitivo de casos.
 - La precisión del pronóstico se ve afectada por las características individuales, y la estructura del ambiente donde se realizó el aprendizaje, y las condiciones actuales en las cuales se realiza la predicción. Esto es, ante condiciones similares del ambiente, el pronosticador puede emitir juicios diferentes, los cuales en realidad deberían ser similares. En este mismo sentido, se pueden generar confianzas injustificadas cuando el experto realiza varias predicciones certeras, generándose una ilusión de control sobre el sistema o la variable pronosticada, así como el efecto contrario al producirse una secuencia de fracasos.
- Una de las principales consecuencias de los puntos anteriores, es que el ambiente sea percibido como probabilístico o posibilístico, esto es, el modelo mental usado para inferir

el comportamiento de la variable de interés, no es capaz de dar cuenta por los cambios que se dan en ella, ya que son sólo parcialmente explicados por las variables consideradas como relevantes; esto implica que la característica de probabilístico depende realmente de la mente humana, y no es una propiedad intrínseca del ambiente.

Esta problemática ha sido ampliamente estudiada tanto por la Psicología como por la Ingeniería del Conocimiento, y desde el punto de vista de esta última, el modelo mental que construye el experto está basado en un conjunto de reglas heurísticas, donde cada una tiene la forma:

SI < antecedentes > ENTONCES < consecuentes >

donde los resultados son obtenidos a partir de un proceso de razonamiento basado en similitudes en donde todas las reglas heurísticas aportan a la solución final. La precisión del modelo para pronosticar la variable de interés depende de la fidelidad con que se represente el sistema real, y aún si se considera que se han elegido correctamente las variables relevantes que se incorporarán en las reglas, los resultados se ven afectados por las simplificaciones mismas que implica tener un sistema basado en reglas heurísticas para aproximar el comportamiento del proceso.

Uno de los principales problemas que deterioran la calidad de los pronósticos usando juicio experto, es que estos no son el resultado de un proceso sistemático de razonamiento que garantice que los juicios emitidos

sean defendibles, argumentables y soportados por evidencias, tal que permitan su documentación para realizar procesos futuros de reevaluación y revisión, y así producir un aumento de su calidad.

Por su parte, Goodwin y Wright (1994) encontraron que en el pronóstico de series temporales, el experto debe realizar una representación mental de la serie, la cual no es necesariamente utilizada para producir el pronóstico; en su lugar, el experto usa heurísticas que le permiten simplificar el problema hasta una escala que sea comprensible, para así poder emitir el pronóstico. Adicionalmente, las descripciones subjetivas de las políticas de juicio del experto son imperfectas (Harries y Harvey, 2000), dificultando un proceso de documentación que permita la evaluación ex-post de los pronósticos.

3.2 Fortalezas y debilidades del modelado matemático

Diferentes metodologías de predicción basadas en el modelado matemático se han desarrollado en las últimas décadas. Estas pueden ser clasificadas en dos vertientes: en la primera intenta proveer mecanismos que ayuden al experto a racionalizar el proceso de selección de variables relevantes y construcción de pronósticos, permitiendo depurar el conocimiento explícito que hay sobre la variable financiera o económica considerada; mientras que en la segunda vertiente se intenta limitar o eliminar la participación del juicio del experto, por lo que se intenta construir los modelos a partir del conocimiento oculto presente en la información histórica.

Dentro de la segunda vertiente, se encuentran los modelos estadísticos, econométricos y las técnicas de inteligencia artificial, que intentan realizar el proceso de construcción del modelo de predicción mediante alguna técnica sistemática que pueda superar algunas de las falencias del pronóstico basado en juicios. Sin embargo, a cambio de eliminar o disminuir los problemas encontrados en la elaboración de pronósticos basados en el juicio del experto, se debe incorporar una fuente de experticia en el dominio conceptual y aplicado de dichas metodologías. Retornando a la Figura 2, se busca que los modelos matemáticos, y su estrategia de formulación, especificación y aceptación permitan seleccionar aquellas variables que realmente tienen influencia sobre la variable pronosticada, y cuantificar adecuadamente las relaciones de causalidad existentes en la realidad.

Particularmente, los pronósticos estadísticos se caracterizan por ser basados en métodos objetivos y consistentes, que permiten manejar una gran cantidad de información y considerar una gran cantidad de variables que interactúan de forma compleja (Sanders, 2005). Dentro del modelado matemático, los métodos de predicción de series temporales son frecuentemente usados, ya que la evolución de muchas variables financieras y económicas es asimilable a una serie temporal.

Formalmente, el objetivo del análisis y el pronóstico de series temporales, es modelar las relaciones de dependencia de las propiedades estadísticas de una variable y_t , respecto a un conjunto de variables explicativas x_t con base en el grupo de observaciones

ordenadas temporalmente $\{y_t, x_t\}_{t=1}^T$.

El conjunto de variables explicativas x_t puede estar formado tanto por observaciones rezagadas de y_t como por variables exógenas explicativas del comportamiento de la serie temporal, e igualmente puede incluir la variable tiempo t . Se asume que el proceso generador de las observaciones puede ser descrito por:

$$y_t = f(x_t) + \varepsilon_t \sqrt{g(x_t)} \quad (1)$$

donde el término aleatorio ε_t recoge la influencia de otras variables no incluidas en x_t . Asumiendo que ε_t sigue una distribución con media cero y varianza unitaria, su valor esperado es igual a cero, mientras que su varianza es igual a $g(x_t)$, que representa la incertidumbre inherente en la obtención del valor real de y_t . En la predicción estadística de series temporales se pretende construir funciones $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$ que aproximen con suficiente precisión a las funciones desconocidas $f(\cdot)$ y $g(\cdot)$, tal que la serie de observaciones pueda ser aproximada como:

$$y_t = \hat{f}(x_t) + \hat{\varepsilon}_t \sqrt{\hat{g}(x_t)} \quad (2)$$

El proceso de construcción y especificación de la ecuación 2 es dependiente del objetivo final perseguido: en la caracterización de la serie temporal, el modelo es usado como un medio que permite entender e interpretar mejor el mecanismo que genera la variable económica o financiera estudiada, y aspectos, como la disponibilidad futura de información sobre las variables explicativas, no son tenidos en cuenta; sin embargo, durante la construcción de modelos de predicción de corto o largo plazo, aspectos como la incertidumbre inherente a las variables

explicativas juegan un papel fundamental, de tal forma, que ellas son solamente incluidas, cuando se deriva una ganancia suficientemente grande en la precisión del pronóstico de y_t y existe mucha certeza sobre sus valores futuros. El proceso de construcción de la ecuación 2 implica que el proceso generador de y_t es estable en el tiempo, por lo que las funciones $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$ son válidas para la construcción de pronósticos; y adicionalmente que la serie de observaciones contiene suficiente información para realizar la estimación de $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$. Ambas hipótesis son cumplidas de forma parcial por muchas series reales, pero usualmente son violadas en un mayor grado cuando las series temporales provienen de sistemas sociales tales como los mercados financieros o los sistemas económicos.

En la construcción de pronósticos se calculan los valores $\{y_t, x_t\}_{t=T}^{T+k}$ mediante la aplicación de las funciones $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$ al conjunto de regresores: $\{x_t\}_{t=T}^{T+k}$, en un horizonte de predicción de k períodos de tiempo, de tal forma, que ellos son sólo la extrapolación de las relaciones históricas entre x_t y y_t , las cuales están representadas implícitamente por los datos $\{y_t, x_t\}_{t=1}^T$. Este es un peligro que ya ha sido señalado por Harvey (1989, p. xi):

... it is always very difficult to predict the future on the basis of the past. Indeed it has been likened to driving a car blindfolded while following directions given by a person looking out of the back window ...

haciendo imposible que se pueda anticipar un cambio en la serie causado por un cambio en el sistema únicamente a partir de $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$.

Se hace necesario entonces, que el pronosticador incorpore dentro de la predicción, el conocimiento subjetivo (información contextual y cualitativa) que posee sobre los cambios que pueden afectar la evolución de la variable financiera o económica estudiada. Uno de los mayores inconvenientes es que usualmente esta información contextual o subjetiva es un conocimiento cualitativo, el cual debe ser reducido a cantidades numéricas para poder ser incorporado en el modelo, agregando una nueva fuente de error dentro del pronóstico, ya sea por la sobrevaloración o subvaloración de los efectos de las variables explicativas externas.

Igualmente, muchas de las metodologías usadas para la especificación de $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$ no incorporan el efecto del tiempo sobre la validez de las observaciones. Este principio indica que las observaciones más recientes son más valiosas para construir el pronóstico que aquellas más rezagadas en el tiempo, lo que es especialmente importante en la modelación de series temporales que provienen de sistemas económicos que evolucionan constantemente en el tiempo.

Por otra parte, en el proceso de evaluación ex-post de los pronósticos emitidos versus las nuevas observaciones de la serie temporal, el pronosticador debe juzgar el desempeño de $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$. En el caso en que se presenten discrepancias grandes entre los valores observados y pronosticados, debe decidirse si es necesaria la especificación de nuevas funciones $\hat{f}(x_t)$ y $\hat{g}(x_t)$ usando la nueva información disponible, o si los valores observados son solamente valores

extremos pero posibles, que no implican en ningún caso una pérdida de calidad del modelo. Este proceso de decisión está basado principalmente en los juicios del pronosticador, por lo que puede estar viciado por sesgos y errores de apreciación previamente discutidos.

Por otra parte, ha sido ampliamente reconocido que muchas variables financieras y económicas siguen una dinámica no lineal cambiante en el tiempo. En virtud de ello, muchas técnicas de modelado no lineal han sido desarrolladas durante los últimos treinta años; sin embargo, no ha sido posible desarrollar metodologías universalmente aplicables, y más aún, existe poca experiencia en la aplicabilidad de muchos de los modelos propuestos a casos reales de pronóstico, de tal forma que deben invertirse aún muchos recursos en su estudio (Granger y Teräsvirta, 1993).

Este tipo de pronóstico se caracteriza por:

- Estar basados en la información histórica, ya que requieren estos datos para diagnosticar el tipo de modelo, y posteriormente realizar la determinación de los parámetros.
- Ser costosos en cuanto a su proceso de producción, ya que pueden requerir software específico y equipos de cómputo, así como otros recursos necesarios para cumplir con las diferentes tareas previas a su uso, tal como la preparación de información, la validación de resultados, etc.
- Usar personal calificado para su uso, lo que implica que éste debe

pasar por un entrenamiento previo, tanto en las metodologías empleadas como en las herramientas de cómputo, ya que su uso requiere conocimiento muy específico en la metodología y en la interpretación de resultados.

- Realizar simplificaciones mucho menores del problema comparativamente con el juicio experto, debido a que estos modelos usualmente pueden manejar de forma simultánea muchos más parámetros que el experto, y determinar las relaciones entre las variables consideradas como explicativas y la variable pronosticada. Estas relaciones se reflejan en los parámetros estimados del modelo.
- Son objetivos en cuanto a su parte matemática se refiere, ya que están basados en pruebas estadísticas y otros elementos que no requieren intervención del juicio experto, tales como pruebas de confianza.
- Son susceptibles a errores de modelado en las partes donde se requiere la intervención del experto.
- No incorporan información contextual o cualitativa, ya que sólo se basan en la historia pasada, por lo que no pueden prever cambios en la dinámica del proceso como la implantación de nuevas políticas.
- Requiere la intervención del experto dentro de ciertas fases de su construcción; sin embargo, muchas de ellas han sido reemplazadas por procesos automáticos, tal como se evidencia en muchas herramientas comerciales para el pronóstico de series temporales.

3.3 Fortalezas y debilidades de la integración entre el juicio experto y los modelos matemáticos

Las fortalezas del pronóstico basado en juicios informados están basadas en su habilidad de incorporar dentro del modelo mental elementos contextuales y cualitativos de información, que usualmente es un problema mayor en los métodos estadísticos de pronóstico. Sus debilidades están relacionadas con las limitaciones propias de la mente humana haciendo que los modelos puedan llegar a simplificarse demasiado para que sus pronósticos sean valiosos. Por otra parte, los modelos estadísticos ofrecen alternativas de solución a algunos de sus problemas fundamentales, pero carecen de su habilidad para manejar información subjetiva. De ahí que ambas técnicas ofrecen características complementarias que pueden aumentar la precisión de los pronósticos ostensiblemente (Blattberg y Hoch, 1990).

Diversos métodos han sido propuestos para la combinación de los pronósticos obtenidos usando técnicas estadísticas y juicio informado, siendo una de las formas más sencillas, su simple promedio aritmético. Igualmente, es posible utilizar el juicio informado como una variable de entrada del modelo matemático, aunque su práctica es poco común en las organizaciones; no obstante, técnicas como la Lógica Difusa proveen herramientas para reducir a valores numéricos las opiniones de los expertos; aunque hace falta mucha investigación sobre este aspecto, de tal forma que se puedan determinar las ventajas reales de este tipo de aproximaciones.

Bunn y Salo (1996) indican la necesidad de ajustar los pronósticos basados en datos a través de un proceso de juicio informado, cuando se han omitido variables explicativas por alguna de las siguientes razones: no existe suficiente información para ser estimadas; son altamente colineales con otras; son cualitativas de naturaleza subjetiva; o no han sido importantes en el pasado. Sanders y Manrodt (1994) han encontrado evidencias sugiriendo que la práctica empresarial más común es el ajuste de las predicciones estadísticas a partir de opinión experta; este método se conoce en la literatura como intervención del pronóstico. Por otro lado, Goodwin (2000), sugiere que los expertos tienden a realizar ajustes gratuitos en los pronósticos, deteriorando la calidad de los pronósticos.

La combinación de pronósticos posee las siguientes ventajas:

- Se pueden integrar dentro del modelo matemático de pronóstico, información contextual, cualitativa o cuantitativa que afecta la evolución futura de la variable en estudio, que puede incluir los efectos de variables explicativas cuantitativas que no pudieron ser incorporadas en el modelo, debido a su poca importancia en el pasado o por la imposibilidad de pronosticarlas cuando se construyó el modelo; variables cualitativas de difícil medición; variables que no existían durante la construcción del modelo; cambios estructurales que han ocurrido, y para los cuales no se cuenta con suficiente historia para especificar nuevamente el modelo o calibrar sus parámetros.

- En el pronóstico, el experto puede confrontar sus juicios contra los resultados del modelo, de tal forma que este tiene una realimentación sobre sus apreciaciones fomentando el aprendizaje.
- Durante el proceso de construcción del modelo de pronóstico, el experto reevalúa su entendimiento del proceso con base en los resultados obtenidos durante sus distintas fases de construcción.

4. POLÍTICAS EMPRESARIALES QUE PUEDEN MEJORAR LOS RESULTADOS DEL PRONÓSTICO

En los puntos anteriores se ha discutido la importancia del pronóstico a escala empresarial, así como las principales ventajas y debilidades de las metodologías más comunes, desde el punto de vista del individuo. No obstante, la elaboración de pronósticos es una tarea que debe ser entendida como un proceso organizacional, de tal forma que resulta aún más importante el entendimiento de su rol, y la generación de políticas empresariales que garanticen su efectividad.

La parte final de este trabajo está dedicada a discutir algunas estrategias empresariales que pueden permitir a la organización un uso más eficiente, racional y eficaz de los pronósticos en sus procesos de toma de decisiones, de tal forma que el know-how al interior de la organización se convierta en un activo patrimonial. Las recomendaciones presentadas están orientadas al desarrollo de políticas que permiten corregir muchas de las desviaciones y sesgos previamente considerados.

4.1 Reconocimiento de la importancia del rol de la predicción

La elaboración de pronósticos y su constante mejoramiento debe ser una orden directa de la gerencia. Los administradores y gerentes deben entender la importancia del pronóstico en la toma de decisiones, así como las implicaciones económicas y financieras relacionadas con la magnitud de los errores de las predicciones en términos de su impacto sobre las políticas de la organización. Esto genera una concepción de la predicción como un proceso formal de la organización destinado a la solución de ciertos problemas determinados, más que de una de tantas tareas que realiza un individuo. Cabe recordar que la predicción sin un fin claro y específico resulta inútil.

4.2 Los modelos de predicción deben ser desarrollados para fines específicos

Un error fundamental de las organizaciones, es pensar que se pueden desarrollar modelos complejos que representan todos los aspectos de un sistema, y que a través de su operación se pueden obtener las diferentes predicciones requeridas en los procesos de toma de decisiones. Esta práctica va en detrimento de la calidad de los pronósticos obtenidos, y dificulta también el cumplimiento de los plazos previstos, así como el desarrollo y mantenimiento de los modelos como tales. Armstrong (2005) ya ha indicado que el uso de conocimiento específico y una estructuración adecuada del problema de predicción puede mejorar ostensiblemente la calidad de los pronósticos.

4.3 El desarrollo de modelos de predicción no es un proyecto aislado

Los gerentes y administradores de las organizaciones deben entender que la implementación de un modelo de predicción no es un proyecto que se inicia bajo la formulación del problema, y finaliza una vez se tenga la implementación del modelo y un protocolo para realizar las predicciones. Solamente un estudio profundo sobre su desempeño, realizado a partir de la validación de sus resultados versus la realidad permite que este sea afinado; igualmente, los cambios en el ambiente que soporta la organización deterioran la calidad de los modelos de predicción, de tal forma, que es necesaria su revisión y ajuste a las condiciones particulares del ambiente en cada momento determinado. Inclusive, los cambios pueden ser tan drásticos que hacen los modelos inapropiados, haciendo necesario el desarrollo de nuevas aproximaciones al problema.

4.4 Los modelos de predicción no deben usarse aisladamente

Si bien, los modelos de pronóstico permiten obtener una visión cuantitativa de un futuro probable, su mayor valor organizacional es alcanzado cuando son usados en conjunto con otras herramientas que permitan un análisis del problema de decisión, con una perspectiva integral.

4.5 Las técnicas de modelado deben usarse desde la concepción del problema

Antes de la definición del problema de predicción, debe analizarse detenidamente el problema decisorio. Diferentes herramientas para la modelación

de sistemas podrían ser de utilidad; igualmente, ello permite una mejor comprensión de los requerimientos que se harán a los pronósticos para que ellos sean realmente útiles para la organización. Es ampliamente recomendable que se asuma una posición escéptica respecto a la utilidad de los pronósticos en la solución del problema abordado, estableciendo los beneficios de realizar la predicción, en términos de reducción de la incertidumbre en el corto plazo, o conocimiento adquirido.

4.6 Generación de una infraestructura para realizar pronósticos

4.6.1 El rol del pronosticador como una profesión de carrera

En muchas organizaciones, las tareas de predicción son desarrolladas como parte de las funciones de un determinado cargo, en el cual suelen realizarse diferentes actividades. Más aún, algunas organizaciones suelen contratar consultoría externa durante la fase de diseño y puesta en marcha del modelo de predicción, dejando en manos del personal interno la construcción de pronósticos, una vez ha finalizado el proyecto de desarrollo e implementación. Ello implica que las predicciones son preparadas por personal que es novicio en el modelado, aunque pueda tener un conocimiento profundo del mercado. En este sentido, la preparación de pronósticos no es vista como una carrera profesional dentro de las empresas, de tal forma que las destrezas y habilidades necesarias para la construcción de predicciones precisas sólo suelen ser desarrolladas marginalmente, lo que va en contra de la política organiza-

cional, en especial, si se entiende la importancia de la predicción en la toma de decisiones. En consecuencia, el rol del pronosticador debe estar definido en términos de sus funciones y responsabilidades, así como de los resultados que la administración espera de él; ello implica que el pronosticador es un experto en el modelado, capaz de realizar una aproximación disciplinada al problema, y quien a su vez tiene un conocimiento profundo del entorno empresarial y de la problemática particular que debe resolverse. Una ventaja adicional de reconocer la preparación de pronósticos como una profesión de carrera, es que los modelos desarrollados no se convierten en cajas negras, de las que sólo se sabe cómo realizar las entradas y cómo obtener los resultados.

4.6.2 Formación de un grupo especializado

Se requiere un grupo especializado en la tarea de predicción (Ross, 2005). Por una parte, la elaboración de pronósticos procura un entrenamiento especializado en sofisticadas técnicas de predicción, así como un entendimiento profundo de los supuestos subyacentes de cada metodología; el uso de métodos mecánicos, también presupone el conocimiento en profundidad de las herramientas informáticas que implementan las diferentes metodologías. La sinergia lograda a través del grupo permite un mejor entendimiento de los problemas de la predicción en situaciones particulares, mejorando el proceso de selección respecto a cada problema particular. Gracias a la habilidad que logra el equipo, se reducen los costos de la tarea de predicción y la capacidad de entre-

gar sus resultados en un margen de tiempo adecuado, con el consecuente aumento de su credibilidad e impacto organizacional.

Un beneficio adicional de este enfoque es la centralización de la información en un solo grupo, de tal forma que se facilita la labor de evaluación y revisión de los pronósticos al igual que la formulación de políticas y procedimiento en torno a la construcción de pronósticos, tanto por medio de métodos mecánicos, como por juicio informado, así como en lo referente a su combinación. Esta estrategia permite además la elaboración de un proceso continuo de mejoramiento, con los consiguientes beneficios organizacionales.

4.6.3 Centralización de los resultados

Los pronósticos deben estar disponibles para todos sus usuarios, así como también los supuestos con los cuales han sido realizados. Los números por sí mismos no son suficientes para que el pronóstico sea creíble; es importante que ellos vayan acompañados de una descripción detallada de los aspectos considerados, así como de las suposiciones efectuadas. Un factor fundamental es la asignación de incertidumbre a los pronósticos realizados a través de intervalos de confianza; ello permite una mejor comprensión de la incertidumbre envuelta en la predicción por parte de los usuarios.

4.6.4 Auditoría de los resultados

Uno de los puntos fundamentales en la política organizacional es definir las estrategias que serán usadas para establecer la credibilidad de los pronósticos. Particularmente, se deben realizar

constantemente evaluaciones ex-post sobre su precisión, y sobre las causas de sus aciertos y errores. Esto permite que se gane al interior de la organización una ventaja competitiva respecto a la calidad de los métodos usados y sus ventajas y falencias al representar el problema real, así como una concepción más profunda e integral del mercado financiero o el sistema económico que se está modelando. La auditoría no debe limitarse únicamente a los resultados finales, sino que debe cubrir todas las fases del proceso de pronóstico, con el fin de identificar sesgos y limitaciones (Deschamps, 2005).

4.7 Formalización de un protocolo para la construcción de predicciones basadas en juicios

Es esencial la elaboración de pronósticos basados en juicios, que el experto haga un ejercicio objetivo y planificado sobre la evolución de la variable de interés, de tal forma que posea una posición al momento de analizar los pronósticos emitidos por un sistema mecánico basado en métodos estadísticos. El éxito de la tarea depende de la existencia de un proceso estructurado para la emisión, documentación y validación de juicios, reduciendo las desviaciones y vicios que tiene el experto como ser humano.

4.8 Realización de esfuerzos para la construcción de sistemas mecánicos de predicción

Se requieren métodos funcionales para la elaboración de pronósticos. Los pronósticos estadísticos son objetivos, consistentes y no sesgados en su forma de realización (Sanders, 2005), son por ello fácilmente reproducibles, a partir del registro de la

información histórica utilizada. A diferencia del pronóstico informado, pueden manejar una gran cantidad de información, así como relaciones complejas entre las variables estudiadas. En términos generales, un modelo puede ser entendido como una teoría sobre la dinámica de la evolución de la variable estudiada, de tal forma que su proceso de construcción permite confrontar y validar el conocimiento del experto, así como considerar aspectos que no pueden ser manejados usualmente por el pronóstico basado en juicios informados.

El método estadístico de pronóstico debe ser dictaminado por el problema, ya que no existen métodos generales de predicción que puedan ser aplicados de forma universal a todos los problemas. En este sentido, el método de pronóstico utilizado debe seleccionarse a partir de las características de la dinámica de la variable analizada, las cuales son dictaminadas desde la experiencia del experto y la verificación que realiza el pronosticador. Se debe establecer cuáles métodos permiten representar de una forma más cercana a la realidad, las características de la serie real; usualmente, cada técnica estadística permite representar ciertos aspectos de la dinámica real de la variable analizada, por lo que la combinación de pronósticos es una alternativa viable para mejorar el desempeño de diferentes técnicas de pronóstico.

4.9 Obtención de las predicciones finales a partir de la combinación de los juicios informados y del modelado matemático

El pronóstico final debe ser una combinación del pronóstico estadístico y

la opinión de los expertos. Es claro que ambas técnicas de pronóstico poseen características complementarias (Blattberg y Hoch, 1990) que permiten aumentar la calidad de los pronósticos finales. Aunque es posible ajustar los juicios informados usando técnicas estadísticas, por ejemplo el método de Theil, la experiencia indica que es más apropiado introducir correcciones basadas en juicios en las predicciones obtenidas con métodos estadísticos, debido a que estos últimos son superiores en la identificación de patrones subyacentes en los datos (O'Connor, Remus y Griggs, 1993). Harvey (2005) ha encontrado evidencias de que el ajuste de predicciones realizado a partir de juicios informados, sobre la base de resultados obtenidos con modelos estadísticos, produce en general peores resultados. Igualmente, los expertos tienden a introducir correcciones innecesarias en los pronósticos, degradando su desempeño; en este sentido existen varias reglas que permiten mantener la calidad de las predicciones: debe llevarse un registro de las razones por las cuales se realiza un ajuste del pronóstico, de tal forma que pueda evaluarse posteriormente su desempeño, así como ayudar a entender a otros colegas las razones de los ajustes. De acuerdo con Goodwin (2005) esta práctica permite reducir los ajustes gratuitos, así como realizar un proceso de aprendizaje del porqué algunos ajustes mejoran el pronóstico, mientras otros no. Igualmente, Onkal y Gonul (2005), indican que los ajustes deben hacerse sobre escenarios específicos, relacionados con la ocurrencia de hechos futuros que afectan el desempeño del modelo estadístico; resulta igualmente

importante definir en qué condiciones no deben realizarse ajustes a los pronósticos. Las desviaciones producidas por esta práctica pueden ser mitigadas con un registro de las razones para efectuar dichos ajustes (Goodwin, 2005), de tal forma que pueda evaluarse su impacto en el pronóstico.

4.10 Desarrollo de protocolos para la documentación de los modelos y los pronósticos

El desarrollo de modelos de predicción que sean útiles y valiosos en el contexto organizacional, conlleva el desarrollo de estándares de documentación tanto para su elaboración misma, como para la preparación de los pronósticos que usan sus usuarios. La documentación debe incluir los resultados de las pruebas realizadas, y aun las críticas de terceros sobre sus resultados.

La preparación de la documentación sobre el desarrollo del modelo le permite al pronosticador realizar un ejercicio de autoevaluación de su trabajo, así como descubrir errores sutiles que podrían pasar inadvertidos hasta las últimas etapas del diseño. En fases posteriores, permite que el modelo pueda ser entendido, revisado, replicado, criticado y extendido por otros pronosticadores; así como también que sea valorado por los administradores y gerentes, de tal forma que sus resultados resulten creíbles y útiles.

4.11 Fortalecimiento de los vínculos entre el pronosticador y la gerencia

Debe cerrarse la brecha entre el pronosticador y el usuario; existe una necesidad fundamental de que los

gerentes y administradores entiendan los detalles de las metodologías usadas en la predicción y las limitaciones inherentes a cada una de ellas; de igual importancia será lograr un entendimiento adecuado del impacto de la información utilizada para construir los pronósticos, permitiendo que la alta gerencia pueda usar efectivamente los pronósticos. Estos elementos permiten que los gerentes y administradores puedan visualizar nuevas aplicaciones y hacer sugerencias útiles para el mejoramiento de los pronósticos y su utilización en el entorno empresarial, de tal forma que pueda describir al equipo de predicción los problemas más importantes en situaciones complejas, y qué se espera de sus resultados; ello evita un sentimiento de distancia respecto a las predicciones realizadas. A su vez, los pronosticadores deben entender suficientemente bien el problema de predicción desde un punto de vista empresarial, de tal forma que puedan tomar las decisiones más acertadas respecto a la metodología que será usada para la construcción de los pronósticos; resulta igualmente relevante que el pronosticador entienda las dificultades del proceso de toma de decisiones, para que pueda asumir una posición complementaria respecto a los gerentes y administradores; una de las implicaciones más importantes, es que el pronosticador pueda explicar los resultados del proceso de predicción en un contexto empresarial, maximizando la cantidad de información útil que entrega a sus usuarios.

5. CONCLUSIONES

Los administradores y gerentes de las organizaciones, se encuentran

cada día con presiones más fuertes en relación con la consecución de los objetivos empresariales. En este contexto, la precisión de los pronósticos es un factor clave para la realización de procesos de decisión acertados que permitan la supervivencia de la organización en ambientes cada vez más competitivos. Diversos estudios han sugerido que la realización de predicciones por sí misma, no es suficiente para que se alcancen los resultados que la administración requiere, debido a la brecha existente entre los preparadores de los pronósticos y los usuarios de estos; se precisa entonces el establecimiento de políticas empresariales, que considere la predicción como un proceso organizacional al mismo nivel de la producción, la comercialización o la administración del recurso humano, de tal forma que se desarrolle una infraestructura organizacional orientada para tal fin, reconociendo el rol del pronosticador como una carrera empresarial a su interior.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, J. (2001), *Principles of Forecasting*, Kluwer Academic Press, chapter Combining Forecasts.
- Armstrong, J. (2005), 'The forecasting canon: nine generalizations to improve forecast accuracy', *Foresight* (1), 29–35.
- Blattberg, R. y Hoch, S. (1990), 'Database models and managerial intuition. 50 model + 50 manager', *Management Science* (36), 887–889.
- Bunn, D. y Salo, A. (1996), 'ádjustment of forecast with model consistent expectations', *International Journal of Forecasting* (12), 163–170.

- Bunn, D. y Wright, G. (1991), 'Interaction of judgemental and statistical forecasting methods: Issues and analysis', *Management Science* 37(5).
- Deschamps, E. (2005), 'Six steps to overcome bias in the forecast process', *Foresight* (2), 8–11.
- Fildes, R. y Hastings, R. (1994), 'The organization and improvement of market forecasts', *Journal of the Operational Research Society* 45(1), 1–6.
- Goodwin, P. (2000), 'Improving the voluntary integration of statistical forecast and judgement', *International Journal of Forecasting* (16), 85–99.
- Goodwin, P. (2005), 'How to integrate management judgement with statistical forecasts', *FORESIGHT* 1(1), 8–11.
- Goodwin, P. y Wright, G. (1994), 'Heuristics, biases and improvement strategies in judgemental time series forecasting', *Omega, Int. J. Mgmt Sci.* 22(6), 553–568.
- Granger, C. y Teräsvirta, T. (1993), *Modeling Nonlinear Economic Relationships*, Oxford University Press.
- Hamilton, J. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- Harries, C. y Harvey, N. (2000), 'Taking advice, using information and knowing what are you doing', *Acta Psychologica* (104), 399–416.
- Harvey, A. (1989), *Forecasting, structural time series models and the Kalman filter*, Cambridge University Press.
- Harvey, N. (2005), 'Relative merits of different ways of combining judgement with statistical forecasts', *Foresight* 1(1), 18–22.
- Hogarth, R. (1994), *Judgement and Choice*, second edn, John Wiley and Sons.
- León, O. (1994), *Análisis de Decisiones*, McGraw-Hill.
- Lindgren, M. y Bandhold, H. (2003), *Scenario Planning the link between the future and strategy*, Palgrave Macmillan.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. y McGee, V. (1983), *Forecasting: Methods and applications*, John Wiley and Sons.
- O'connor, M., Remus, W. y Griggs, K. (1993), 'Judgemental forecasting in times of change', *International Journal of Forecasting* 9, 163–172.
- Onkal, D. y Gonul, M. (2005), 'Judgemental adjustment: a challenge for providers and users of forecasts', *Foresight* 1(1), 13–17.
- Ross, T. (2005), 'The sales forecasting evolution at brooks sports', *Foresight* 1(1), 24–28.
- Sanders, N. (2005), 'When and how should statistical forecasts be judgementally adjusted?', *FORESIGHT* 1(1), 5–7.
- Sanders, N. y Manrodt, K. (1994), 'A survey of current forecasting practices in us corporations', *Interfaces* 24(2), 92–100.
- Sterman, J. (2000), *Business Dynamics*, Irwin McGraw-Hill. ☼