

## MARCOTEÓRICO

*Los errores de juicio son comúnmente sistemáticos más no aleatorios, manifiestan caminos más no confusión. Aún así, el hombre comúnmente sufre de astigmatismo mental así como de miopía, así es que cualquier prescripción correctiva deberá entrar en éste análisis.*

D. Kahneman y Tversky

### 2.1 Introducción

El ser humano siempre ha tenido cierto grado de aversión a la incertidumbre ya que lo que sucederá en el futuro le resulta desconocido (Makridakis, 1993); por ello puede verse a los pronósticos como una respuesta para disminuir la desconfianza de los resultados futuros que ocasionarán las acciones actuales.

Los métodos de pronósticos cuantitativos surgieron en el siglo XIX y con el tiempo fueron desarrollándose técnicas más complejas; su avance se fomentó con el surgimiento de las computadoras (Hanke y Reitsch, 1996); sin embargo, hasta tiempos recientes se ha visto la importancia de utilizar e interpretar los pronósticos como base de la toma de decisiones. Esto se puede ver reflejado en las publicaciones económicas que ahora hablan sobre pronósticos, tendencias, cambios futuros, entre otros temas. (Makridakis, 1993).

Según Makridakis los pronósticos son necesarios por tres razones:

1. Para satisfacer la curiosidad inherente al ser humano.
2. Para mejorar la toma de decisiones; para lo cual se debe de tener en mente que cuentan con cierto grado de inexactitud.
3. Para generar un consenso ya que utilizar una técnica para predecir el futuro permite que exista mayor aceptación por parte de los demás.

## 2.2 Planeación estratégica

Todas las empresas operan en un ambiente de incertidumbre por lo que realizan planeaciones, para tener mayor claridad de hacia dónde se dirigen. Una forma de disminuir la incertidumbre acerca de los resultados que se obtendrán, se encuentra en la alternativa de hacer uso de los pronósticos. Estos se pueden utilizar en las diferentes áreas que conforman a una empresa, por ejemplo para pronosticar los presupuestos, la producción, los inventarios, las compensaciones, las ventas, etc. como lo menciona Makridakis.

“hay que hacer planes y formular estrategias a pesar de los pronósticos inexactos y el alto nivel de incertidumbre. El éxito dependerá de que se corran riesgos calculados, siendo capaces de predecir posibles cambios en la pautas y relaciones establecidas con más precisión que los competidores y actuando eficazmente para anticiparse a dichos cambios” (1993, p.69)

Aunado a la incertidumbre, las empresas se enfrentan a un mundo competido, donde se hace más evidente la necesidad de planear y tener una estrategia; y así no sólo sobrevivir sino distinguirse de la competencia al contar con ventajas sobre ellos. Según Makidrakis puede considerarse una estrategia competitiva como: “el proceso intuitivo donde la inteligencia, la imaginación y el ser más hábil que el adversario son tan importantes como el tamaño, los recursos materiales o la experiencia previa” (1993, p.176); con lo que se puede decir que para operar adecuadamente y mantenerse en el mercado las empresas deben de conocer hacia donde se dirigen y la manera en que lo harán.

Las personas son un factor crítico en lo que a planeación se refiere por lo que en conjunto con las habilidades de éstas y la anticipación adecuada a los cambios que pueden presentarse, puede realizarse un proceso efectivo; es aquí donde los pronósticos se hacen relevantes, puesto que hay que considerar que el mundo competido ofrece información parecida a los diversos actores y la diferencia puede hacerse en el análisis de ésta y su interpretación para tomar decisiones prácticas.

La planeación estratégica se puede considerar como un proceso donde se establecen metas y los medios para alcanzarlas y generar procedimientos para asegurar la implementación de las estrategias y controlar su eficiencia. Por ello las empresas tienen que distinguir las oportunidades y peligros que pueden surgir en el futuro, ya sea próximo o lejano; y así tomar decisiones ahora que afectarán las operaciones futuras.

La proyección estratégica, permite tener claro la dirección que se tomará y la manera de lograrlo; existen industrias que desarrollan pronósticos que ayudan a mejorar su desempeño; por lo que hay que observar los métodos que están disponibles y que se adecuen mejor a la empresa, para aplicar algunos pronósticos estratégicos científicos que ayuden a los pronosticadores mejorar y entender qué pasará en el futuro (Lapide 2002, p.12).

### **2.3 Los pronósticos en los negocios**

Existen diferentes tipos de pronósticos en cuanto a lo que se espera proyectar, por lo general están muy relacionados con el área en la que se utilizarán. “Las empresas deben de reconocer las diferencias entre los pronósticos de operaciones, de ventas, presupuestos de ventas y las metas de ventas, esto permite que la información se utilice como señal para tomar una acción correctiva” (Lapide 2003, p.20)

El pronóstico de venta o demanda podría considerarse la base para poder establecer otros factores determinantes para el buen ejercicio de las empresas, ya que de ésta dependen las ganancias, determina cuánto producir, los niveles de inventarios, etc. por ello es necesario conocer como se comportará en el futuro la demanda para tener un desempeño global eficiente.

Según Chase, Jacobs y Aquilano la demanda se divide en dos (2001, p.508):

- Demanda dependiente, la cual es originada por la demanda de otros productos; como pueden ser todos los elementos que se requieren para poder armar un automóvil (llantas, espejos, motores, asientos).
- Demanda independiente, la cual no tiene relación con la demanda de otros productos, es simplemente las solicitudes que se realicen del producto final.

Los componentes que integran a la demanda son:

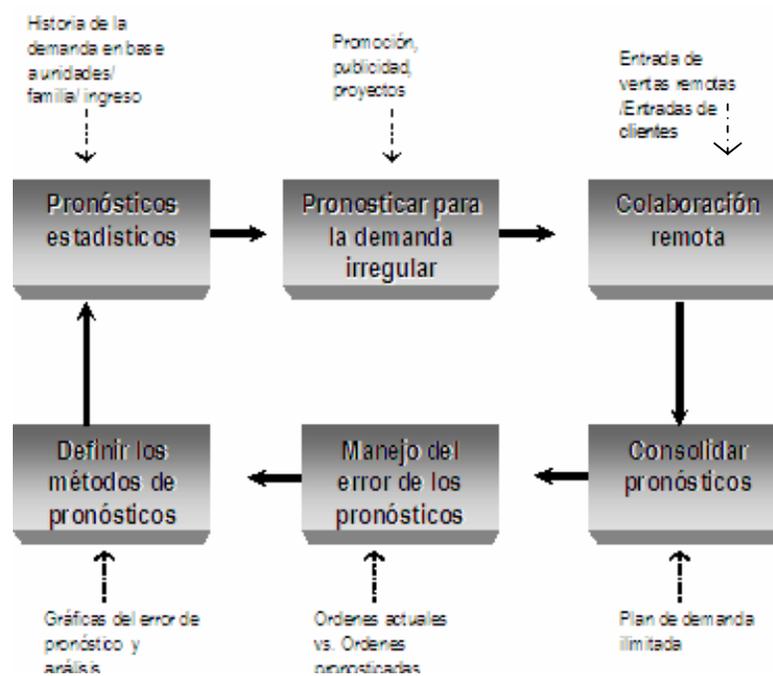
1. Demanda promedio para el periodo
2. Tendencia, que es el comportamiento que ha estado presentando la demanda durante cierto tiempo
3. Estacionalidad, que refleja que la demanda tiene la misma conducta en ciertos períodos similares.
4. Elementos cíclicos, los cuales son originados por el ambiente externo, es decir, la influencia que ejerce el ambiente económico, político, social, etc.
5. Variación aleatoria, que constituyen aquellos elementos que sólo pueden ser explicadas por el azar
6. Auto correlación, que se refiere a la persistencia del evento, el valor esperado y su relación con sus valores anteriores (Chase, Jacobs y Aquilano 2001).

Antes de introducir en los métodos de pronósticos definiremos a estos como una estimación numérica de futuros niveles de ventas, demanda, inventarios, costos, importaciones, precios, etc. Y que pueden ser útiles si proveen mejores respuestas que los métodos para adivinar el futuro (Evans, 2003, p.5)

Según Perry las empresas exitosas son aquellas que anticipan un conjunto de escenarios y desarrollan planes de contingencia en base a un modelo de su negocio (1994). La realización de pronósticos permite que los negocios operen de una manera óptima al conocer lo que probablemente ocurrirá en el futuro en función de lo que ha ocurrido en

períodos pasados; el realizar esta práctica mejora la cadena de valor y al mismo tiempo aprovecha el ocupar la tecnología disponible y así estar renovando de manera continua para ofrecer mejores bienes y servicios al cliente, esto según Ross que propone un ciclo de los pronósticos:

**Diagrama 2.1 Ciclo de los pronósticos**



Fuente: Ross Aaistair, 2004, Vol. 83, p. 26

Éste permite que las personas que están relacionados directamente con los pronósticos trabajen bajo ciertos procedimientos comunes y que aquellos que brindan información y los usuarios finales tengan mayor conocimiento de su funcionamiento.

## **2.4 Métodos de Pronósticos**

En cuanto a las técnicas de pronósticos se pueden agrupar en dos grandes grupos:

- Técnicas Cualitativas, son aquellas que se basan en opiniones o juicios de personas que tienen experiencia en predecir cuáles son las ventas futuras, entre las que se encuentran varios métodos como puede ser la proyección fundamental, la investigación de mercado, el consenso de grupo, la analogía histórica y el método Delphi.
- Técnicas Cuantitativas, las cuales pueden sub-agruparse de tres tipos: Análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación.

Ambos grupos son complementarios; ya que si bien las técnicas cuantitativas hacen uso de “métodos lógicos de manipulación de sucesos que se generaron por sucesos históricos” (Hanke y Reitsch, 1996); hace falta que se interpreten y que con base en la experiencia se adecuen al ambiente que se espera enfrentará la empresa; la unión efectiva de ambas técnicas permite que la toma de decisiones tenga un grado de error mínimo.

A pesar de que los métodos cuantitativos que permiten vislumbrar el posible futuro son más exactos, es necesario conocer las opiniones y juicios del personal con experiencia ya que provoca que se sientan comprometidos con el cumplimiento de ciertos objetivos; lo anterior puede disminuir la aversión que existe por parte de algunos tomadores de decisiones hacia predecir el futuro y al incluir a diferentes áreas de manera que aporten su experiencia para mejorar las predicciones, ya que así se muestra que la organización se interesa por su participación, lo que aumenta su manejo. (Werner 1990, p.569).

Existen diferentes perspectivas de la importancia de cada una de estas técnicas, sin embargo la mayoría de los autores promueven el vincular ambas, aunque siempre tienden a inclinarse por alguna; por ejemplo Evans menciona que “La mayoría de los ejecutivos

asumen que entienden su negocio mejor que algunos consultores externos (...) que no tienen la experiencia” pero no hay que olvidar que “los modelos estadísticos no son un sustituto de los juicios informados” sin embargo, son “más inexactos ya que prefieren ser optimistas por aspectos de moralidad y están menos informados acerca de factores que afectan a la economía, además prefieren ver que las líneas de sus productos se desempeñen bien” (2003, p.319)

La presente tesis se enfocará a la utilización de técnicas cuantitativas, sin que esto signifique denigrar la relevancia de las técnicas cualitativas.

Para la realización de técnicas formales de pronósticos que se basen en la utilización de datos pasados, Hanke y Reitsch sugiere que se debe de realizar el siguiente proceso, que permite que el resultado sea más eficiente (1996):

1. Recopilación de datos

Los datos con que se cuenta son la base para lo que se va a obtener, ya que a partir de estos se realiza el análisis, por lo tanto los datos deben de ser de calidad, correctos y adecuados a lo que se está pronosticando.

2. Reducción o condensación de datos

Este proceso permite que se disminuya la cantidad de datos, al reconocer los que no son relevantes, en caso de ser excesivos.

3. Construcción del modelo

Aquí se realiza la elección del modelo de pronóstico que se ajusta mejor a los datos que se tiene; sin embargo, hay que decidir entre dos caminos: elegir un modelo fácil que permite el entendimiento por los tomadores de decisiones y por tanto aceptado aunque su rango de

error sea un poco alto; o bien elegir un método complejo del que se obtenga mayor exactitud pero no sea tan sencillo de entender.

#### 4. Extrapolación del modelo

La comparación de los resultados reales con lo pronosticado permite conocer el grado de error; ya que ningún pronóstico es perfecto hay que realizar cálculos para conocer el error y así obtener retroalimentación para tener la capacidad de detectar aquellas fallas que deben de ser eliminadas y poder mejorarlo al ir adecuándolo y ajustándolo.

##### ***2.4.1 Análisis de Series de Tiempo***

El análisis de series de tiempo, una de las técnicas cuantitativas, consiste en tomar en cuenta los datos históricos con los que se cuenta para que en base a ello se pueda predecir el futuro; dentro de esta técnica existen varias ramificaciones que tienen diferenciación en cuanto a su complejidad y por tanto en su exactitud; los cuales son (Chase, Jacobs y Aquilano 2001, p.515):

###### *2.4.1.1 Promedio de movimiento simple*

Consiste en tomar un periodo de tiempo y promediar los datos que en el se contienen, dando así a cada dato la misma influencia sobre su predicción de la demanda futura; puede ser utilizado para obtener resultados efectivos cuando la demanda del producto no presenta cambios repentinos, ni estacionalidad. La principal desventaja de éste es que ante la proyección de periodos largos los datos son excesivos.

###### *2.4.1.2 Promedio de movimiento ponderado*

A los datos se les asigna una ponderación según la experiencia, la suma de estas ponderaciones será igual a uno. Una forma usual de asignar la ponderación es considerando

que los datos más recientes son más representativos, por lo tanto deben de tener mayor ponderación, que aquellos que están más alejados del periodo que se está proyectando. Hay que tener en mente que si la demanda presenta estacionalidad se debe de reflejar en las ponderaciones.

#### *2.4.1.3 Ajuste exponencial*

Sigue la misma premisa que el método anterior, donde los datos recientes son más representativos del futuro que los pasados. La base de éste es que la ponderación se asigna por  $(1-\alpha)$ ; para utilizarlo sólo se necesita la proyección más reciente, la demanda real de ese periodo y una constante de ajuste alfa ( $\alpha$ ); cuando ésta sea alta, mayor será la proximidad a la demanda real, pero sólo se recomienda que sea grande si la demanda tiene altibajos pronunciados. Sin embargo, este método no considera la tendencia por lo que se puede hacer uso de beta ( $\beta$ ) para que se ajuste y así reducir el error.

Hay que considerar que para asignar un valor óptimo a alfa se puede usar la práctica de prueba y error o bien realizar un rastreo al asignar dos o más valores predeterminados y medir el error de cada uno. La fórmula estaría determinada por:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde  $F$  representa la aproximación más reciente y  $A$  la real; se puede tener en cuenta la premisa de que las observaciones más recientes pueden tener el valor de predicción más alto.(Evans, 2003, p84)

#### *2.4.1.4 Análisis de Regresión Lineal*

La cual se refiere a la relación entre dos o más variables correlacionadas, es decir permite predecir una variable dado el valor de otra; comienza al observar gráficamente la posible relación, al reconocer si son lineales; formando así una línea recta:

$$Y = a + bX$$

Donde Y es la variable dependiente, a es la ordenada en el origen, b es la inclinación y X la variable independiente. Es normalmente usada en la proyección a largo plazo y en la planeación total. Un análisis de regresión lineal trata a todos los factores que influyen en Y además de X como inobservables, (Wooldrige 2002, p.23) y no se aplica para determinar la causalidad sino únicamente para observar si dos variables tienen relación positiva o negativa.

Lo relevante de la regresión lineal es que únicamente es lineal en cuanto a los parámetros a y b pero la manera en que se relacionan Y y X puede ser no lineal.

El método de mínimos cuadrados trata de ajustar la línea a los datos que minimizan la suma de los cuadrados de la distancia vertical entre cada uno de los datos; se basa en el hecho de que el procedimiento de estimación busque minimizar la suma de los errores cuadrados en la ecuación.

Tomando dos valores sean  $Y_i$  y  $X_i$  y siendo  $\hat{Y}_i$  obtenido mediante la predicción al utilizar la línea ajustada, se puede definir el error como  $\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$ , el cual busca minimizarse tomando en cuenta todos los pares de datos  $(X_i, Y_i)$ , mediante la ecuación:

$$\sum e_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum (Y_i - a - bX_i)^2$$

#### 2.4.1.5 Métodos de Descomposición

Muchos métodos de pronósticos son basados en el concepto de que existe un patrón en las series de datos, éste puede ser distinguido al suavizar los valores pasados; muchas veces el patrón puede subdividirse o descomponerse en sub- partes que identifican cada componente

de las series de tiempo por separado, para permitir hacer proyecciones al entender mejor el comportamiento de las series. (Makridakis, 1998, p.82).

Por ello se realiza la descomposición de series de tiempo en sus cuatro componentes: tendencia, ciclicidad, estacionalidad y componentes irregulares; se considera a la ciclicidad como parte de la tendencia. La descomposición asume que los datos son creados de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Datos} &= \text{patrón} + \text{error} \\ &= f(\text{ciclo-tendencia, estacionalidad, irregulares, error}) \end{aligned}$$

Hay varias alternativas para descomponer las series de tiempo, para obtener lo más exacto posible cada componente de la serie. Una alternativa común es asumir que la ecuación es aditiva:

$$Y_t = S_t + T_t + E_t$$

Los componentes de estacionalidad, tendencia- ciclo e irregularidades son sumadas para dar las series observadas, es apropiada si la magnitud de las fluctuaciones de estacionalidad no varían con el nivel de la serie. (Hanke y Wichern, 2005, p.159).

Otra alternativa es la descomposición multiplicativa, que funciona mejor cuando la variabilidad de la serie se incrementa con el nivel:

$$Y_t = S_t \times T_t \times E_t$$

#### *2.4.1.6 Tendencia en las Series de Tiempo*

Para poder obtener resultados más certeros hay que reconocer todos aquellos factores que influyen en el comportamiento de la variable independiente; ciertas series contienen tendencia temporal y el hecho de ignorarla puede ocasionar falsas conclusiones acerca de

que los cambios en una variable son provocados por otra (Wooldrige 2002, p.331), puede verse a través de:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = \alpha_1$$

Donde  $\alpha_1$  mide el cambio en  $y_t$  de un período al siguiente debido al transcurso del tiempo. Si  $\alpha_1 > 0$ , en promedio  $y_t$  está creciendo con el tiempo y por ende tiene una tendencia ascendente, en caso contrario es descendente.

En las series también puede presentarse una tendencia exponencial, la cual se sigue cuando la serie tiene la misma tasa de crecimiento promedio entre periodos diferentes; es decir, el cambio porcentual es aproximadamente el mismo en cada periodo. Ésta se consigue modelando el logaritmo natural de la serie como una tendencia lineal, suponiendo que  $y_t > 0$  (2002, p.333), la ecuación sería:

$$\log(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t = 1, 2, \dots$$

Muchas veces se pueden introducir factores con tendencia en la serie, lo cual ocasionaría que la relación que se obtenga entre las variables explicativas de  $Y$  fuera ilegítima; por lo que para eliminar ésta posibilidad hay que agregar una tendencia a la serie. En concreto un modelo en que dos factores  $X_1$  y  $X_2$  influyen en  $Y_t$  y que además hay factores inobservables que están aumentando y disminuyendo en el tiempo se captura a través de:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \beta_{3t} + \varepsilon_t$$

En algunos casos agregar una tendencia temporal hace que resulte más significativa una variable clave explicativa; ya que puede presentarse casos donde las variables tengan distintas clases de tendencias, lo cual disminuye la exactitud de pronosticar (2002).

Se puede predecir la demanda en una buena parte, al entender los patrones de compra en función de tendencia y temporadas y la respuesta a promociones y ciclos del negocio (Lapide, 1997), al incluir esto al modelo se tiene mayor aproximación a la demanda que generarán los consumidores, es decir se conocerá su comportamiento en relación al tiempo.

El eliminar la tendencia de los datos permite obtener conclusiones más generales. “Si el término de la tendencia es estadísticamente significativo y los resultados se modifican de forma importante cuando se agrega tendencia temporal a la regresión” (Wooldrige 2002, p.337), hay que tratar a los datos de acuerdo a las características encontradas.

#### 2. 4.1.7 Estacionalidad en las Series de Tiempo

Otro factor externo que puede influir en el comportamiento de la variable dependiente y por ende en los resultados obtenidos es la estacionalidad, que probablemente se observa en ciertas unidades de periodos dentro de una serie, el modelar este fenómeno permite que el valor esperado de la serie  $Y_t$  sea distinto dentro de cada periodo. A pesar de que no todas las series contienen estacionalidad, aquellas que la contienen son ajustadas a través de variables ficticias estacionales. (Wooldrige 2002, p.340); hay que notar que estas variables están en las mismas unidades de tiempo en las que se encuentran los datos a manejar. Un modelo general de datos mensuales para la estacionalidad es:

$$Y_t = \beta_0 + \delta_1 feb_t + \delta_2 mar_t + \delta_3 abr_t + \dots + \beta_1 X_{t1} + \dots + \beta_k X_{tk} + \varepsilon_t$$

Las series de tiempo que tienen patrones de estacionalidad también pueden presentar tendencia, por lo que es necesario utilizar las variables ficticias de estacionalidad y la tendencia temporal antes de calcular  $R^2$  y no obtener resultados manipulados por el origen de los datos.

A diferencia de la tendencia que es originada en los datos originales, la estacionalidad es determinada indirectamente al eliminar otros componentes de los datos, hasta que ésta quede sola. Un método popular para medir la variación estacional es la razón de promedios móviles (Hanke y Wichern, 2005, p.168) que permite eliminar la estacionalidad de los datos, pronosticar, evaluar y programar.

El problema de estacionalidad aumenta cuando la producción varía de localización ya que, puede agregar complejidad a los ciclos estacionales, y por esto los efectos que causa en los pronósticos deben de ser incorporados en los modelos de demanda (Arnade, Pick y Gehlhar, 2004, p.533); es decir, ante la integración de las actividades de las empresas en diferentes partes del mundo se crea una mayor influencia de la estacionalidad que debe de ser reconocida y administrada para obtener resultados más certeros.

Posteriormente al reconocimiento de la estacionalidad, se debe de ajustar para poder realizar los análisis correspondientes y así comparar valores, entender relaciones entre variables y predecir. (Hanke y Wichern, 2005, p. 172).

Los datos que se utilizarán dentro de una serie no siempre tienen tendencia o estacionalidad inherente sino que “Las ventas y las ordenes de compra tal vez son influenciadas por las nuevas líneas de productos, más eventos comerciales o una nueva campaña publicitaria; en esos casos los factores de juicio pueden reforzar las tendencias o ciclos estacionales, que no pueden ser predichas por el análisis de regresión” (Evans 2003, p.323). Estos eventos que no están relacionados con la tendencia y la estacionalidad, son aquellos factores irregulares que influyen el comportamiento de la demanda.

Los factores irregulares ocurren frecuentemente a un nivel macroeconómico, se pueden distinguir a través de la descomposición multiplicativa:

$$\frac{Y_t}{T_t \times S_t} = \frac{T_t \times C_t \times S_t \times I_t}{T_t \times S_t} = C_t \times I_t \qquad I_t = \frac{C_t \times I_t}{C_t}$$

El reconocer los componentes de una serie de tiempo permite conocer el comportamiento de los datos, ya que se realizan dos procesos uno de análisis al separar cada uno de ellos y otro de síntesis al unirlos para pronosticar (Hanke y Wichern, 2005, p.177). El pronosticar a través de una descomposición aditiva o multiplicativa permite notar la relevancia de cada componente y así pronosticar adecuadamente según lo observado.

#### 2.4.1.4.1 Promedios Móviles

Proveen un método simple para suavizar los datos históricos, el procedimiento consiste en que cada promedio es computado eliminando la observación más antigua e incluyendo la siguiente observación. El número de datos incluidos en un promedio móvil afecta el suavizamiento del estimado obtenido.

El promedio móvil simple puede definirse como:

$$T_t = \frac{1}{k} \sum Y_{t+j}$$

#### **2.4.2 Relaciones Causales**

Las relaciones causales se refieren a que una ocurrencia o evento causa otro; para realizar las proyecciones es necesario encontrar aquellos sucesos que realmente ocasionen cambios futuros. Algunas de las técnicas son:

##### *2.4.2.1 Análisis de regresión múltiple.*

Se basa en el hecho de que la proyección se causa por la ocurrencia de otros eventos; se consideran una serie de variables y su efecto en la demanda del bien o servicio que se proyecta. En las aplicaciones de negocios puede existir más de una variable independiente

que explique la variación de la variable dependiente, por lo que la ecuación puede ampliarse a:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n$$

Donde  $X_1, X_2, X_3, \dots$  son las variables explicativas de  $b_1, b_2, b_3$  que son los coeficientes de la ecuación a estimar. El criterio de mínimos cuadrados también puede utilizarse para construir ecuaciones que incluyen más de una variable explicativa.

Esta técnica permite controlar de manera explícita varios factores que influyen concurrentemente en la variable a explicar; al agregar más factores que puedan explicar el comportamiento de la variable  $Y$ , hay mayor probabilidad de que el modelo que se genere sea más exacto y útil; la agregación ilimitada de variable independientes puede ocasionar el fenómeno de multicolinealidad, que genera dependencia entre ellas pero puede que no agreguen valor a el análisis. (Hanke y Wichern, 2005, p.269).

Por otra parte existen variables que tienen efecto en periodos posteriores y no en el que ocurre el cambio de ésta, como puede ser la inversión en publicidad y promoción, el gasto en inversión y desarrollo, etc.; para poder determinar éste fenómeno en los datos existen las variables rezagadas que se representan como  $X_{i-1}, X_{i-2}, X_{i-3}, \dots$ ; que indican la variable  $X$  en el periodo  $i-1$  hasta  $i-3$ . Al utilizar este tipo de variables se pierde cierta información, ya que para el periodo uno en la variable  $X_{i-1}$  no hay valor y los dos primeros datos de la serie no existen para  $X_{i-2}$  lo cual puede ocasionar disminución en la efectividad de la muestra de o bien causar multicolinealidad de los mismos (Dielman, 1996, p. 181)

## 2.4.2.1.1 Prueba de p-value

Al tener la línea ajustada y al obtener valores para  $a$  y  $b$ , la pregunta razonable es observar si hay una relación real entre  $X$  y  $Y$ ; la prueba de  $t$  permite medir la relación a través del modelo de regresión. Para ello se generan dos hipótesis

$$H_o : a = 0$$

$$H_a : a \neq 0$$

Donde  $H_o$  es la hipótesis nula y  $H_a$  es la hipótesis alternativa; la primera expresa que la pendiente de la línea recta es cero en relación con la variable explicativa  $X_i$ , es decir se refiere a que no hay relación entre las variables. Mientras que en la hipótesis alternativa se formula que la pendiente de la línea es diferente de cero, por lo que  $X_i$  y  $Y_i$  si están relacionadas, es decir al conocer  $X_i$  puede obtenerse  $Y_i$ .

Para contar con mayor respaldo para aceptar o rechazar  $H_o$ , puede utilizarse *p-value*, que se refiere a la probabilidad de obtener el valor absoluto de  $t$  tan extremo como el valor calculado si la hipótesis nula fuera verdadera. Por ello si el valor de  $p$  es pequeño entonces el parámetro estimado es diferente de cero, por lo que puede tomarse al valor de  $p$  como el mínimo nivel de significancia que puede escogerse; generándose la regla de decisión:

$$\text{Rechace : } H_o \cdot \text{si} \cdot p < \alpha$$

$$\text{No rechace : } H_o \cdot \text{si} \cdot p > \alpha$$

En una regresión simple el valor de  $p$  es igual a la prueba de  $t$ . (Makridakis, 1998, p.217); es decir ambas permiten determinar si las variables que se sospecha influyen a la variable dependiente.

2.4.2.1.2 Coeficiente de determinación

La correlación y la regresión están muy relacionadas, esto puede observarse en la fórmula de la pendiente de una línea de regresión simple y la fórmula del coeficiente de correlación.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} = \frac{Cov_{XY}}{S_X^2}$$

Una vez que se el modelo de regresión se obtuvo y se obtuvieron los mínimos cuadrados de los coeficientes se conocen los valores de Y y pueden ser comparados con los valores estimados de Y usando la línea de regresión, designados como  $\hat{Y}$ .

$$Y_i = (a + bX_i) + \varepsilon_i = \hat{Y}_i + \varepsilon_i$$

Ahora se tiene una serie de valores ( $Y_i, \hat{Y}_i$ ) y se busca conocer la relación entre estos, que se designa como  $R^2$ , que se conoce como el coeficiente de determinación y se define como:

$$R^2 = r_{\hat{Y}Y}^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

La cual puede ser interpretada como una proporción de la variación en Y la cual es explicada por X.

Otra manera de expresar  $R^2$  puede ser como la razón:

$$R^2 = \frac{SEC}{SCT}$$

Donde la suma total de cuadrados (STC), es una medida de la variación total muestral de Yt que puede definirse como:

$$SCT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

En cuanto a la suma explicada de cuadrados (SEC) mide la variación muestral de  $\hat{Y}_i$  y se obtienen mediante:

$$SEC = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

Finalmente la suma residual de cuadrados (SRC) se observa en la siguiente ecuación que mide la variación muestral de  $\hat{\varepsilon}_i^2$ :

$$SRC = \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2$$

Por lo que mediante ciertos tratamientos algebraicos se obtiene

$$R^2 = \frac{SEC}{SCT} = 1 - \frac{SRC}{SCT}$$

Tomando en cuenta la relación:

$$SCT = SEC + SRC$$

La  $R^2$  toma valores entre 1 y 0 y entre más se acerque a 1 el ajuste de la línea es mejor.

#### 2.4.2.2 Suavizamiento

El método más simple de suavizamiento es el exponencial simple (SES), para el cual solo un parámetro debe ser estimado, su finalidad es el decremento exponencial de las ponderaciones asignadas en relación con el tiempo de las observaciones. Para ello se considera  $F_t$  como el pronóstico del periodo anterior y lo ajusta usando el error por lo que la ecuación es:

$$Y_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$$

La observación o dato más reciente recibe un valor de alfa alto y este se disminuye en función de la antigüedad de los datos, y debe de sumar uno y no puede ser menor a cero.

Esta técnica de suavizamiento es adecuada para las series que no contienen tendencia. (Hanke y Wichern, 2005 p.117).

Otro método de suavizamiento es el exponencial doble o Holt, el cual permite realizar pronósticos con datos que contienen tendencia; utiliza dos constantes alfa y beta; que entre mayores sean indicarán cambios rápidos en la tendencia y viceversa a través de tres ecuaciones:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$F_{t+m} = L_t + b_{tm}$$

Debido a que los dos métodos anteriores no pueden manejar datos con estacionalidad, surge el método de Winters que está basado en tres ecuaciones de suavizamiento: para el nivel, la tendencia y otra para la estacionalidad y hay dos ramas dependiendo de la forma ya sea aditiva o multiplicativa. Donde las formulas son:

$$L_t = \frac{\alpha Y_t}{S_{t-s} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})}$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$S_t = \frac{\gamma Y_t}{L_t + (1 - \gamma)S_{t-s}}$$

$$F_{t+m} = L_t + b_{tm}$$

Se diferencia de la aditiva en que ésta suma o resta los índices estacionales en lugar de obtener razones o productos.

### **2.4.3 Simulación**

Por último, los modelos de simulación, son aquellos donde se hace uso de la computadora para que realizando las suposiciones correspondientes se cree un modelo, en base a un número determinado de variables que se determinan en un inicio. Al hacer uso de una gran cantidad de datos, la utilización de esta técnica puede ser más complicado por el número de interrelaciones generadas (Evans, 2003, p. 455).

### **2.4.4 Precisión de los pronósticos**

A pesar de que los métodos de proyección han evolucionado y existe una gran variedad de ellos, y que pueden ser aplicados según el comportamiento de la variables que determinan la demanda de un producto en específico; aún existe en ellos cierto grado de error, que provienen de diferentes fuentes como pueden ser: las desviaciones de las observaciones, las variables determinadas no son las correctas, existencia de tendencia no identificada, etc. Además hay que considerar que muchas veces se cometen errores al pronosticar sin dejar de lado los prejuicios que existen, por ejemplo cuando se tratan de productos nuevos se esperan ventas altas (Makridakis, 1993) sin que esto represente un patrón de comportamiento seguro; por ello hay formas que permiten medir este error intrínseco a los pronósticos y así reducirlo al máximo.

Los errores según Chaman pueden surgir de tres fuentes; de los datos, de conclusiones subjetivas y del modelo y algunas de sus características son:

- Es menor al considerar unidades agregadas que individuales
- Aumentan conforme aumenta el horizonte
- No todos los productos presentan el mismo grado de error (2003, p.20)

El error puede definirse como:

$$\varepsilon = Y_t - F_t$$

Donde  $Y_t$  es la observación real del periodo y  $F_t$  lo pronosticado para el mismo periodo; debido a que se realizan diferentes observaciones y proyecciones existirán tantos errores como observaciones se hagan lo cual permite definir ciertas medidas del error, algunas formas son:

#### 2.4.4.1 Promedio del error

Este tiende a ser pequeño debido a que existe una compensación entre los valores positivos y negativos de los errores. Únicamente señala si hay una sub o sobre estimación, pero no indica el tamaño de error.

$$ME = \frac{1}{n} \sum \varepsilon_t$$

#### 2.4.4.2 Desviación media absoluta

Es el error promedio en las proyecciones al usar valores absolutos, permite medir la dispersión de algún valor observado con base en algún valor previsto; su cálculo parte de las diferencias entre la demanda real y la demanda proyectada sin tomar en cuenta el signo.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| Y_t - \hat{Y}_t \right|$$

#### 2.4.4.3 Error medio cuadrático

Aquí los errores son convertidos a positivos al elevarlos al cuadrado y posteriormente son promediados, es matemáticamente más factible. Éste ocasiona que los errores sean mayores al elevarlos al cuadrado, por lo que puede ser más visible el error.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

#### 2.4.4.4 Porcentaje del error medio absoluto

Es definido como el primer error positivo al tomar su valor absoluto y así promediar los resultados. Es fácil de interpretar y explicar.

$$MAE = \frac{1}{n \sum |e_t|}$$

Para poder hacer comparaciones se necesita contar con errores relativos o porcentuales; que pueden definirse por:

$$PE_t = \left( \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) \times 100$$

Por lo que se obtienen las medidas más utilizadas:

$$MPE = \frac{1}{n \sum PE_t}$$

$$MAPE = \frac{1}{n \sum |PE_t|}$$

## **2.5 Elección del método de pronósticos**

Finalmente, un factor importante para que la proyección sea lo más certera posible, es la determinación del método adecuado, lo cual está en función de:

1. El horizonte de tiempo para realizar la proyección
2. La disponibilidad de los datos
3. La exactitud requerida
4. El presupuesto
5. La disponibilidad de personal

En resumen “el método elegido deberá producir un pronóstico que sea preciso y comprensible para los administradores y así produzca mejores decisiones”, sin olvidar que la relación costo- beneficio sea favorable (Hanke y Reitsch, 1996).

Un buen momento para poder iniciar el uso de pronósticos es cuando se reconocen problemas y oportunidades (Makridakis, 1998); ya que esto permite que la gerencia disminuya su escepticismo hacia estos. Además debido a que el ambiente en que se encuentran las empresas tiende a un mayor intercambio de información, gracias a lo adelantos tecnológicos, ocasiona que se la eficiencia se mejore gracias al incremento de la calidad de la información y las herramientas para procesarla.

A pesar de que aún no existe una cultura sobre los beneficios que trae el uso de pronósticos para tomar decisiones actuales y futuras; ocasionado a que muchas veces no se tiene el conocimiento sobre el uso de esta herramienta o tal vez no se cuentan con las habilidades de poder interpretar los resultados para su posterior aplicación en las tareas, hay que tener la objetividad de reconocer que el uso de la técnica adecuada depende de varios factores como puede ser el giro de la empresa, el horizonte de proyección, la estacionalidad, etc.; por lo que también es bueno el uso de varias técnicas. (Coller y Lombarda, 1998) que permitan obtener un grado de inexactitud bajo.

## **2.6 Simuladores de Negocios**

Los orígenes de los simuladores pueden remontarse a la utilización de herramientas virtuales para el entrenamiento de militares y a partir de ahí se les ha dado diferente aplicación; en conjunto con el apogeo de las computadoras se ha podido expandir el uso de estos. (Keys y Wolfe, 1990)

Se puede tomar como definición para un juego de simulación la de Keys y Wolfe “Un ambiente simulado es una situación simplificada que es lo suficientemente verosímil o tiene bastante ilusión de la realidad que induce a los participantes a responder como si lo fuera” (1990).

Los simuladores han surgido como una herramienta que viene a complementar la educación, ya que permiten tener una mejor idea de cómo funciona la realidad y así lograr una educación integral. Como lo mencionan Breen y Hing, las instituciones educativas buscan aumentar la capacidad de sus miembros al proporcionarles ventajas competitivas, lo cual logran al crear y compartir nuevo conocimiento. Una herramienta que permite esto es un simulador, ya que permite tener la habilidad de integrar y desarrollar la teoría y resultados prácticos (2001, p.58).

Esta nueva opción ha tenido un apogeo en los último tiempos debido a que permite aplicar los conocimientos que se adquieren en los salones de clase a posibles situaciones reales; con lo cual el estudiante puede acceder a un panorama más amplio y obtener experiencia en la toma de decisiones sin incurrir en un riesgo alto, como puede ser el de la pérdida de dinero.

Los juegos de simulación tienen un papel importante, al brindar apoyo a los conocimientos que se adquieren en la educación tradicional; a pesar de que se realizan ejercicios dentro de los salones de clase para tener mayor claridad sobre ciertos temas, no

se puede comparar con la posibilidad de tener que tomar decisiones que se someterán a escrutinio de un consejo y conocer las consecuencias de lo decidido. El poder tener otra herramienta educativa permite “desarrollar habilidades que se adapten a las cambiantes necesidades, tomar ventaja de las oportunidades y competir con las presiones competitivas y así asegurar la supervivencia” (Breen y Hing, 2001, p.69).

Un claro ejemplo de esta supervivencia se puede ver en las empresas mexicanas que según Duran y Flores han hecho uso limitado de los métodos de pronósticos; en su mayoría usan técnicas cualitativas debido a la incertidumbre que rodea a la economía mexicana, los demás métodos resultan inexactos y por tanto poco confiables; lo cual provoca que se vuelvan poco competitivas al no estar innovando continuamente. Además hay que tener en cuenta que el éxito de los procesos de pronósticos depende de la gente, los procesos y recursos, por lo que el apoyo de los altos niveles de la compañía es relevante para un buen desarrollo de estos. (1998, 63)

La conformación de un equipo de estudiantes en un juego de simulación, es necesaria para que se asemeje a una organización simulada de negocios con un grupo coherente de estrategias, procesos internos bien definidos y resultados medibles, que hace que sea similar a la realidad del funcionamiento interno de las empresas. (Walters, 1997).

Una de las principales ventajas de la utilización de los simuladores es que los estudiantes están mejor preparados para enfrentarse a la incertidumbre y a la ambigüedad como resultado de los juegos de simulación; ya que, al enfrentarse a evaluaciones rigurosas las actitudes de los estudiantes cambian y muestran la efectividad del juego. Un claro ejemplo puede verse en el ejemplo de Sims y Hand “Los estudiantes tienen un mayor panorama de las ventajas de las técnicas cuantitativas y de los problemas de trabajar con ellas en un sistema social y político” (1996).

El trabajo en equipo es un punto crítico en cuanto a los resultados que se obtienen en las compañías, sin embargo muchas veces éste es difícil por las diferentes

personalidades que se pueden encontrar en un equipo. Además hay que tomar en cuenta que el problema de comunicación entre áreas funcionales puede afectar el desempeño de los integrantes del equipo, debido a las diferentes perspectivas de cada área, por lo que la combinación de personas con valores similares puede colaborar al éxito o fracaso de una empresa. (Hunger y Wheleen, 2003).

La universidad de las Américas Puebla permite a sus estudiantes participar y conocer ésta herramienta por medio del Simulador de Negocios de la universidad de Carnegie Mellon.