

Las series de tiempo en el estudio de los fenómenos sociales

Araceli Rendón Trejo*
Andrés Morales Alquitira*

"La incapacidad de los científicos sociales en descubrir principios fundamentales obedece, sin duda, a la inmensa complejidad de los fenómenos que se propone estudiar. La naturaleza humana es una estructura mucho más complicada que la masa que se desliza pendiente abajo por un plano inclinado o el peso que oscila colgado de un resorte" Morris Kline.

Introducción

El análisis de los fenómenos de las ciencias experimentales como la ingeniería, física y química, presenta una ventaja sobre el realizado para los fenómenos sociales. Las variables explicativas de los primeros son en general de naturaleza observable, medible o cuantificable y adoptan valores dentro de rangos conocidos, se tiene además la posibilidad de comprobar los resultados mediante la experimentación.

En cambio, la naturaleza de los fenómenos sociales no brinda la posibilidad de experimentar, pues cada uno es singular en espacio, tiempo y no puede ser repetido. Las variables que explican estos fenómenos son de carácter cualitativo. Por sus características, éstas son difíciles de manejar en forma objetiva, más aún si se desea estimar la evolución del fenómeno en el futuro.

Cuando se trabaja con este tipo de fenómenos se llega a explicaciones lógico-cualitativas y en menor medida cuantitativas. A pesar de la importancia que tienen las primeras, carecen de una formulación rigurosa en cuanto a la magnitud de las variables o factores que influyen sobre los fenómenos.

* Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Departamento de Política y Cultura.

Antes de continuar es importante destacar que en el estudio de los fenómenos sociales, el análisis cuantitativo no se puede aplicar en forma indiscriminada. Mientras que por ejemplo, en los fenómenos económicos su aplicación es imprescindible, existen otros que no lo requieren, o en los que no es fácil su aplicación. Para los fenómenos económicos es posible cuantificar la posibilidad de ocurrencia, así como el peso que tienen las variables que lo determinan, no así para muchos fenómenos de la sociología y psicología social. En los primeros se pasa de un planteamiento cualitativo a uno cuantitativo, en tanto que para los segundos no se rebasa el análisis cualitativo. Podemos afirmar así que "los estudios estadísticos han venido a suplantar la especulación pura, la mera adivinación y lo falaz de los juicios individuales".

En este artículo se busca destacar la importancia que tiene el uso de algunos métodos estadísticos, en especial las series de tiempo, en el análisis de fenómenos sociales que pueden ser cuantificados.

En primer lugar se plantea cuál es la utilidad de emplear modelos estadísticos en el análisis social. Enseguida se describen brevemente los métodos de correlación y regresión. Finalmente se desarrolla el de series de tiempo resaltando sus principales características y se concluye con algunas reflexiones.

Utilidad de los modelos

Una forma de analizar los problemas sociales que tienen la posibilidad de ser cualificados, es a partir de la construcción de modelos³ A través de ellos se busca reconstruir la realidad identificando las relaciones que establecen entre sí, las variables que intervienen en un fenómeno.

Las relaciones que se establecen en un fenómeno social pueden ser expresadas matemáticamente en un modelo. En ellos, siempre habrá algo que no estará considerado, por lo tanto, cuando se utilicen para explicar los fenómenos, se buscará incluir además de las variables y relaciones más importantes, un componente que contenga a las no explicativas. Es decir, el modelo incluirá un componente explicativo y sistemático y otro no sistemático para considerar las variables y relaciones conocidas y las desconocidas.

¹ Ante la afirmación de que un fenómeno ocurrirá, no es lo mismo expresar "es muy probable que X se presente" a plantear que "X tiene un 80 % de probabilidad de que ocurra y adopte valores entre 2 000 y 2 500 unidades".

² Kline, Morris. *Matemáticas para los estudiantes de humanidades*, FCE, México, 1992, p. 516.

³ Los modelos deben sustentarse en una base teórica sólida.

Matemáticamente un fenómeno puede expresarse a través de los valores de una variable, digamos "Y", ($y_1, y_2, y_3 \dots y_n$), misma que es explicada sistemáticamente por " X_{ij} " variables independientes, ($x_{1,1}, x_{1,2}, x_{1,3} \dots x_{1,n}, x_{2,1}, x_{2,2}, x_{2,3} \dots x_{2,n}, x_{3,1}, x_{3,2}, x_{3,3} \dots x_{3,n} \dots x_{m,1}, x_{m,2} \dots x_{m,n}$) más un componente no sistemático "U", ($u_1, u_2, u_3 \dots u_n$). Con las X_{ij} variables obtenemos una explicación aproximada de Y, representada como:

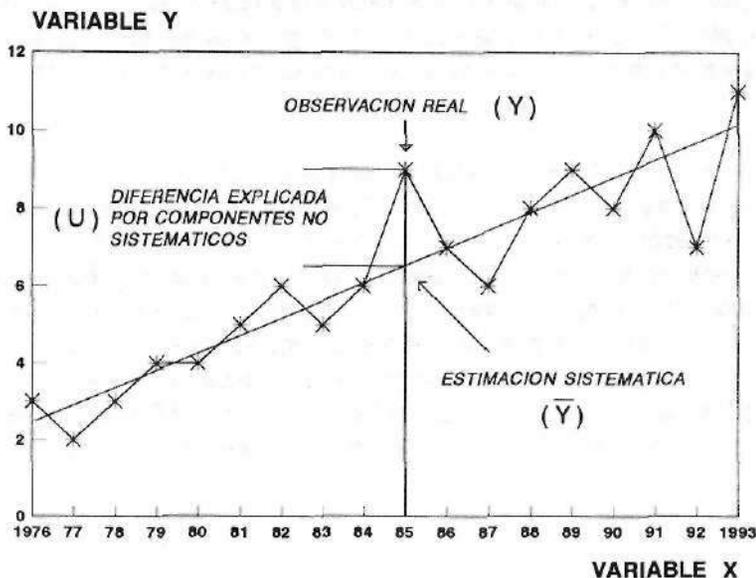
$$\bar{Y}$$

La relación anterior puede ser expresada como:

$$Y = \bar{Y} + U$$

que nos dice que el fenómeno Y se explica y comporta sistemáticamente, de acuerdo a la forma en que están relacionadas las variables X_{ij} en "Y barra" y que la diferencia que existe con la realidad se explica por el componente no sistemático U, ver figura 1.

FIGURA 1



Métodos

Existen varios métodos matemáticos que pueden aplicarse al análisis de los fenómenos sociales. En su elección se debe considerar la información con que se cuenta, la profundidad del análisis, las relaciones que se esperan encontrar, etc. Un método puede ser adecuado para el análisis de un fenómeno bajo objetivos específicos de análisis pero no para otro, aunque aparentemente sean similares.

Entre los métodos matemáticos y estadísticos utilizados por los estudiosos de las ciencias sociales están la correlación, la regresión y el análisis de series de tiempo, para establecer asociaciones entre variables, describir el comportamiento de los fenómenos y pronosticar valores futuros de un fenómeno respectivamente.

La correlación

Cuando el objetivo es conocer en que medida un fenómeno representado por una variable está asociado a la evolución de otra u otras, se recurre al análisis de correlación. Este método mide el nivel de asociación entre variables de acuerdo a una relación funcional (lineal, parabólica, exponencial, etc.). Dicho en otras palabras, mide la magnitud del efecto que cualquier cambio en una variable ejerce sobre otra. Matemáticamente la relación se expresa en forma relativa a través de un valor único.

La correlación se utiliza en todas las ciencias sociales, ya que en ellas se requiere conocer la influencia que una variable ejerce sobre otra. Por ejemplo, en la psicología puede ser deseable cuantificar la relación existente entre "tipo y tiempo de convivencia de padres e hijos" y "aprovechamiento escolar" en una comunidad urbana. En economía, puede requerirse en un análisis de concentración industrial, medir el grado de asociación entre el tamaño de una empresa (clasificada en función al número de trabajadores que emplea) y el monto de utilidades obtenidas en cierto periodo. En sociología, la correlación que existe entre gastos del gobierno federal en anuncios de "Solidaridad" y el número de posibles votantes por el PRI, puede ser interesante. Un ejemplo gráfico de una correlación lineal positiva se observa en la figura 2.

La regresión

Cuando el objetivo es encontrar la relación funcional que mejor explique la evolución de un

FIGURA 2

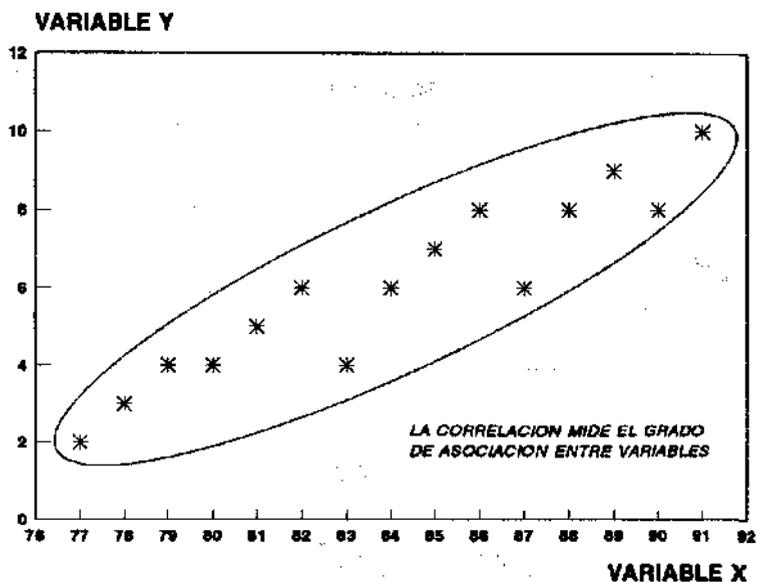
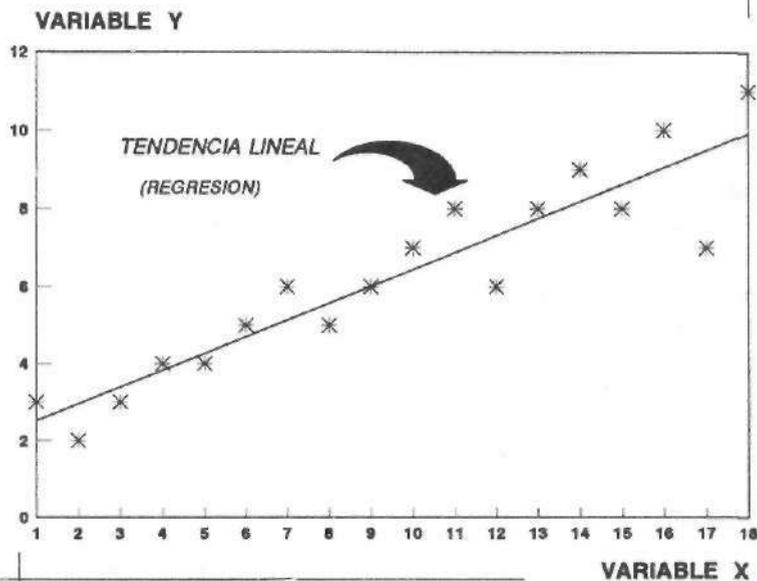
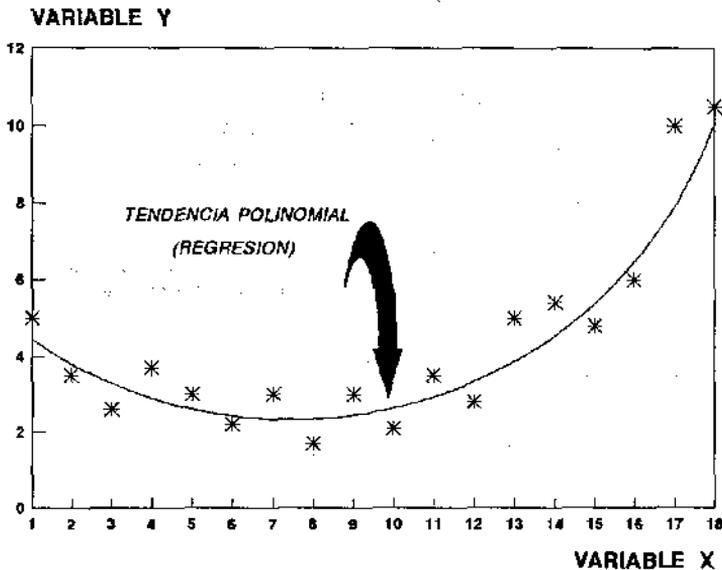


FIGURA 3



fenómeno se recurre al análisis de regresión. Este análisis puede aplicarse a relaciones lineales (figura 3) o no lineales (figura 4).

FIGURA 4



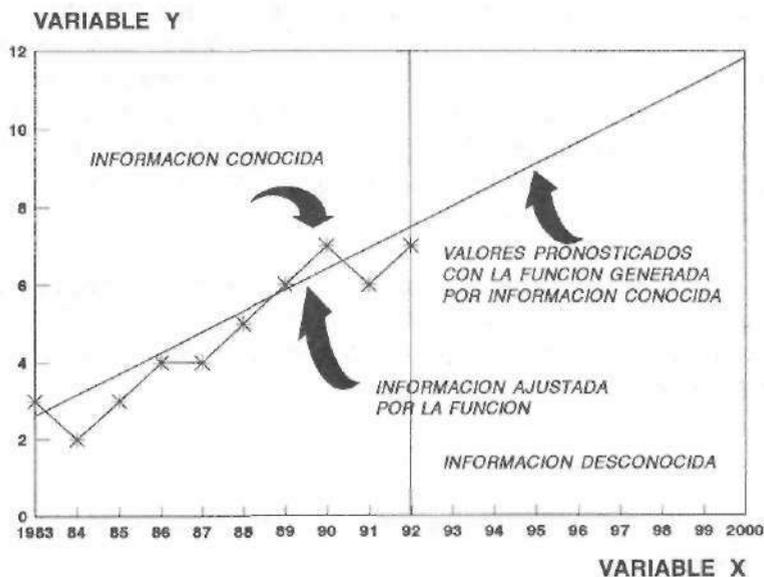
El análisis de regresión genera estimaciones para la información conocida, utilizando la función que mejor se ajusta a la distribución de los datos reales de una o más variables incluidas en el modelo (figura 5). Esta función permite pronosticar valores futuros del fenómeno..

Las diferencias entre la correlación y la regresión hacen que sean utilizados dependiendo del objeto de análisis, sin embargo por lo general son aplicados en forma complementaria.

Series de tiempo

Cuando se cuenta con un marco teórico conceptual que explica la forma en que se desarrolla un fenómeno, las variables que intervienen, la magnitud y forma en que se vinculan, se puede

FIGURA 5



generar un modelo de regresión. Este especificará y cuantificará el grado de asociación de cada una de las variables explicativas con el fenómeno.

Sin embargo, cuando esto no sucede, es decir, si se desconoce qué variables explicativas influyen y la forma en que se relacionan, se puede recurrir al análisis de las series de tiempo como una aproximación al conocimiento del fenómeno.

Este análisis sólo es posible si la información es cuantitativa, ya que el método opera con conjuntos de datos registrados en forma ordenada a intervalos fijos respecto al tiempo.

El análisis de series de tiempo toma como referencia *el tiempo*, no incluye la influencia directa de posibles variables explicativas. Considera que la influencia de todas ellas está resumida en el tiempo.

Este análisis supone que existe un sistema causal que se expresa a través del tiempo, el

cual determina las observaciones de las variables. Este método busca identificar patrones que expliquen el comportamiento del fenómeno en estudio. Una vez identificados pueden ser utilizados para describir el comportamiento de la variable y pronosticar futuras observaciones.

Por ejemplo, para estimar y pronosticar la migración agrícola de una región a otra, el análisis identificará los patrones no aleatorios en las observaciones. Es decir, si el estudio se realiza con 25 datos anuales y revela un aumento constante por año con ligeras variaciones en épocas de cosecha, la estimación y pronóstico se hará bajo ese patrón. Supondrá que independientemente de las fuerzas que expliquen la migración (como son las oportunidades de empleo, los niveles salariales, las influencias culturales, el comportamiento macroeconómico, etc.) ésta continuará evolucionando de igual forma en el futuro, bajo el supuesto de que el fenómeno se desarrollará en forma similar a los años transcurridos.

El método más difundido para efectuar el análisis de series de tiempo es el clásico. Este método supone que los fenómenos están en función del tiempo. Si se identifica con la letra "Y" al fenómeno en estudio expresado a través de una variable y con "T" a la variable tiempo, la relación puede expresarse como:

$$Y=f(T)$$

En donde "y" es el fenómeno a estudiar o variable dependiente y "T" es la variable explicativa o independiente.

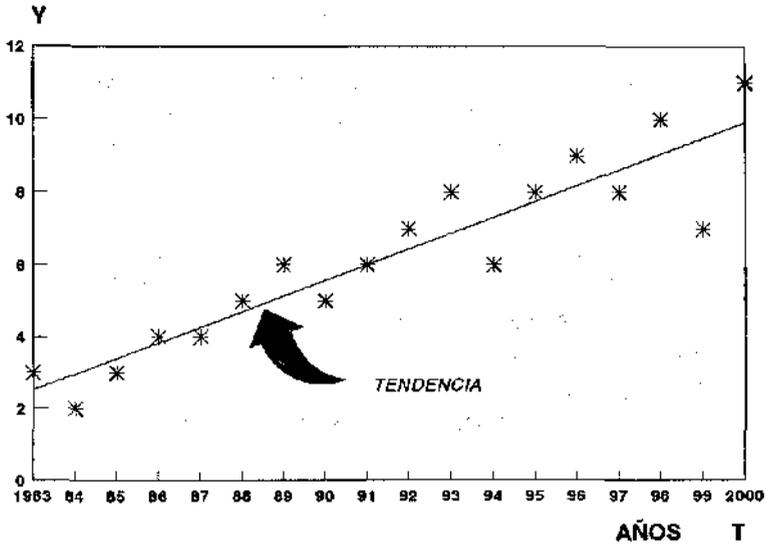
Este método —también conocido como "descomposición de factores"—supone que cada variable evoluciona de acuerdo a un patrón desconocido que está determinado por n factores en el tiempo.

Con el objeto de simplificar la determinación de los factores que influyen y conocer el patrón de evolución del fenómeno, los primeros se resumen en cuatro componentes y se construyen dos patrones.

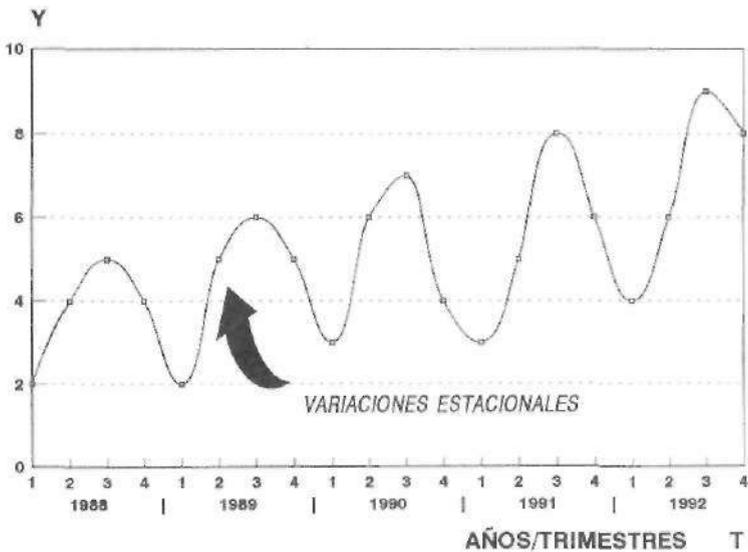
Los componentes son:

1. *La tendencia* ($T_0 T_1$). Señala el movimiento de *largo plazo* de la serie en forma uniforme (figura 6).
2. *La variación estacional* ($E_0 T_2$). Representa los movimientos a *corto plazo* que se repiten periódicamente con cierta regularidad. Su período de repetición puede ser anual, mensual o semanal (figura 7).

**FIGURA 6
TENDENCIA**



**FIGURA 7
VARIACIONES ESTACIONALES**



3. *La variación cíclica (Cp T₃)*. Indica las contracciones y expansiones de la serie alrededor de la tendencia en el *mediano plazo*. Las variaciones cíclicas son de naturaleza periódica y semiregular. La repetición de sus movimientos se puede dar en períodos que oscilan entre uno y cinco años (figura 8).

4. *La variación irregular (I o T₄)*. Representa los movimientos *instantáneos* no previstos que resultan de eventos como incendios, huelgas, sismos, inundaciones, accidentes, etc., así como de otros factores determinantes no considerados en los componentes anteriores (figura 9).

La tendencia que se obtiene en el análisis de las series de tiempo muestra el comportamiento promedio de la evolución de un fenómeno en el largo plazo. Al graficarse se obtiene una línea entre la distribución de la información real. La diferencia que se presenta entre cada observación y su estimación se conoce como error de estimación. Al multiplicar los valores estimados de la tendencia por los coeficientes de las variaciones se alcanza el valor observado, con ello el error de la tendencia es sustancialmente eliminado puesto que se están considerando el total de determinantes que influyen en el fenómeno a través del tiempo (ver figura 10).

Esto es de gran utilidad para hacer pronósticos ya que se tiene una función bastante aproximada de futuros comportamientos. Con ello es posible generar escenarios.

Esto último tiene gran importancia ya que las expectativas forman una parte muy importante dentro del desarrollo de estrategias sociales. De esta forma, el uso de técnicas que permitan la descripción y análisis de variables con el objeto de pronosticar, es imprescindible en la actualidad.

Dependiendo del objetivo del investigador se hará uso de uno, varios o todos los componentes de las series de tiempo. Por ejemplo, si lo que se busca es pronosticar en el largo plazo, deberán usarse todos los componentes. Si lo que interesa es analizar las variaciones que presenta un fenómeno a mediano plazo, se procede a calcular la ciclicidad y la tendencia. Se calcula la estacionalidad, si se pretende conocer las variaciones en el corto plazo. Los cambios esporádicos, repentinos o no previstos, pueden ser estudiados por las variaciones irregulares.

Los modelos en series de tiempo son:

El aditivo. En éste los cuatro componentes se suman.

$$Y = f(T)$$

$$Y = f(T_1 + T_2 + T_3 + T_4)$$

FIGURA 8
VARIACIONES CICLICAS

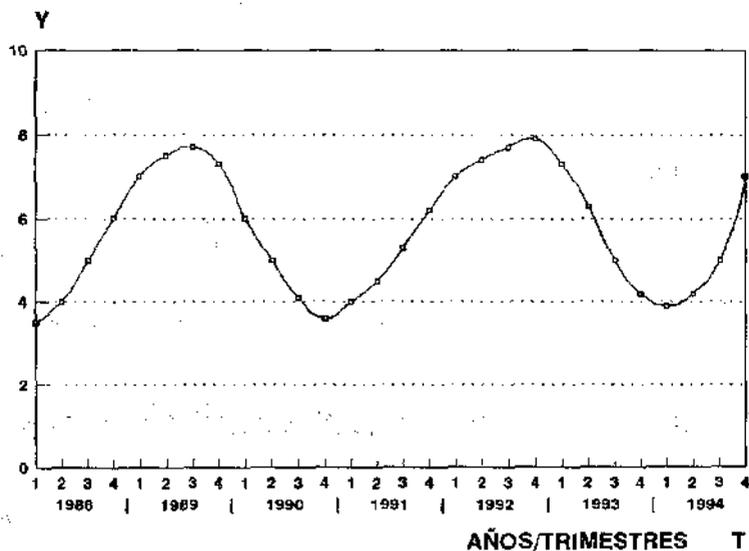


FIGURA 9
VARIACIONES IRREGULARES

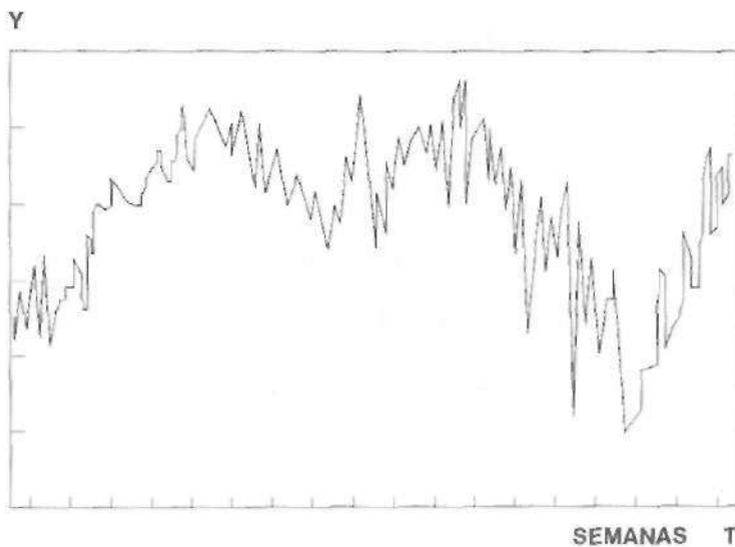
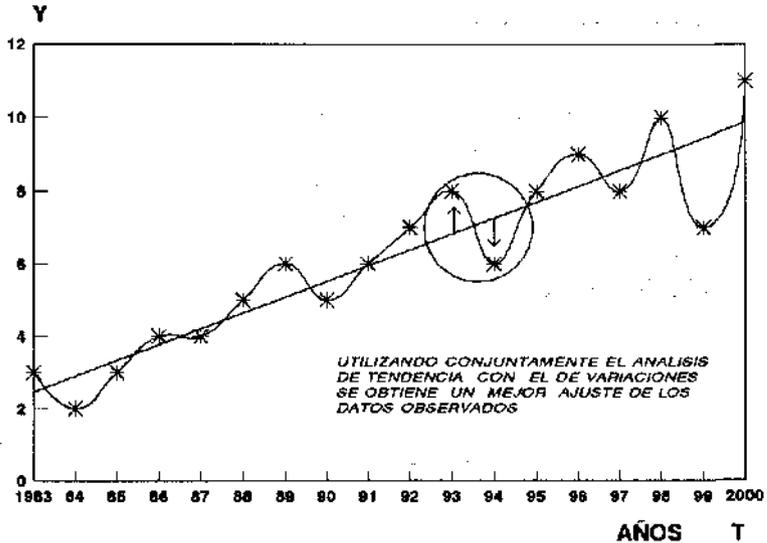


FIGURA 10
AJUSTE POR TENDENCIA Y VARIACIONES



$$Y = f(T1) + f(T2) + f(T3) + f(T4)$$

$$Y = T + E + C + I$$

El multiplicativo. En él los factores se relacionan como:

$$Y = f(T)$$

$$Y = f(T1 T2 T3 T4)$$

$$Y = f(T1) f(T2) f(T3) f(T4)$$

$$Y = T E C I$$

El modelo aditivo es utilizado en el análisis de fenómenos que parten de suponer o de conocer la existencia de relaciones agregativas, expresadas en el tiempo.

El segundo se utiliza cuando las relaciones se consideran multiplicativas. La selección del modelo finalmente es determinada por el grado de éxito logrado por el analista al evaluar el fenómeno.

Comentarios finales

Si los datos empleados en un análisis social, son suficientemente precisos y si la elección del modelo estadístico es correcta, el empleo de los métodos descritos en este artículo, pueden hacer más confiable la medición de los fenómenos sociales.

La elección del modelo estadístico debe considerar los objetivos del estudio, las características del fenómeno analizado y las posibilidades del modelo. Así, cuando se utilice la correlación se debe tener claro que ésta sólo mide el grado de asociación entre variables. Si el objetivo es encontrar la relación funcional que mejor explique la evolución de un fenómeno se recurrirá al análisis de regresión.

Si el objeto es estimar comportamientos futuros de un fenómeno para el cual se tienen identificadas variables y funciones específicas, lo más adecuado será utilizar la regresión. Si por el contrario requerimos estimar valores futuros, pero no contamos con más información que el fenómeno mismo, entonces lo más recomendable será utilizar las series de tiempo.

Bibliografía

Downie y Heath. ***Métodos estadísticos aplicados***, Haría, México, 1983.

Levin, Jack. ***Fundamentos de estadística en la investigación Social***, Haría, México, 1979.

Kline, Morris. ***Matemáticas para los estudiantes de humanidades***, FCE, México, 1992.

Spiegel, Murray R. ***Estadística***, McGraw-Hill, México, 1979.

Shao, Stephen P. ***Estadística para economistas y administradores de empresas***, Herrero, México, 1990.