

SISTEMAS DE INDICADORES SOCIALES UNA APROXIMACIÓN EPISTEMOLÓGICA¹

Otto Calvo Coin

*"Si hacer fuera tan fácil como saber qué hacer,
las capillas hubieran sido iglesias y las chozas
de los pobres palacios de príncipes".*

William Shakespeare

RESUMEN

Los indicadores estadísticos, pivotes informativos de todo Estado y Gobierno, con una historia cuatro veces milenaria, fueron también pilares en el génesis de todas las ciencias naturales y sociales de la lógica ortodoxa. En el alba del nuevo milenio, ante el caos de la teoría social, los indicadores y la revolución de la epistemología coadyuvan al diseño de sistemas de indicadores sociales, necesarios para la construcción de nueva ciencia social.

ABSTRACT

The indicative statistic, informative pivots of all State and Governor, with a history four times millenary, they were also pillars in the genesis of all the natural and social sciences of the orthodox logic. In the dawn of the new millennium, with the chaos of the social theory, the indicators and the revolution of the epistemology helps to design indicator systems, necessary for the construction of new social science.

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de construir sistemas de indicadores² sociales a escala planetaria es producto de una integración de factores principales: el fin de la Guerra Fría (cuyo hi-

to es la caída del muro de Berlín, en diciembre de 1989); la globalización del comercio, cuyo hito es la fundación de la OMC (Organización Mundial de Comercio, en 1994); el desarrollo de la informática; las telecomunicaciones junto con, la cada vez mayor integración financiera mundial.

Este conjunto de factores principales genera caos epistemológica en las Ciencias Sociales, que a su vez, exacerba el fallo de la lógica mecanicista ortodoxa del par newtoniano deducción-inducción, necesarios para los especialistas, pero no suficiente para

1. La palabra *epistemología* designa comúnmente la teoría del conocimiento. Fue utilizada a partir de 1854 por el filósofo J. F. Ferrier, en su obra *"Instituciones de la Metafísica"* (Enciclopedia, 1997).
2. Indicador etimológicamente significa *indicar*, mediante un *quantum* estadístico.

resolver procesos *holísticos* (de totalidad). Por estas razones, el caos del cambio de milenio demanda su *status gnoseológico*³: la Lógica de Sistemas (el estudio de las interconexiones del universo), que complementa, no sustituye la ortodoxia newtoniana. En síntesis ¡las Ciencias Sociales tienen que revolucionarse a sí mismas!

La *teoría del caos*⁴ (modelos alimentados con estadísticas) califica el paso de la era bipolar (1947-1989) a la multipolar actual, como el "*efecto mariposa*", por la afirmación idealizada, de que una mariposa aleteando en Beijing (las primeras reformas del presidente Den Xiaping, durante la década de 1980) produjo durante los años siguientes, la tormenta social en la Europa Oriental (fin del socialismo real) y, en el resto del mundo, que de alguna manera, *mutatis mutandis* afectan a China; por ejemplo, en su actual ingreso en la OMC (Organización Mundial de Comercio): una *retroalimentación natural*.

1.1. Definiciones de la ciencia estadística

La *Ciencia Estadística* es un campo de las Matemáticas, con dos definiciones; la primera, según los datos estadísticos⁵: *recolección* (observación), *análisis e interpretación teórica*, en condiciones de incertidumbre; y, la segunda, la más actualizada, define *Estadística como la ciencia de la toma de decisiones frente a la incertidumbre*. En general, la Ciencia Estadística se divide en dos áreas (1) *esta-*

dística descriptiva o deductiva (cuestionarios, fuentes y técnicas de recolección; clasificación de datos y su presentación en cuadros, gráficos, distribuciones de frecuencias, parámetros de posición y de variabilidad), y (2) *inferencia estadística o inductiva* (métodos y datos obtenidos por muestreo de encuestas).

La Ciencia Estadística fue bautizada oficialmente hacia 1750 por Godofredo Achenwall (1719-1772), economista alemán, siendo profesor de la Universidad de Göttingen. El término *estadística* fue derivado del vocablo *Staat* = tratado de cosas que interesan al Estado, que lo definió como "el conocimiento profundo de la situación respectiva y comparativa de cada Estado" (Portus, 1999:3). Las principales obras de Achenwall son: "*Elementos de estadística*"; "*Historia sucinta de los principales Estados de Europa*"; "*Principio de economía política*".

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CIENCIA ESTADÍSTICA

2.1. Estadística primitiva

El primer precedente estadístico en la historia son los censos chinos del emperador Tao, en el año 2200 antes de Cristo. Posteriormente, en el Imperio Romano, desde el año 555 a.c., sobresalieron los censos (*census* operación realizada en presencia del Censor); y, desde entonces hasta el siglo XVII, muchos Estados realizaron estudios sobre sus poblaciones, todos, ante la necesidad de construir indicadores que les permitieran cobrar impuestos y calcular su capacidad de avituallamiento militar (Enciclopedia, 1998).

El desarrollo de las técnicas censales iba acompañado del avance en las ciencias matemáticas, el comercio y la banca. Los documentos matemáticos más antiguos que se poseen proceden de Mesopotamia, en textos cuneiformes con más de 5000 años de antigüedad. Los Mesopotámicos inventaron un notable sistema de numeración, los métodos fundamentales del álgebra y fueron mejores en geometría que los egipcios. Esta civilización ubicada en

3. La *gnoseología* es también teoría del conocimiento pero en un sentido más amplio que la *epistemología* (Mario Bunge, 1999).

4. Teoría del caos. Descubierta por el meteorólogo Edward Lorenz, que publicada por primera vez en 1963, ha triunfado también en las ciencias sociales, como modelo explicativo de sistemas (Capra, 1998:150).

5. El conjunto de datos se denominan *ESTADÍSTICAS* (en plural), a diferencia de la ciencia, que se denomina *ESTADÍSTICA* (en singular).

medio de la *Ruta de la Seda*, que era el tránsito de las caravanas de comerciantes que interconectaba Egipto con China. Para este comercio, las ciudades de la Mesopotamia desarrollaron la economía de servicios: la escritura cuneiforme, la moneda, la banca, las matemáticas con la astronomía, el calendario de 365 días y cuarto, dividido en 12 meses, el día con 24 horas, la hora con 60 minutos y el minuto con 60 segundos, con relojes de sol y de arena; instrumentos que servían para los cálculos de los intereses bancarios. Esta cultura emigró a occidente, a Grecia y Roma, que fueron ciudades de banca y comercio. Los Romanos llegaron hasta la banca de seguros para las empresas navieras (Museo Británico, Londres).

Los fenicios, famoso pueblo comerciante inventor del alfabeto, en el primer milenio antes de J.C. crearon un sistema de numeración menos engorroso que el sistema egipcio y que luego sería continuado por los griegos en el siglo III a. de J.C.: el sistema de letras numerables (Museo Británico, Londres).

2.2. Lógica deductiva

En Grecia, al igual que en la Mesopotamia, sus templos religiosos eran Bancos, por lo tanto entidades con mucha información; los griegos heredaron de los fenicios el alfabeto y el arte del comercio; de Egipto Tales de Mileto aprendió la geometría que enseñó a sus discípulos. Algunos templos religiosos bancarios griegos llamados Oráculos, llevaban ya las primeras técnicas de indicadores sociales, que les servía a las pitonisas como medio para interpretar las coyunturas políticas (Calvo, 1999).

Con tal herencia, los griegos, entre muchas cosas, descubrieron el *episteme* y su campo de aplicación la logística. Sobresale el aporte de Aristóteles (384-322 a.c.) con su libro "*Organon*" donde se explica el método deductivo, que tendría su máxima expresión en el libro "*Elementos de Geometría*" de Euclides (siglo III a.c.). Así, pues, a partir de los griegos, hasta el siglo XVI d.c. el *Organon* y su epistemología correspondiente serán la base científica de occidente (Calvo, 1998).

El Renacimiento europeo impactó un *shock* a la epistemología griega, cuando el abogado y político francés Jean Bodin (o Bodino) (1530-1596), "inventó" el concepto del Estado-nación en su libro "*Six Livres de la République*", publicado en 1576; en respuesta al Imperio Español, bajo Felipe II, que con el oro que llegaba de América, pudo financiar el primer ejército permanente desde las legiones romanas. Así equipada, España lanzó la primera campaña por la dominación de Europa. Contrarrestar esta dominación fue la motivación y el propósito declarado de Jean Bodin, por lo tanto, aceptaron sus recomendaciones: el Estado-nación y sus instituciones, un servicio civil, un ejército profesional, el control central de la emisión de la moneda, los impuestos, las aduanas, jueces profesionales y la información estadística de las importaciones y exportaciones de Estado-nación, según la Escuela Económica Mercantilista. No había alternativa ¡someterse a España o soberanía nacional! (Drucker, 1996).

Luego, con el mejoramiento de las estadísticas en Francia, Antoine de Montchrétien "inventa" el concepto de *Economía política*, en 1615, donde "*Toda sociedad está compuesta de gobierno y de comercio*". No se puede separar la economía de la *police*, es decir, de la política (Piatier, 1967).

Con el paradigma epistemológico del siglo XVII, se dan los primeros intentos estadísticos de construir indicadores sociales, para medir la riqueza o la renta de un Estado-nación. A partir de esta época se afirma la preocupación por obtener una cifra única de todo lo que hace un país (es decir un PIB: Producto Interno Bruto). En este siglo, se pueden contar, sólo en Francia, más de 50 evaluaciones de la renta nacional (cuentas nacionales) antes de la Revolución.

2.3. Lógica mecanicista

Por otra parte, alrededor del año 1600 se dan los siguientes acontecimientos en la lógica: en la Inglaterra de la Reforma Francisco Bacon (1561-1626) expone la filosofía experimental en su libro "*Novum Organon*"

(en oposición al *Organon* de Aristóteles), que tendría su máxima expresión en Galileo Galilei (1564-1642). Mientras que en Francia, René Descartes (1596-1650), revolucionó la epistemología científica en su libro "*Discurso del Método*" con la segunda máxima: *divida cada una de los temas que examina en tantas parcelas como se pudiera y fuera requerido para resolverlas mejor* (Descartes, 1993:30). Después, en Inglaterra, Isaac Newton (1642-1727), su libro "*Philosophie Naturalis Principia Matemática*" construye su modelo "inducción-deducción", según un sistema cerrado (es decir aislado del entorno). Para Newton la causa necesariamente genera un efecto (por eso llamado mecanicista, puesto que no existe campo para la incertidumbre). Este modelo, junto con el pensamiento cartesiano indujo, a la división del conocimiento en las especialidades de la época moderna. Con la lógica mecanicista los pensadores sociales del siglo XVIII *Siglo las Luces* hablaban de una física social.

3. BIFURCACIÓN DE LA TEORÍA DE PROBABILIDADES

En Europa y en particular la sociedad francesa de 1650, la burguesía emergente hacía del *juego de azar* o *aleatorios* un próspero negocio y, de medio de reunión con las elites aristocráticas y del poder político, era el *lobby* de la época. Cada vez se introducían juegos más complicados de cartas, dados y otros, donde se apostaban sumas considerables en los establecimientos de juego; por tales razones, se dejó sentir la necesidad de métodos racionales para calcular las probabilidades de los diversos juegos.

3.1. Definición clásica de probabilidad

El caballero De Méré, jugador apasionado tuvo la idea de buscar en París al matemático y filósofo Blaise Pascal (ya famoso por construir la primera máquina con ruedas

dentadas de sumar y restar usada en contabilidad) para consultarle sobre los juegos de azar. Entonces, Pascal originó una correspondencia con sus amigos matemáticos, durante el resto del siglo XVII, sobre todo con Pierre Fermat, de Toulouse (famoso por su complicado teorema: $c^n \neq a^n + b^n$).

La "*definición clásica*" de probabilidades (o *a priori*, para eventos⁶) fue elaborada por el Marqués Pierre Simon de Laplace (1749-1827) en su libro *Théorie Analytique des Probabilités*; dice (en términos modernos): *si en un espacio muestral S, un suceso ocurre de n maneras mutuamente excluyentes e igualmente posibles, para el evento n(E), con el atributo E, la probabilidad del evento P(E) es la ecuación:*

$$P(E) = \frac{n(E)}{n}$$

El concepto de probabilidades produjo una bifurcación⁷ radical de la epistemología matemática y la gnoseología filosófica, al introducir el concepto de *incertidumbre* cuantificada en probabilidades, que supera la visión *meccanicista* de Newton y Descartes, donde no cabe la incertidumbre.

3.2. Definición de probabilidades frecuencias

La praxis de la teoría de las probabilidades comenzó y se desarrolló en las Ciencias Sociales. En 1662, J. Graunt, un comerciante londinense de lencería, en su libro: *Natural and Political Observations made upon the Bills of Mortality*, hace el primer intento de interpretar fenómenos biológicos y sociales

6. Un evento (o suceso) es un conjunto finito de resultados para el cual es posible asignar una probabilidad.

7. Bifurcación, teoría del caos, significa ramificación por metamorfosis o reorganización cualitativa de una entidad, resultado de un cambio en los parámetros de los que depende (Arnold, 1989).

de la población partiendo de estadísticas. En su libro ponía de manifiesto la influencia que las cifras de nacimientos y muertes, tenían en Londres, en los años 1604-1661, sobre el medio social. Graunt entabló amistad con Sir William Petty, que luego publicó el libro *La nueva ciencia de la aritmética política* (la estadística de entonces), ampliamente difundida. Por otra parte, a finales del siglo XVII, el famoso astrónomo y amigo de Newton, E. Halley, publicó el artículo: "Un cálculo de los grados de mortalidad de la humanidad, deducido de curiosas tablas de los nacimientos y funerales de la ciudad de Breslau". De este modo, los estudios estadísticos publicados por los ingleses Graunt, Petty y Halley, están considerados la base de los trabajos posteriores sobre esperanza de vida, que son tan utilizados hoy por las aseguradoras (*Enciclopedia*, 1997). De modo que el concepto de probabilidades frecuenciales o *a posteriori* nació de la incertidumbre (información incompleta).

Se llama frecuencia f_i a las n veces que ocurre un determinado evento (o suceso) en una serie de n experiencias; y frecuencia relativa (f_i/n) al cociente de dividir la frecuencia por el número de experiencias realizadas.

Las probabilidades de frecuencias (*a posteriori*) emergieron cuando se extendieron los modelos de los juegos de azar a las ciencias sociales, por esta razón al método frecuencial le llaman también *enfoque empírico*. Estas probabilidades se definen con la ecuación propuesta por el economista Von Mises: la probabilidad del evento $P(E)$ es el valor límite de la frecuencia relativa (f_i/n) del suceso o evento (E) cuando el número de experiencias n tiende a infinito:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f_i}{n} = P(E)$$

3.3. La estadística matemática

Durante siglos las matemáticas fueron creciendo por evolución y por bifurcaciones que generaron nuevas ramas matemáticas,

tal como la Estadística Matemática (que incluye el cálculo de probabilidades), hasta llegar al fin del siglo XIX, en que, dada la cantidad de información acumulada obligó a los matemáticos a especializarse por campos específicos. Con estas condiciones a principios del siglo XX, se inició un movimiento para sistematizar las diferentes ramas de las matemáticas con una lógica homogénea, que a su vez crearon nuevos campos de las matemáticas, como la teoría de conjuntos por Cantor.

Durante el siglo XX, R. A. Fischer diseñó gran parte de los modernos métodos estadísticos y, Von Mises propuso el concepto de *espacio muestral* (conjunto de resultados aleatorios), con el cual fue posible construir la teoría matemática de las probabilidades. Siguiendo esta corriente Kolmogorov presenta el primer esfuerzo por definir las probabilidades según el método axiomático, tal como modernamente se define en el punto siguiente.

3.3.1. Definición axiomática de probabilidades, según Kolmogorov

Sea S un espacio muestral, y E , cualquier suceso o evento de S ; es decir E es cualquier subconjunto de S . Diremos que P es una *función de probabilidad* en el espacio muestral S , si se satisfacen los tres axiomas siguientes:

1. AXIOMA. $P(E)$ es un número real tal que $P(E) \geq 0$ para todo suceso E de S .
2. AXIOMA. $P(S) = 1$.
3. AXIOMA. Si tenemos que S_1, S_2, \dots es una sucesión de sucesos mutuamente excluyentes de S , es decir, si

$$S_i \cap S_j = \emptyset \text{ para } i \neq j = 1, 2, \dots,$$

Entonces

$$P(S_1 \cup S_2 \cup \dots) = P(S_1) + P(S_2) + \dots$$

Estos axiomas, que se utilizan para desarrollar un modelo idealizado, están motivados por las definiciones de probabilidad clásica y frecuencial. Con base en estos axiomas se demuestran los teoremas, que se salen del foco de atención del presente artículo. Pero

estos conceptos son fundamentales para el desarrollo de la metodología del muestreo estadístico aleatorio.

Es conocido que Albert Einstein se perturbó con la teoría de las probabilidades "Dios juega a los dados", manifestó.

4. LEYES DEL MUESTREO ESTADÍSTICO ALEATORIO

4.1. Inferencia inductiva

Hasta ahora nos hemos ocupado de algunos aspectos de la teoría de la probabilidad. El estudio del muestreo nos lleva a la teoría de la estadística propiamente dicha, por lo cual pasamos ahora a tratar brevemente el concepto de la *inferencia inductiva* o *inferencia estadística* y de sus relaciones con el muestreo.

El progreso científico va unido *pari passu* con la observación y la experimentación: el investigador social realiza una encuesta y obtiene datos (estadísticas); y con base en ellos trata de construir teoría general. En otras palabras, puede ocurrir que el científico generalice ciertas conclusiones de su objeto de estudio particular a toda clase de grupos sociales semejantes. Tal tipo de extensión de lo particular a lo general se denomina *inferencia inductiva* o *inferencia estadística*, que es un procedimiento para hallar nuevo conocimiento científico (Mood y Graybill, 1972).

La inferencia estadística son métodos de *incertidumbre* (con escasez de información), por lo tanto toda inferencia estadística exacta es imposible. Es decir, una inferencia aleatoria perfectamente válida no puede hacerse. Sin embargo, el grado de *incertidumbre* es susceptible de medición si la encuesta o experimento se ha realizado de acuerdo con los principios de las probabilidades. Uno de los objetos de trabajo de la Teoría Estadística consiste en diseñar métodos para las inferencias aleatorias y, para medir sus grados de incertidumbre. Las medidas de incertidumbre vienen expresadas en probabili-

dades, por esta razón dedicamos tanta extensión a la teoría de las probabilidades.

Sabemos que, aunque la lógica deductiva es extraordinariamente importante, muchos de los nuevos conocimientos del mundo real se adquieren por procesos de inferencia inductiva. En las ciencias matemáticas, por ejemplo, la *deducción* se utiliza para demostrar teoremas, mientras que en las ciencias empíricas se emplea la *inferencia estadística* para hallar nuevos conocimientos (Mood y Graybill, 1972); específicamente, con la *inducción estadística* basada en las leyes del muestreo de encuestas: (1) la ley de los grandes números, y (2) el teorema central del límite, que veremos a continuación.

4.2. La ley de los grandes números

Teorema demostrado por Jacobo Bernoulli (1654-1705) y publicado en 1713, anteriormente llamado "*ley de los grandes números*". Con este teorema K. Gauss, Quételet, F. Galton, y Pearson, a fines del siglo XIX, interconectaron la teoría del cálculo de probabilidades con el muestreo de encuestas. Como la demostración del teorema de J. Bernoulli era muy complicada, más de ciento cincuenta años después, el matemático ruso P. L. Tchebysheff o Chebishev (1821-1894), en 1864, dio una demostración menos difícil del teorema y más general.

4.2.1. Ley débil de los grandes números

TEOREMA 1. Según J. Bernoulli, si la frecuencia f_i constituye las apariciones del evento o suceso E, en una muestra aleatoria de n observaciones, entonces el estimador razón f_i/n constituye la *frecuencia relativa* que converge con el parámetro probabilidad $P(E)$ del evento E. Sean dos números pequeños dados $d > 0$ y $0 < \alpha < 1$. Entonces, según la desigualdad de Tchebysheff:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P \left(\left[\frac{f_i}{n} - P(E) \right] < d \right) = 1 - \alpha$$

Donde α representa el *nivel de significancia estadística*, usualmente: cinco (5%) y uno (1%); y, d un valor equivalente a la fórmula $d = z_{\alpha} \sigma / \sqrt{n}$, tal que, z_{α} constituye el valor en la curva normal estándar, según el nivel de significancia α ; y σ constituye la desviación estándar de la población, o sea, la raíz cuadrada de la variancia $\sigma^2 = PQ$, donde el parámetro $P = fi/N$, de la población de tamaño N , y $P + Q = 1$.

4.2.2. Ley fuerte de los grandes números

Así se denomina al teorema análogo de J. Bernoulli, en el cual, en vez de la convergencia en probabilidad se afirma la convergencia entre un estimador promedio \bar{w} de una muestra tamaño n , y el parámetro promedio m de la población tamaño N , entonces tenemos:

TEOREMA 2. Designamos $f(x; \mu, \sigma^2)$ la distribución de densidad, según K. Gauss (tipo campana cuando es simétrica o joroba cuando es asimétrica), con parámetros: promedio μ y variancia finita σ^2 ; sea el estimador \bar{w} el promedio de una muestra aleatoria con tamaño $n > 30$, el cual converge en probabilidad con μ ; y sean dos números pequeños dados $d > 0$ y $0 < \alpha < 1$. Entonces, según la desigualdad de Tchebysheff:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\bar{w} - \mu| < d) = 1 - \alpha$$

Donde α representa el *nivel de significancia estadística*, usualmente: cinco (5%) y uno (1%); y, d constituye un valor equivalente a la fórmula $d = z_{\alpha} \sigma / \sqrt{n}$ (de acuerdo con la ley de los grandes números, la muestra grande es *representativa* cuando $n \geq 30$), y z_{α} es el valor en la curva normal estándar, según el nivel de significancia α ; y, σ es la desviación estándar de la población, o sea, la raíz cuadrada de la variancia $\sigma^2 = \sum (x_i - \mu)^2/N$;

donde μ constituye el promedio de la población de tamaño N .

4.3. Teorema central del límite

Este teorema es una de las proposiciones más importantes de la Estadística, porque justifica el esfuerzo realizado en el estudio de la función de densidad normal de K. Gauss $f(x; \mu, \sigma^2)$ "campana de Gauss"; es también, uno de los teoremas más notables de toda la matemática. La historia de este teorema comienza con los trabajos de Laplace; luego De Moire, publica en 1733 los suyos; y, posteriormente el teorema se consolida con los trabajos de A. A. Markov (1856-1922) y, en especial con A. M. Liapunov (1857-1918), el cual establece:

TEOREMA 3 Designamos $f(x; \mu, \sigma^2)$ una distribución de densidad de K. Gauss (simetría campana o asimetría joroba) de una población cualesquiera (continua o discreta), con parámetros promedio μ y variancia finita σ^2 . Si obtenemos una muestra grande $n > 0$, la distribución de muestreo del promedio muestral \bar{w} tendrá, aproximadamente, una distribución de densidad normal $n(\bar{w}; \mu, \sigma / \sqrt{n})$, es decir con media μ y desviación estándar $\sigma_{\bar{w}} = \sigma / \sqrt{n}$, llamada *error estándar del promedio*.

COROLARIO 1. Si definimos la variable aleatoria x_i obtenida de una transformada de Laplace, con los datos de la muestra n , según la fórmula:

$$x = \frac{\bar{w} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \rightarrow n(x; \mu = 0, \sigma = 1)$$

La distribución de x_i se aproxima a la función normal estándar $N(x; 0, 1)$, es decir, con media $\mu=0$ y error estándar $\sigma=1$. Lo extraordinario de este teorema es que no dice nada acerca de la distribución de densidad original de los datos.

4.4. Shocks del muestreo de encuestas

Las empresas encuestadoras estadounidenses tuvieron una “*prueba de fuego*” durante el año 1932, en la campaña presidencial de Franklin Delano Roosevelt contra el entonces presidente Herber Clark Hoover, al obtener los siguientes resultados, según (Piatier, 1967:150):

1. La gran revista *Littery Digest*, según la técnica de “encuesta por conveniencia”, mandó 11 millones de boletas a los abonados al teléfono y propietarios de automóviles, con los cuales obtuvo una respuesta de 4 millones de boletas, que predecían el aplastante triunfo republicano de H. Hoover.
2. M. Roper, para la revista *Fortune* realizó una pequeña encuesta, según la “técnica de cuotas” obtenidos de los porcentajes del censo de población de 1930, con la cual predijo el triunfo de F. Roosevelt con un 62 por ciento.
3. El *Instituto Gallup*, también con una encuesta pequeña de “muestreo por cuotas” predijo el triunfo de F. Roosevelt con un 56 por ciento. (Posteriormente, Gallup utilizó con éxito el “muestreo por cuotas” en las campañas electorales de F. Roosevelt en 1936, 1940 y 1944).
4. F. Roosevelt ganó las elecciones, de 1932, con un 60 por ciento de los votos.

Ante los resultados electorales de 1932, los profesionales en estadística matemática se reunieron en congresos y, con mucha discusión, acordaron como óptimo, las muestras pequeñas con técnicas de “muestreo por cuotas”.

El segundo *shock* al muestreo de encuestas sucedió durante la campaña de reelección del presidente Harry Truman, en 1948, contra el candidato republicano y gobernador por el Estado de Nueva York, Thomas Dewey. El Instituto Gallup fiel al “método por cuotas”, con los porcentajes del año 1940 (porcentajes de ocho años con una guerra de por medio, ya distorsionados) da-

ban el triunfo a los republicanos por un margen tan amplio, que Gallup no consideró necesaria la última encuesta en vísperas de las elecciones. Las elecciones terminaron con una contundente ventaja a la reelección presidencial del presidente H. Truman.

Después de este fracaso, el Instituto Gallup y los estadísticos matemáticos del mundo se reunieron, de nuevo, en congresos con mucha discusión: el resultado fue el diseño “encuestas aleatorias”; es decir, seleccionar muestras mediante rifa (procedimiento mecánico de selección) de las unidades estadísticas de una población. Posteriormente el muestreo aleatorio se extendió a otros campos científicos, tales como el diseño de experimentos, la construcción de indicadores sociales y, de índices.

4.5. No todo el muestreo es al azar

Un primer caso de muestreo “no al azar” se presenta durante la noche de las elecciones en los Estados Unidos, donde los estadísticos hacen una selección de mesas de votación, de los distritos claves, de acuerdo con su récord histórico (los barómetros) con ellas se calculan pronósticos fidedignos.

Un segundo caso lo proporciona el mercado de valores, también en los Estados Unidos. Al cierre de cada día de negocios millones de acciones de las compañías que aparecen en la Bolsa de Valores de Nueva York (*NYSE: New York Stock Exchange*), en *Wall Street*, han sido negociados y se plantea la pregunta: ¿Qué sucedió con los precios pagados por estas acciones? La población del problema estadístico es el total de las acciones negociadas en un día dado: (1) la estadística descriptiva mide, con el índice industrial de la Bolsa de Valores de Nueva York, el movimiento de *todas* las acciones comunes negociadas; y (2) la estadística inferencial se mide con el promedio industrial Dow Jones (*DJIA: Dow Jones Industrial Average*), que por el contrario, se basa en 30 acciones azules escogidas entre las casi 2000 que aparecen en la lista del Gran Consejo y, esta

muestra no es al azar, porque rara vez se hacen cambios a esa base.

CONCLUSIÓN

El “muestreo aleatorio” es casi la única forma de abordar un problema cuando se sabe muy poco o nada de una población muy grande. Pero este muestreo puede producir ocasionalmente una “mala” muestra, no representativa realmente de la población. Lo que es representativo de la población depende de lo que se trate de medir. Cuando existe mucho conocimiento de un proceso sistemático como en la Bolsa de Valores, lo

conveniente es introducir ese conocimiento dentro de los modelos estadísticos.

5. EPISTEMOLOGÍA DEL MUESTREO DE ENCUESTAS

5.1. Principios epistemológicos del muestreo

Tabla 1. Para definir el objeto de estudio en una investigación es necesario comprender los principios epistemológicos de sus conceptos y sus campos de relaciones; de acuerdo con la lógica de sistemas del todo y las partes.

TABLA 1
PRINCIPIOS EPISTEMOLÓGICOS DEL MUESTREO

LÓGICA DE SISTEMAS	TEORÍA DE CONJUNTOS	TEORÍA ESTADÍSTICA	
		MARCO MUESTRAL (Técnica para diseñar muestras)	MUESTREO ALEATORIO (Objetivo estudiar atributos de Unidades Estadísticas)
TODO	UNIVERSO <i>U</i> (colección de elementos con una característica común)	POBLACIÓN (Lista de Unidades Estadísticas tamaño <i>N</i>)	Espacio de resultados aleatorio (Tamaño <i>n</i>)
PARTES	Conjunto <i>A</i>	Muestreo Encuestas (Tamaño <i>n</i>)	Suceso o Evento <i>E</i> (Tamaño <i>n(E)</i>)

Fuente: El Autor.

- a. En la matemática teórica, el todo se define como un UNIVERSO, abstracto, de elementos con una característica común, y la PARTE por un conjunto *A*.
- b. En Teoría Estadística el MARCO MUESTRAL (herramienta para diseñar una encuesta, que consiste en unas listas de unidades estadísticas) el TODO se define como una POBLACIÓN de *unidades estadísticas*, cuyos atributos son cuantificables con un censo de tamaño *N*; y la PARTE, una selección aleatoria llamada *encuestas por muestreo*, de tamaño *n*, cuyo objetivo es estudiar ATRIBUTOS de esas unidades estadísticas.

- c. Por último, el MUESTREO ALEATORIO genera como el TODO un ESPACIO DE RESULTADOS de tamaño *n*, y las PARTES constituyen los Eventos o Sucesos de resultados, usualmente, de tamaño *n(E)*.

5.2. Epistemológicos del proceso de muestreo

Vimos que la Ciencia Estadística se define por la recolección (u observación), análisis e interpretación teórica de datos (las *estadísticas*). Sin embargo, la Estadística ha creado una sinergia con las *Ciencias de la*

Computación e Informática, la cual suministra herramientas para el proceso de datos en dos etapas: el software base de datos (almacena y recupera los datos ordenados; los principales del mercado son ORACLE, FOX y Access de Microsoft) y el software del análisis estadístico (los principales del mercado son SPSS y SAS).

Tabla 2. El proceso técnico del muestreo de encuestas se divide en tres etapas principales (1) CUESTIONARIO (para recolección u observación de las unidades estadísticas

en el trabajo de campo); (2) la etapa informática de BASE DE DATOS, donde es necesario aplicar algún *software* especializado; y (3) el análisis estadístico de los DATOS, para lo cual hay que utilizar también un *software* especializado, tal como el SPSS/PC y el SAS. Para esta etapa el investigador tiene que elaborar un plan de análisis estadístico, mucho mejor *a priori* de la recolección de los datos, pero si lo hace *a posteriori* se debe tener una visión clara de los fundamentos epistemológicos de su investigación.

TABLA 2
PROCESOS EPISTEMOLÓGICOS DEL MUESTREO

TEORÍA DE SISTEMAS	CUESTIONARIO (Ciencias Económicas y Sociales)	BASE DE DATOS (Ciencias de la Computación e Informática)	HOJA DE CÁLCULO (Ciencias de la Computación e Informática)	CIENCIA ESTADÍSTICA (Estimadores, indicadores e Índices)
ATRIBUTO	Pregunta	Campo	Columna	Variable
ENTIDAD	Entrevista	Registro	Renglón	-----
UNIDAD	Pregunta	Dato	Celda	Caso

Fuente: El Autor

1. EL CUESTIONARIO es un instrumento (una entidad sistémica) para medir los ATRIBUTOS de cada UNIDAD ESTADÍSTICA entrevistada, donde una PREGUNTA mide un ATRIBUTO. Un cuestionario equivale a una ENTREVISTA.
2. BASE DE DATOS constituye la entidad que almacena, por digitación, las respuestas de los cuestionarios. La PREGUNTA del cuestionario constituye un CAMPO en la base de datos (equivale a una columna en la hoja de cálculo); y, un cuestionario se convierte en un REGISTRO de la base de datos (equivale a un renglón en la hoja de cálculo); y una RESPUESTA del cuestionario pasa a ser un DATO en la base de datos (una celda de la hoja de cálculo).
3. Para la ESTADÍSTICA MATEMÁTICA, un campo de la base de datos se transforma en una VARIABLE; y un DATO del registro se transforma en un CASO de la variable.

En la actualidad generalmente se acepta que, la lógica sistémica de la integración de la *informática*, la *telemática*, el *ciberespacio* de la INTERNET (la red de redes mundial), que en simbiosis construyen la *transparencia de la información mundial*, marcan el hito del paso del modernismo al *neomodernismo o poscapitalismo*; y que, dentro de este proceso, la Estadística Matemática aporta las metodologías para calcular los *estimadores, indicadores e índices económicos y sociales* indispensables para el desarrollo de las ciencias sociales.

6. GÉNESIS Y EPISTEMOLOGÍA DE LOS INDICADORES

Aunque frecuentemente se utilizan los conceptos de *estimadores, indicadores e índices* indistintamente, existen diferencias

epistemológicas importantes entre ellos, que es necesario aclarar:

6. 1. Concepto de estimador

Vimos que un estimador es una ecuación que procesa datos de una muestra aleatoria para estimar el parámetro de una población. En otras palabras, para una muestra n se calcula un promedio \bar{x} que estima al verdadero promedio de la población N , o sea al parámetro μ . Y, este procedimiento está avalado por la *Ley de los Grandes Números* y por el *Teorema Central del Límite*.

6. 2. Concepto de indicador estadístico

Un *indicador estadístico* etimológicamente significa: *inicio o señal*, el cual se interpreta en ciencias sociales, por una medida estadística indirecta de un atributo que no es directamente cuantificable, para una unidad estadística. Por ejemplo, la posesión de un yate es indicador de riqueza; o habitar un tugurio es indicador de pobreza; los galones o estrellas en un uniforme son indicadores en la escala jerárquica militar y de su poder teórico formal (FOESSA, 1967:286).

Pero, en términos matemáticos, el indicador es una ecuación que puede calcularse a partir de (1) datos censales de población, vivienda, agrícola e industrial; (2) de procesos administrativos (como las estadísticas de comercio exterior, población y, de las cuentas nacionales); y (3) de encuestas por muestreo. En este sentido, la interconexión de las estadísticas con los indicadores sociales siempre han constituido una unidad, como las caras de una moneda.

6.2.1. Ejemplo de indicadores, la Ley de Moore

En la tabla 3, véase los datos de la Ley de Moore, enunciado por primera vez, hace más de 30 años, por el ingeniero electrónico Gordon Moore, en la misma época que fundó Intel.

La Ley dice que: a medida que se reduce el tamaño de los simiconductores (*chips*), en cada generación sucesiva, la potencia se incrementa proporcionalmente porque (1) los circuitos están más cerca entre sí, y por tanto (2) se pueden colocar más chips. En términos estadísticos, en 18 meses, pueden producirse chips de nueva generación con el doble de la potencia a costos constantes (*Actualidad Económica*, 15 junio del 2000: 58).

TABLA 3

LEY DE MOORE Según: TRANSITORES POR CHIP por AÑOS

AÑOS	CHIP Modelos	TRANSITORES Unidades
1970		1 000
1973	4 004	2 000
1975	8 008	5 000
1978	8 080	10 000
1980	8 086, 8 088	50 000
1985	80 286, 80 386	100 000
1990	80 486	1 000 000
1995	Pentium III (1,3 gigahertzios)	5 000 000
2000, Agosto	Pentium IV (1,4 gigahertzios) Mejora las técnicas audiovisuales	10 000 000
2005		100 000 000
2010		1 000 000 000

Fuente: Otis Port, Andy Reinhardt, Gary McWilliams y Steven V. Brill (1996). "The Silicon Age? It's Just Dawning". *Business Week*, 9 de diciembre. Publicado (*Actualidad Económica*, 15 de junio del 2000:58) y, *La Nación* (22 de agosto del 2000: 29A), periódico, Costa Rica.

6.3. Concepto de índice

La incapacidad humana de comprender la totalidad de las poblaciones grandes, es auxiliada por la Ciencia Estadística para obtener observaciones objetivas. Entre estas, destacan los índices, los cuales son representaciones esquemáticas por antonomasia; así que el índice es *deformador* y sólo útil dentro de los límites de un *status* espacio y una dimensión tiempo.

“Por definición, un índice es un número estadístico que resume la información proporcionada por un conjunto de indicadores sobre un concepto. La construcción de índices presenta, además, problemas diferentes al cálculo de los indicadores, derivados principalmente al peso (o ponderación) que ha de tener cada indicador en el conjunto del índice” (FOESSA, 1967:194).

Los primeros trabajos sobre números índices comienzan con Dutot, en 1738; posteriormente Carli, en 1764, construye índices elementales. Pero se atribuye a H. Paasche (1874) y a Laspeires la utilización de los índices en la forma en que aún hoy día se utilizan generalmente; aunque en Boston, año 1828, con el libro de Willard Phillipps, diez años después de los *Principio* de Ricardo, se le puede considerar el primer método del procedimiento rutinario (Piatier, 1967).

La génesis de los índices fue para cuantificar movimientos de precios y costo vida; pero el siglo XXI observa cambios epistemológicos de su concepto, sobre todo en las ciencias sociales. Ejemplos (1) el índice calificador de Estado-nación, IDH (Índice de Desarrollo Humano) del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), basado en tres indicadores: ingreso *per cápita* en US\$, escolaridad y, esperanza de vida al nacer; (2) el índice de corrupción de la Organización Transparencia Internacional; y (3) el índice de Standard & Poor's de clasificación internacional. Es decir se trata de índices no monetarios.

6.4. Conceptos e hipótesis de los indicadores

Los *conceptos*, dice Merton (1961:89): “constituyen las definiciones de lo que ha de ser observado”. Pero, el concepto en investigación se refiere a ideas estadísticas: contraste entre un concepto vigente (H_0 : hipótesis nula) *versus* una propuesta nueva (H_1 : hipótesis alternativa), según *niveles de significancia* α (vimos que usualmente al (5%) y al (1%).

De modo que, el salto lógico entre un concepto viejo (H_0 : hipótesis nula) a otro nuevo (H_1 : hipótesis alternativa) se procesa con la continua labor de *pruebas de hipótesis*: con los cuales la medición verifica el concepto teórico por medio de observaciones empíricas repetidas que aíslan los efectos de las variables perturbadoras que no nos interesan medir. Por ejemplo, con la encuesta de Hogares y Servicios Múltiples, realizada semestralmente en Costa Rica, es posible determinar, mediante *prueba de hipótesis*, si realmente han empeorado o mejorado el desempleo, la vivienda, el promedio de escolaridad, y así todo el cuestionario.

Es justamente el *tema de cambio y de conflicto en una sociedad*, la preocupación de las ciencias sociales por controlar esos procesos y reducirlos al mínimo costo, lo que hace que la cuestión de indicadores deje de ser un puro juego teórico. Deja paso a la idea de *sistema de indicadores sociales*, es decir, aquellos aspectos de la observación *holística* de una sociedad, cuya medición incide significativamente en la toma de decisiones. Es decir, se trata de la *utilización científica de datos observables con un fin aplicado* (FOESSA, 1967).

7. EPISTEMOLOGÍA DE INDICADORES DE COYUNTURA

La expresión *coyuntura* apareció en Europa, a fines del siglo XIX y alrededor de 1917, definida como:

“evaluación del movimiento de los negocios y la situación económica, con el objeto de hacer estudios de previsión para aclarar la acción, ya sea en la vida pública o en los negocios privados” (Piatier, 1967).

El concepto *coyuntura* en francés, alemán y español es desconocido en lengua inglesa (*Trend* en inglés), apareció, primero, por reacción contra los trabajos demasiado abstractos de los economistas de la Escuela Marginalista; segundo, como afirmación al deseo de romper con el monopolio de la *lógica mecanicista* del binomio Descartes-Newton que considera los factores sociales aislados; y, tercero, de permanecer próximos a la realidad (Piatier, 1967).

El diseño de sistemas de indicadores fue iniciado por E. Wagemann, presidente, en la década de 1920; del *Institut für Konjunkturforschung* (Instituto de Coyuntura de Berlín, fundado en 1923). Para Wagemann vale mucho el principio “*orgánico y biológico*” de la vida económica. A la escuela de los Estados Unidos los acusa de ingenieros, y a la escuela de la exURSS (1917-1991: Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas) de trabajos de astronomía; porque ellos olvidaban que la sociedad es un *organismo vivo*. Todo estudio válido debe, decía, tener en cuenta la diversidad de las estructuras de los “*organismos*”, es decir, las economías nacionales, la diversidad y la especificación de los órganos en cada complejo nacional, en la diversidad de periodos.

E. Wagemann, estaba en lo cierto, porque al inicio la coyuntura era *medida estadística* de los movimientos económicos mediante “*barómetros*” (datos sin considerar sus probabilidades); otros institutos creados entre las dos guerras: Estados Unidos, *Harvard Committee for Economic Research* (1917); en Suecia, *Konjunkturinstitutet*; en Inglaterra, *London and Cambridge Economic Service*; en Bélgica, *Institut de Conjoncture de Louvain*; y en Francia, *Institut de Conjoncture* (1938) (Piatier, 1967).

Esos institutos de coyuntura de “*medición, sólo medición*”, relatan los esfuerzos de ese período, por reacción antiteórica de la Economía Marginalista. Los investigadores coyunturalistas se fiaban únicamente de su medición y, por tanto, renunciaban a toda explicación teórica, la cual trataban como una *coyuntura externa*, es decir, de una estructura exógena (Piatier, 1967).

7.1. Ciclo largo de kondrátiev

Además de los indicadores de coyuntura (de corto plazo) se encuentran los de series de tiempo (de largo plazo). Por ejemplo el ciclo económico (producción, empleo, demanda, precios), con una duración total de 50 años, recibe su nombre del economista ruso Nikolái Dmítrievich Kondrátiev. A través del análisis de una larga serie de indicadores económicos, señaló la existencia de oscilaciones periódicas largas coincidentes en todas las series, conocidas con el nombre de ciclo largo o ciclo Kondrátiev. Esta aportación fue recogida en los *grandes ciclos de la vida económica*, de 1932.

7.2. Actualidad de los indicadores de coyuntura

Las relaciones estadísticas-económicas, durante largo tiempo, superficiales, adquieren mayor importancia entre las dos guerras mundiales, por medio del progreso de la econometría y la contabilidad nacional. En la posSegunda Guerra Mundial, la convergencia de Economía, Estadística, Matemática, Informática y sociometría, desbordan ampliamente el cuadro, ya clásico, de la estadística y de la economía.

Los recientes progresos de los estudios de coyuntura se hacen fuera de su dominio inicial “*medición solo medición*” con la aparición de la Sociología y la Sociometría como nuevos socios del club, que construyen *modelos de coyuntura interna* (endógenas); los

cuales, explican los sistemas de interconexiones socioeconómicas, en un *status* espacio y una dimensión tiempo, delimitados por un entorno envolvente, donde actúan las variables exógenas. Así, pues, la coyuntura ahora recurre a explicaciones de orden teórico de la sociometría y las Ciencias Políticas.

7.3. Shock de los barómetros indicadores ante la gran depresión

Los barómetros eran indicadores contruidos siguiendo la lógica mecanicista del par Descartes-Newton, porque esos investigadores sociales veían a la sociedad como una máquina, por tanto sus modelos eran deterministas. No consideraban el cálculo de probabilidades en sus ecuaciones, así que abstraían la incertidumbre de los procesos sociales. Esta base epistemológica indujo al fracaso de los barómetros ante la Gran Depresión de 1929 de *Wall Street*, que fue incapaz de predecirla y, lo que es peor de monitorearla.

La coyuntura de medición barométrica de “*medición sólo medición*”, que era la poderosa arma en manos de los inductivos, salió perjudicada por su negativa de negociar con los teóricos deductivos “*teoría sólo teoría*”. La “lucha inducción-deducción”, hizo de la recopilación estadística de los inductivistas un instrumento incompleto. Es cierto que, en la década de los años 1920, los teóricos no tenían gran cosa constructiva que aportarle. Pero ambos, y éste era su único punto en común, estaban fascinados por la idea de encontrar un proceso cíclico regular de la economía, medido por indicadores bursátiles (Piatier, 1967).

7.4. Bifurcación de las cuentas nacionales

En esta misma época, principios del siglo XX, renacen las Cuentas Nacionales (o Contabilidad Nacional, tema visto anteriormente) de las cenizas de la Escuela Económica Fisiócrata del siglo XVII; pero ahora para el estudio de situaciones económicas con un objetivo más amplio que el análisis de coyuntu-

ra y, para el estudio de las cantidades globales “*macroeconómicas*”, se presenta a su vez, como una nueva disciplina provisionalmente autónoma. Cuando simultáneamente se iniciaba la fusión de las tres corrientes: la econometría, la coyuntural y la macroeconomía (visión holística) (Piatier, 1967).

Después de la Primera Guerra Mundial comienza un nuevo proceso, cuando los cálculos de Cuentas Nacionales se convierten en tarea oficial de las administraciones de los Estados Unidos y Alemania. En medio de la Gran Depresión, los Estados Unidos fundan el *National Income Unit Division* (1932), en el Departamento de Comercio, encargado de las estimaciones regulares de la renta nacional; Inglaterra esperará la presión de la guerra para confiar al *Central Statistical Office* la misma tarea (1941); Francia, con los problemas de la reconstrucción aparecen los primeros cálculos del *Institut de Coyuntura y del Commissariat au Plan* (cuentas retrospectivas para 1938 y cuenta 1947); y en 1947, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) propone una metodología estandarizada para el establecimiento de las Cuentas Nacionales (Piatier, 1967).

Las técnicas de Cuentas Nacionales se han perfeccionado paulatinamente, y lo seguirán haciendo. Para esta contabilidad, la economía es un sistema de productores y consumidores donde el mecanismo económico aparece en su totalidad, en numerosos flujos entre sectores productivos, Estado, particulares y extranjeros. El Estado interviene entre ellos y actúa por su propia cuenta, pero no está aislado, sus relaciones con el resto del mundo actúan sobre su funcionamiento interior. La reagrupación de las operaciones con el extranjero, en un sector especial constituyen sistemas Balanza de Pagos.

8. CONCEPTO DE INFORMACIÓN

La información a escala planetaria es el rasgo distintivo de la globalización del año 2000. Falta de *información* implica procesos de *incertidumbre*. En otras palabras, la

falta de estadísticas e indicadores sociales induce a una *entropía* (tendencia al desorden) del Gobierno Nacional y municipal. Mejores estadísticas reducen la *incertidumbre* porque mejoran el conocimiento de los procesos sociales. Dice Norbet Wiener (1948) la información es lo inverso de la entropía.

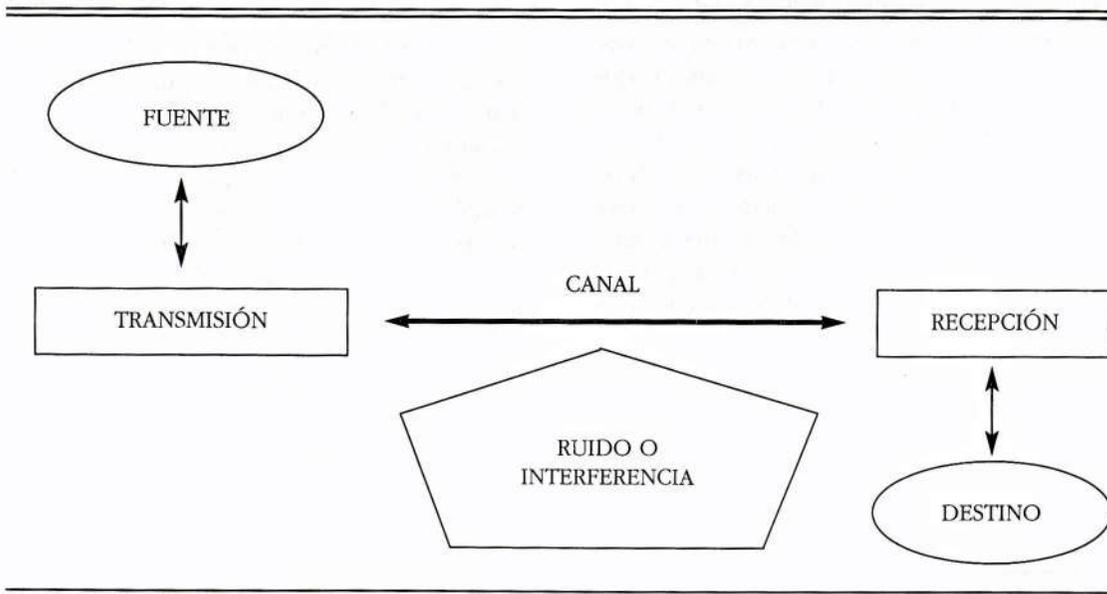
8.1. Génesis de la teoría de la comunicación

La *teoría de la información* es una rama de la estadística matemática y del cálculo de probabilidades. Se originó en 1920, con los trabajos de Leo Szilar y H. Nyquist; pero sobre todo con las investigaciones de Claude E. Shannon y Warren Weaver (1949) para la Bell Telephone Company, en el campo de la telegrafía y la telefonía. Ambos formularon una teoría de la información, desarrollando un método para medir y calcular la cantidad de información, con base en los resultados de la física estadística (Optner, 1978).

Para Shannon y Weaver, figura 1, el sistema de comunicación consta de seis componentes: fuente, transmisor, canal, receptor, destino y ruido.

1. La *fente* significa el agente emisor (la persona, cosa o proceso) que emite o provee los mensajes por intermedio del sistema.
2. El *transmisor* codifica el mensaje proveído por la fuente, para poder transmitirlo.
3. El *canal* es el intermedio entre el transmisor y el receptor.
4. El *receptor* es el agente receptor que recibe y descodifica el mensaje para poder colocarlo a disposición del destinatario.
5. El *destino* es la persona o entidad final.
6. *Ruido* son las perturbaciones indeseables que tienden a alterar de manera imprevisible los mensajes transmitidos. Las *interferencias* son perturbaciones exógenas al sistema.

FIGURA 1
SISTEMA DE COMUNICACIÓN según: SHANNON Y WEAVER



9. LÓGICA DE SISTEMAS Y CIBERNÉTICA

Durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) se produce una de las más grandes revoluciones científicas de la historia: la teoría se adelantó a la tecnología. Y, esto fue posible, porque emergió la *lógica de sistemas* que rompió el monopolio gnosológico cartesiano de dividir la totalidad en partes y analizar sus problemas mediante técnicas *heurísticas*⁸, que fue insuficiente durante el esfuerzo bélico por la necesidad de crear equipos *multi* e *inter* disciplinarios. En síntesis, la lógica sufre un *upgrade* (sube a un nivel superior) en su evolución, de modo que la lógica de sistemas complementa, no sustituye a la ortodoxa. Y, en efecto, la lógica de sistemas subsume la ortodoxa.

9.1. Definición de lógica de sistemas

En forma simple un sistema consiste en la interconexión de entidades (elementos o subsistemas) que juntos realizan procesos diferentes a los realizados individualmente. Es semejante a la falacia clásica denotada "*pars pro toto*", o lo que Whitehead llamó *la falacia de la concreción mal colocada*. Aristóteles tocó el problema cuando afirmó que "*una mano separada de un cuerpo no es una mano*" (Calvo, 1998).

El éxito de la lógica de sistemas no reside en los procesos de solución con métodos matemáticos estadístico de incertidumbre y la teoría del caos. Reside, más bien, en su epistemología conceptual de sus construcciones lógicas.

1. Construye modelos que Bertalanffy llamó *sistemas abiertos*, según su entorno, en un *status* espacio en una dimensión tiempo.
2. Construye modelos que Wiener llamó *cibernética*, que estudian los procesos de *comunicación* y *control* que tienen los organismos sociales para subsistir.
3. Estudia lo que Buckley (1973) denominó las *propiedades de equifinalidad, multifinalidad* y *morfogénesis del sistema social*: propiedad de modificar la arquitectura de sus estructuras básicas y, trascender en el largo plazo.

9.2. Retroalimentación cibernética

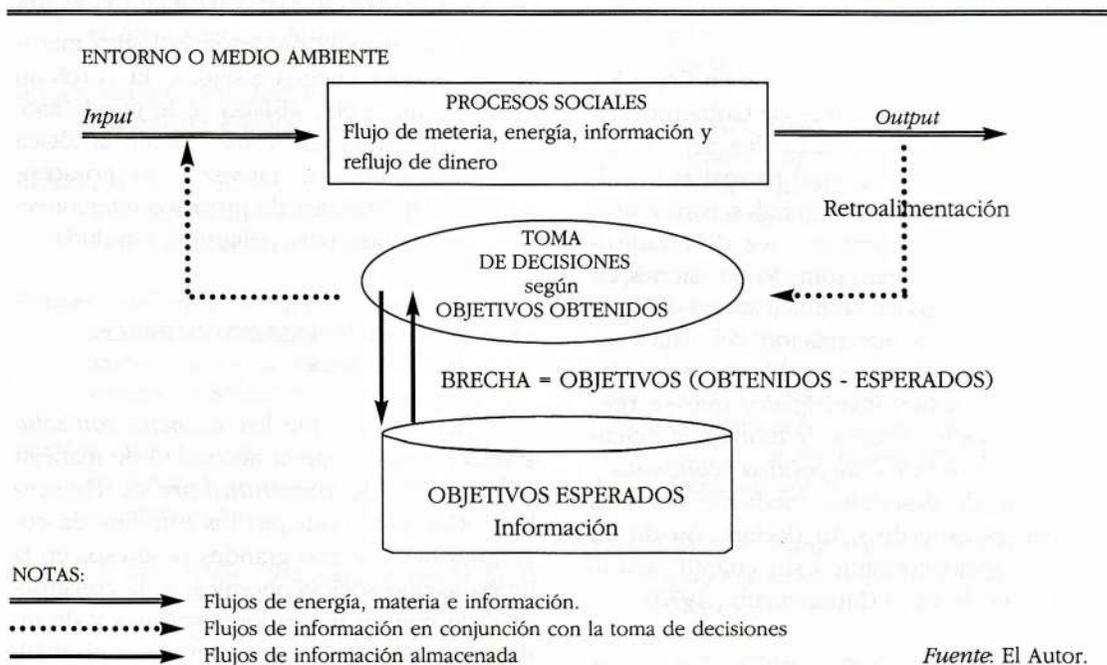
La figura 2, presenta un modelo social cibernético, según Norbert Wiener (1961), que se caracteriza por su proceso de retroalimentación de información, con la cual el Gobierno (o entidad reguladora) toma de las decisiones, para dirigir el sistema.

Pues, como dice Wiener, existe una interconexión entre los objetivos obtenidos y los acontecimientos futuros: objetivos obtenidos, que producen una brecha en este proceso de retroalimentación, la cual es regulada por el Gobierno nacional y los Gobiernos Municipales; quienes a su vez, están interconectados con su entorno por flujos contractuales de *input* y *output* (flujos recíprocos), primeros son flujos de materia, energía e información, y por otra, reflujos contractuales de dinero por los pagos, ganancias e información.

8. *Heurística*: método de aprender y volver a aprender mediante ensayo y error. Se diferencia del algoritmo en que no pretende cubrir todas

las posibilidades, sino que mediante la experiencia descubre las soluciones.

FIGURA 2
 MODELO CIBERNÉTICO PARA LA TOMA DE DECISIONES



En la sociedad, los agentes (personas o instituciones) comprenden la realidad con modelos mentales según una *función cognitiva*⁹. Pero también intentan moldear la realidad de acuerdo con sus objetivos esperados. La interconexión de ambas funciones constituye un proceso de retroalimentación.

Dice el magnate George Soros (1999: 26), que los agentes del mercado financiero formulan juicios sobre sus objetivos esperados, y el sesgo que incorporan influye en los objetivos obtenidos, que genera brechas. Por ejemplo, la teoría económica clásica, se fundamenta con el concepto tomado de la física newtoniana, a saber, el de equilibrio. Pero él se replantea, para comenzar, que los mercados financieros son intrínsecamente inestables, aunque los economistas del sistema ca-

pitalista global se basan en la creencia de que los mercados financieros, si se los abandona a sus propios recursos, tienden al equilibrio.

El Acta de Marrakech, de 1994, que dio origen a la OMC (Organización Mundial de Comercio), como entidad reguladora (Gobierno supranacional) del comercio de bienes, servicios y agricultura; pero además está la libre circulación de capitales, fuera del control del FMI (Fondo Monetario Internacional). En los mercados financieros, los tipos de interés, los tipos de cambio y las cotizaciones de las acciones están globalizadas por el libre juego de la oferta y la demanda y, esta Interconexión que retroalimenta "con vida propia", ejerce cada vez más influencia sobre la situación económica del globo. Así, pues, el capital financiero disfruta de una posición privilegiada. El capital tiene más movilidad que los otros factores de la producción, que las decisiones políticas del Gobierno y, además de mayor volatilidad que la inversión directa (Calvo, 1999). Entonces, tenemos una economía global sin tener una sociedad global. Para estabilizar y regular

9. La psicología cognitiva explica la activación como el proceso mediante el cual se ponen en funcionamiento los esquemas mentales, si se entiende por esquema mental la organización interna de nuestros conocimientos (Enciclopedia, 1997).

una economía global, es necesario algún sistema global de toma de decisiones públicas; pero una sociedad global no significa un Estado-global (Soros, 1999:31).

Por otra parte, vemos que en Costa Rica los agentes responsables de Gobierno han sido negligentes con realizar los censos nacionales y el Banco Central ha realizado cálculos de las Cuentas Nacionales con sesgos corregibles, y con esta escasez de estadísticas los Gobiernos han tomado decisiones en las últimas décadas. Es difícil tomar *decisiones* con base en información de mala calidad. Este es uno de los problemas más interesantes y, menos investigado, que se presentan en los terrenos de la teoría y la práctica. Pero los *objetivos de política económica y social* han de describirse mediante números (indicadores sociales). La declaración de un objetivo socioeconómico sin cuantificación, rara vez es de valor (Morgenstern, 1970).

9.3. Paradoja del mentiroso

Como dice Soros (1999:43), la retroalimentación de lo *cognitivo* tiene su historia. El proceso de retroalimentación sobre la brecha entre objetivos deseados-obtenidos la estableció Epiménides el cretense: cuando planteó la paradoja del mentiroso; que postula que: "*los cretenses siempre mienten*"; y al decirlo, creaba una incertidumbre entre el postulado y su significado. Epiménides siendo cretense, si el significado de su postulado era verdadero, el postulado era falso; a la inversa, si el postulado era verdadero, el significado del postulado era falso.

En Inglaterra, Bertrand Russell, a comienzos del siglo XX, se enfrentó con la *paradoja del mentiroso "face to face"* (expresión inglesa: cara a cara), y la solución fue la teoría de la interconexión sistémica: "entre los postulados y los hechos exógenos", la cual llegó a gozar de la aceptación general. Lo fundamental, según la lógica de sistemas es que, en el proceso de retroalimentación, los *hechos no ofrecen necesariamente un cri-*

terio independiente de verdad. Los hechos están en función de patrones de Interconexiones de probabilidades. Es decir, la lógica de sistemas estudia procesos, la lógica mecanicista estudia hechos aislados. El corolario es que a un hecho aislado se le puede asociar un indicador estadístico, según la lógica cartesiana, muy fácil, ¡tal vez! Pero, no aceptar la lógica sistémica de procesos interconectados de hechos, muy peligroso, ¡sin duda!

10. BALANCE Y PERSPECTIVA DE LOS INDICADORES

La idea de que los *números son soluciones* apareció ante la necesidad de manejar el principio de *incertidumbre* de Heisenberg. Con este principio los estudios de coyuntura han logrado grandes progresos en la investigación socioeconómica; y, la construcción de nuevos indicadores sociales y de índices variados, que han estimulado el análisis estadístico del estudio de las series cronológicas, como respuesta a necesidades de una transparencia política global que nunca habían sido experimentadas. Lo vemos en los últimos años en sistemas sociales administrativos, públicos y empresariales, asistidos por las ciencias sociales. Por ejemplo, transporte, desarrollo urbano, problemas de poblaciones marginales, etc. (Optner, 1978).

Aunque hayan existido indicadores sociales y económicos desde hace mucho tiempo, *sólo desde hace muy pocos años se ha despertado un vivo interés por analizarlos sistemáticamente al más alto nivel gubernamental*. Y esto porque, indudablemente, los esfuerzos para cumplir los retos de globalización están planteando *problemas de entropía en la sincronización del desarrollo de todos los sistemas socioeconómicos del Estado-nación, lo cual, en algunos casos, agrava incluso las diferencias regionales y sectoriales que se pretenden eliminar*.

En síntesis, al fin recordamos que *¡información es poder!*

BIBLIOGRAFÍA

- Arnold, V.I. (1989). *Teoría de catástrofes*. Alianza Editorial. Ciencias. Madrid.
- Bunge, Mario (1985). *Epistemología. Curso de actualización*. Editorial Ariel S.A., Barcelona.
- Blalock, H. M. Jr. (1961). "Theory, Measurement, and Replication in the Social Sciences", *American Journal of Sociology*, 66, 4.
- Briones, Guillermo (sin año). "Epistemología de las ciencias sociales. Programa de Especialización en Teoría, Métodos y Técnicas Investigación Social". Sin editorial.
- Buckley, Walter (1973). *La sociología y la teoría moderna de los sistemas*. Amorrortu editores, Buenos Aires.
- Bunge, Mario (1999). "Seminario Filosofía de la Ciencia". Dictado del 26 al 30 de abril de 1999, en la Universidad de Costa Rica.
- Calvo Coin, Otto (1981). "Indicadores de pobreza en Costa Rica". Instituto de Investigaciones Sociales. Universidad de Costa Rica. Mimeo grafado. San José, Costa Rica.
- _____. (1983). "Sistemas de indicadores estructurales de pobreza y participación social". *Avance de Investigación* N° 49. Instituto de Investigaciones Sociales. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- _____. (1998). "Lógica de sistemas y la revolución científica". *Revista Reflexiones*. Números 71 y 72. ISSN 1021-1209. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Costa Rica.
- Capra, Fritjof (1998). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. EDITORIAL ANAGRAMA, S.A. Colección Argumentos. Barcelona.
- Descartes, Renato (René) (1993). *Discurso del método*. EDUCA (Editorial Universitaria Centroamericana), Traducción y notas de Constantino Láscaris. Costa Rica.
- Drucker, Peter F. (1996). *La sociedad post-capitalista*. Grupo Editorial Norma. Colombia.
- Enciclopedia (1997). *Enciclopedia Universal Multimedia*. Edición Micronet S.A. España.
- FOESSA (1967), Fundación. *Fomento de Estudios Sociales y de Sociología Aplicada. 3 estudios para un sistema de indicadores sociales*. Editorial Euramérica, Madrid.
- Kaplan, Abraham (1952). *Sociology Learns the Language of Mathematics*. Commentary, vol. 14, pp. 274 a 284.
- Lazarsfeld, P. F. (1959). "Methodological Problems in Empirical Social Research", en *ISA, Transactions of the Fourth World Congress of Sociology*. Vol. II.
- Lazarsfeld, P. F. y Rosenberg, M. (1962). *The Language of Social Research*. The Free Press of Glencoe, ILL.
- Mendenhall, William (1990). *Estadística para administradores*. Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. de C.V. México.
- Mendenhall, William y Sincich, Terry (1997). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México.
- Mannheim, Karl (1942). *Libertad y planificación*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Merton, R. K. (1961). *Social Theory and Social Structure*. (Glencoe, ILL.: The Free Press).
- Mood, Alexander M. y Graybill, Franklin A. (1972) *Introducción a la teoría de la estadística*. Editorial Aguilar. Madrid.
- Morgenstern, Oskar (1970). *Sobre la Exactitud de las Observaciones Económicas*. Editorial TECNOS, Madrid.
- Optner, Stanford L., (Compilador, 1978). *Análisis de sistemas*. Fondo de Cultura Económica, México.

- Piatier, André (1967). *Estadística y observación económica*. Dos tomos. Ediciones ARIEL, Barcelona.
- Kuhn, Thomas S. (1992). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Shannon, Claude E. y Weaver, Warren (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, ILL, University of Illinois Press.
- Soros, George (1999). *La crisis del capitalismo global. La sociedad abierta al peligro*. Editorial Plaza Janés. México. Primera edición. Enero.
- Wiener, Norbert (1961). *Cybernetics*. Nueva York, Wiley.

Otto Calvo Coin
Instituto de Investigaciones Sociales
Universidad de Costa Rica
ocalvo@cariari.ucr.ac.cr