

*La Estadística en el Desarrollo Económico **

P. C. MAHALANDBIS**

Amigos:

Estoy contento de tener la oportunidad de estar hoy con ustedes. Considero un gran honor el continuar la conferencia dada por Sir Ronald Fisher sobre "Estadística para la Adquisición del Conocimiento del Mundo Real". Haré ciertas observaciones que pueden quizá ser consideradas suplementarias o complementarias a alguna de sus observaciones.

He seleccionado el tema: "La Estadística en el Desarrollo Económico". El título creo que indica el punto que estaré continuamente enfatizando, esto es, que la estadística tiene dos aspectos, uno es el utilitario o económico y el otro, el científico, o como Sir Ronald lo ha llamado, estético, en el sentido de dar satisfacción intelectual.

La fase utilitaria o económica de la estadística tuvo su origen en tiempo inmemorial, a partir de la recolección de información relativa a condiciones sociales y económicas para ayudar a tomar las decisiones políticas y administrativas. La palabra inglesa "estadística" está realmente rela-

* Traducido por el Departamento de Estadística de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, con la colaboración del Dr. Carlos Rojas Gómez, y con permiso de su autor. El artículo fue publicado originalmente en el Journal of the Operations Research Society of Japan, Vol. 3, Número 3, Enero 1961.

** Fundador del "Indian Statistical Institute".

cionada con los estadistas, es decir, con el arte de gobernar los negocios del Estado o Gobierno o Administración.

En cada país donde ha ocurrido un auge de las actividades sociales, económicas y políticas, también ha ocurrido un rápido avance de la estadística. En mi país, la India, durante el período de gran prosperidad nacional en los siglos tercero y cuarto A. C., en el tiempo del Emperador Asoka, encontramos un sistema muy elaborado de estadística, cuya relación es dada en el Arthashastra de Kautilya. Dos mil años después, en el siglo dieciséis, en la época del gran Emperador musulmán Akbar, encontramos de nuevo un sistema muy elaborado de estadísticas en los registros censales del país, llamados Ain-i-Akbari. Durante el período del dominio inglés, al mismo tiempo que se renovaron las actividades económicas a lo ancho del país, hubo grandes avances en las estadísticas, de los cuales un buen ejemplo fue el censo realizado en la India Oriental por Francis Buchanan en la primera década del siglo diecinueve. De nuevo, durante los últimos diez o doce años, después de la Independencia, una gran expansión de las actividades estadísticas ha tenido lugar en la India.

He dado algunos ejemplos de mi país, para ilustrar este punto: que el avance de la estadística ha acompañado o ha sido factor esencial en el progreso social y económico. Esto es igualmente verdadero para otros países.

El concepto de eventos aleatorios surgió mucho después, como Sir Ronald Fisher lo ha señalado hoy. Fue en conexión con los juegos de azar; en las reglas para la equitativa división de las apuestas, que creo fueron dadas por Cardan y Galileo en el siglo dieciséis. La teoría de la "probabilidad matemática" fue desarrollada en relación con los problemas de azar; esto, me aventuro a sugerir, tuvo doble motivación: una de tipo utilitario y económico (para estimar la probabilidad de ganar una apuesta) y la otra, que en el sentido de Sir Ronald es estética, la cual puede ser denominada tal vez matemática o lógica. Este aspecto de dualidad de la motivación en la estadística, condujo posteriormente al carácter dicotómico en la organización de la enseñanza y la investigación en la estadística, una porción incluida bajo lo económico y la otra bajo las "matemáticas puras". Esto ha tenido algunas consecuencias desfavorables. La tendencia a enseñar y tratar la estadística como una rama de la matemática pura ha conducido a ejercicios estériles en el simbolismo matemático abstracto, el cual no tiene relación con el mundo real. Este punto merece una pequeña aclaración. Aceptaré la descripción de Bertrand Russell de la matemática pura como todo razonamiento de la forma: "Si P, entonces Q", con la condición esencial que no se debe investigar qué son P y Q, o si son reales. Y aún, mis amigos, yo pienso que Uds. no me discutirán que la estadística se refiere a observaciones, clasificación, medición y experimentación en el mundo de la realidad física, en todas las ciencias, tanto naturales como sociales. De hecho la estadística se relaciona con los datos extraídos de todas las ciencias, naturales y socia-

les, y en consecuencia debe tratar con el mundo de la realidad. Yo sugiero que la estadística posiblemente no puede ser considerada como una rama de la matemática pura (en el sentido "Si P, entonces Q"). *

También sabemos que el avance de la estadística ha tenido un tremendo impacto en el progreso de la ciencia. Permítanme dar algunos ejemplos. Consideremos el concepto de la distribución normal de las variables estadísticas. Tuvo su origen en la teoría matemática de los juegos de azar, pero también suplió el fundamento para la teoría de los errores de observaciones en las manos de Gauss y otros famosos científicos. Permanece aún como el método básico para el ajuste de las observaciones físicas en todas las ciencias.

De nuevo, la misma distribución normal fue aplicada con gran éxito a la teoría cinética de los gases, al estudio de la distribución de las velocidades de las moléculas en tres dimensiones, el cual condujo a resultados espectaculares en la física. También puedo hacer mención al desarrollo de la "mecánica estadística" con el surgimiento del concepto de entropía ligado a la probabilidad y al nivel de aleatorización de la distribución de los estados físicos.

De la misma manera, la segunda ley de la termodinámica tiene un fundamento estadístico y únicamente esta ley, entre las llamadas leyes de la física desarrolladas en el siglo diecinueve o aun durante la última mitad de siglo, todavía sobrevive en su forma original. Las leyes de la gravitación de Newton tuvieron que ser modificadas, aun las teorías de Einstein están siendo modificadas; pero la segunda ley todavía permanece en vigencia, quizás, podría yo aventurarme a sugerir, a causa de su naturaleza esencialmente estadística.

Sir Ronald ha referido la necesidad de alguna especie de axioma de ignorancia en la estadística. Nosotros encontramos esto también en física; en el principio de incertidumbre enunciado por Heisenberg. No trataré de dar más ejemplos provenientes de la física. En biología me gustaría mencionar que fue Sir Francis Galton quien primero obtuvo el concepto de correlación estadística entre variables biológicas, tales como la altura de los padres y la altura de los hijos. Ahora, este concepto era enteramente nuevo en un sentido físico, aunque con mucha anterioridad el gran Gauss había tratado con las matemáticas de correlación en la forma del producto cruzado de los errores de observaciones sin estar enterado, no obstante, de la noción física de la correlación. Así que, aun Gauss dejó de ver el concepto estadístico de la correlación, aunque él lo había manejado a través de la matemática pura. Pienso que esto soporta el punto que he tratado con anterioridad, que

* Nota de los traductores. Concepto de Probabilidad Teórica y Probabilidad Estadística

la estadística trata con el mundo de la realidad, mientras que la matemática está relacionada con el mundo de la abstracción, donde la cuestión de la realidad física carece de significado.

Sin embargo, la matemática tiene que ser usada continuamente al tratar con el mundo real, pero como una herramienta. Hay un ancho golfo entre el “mundo de la realidad” y el “mundo de la matemática pura” y Sir Ronald Fisher ha mostrado la forma de tender un puente en este golfo, mediante la ayuda del concepto de la “probabilidad fiducial”.

Quizás pueda dar un ejemplo muy simple. Consideremos el lanzamiento de una moneda. Si se asume axiomáticamente que la moneda no tiene vicio, las afirmaciones sobre los resultados de repetidos lanzamientos de la moneda serían una parte de la matemática deductiva, donde el concepto de “muestreo repetido” sería de crucial importancia.

Pero, en el mundo de la realidad, cuando lanzamos una moneda común y corriente, el axioma no contempla la imposibilidad del vicio. Ahora surge un problema estadístico de encontrar, a partir de una serie de observaciones de lanzamientos de la moneda, si la moneda está sin vicio o si lo tiene, estimarlo. Esto es un problema de estadística, es decir, de inferencia inductiva y no de matemática deductiva. Desde este punto de vista, la estadística debe ser considerada como una ciencia aplicada o tecnológica con una doble motivación, una utilitaria y económica y para la otra, yo estoy usando el término conveniente de estético, en el sentido de algo que da satisfacción intelectual.

Según esto la estadística debe siempre tener un propósito, ora ayudar a tomar decisiones políticas y administrativas en casos económicos y sociales, ora hacer inferencias inductivas en todas las ciencias, naturales y sociales. El método estadístico surge ahora como una técnica para la recolección de datos y la extracción de información a partir de ellos para un determinado propósito, con eficiencia máxima, esto es, a un costo mínimo.

Observemos las últimas tres o cuatro décadas de la estadística. Sir Ronald Fisher introdujo el concepto del diseño de los experimentos y el análisis de la variancia a fin de mejorar la eficiencia y utilidad de los ensayos de campo en agricultura. Vemos aquí la dualidad en la motivación, una utilitaria y económica y la otra estética, por ejemplo, en el bello concepto de la partición equitativa de la variancia, que es la base del análisis de la variancia. La distribución normal de las variables estadísticas ha suplido el concepto básico de la distribución de las velocidades de las moléculas en la teoría cinética de los gases, la cual alcanzó su más alta generalización en el principio de la distribución equitativa de la energía entre los diferentes tipos de movimiento o diferentes grados de libertad de las partículas de gas. Me aventuro, de nuevo, a sugerir que tal vez este teorema, a su vez

aportó a la estadística el principio básico de la participación equitativa de la variancia en el análisis de variancia.

Fue hace unos 35 años o quizás un poco más, en los comienzos de 1920, cuando se introdujo el concepto del diseño de los experimentos. Casi al mismo tiempo, Walter A. Shewhart desarrolló el método del S Q C ó control estadístico de la calidad (statistical quality control), que él describió en su clásico trabajo "El control Económico de la Calidad de los Productos Manufacturados". Es un método hermoso con el cual todos estamos familiarizados, tiene algo que satisface los valores científicos o estéticos, pero está básicamente motivado por consideraciones utilitarias o económicas.

Todos estos métodos exigían la aplicación y uso de bastante matemática. Es muy conveniente que usemos la matemática para resolver problemas prácticos. Las matemáticas en estadística nunca serán excesivas, pero como una herramienta, no como objetivo principal. La estadística debe tener un objetivo y la matemática debe servir a este objetivo.

Ahora me referiré al campo de la economía. Fue desfavorable en muchos casos que una parte de la estadística fuera incluida bajo la economía pura y se divorciara de la realidad tomando un camino diferente.

Como el tiempo es corto, haré énfasis en sólo dos puntos. Primeramente, entre los economistas se desarrolló algo de fe cándida en la infalibilidad de la llamada enumeración completa o censo, ignorando el hecho de que la captación de información sobre condiciones económicas y sociales está tan sujeta a errores de apreciación, o aún más, que las observaciones en las ciencias naturales. Es a partir de la última o dos últimas décadas que se ha incrementado el reconocimiento de que los censos, aún llamados completos, son frecuentemente incompletos, sujetos a errores. Es interesante notar que en la sesión del Instituto Internacional de Estadística que se realizará en Tokio la semana próxima habrá una reunión especial para considerar los errores en los censos.

Durante los últimos veinte años, se han realizado avances apreciables en el diseño de las encuestas (surveys) de muestreo, basados esencialmente sobre los principios fundamentales de la aleatorización, repetición y control local, introducidos primeramente en el diseño de los experimentos fisherianos. Ha sido demostrado que una encuesta (survey) de muestreo debidamente conducida puede suplir información de suficiente exactitud para todos los propósitos prácticos, con mayor velocidad y a una fracción del costo del llamado censo completo. La exactitud de una encuesta (survey) es a menudo mayor con la ventaja adicional de que es posible calcular un margen de error sobre bases lógicamente válidas. El método de muestreo interpenetrante (interpenetrating network of samples, IPNS), esto es, dos o más muestras independientes extraídas con reemplazo, suministra un poderoso implemento para el estudio y comparación de ambos errores, de mues-

treo y no muestreo. En años recientes han sido también grandes los avances en investigación operacional donde los métodos estadísticos han jugado un importante papel. En todos estos desarrollos, la motivación ha sido utilitaria o económica y científica o estética. Estos dos aspectos, el económico y el científico (o tecnológico), de la estadística son como los lados de una misma hoja de papel, pueden tal vez ser distinguidos pero no pueden ser separados.

Existe continuamente necesidad del uso de la matemática en la estadística; como ya he mencionado la matemática nunca será excesiva. Hay también necesidad continua del pensamiento económico en relación con los hechos prácticos. Sin embargo, estimo que la estadística no puede permanecer por más tiempo dicotomizada e incluida parcialmente, bajo la matemática pura o bajo la economía pura o totalmente bajo la una o la otra.

El tiempo ha venido a reconocer a la estadística como una disciplina integrada o tecnología por su propio derecho.

Por consiguiente, la enseñanza y la investigación en estadística debe tener una relación íntima con todas las ciencias naturales y sociales. La enseñanza de la estadística debería considerarse como algo análogo a la enseñanza o entrenamiento de la ingeniería o de las ciencias médicas. Me satisface mencionar que en la India, en el Instituto de Estadística, esperamos introducir muy pronto los cursos profesionales del "Bachelor en Estadística" o "Master en Estadística" siendo exactamente comparable al grado profesional en ingeniería o medicina.*

Ahora me gustaría considerar alguno de los problemas del desarrollo económico en la India, donde el enfoque estadístico, o quizás Uds. puedan llamarlo, el enfoque de la investigación operacional con la ayuda de la estadística, fue extremadamente útil.

Puedo comenzar diciendo que las teorías económicas sofisticadas, las cuales pueden ser apropiadas para países avanzados, habían actuado por mucho tiempo como una barrera formidable del pensamiento al progreso económico de la India. La India inició su producción de acero en 1908, pero todavía en 1950 mantenía su producción en menos de un millón de Ton./año, aun cuando su población era de unos 380 millones de habitantes y tenía más mineral de hierro de mejor calidad que cualquier otro país del mundo, más que Estados Unidos y mucho más que Rusia.

En 1950, el Gobierno decidió y anunció que una planta para producir un segundo millón de toneladas de acero (un segundo y sólo un segundo millón de Ton. de acero) sería instalada, pero esto fue inmediatamente seguido de una encuesta (survey) de la demanda actual, realizada por juntas

* Estos cursos fueron inaugurados en Calcuta el 16 de agosto de 1960.

de economistas y expertos, quienes señalaron que la India estuvo elaborando un millón de Ton. de acero y estuvo importando unas 300.000 Ton. mientras que la demanda adicional podría ser del orden de las 200.000 ó 300.000 Ton., solamente. Esto es, la demanda total actual fue sólo de 1.5 millones de Ton. y la pregunta surgida fue que si no sería tonto producir dos millones de Ton. de acero. Este fue el sujeto de un hermoso ejercicio en teoría económica, el cual condujo a que la proposición para una nueva factoría para producir un segundo millón de Ton. de acero fuera eliminada del primer plan quinquenal de la India. Se nos aseguró que esta decisión estuvo de acuerdo con la teoría económica más refinada y que no deberíamos producir dos millones de Ton. de acero, sino importarla del exterior. Esto ha costado centenares de millones de rupias a la India como consecuencia de la importación de acero.

Estudiando las estadísticas de Inglaterra, Estados Unidos y Rusia, encontré que ellos estuvieron produciendo mucho más acero que la India, aunque la población en estos países era mucho menor; aún más, la población de los tres países en conjunto, era algo mayor que la de la India. Ellos no solamente estuvieron produciendo mucho más acero, sino que incrementaron la producción. Japón hizo lo mismo, y pienso entonces que ellos deben ser más tontos que mis compatriotas, o que hubo algo errado en nuestro enfoque.

La teoría económica fue originalmente desarrollada para países avanzados y es apropiada para tales países, porque las decisiones de corta amplitud pueden ser efectivas en países altamente desarrollados. Si aumenta la demanda, pero hay escasez de oferta, el proceso de producción entraría en operación muy rápidamente. En un país avanzado, si hay un subsidio de exportación, los automóviles saldrían de las factorías en grandes cantidades. Pero en un país que no tiene factorías, aún si se le dan mil millones de dólares, ni un solo carro puede físicamente salir hasta tanto los medios de producción y el personal técnico estén disponibles.

El corazón del problema de un país subdesarrollado es el factor tiempo. Se necesita tiempo para adquirir la capacidad de manufacturar bienes. Es necesario establecer factorías. Es necesario tener el personal científico y técnico. Y esto toma tiempo. Por consiguiente el problema del desarrollo económico tiene que ser visto a largo plazo. Debemos ver a dónde queremos ir y cómo podríamos ir. Y, al tratar de hacer esto, es esencial usar información cuantitativa, es decir, estadística.

Puedo tal vez dar un ejemplo que ilustre este punto. En la India, la población debe estar aumentando, no estamos muy seguros, a la rata de siete millones de personas por año. Ahora bien, necesitamos aproximadamente una tonelada de granos por cada siete personas. Sobre esta base, la cantidad adicional de granos para siete millones de personas, sería un millón de toneladas por año; en cinco años, la cantidad sería 5 millones de toneladas. Si tenemos que importarlo, al precio mundial de 90 dólares la tonelada. tendríamos que

desembolsar entre 1.300 y 1.400 millones de dólares en circulante extranjero durante los cinco años.

En lugar de granos, podemos importar fertilizantes en la forma, por ejemplo, de sulfato de amonio. En la India hemos encontrado que una Ton. de sulfato de amonio generalmente da dos o algo más de dos toneladas de granos, entonces para obtener unos 15 millones de Ton. requeriríamos aproximadamente la mitad, es decir 7.5 millones de Ton. de sulfato de amonio. Al precio de 50 dólares la tonelada, el costo total sería de menos de 400 millones de dólares en los cinco años. Esto requeriría un plan a largo plazo, ya que los pedidos de fertilizantes y su correspondiente distribución deben ser hechos con antelación. Pero si prevemos y planeamos para el futuro, entonces el ahorro en circulante extranjero sería de mil millones de dólares en los cinco años.

Podemos prever aún más. En lugar de importar fertilizantes podemos manufacturarlos en la India. El costo de instalación de una factoría para producir un millón de Ton. de fertilizantes por año, según nuestra propia experiencia, sería de unos 150 millones de dólares y si instalamos cinco factorías en los cinco años, el costo sería de unos 750 millones de dólares en cinco años. Pero una buena parte de esta cantidad serían salarios de trabajadores nativos y el costo de la materia prima nativa; la divisa requerida sería del orden de los 50 ó 60 millones de dólares por cada factoría, o sea, 300 millones de dólares en los cinco años, lo cual es mucho menor que el costo de fertilizantes importados. Además, una vez que estas factorías estén establecidas, ellas continuarían operando por un tiempo que sobrepasa al plan quinquenal. Pero debemos planear para un futuro de 8 ó 10 años, porque la primera factoría tomaría tres o cuatro años para comenzar su producción y lo mismo sucedería con las factorías que se instalaran en los años sucesivos.

Podemos ir aún más lejos y establecer la factoría para hacer la maquinaria para instalar las nuevas factorías de fertilizantes y el costo de la divisa podría ser de unos 50 ó 60 millones de dólares en total. Si nosotros hacemos esto, la industria manufacturera de maquinaria produciría la maquinaria para instalar las factorías de fertilizantes cada año. De este modo sólo 50 ó 60 millones de dólares de divisa pueden servir exactamente al mismo propósito que los 300 ó 400 millones o aún los 1.400 millones de dólares en cinco años. Sin embargo, esto dependería completamente de nuestra capacidad para planificar un futuro de 15 años. Yo he dado un simple ejemplo de esta clase de pensamiento, el cual es necesario en la India. En el Japón ustedes ya están familiarizados con esto.

Presentaré rápidamente un resumen de lo anterior. En la India estamos considerando ahora al problema del desarrollo económico como si tuviera una estructura quintuple, con cinco aspectos o fases. Es fácil establecer los bienes de consumo para cuatro o cinco años. Podemos importar la maquinaria, bajar la factoría con motores diesel y producir esos bienes. Esto no toma mu-

cho tiempo. La segunda fase o aspecto consiste en la producción a gran escala de electricidad, desarrollo de modernas vías de comunicación, minería e industria liviana. Esto tomaría 8 ó 10 años para hacer impacto. El tercer aspecto, a un plazo mayor, sería la producción en gran escala de acero, metales y maquinaria pesada, el cual tomaría unos 15 años, por lo menos. El cuarto aspecto es el entrenamiento de personal científico y técnico en cantidades adecuadas, esto requeriría un planeamiento a 20 años. Y el problema más básico y fundamental es la organización de la investigación científica, la cual tomaría una generación completa o más.

Progresos rápidos serían solamente posibles si comenzamos inmediatamente asentando las fundaciones de la investigación científica y técnica, entrenando el personal científico y técnico, edificando económicamente las industrias del acero y la maquinaria pesada y siguiendo con electricidad, comunicaciones y bienes de consumo, etc., tanto como fuese factible con nuestros recursos domésticos. Esta es la única forma de lograr la independencia económica en una sola generación.

El problema de la planificación, como nosotros lo vemos en la India, consiste entonces en tener un horizonte de tiempo de 10, 15 ó 25 años. El principio básico es que la cantidad correcta de bienes debe estar disponible en el momento oportuno, ya para el consumo, ya para la inversión, y que el número adecuado de personal científico y técnico debe también estar en disponibilidad para producir y ser utilizado en el momento requerido.

Cualquiera que sea el objetivo que nosotros fijemos, debe haber consistencia interna, o balance, entre los requerimientos y el suministro de todos los materiales importantes, así como de personal de trabajo y científico; y tales balances deben ser alcanzados no sólo en períodos cortos sino también en un horizonte de tiempo de 5, 10, 15 ó 25 años.

Esto ha lanzado un nuevo reto a la estadística, o, si Uds. gustan, a la investigación operacional con la ayuda de la estadística; primeramente para la recolección continua de información esencial requerida a fin de preparar los planes para el desarrollo económico, no en forma rígida, sino flexible, de acuerdo con un "horizonte-tiempo" ya mencionado de 5, 10, 20 o más años; en segundo lugar, de ponderar el progreso del plan; y en tercer lugar, de acomodación a través del suministro de información en el avalúo del cumplimiento del plan, así que los ajustes necesarios puedan ser hechos, o cambios drásticos puedan ser introducidos en el plan a la luz de la experiencia. Esto es lo que yo quiero decir con "estadística para el desarrollo económico", a nivel nacional.

Sin embargo, me gustaría referirme brevemente a algo aún más básico o más completo. Un gran país como U.S.A., U.R.S.S., o China, puede realizar el desarrollo económico casi sobre la base de los recursos disponibles dentro del mismo país, sin atenerse mucho al comercio exterior, aunque para

todo país, por grande que sea, el intercambio exterior puede ser de gran ayuda en el progreso económico. Para un país más pequeño, como la India, es necesario prestar mayor atención al desarrollo del comercio exterior. La importancia de este comercio es todavía mayor para países más pequeños que la India.

Sin embargo, la planificación a largo plazo del comercio internacional, no puede ser hecha por ningún país, por grande que sea. Hay una urgente necesidad de planificar a largo plazo al nivel internacional. Estoy convencido que esto es un problema de suprema importancia para el futuro mundial.

Uno de los factores importantes en las tensiones internacionales es la existencia de muchos países subdesarrollados. Estoy convencido de que una rápida transformación de los países subdesarrollados es una condición esencial para una paz mundial permanente.

La estadística y la investigación operacional son medios importantes para este propósito. El trabajo apenas ha comenzado. La preparación de nuestras mentes para el mundo que debemos lograr si la civilización y la especie humana van a sobrevivir, requiere un proceso educativo largo.

Con el progreso de la ciencia y de la tecnología las antiguas barreras del espacio y del tiempo están desapareciendo rápidamente. Tanto si las aceptamos, como si las rechazamos, el mundo se está haciendo más pequeño e integrado. La cooperación internacional para el desarrollo económico del mundo, como un todo, es ineludible para salvar la especie humana de su aniquilación. Estoy convencido, por consiguiente, de que habrá una demanda continua y creciente de la estadística y también de la investigación operacional para producir la nueva era de paz, prosperidad y progreso del mundo, como un todo. La cooperación internacional al nivel científico y técnico es la primera etapa en esta dirección.

Les doy las gracias por haberme ofrecido la oportunidad de dar esta conferencia.