

# Documento Chile-Ciencia2000

## Sociedad Chilena de Estadística

El presente documento consta de una discusión general y de tres Anexos, correspondientes a las Secciones de Bioestadística, Estadística Industrial y Estadísticas Oficiales de la Sociedad Chilena de Estadística. Los anexos han sido elaborados independientemente y están disponibles en archivos separados.<sup>1</sup>

1. Qué es la Estadística?
2. El Desarrollo de la Estadística en Chile.
  - (a) Programas Académicos.
  - (b) Sociedad Chilena de Estadística.
  - (c) Investigación: Recursos humanos y líneas de especialización.
  - (d) Proyectos de Extensión.
3. Necesidades.
4. Directrices y acciones concretas.
5. Referencias.

### 1. ¿Qué es la Estadística?

La Estadística surge inicialmente de la necesidad de recoger y analizar sistemáticamente los datos que necesitaba el Estado para apoyar sus políticas públicas, de modo que se la puede incorporar legítimamente dentro de las Ciencias Sociales. Por otra parte, ella puede ser también considerada como una de las Ciencias Matemáticas, pues desarrolla modelos en lenguaje matemático, investiga sus propiedades generales y los aplica a la resolución de diversos problemas concretos. Desde una tercera perspectiva, la Estadística juega un papel transversal en las ciencias experimentales, pues está íntimamente ligada al método científico. En efecto, una de las principales contribuciones de la estadística ha sido proveer una gran variedad de diseños experimentales, que facilitan la interpretación de los resultados y hacen un uso muy eficiente de los datos. Los ahorros se producen tanto por el menor número de datos que se requiere, como por lograr desechar un experimento, antes de siquiera comenzar. Desde un punto de vista más amplio, el pensamiento estadístico facilita

---

<sup>1</sup> El presente documento ha sido preparado por miembros de la Sociedad Chilena de Estadística. Los autores principales son: Guido del Pino M. (Documento general), Hector Allende O. (Estadística Industrial), Gloria Icaza (Bioestadística) y Ricardo Aravena C. (Estadísticas Oficiales), bajo coordinación general de Pilar Iglesias Z. (presidenta Soche).

la adopción de una postura crítica frente a conclusiones que muchas veces carecen de un adecuado sustento y son producto de un análisis estadístico inadecuado.

Los métodos estadísticos se utilizan ampliamente en ciencia, tecnología, comercio y asuntos públicos. La ciencia estadística enfrenta problemas provenientes de una gran variedad de campos del conocimiento, como por ejemplo, las ciencias atmosféricas, las ciencias ambientales, la economía, las finanzas, la genética, los procesos de manufactura, el marketing, la medicina, la sociología, etc. La ciencia estadística es una disciplina aplicada, con un núcleo central de conceptos y principios, pero donde los problemas operacionales y la implementación computacional alcanzan gran importancia.

La Estadística se consolida como una disciplina autónoma, con identidad propia, sólo a mediados del Siglo XX. En los primeros 60 años de ese siglo se desarrollaron y formalizaron los principales conceptos de la disciplina. En los últimos cuarenta años se ha notado el impresionante crecimiento de la capacidad computacional, con positivos efectos en la disponibilidad de métodos estadísticos.

Aparte de los aportes al diseño de experimentos científicos, la Estadística proporciona un lenguaje común para comunicar los hallazgos científicos de diversas disciplinas, donde se describe explícitamente la incertidumbre inherente a los resultados de las investigaciones. Por otra parte ella entrega una manera fructífera de formalizar matemáticamente el proceso racional de toma de decisiones. En las últimas décadas ha cobrado mucha importancia la provisión de información o tecnología para la acción. Algunos ejemplos concretos de esto se encuentran en el mejoramiento de la calidad de procesos de manufacturas o servicios, en la predicción del consumo de energía y en el uso de imágenes digitales para la clasificación. La naturaleza dual de la estadística como el corazón del método científico y como un conjunto de herramientas para la acción es antigua, pero sólo recientemente se ha tomado conciencia explícita de esto y se está reflejando en la formación de los estadísticos.

Dado que la fuerza motriz de la investigación estadística es el suministro de metodología cuantitativa para problemas de investigación muy diversos, la importancia de la investigación en esta disciplina se juzga tanto por la contribución a los fundamentos conceptuales y matemáticos de la Estadística, como por su utilidad para resolver problemas concretos importantes, cuyo origen está en otras disciplinas. Esta interacción con otras áreas del conocimiento imprime un gran dinamismo a los contenidos de la Estadística, a tal punto que ha dado origen a áreas interdisciplinarias, tales como Bioestadística, Econometría, Psicometría, Sociometría, Estadística Industrial, Estadística y Medio Ambiente, Mejoramiento y Control de la Calidad, cada una de las cuales tiene asociada una o más revistas científicas de corriente principal.

La Estadística es una de las disciplinas más jóvenes en Chile. En efecto, los primeros doctores chilenos en Estadística llegan al país hace menos de 25 años. Aunque el desarrollo ha sido muy apreciable desde entonces, falta aún mucho por hacer para fortalecer los recursos humanos y la infraestructura de los programas de postgrado y generar una masa crítica de investigadores que publiquen sistemáticamente a nivel internacional.

## **2. El desarrollo de la estadística en Chile.**

### **2(a) Programas Académicos**

#### **Magister y Pregrado**

No se trata acá de hacer una historia detallada de los programas académicos, sino de entregar algo de información sobre el desarrollo de la Estadística en las últimas décadas. Comenzamos la historia a mediados de los sesenta. El hito más importante es que comienza a funcionar en el país el Centro Interamericano de Enseñanza de la Estadística (CIENES). Este centro tuvo gran influencia en el desarrollo de la Estadística en América Latina, al dictar el Programa de Master en Estadística Matemática, entre otros programas de estadística, por veinticinco años.

En la misma década comienza un programa de pregrado a cargo del CEDEM, centro que funcionaba en la Escuela de Economía de la Universidad de Chile. Bajo el influjo del CIENES, la década siguiente presencia la aparición de nuevos programas de pregrado en la Pontificia Universidad Católica de Chile, en la Universidad Católica de Valparaíso y en la Universidad de Chile en Valparaíso. En el último quinquenio surgen dos nuevas carreras, bajo el nombre de Ingeniería Estadística, en la Universidad de Santiago de Chile y en la Universidad de Valparaíso.

Aparte de su influencia en el pregrado, el CIENES motivó la temprana creación de programas de Magister en Estadística en la Universidad de Antofagasta, en la Universidad Católica de Valparaíso y en la Universidad de Concepción. El último programa es el de la Pontificia Universidad Católica de Chile, creado en 1987 y acreditado por Conicyt en 1990. Por cierto, el uso regular de conceptos y herramientas matemáticas caracteriza a estos programas. La capacitación profesional que se recibe permite la formulación de problemas complejos en términos estadísticos y la selección de las herramientas cuantitativas más apropiadas. Siguiendo la corriente internacional, algunos programas de Magister se han ido reorientando en una dirección más aplicada y han abierto la admisión a profesionales de otras disciplinas, lo que tiene la ventaja de generar una mayor vinculación con el medio externo y fortalecer el trabajo interdisciplinario.

Dentro del área biomédica, se destaca el Magister en Bioestadística, que ofrece la Universidad de Chile, desde 1983, el cual sigue vigente y cuenta con un significativo financiamiento internacional. Mayores antecedentes están disponibles en un documento anexo

#### **Programas de Doctorado**

Desde el punto de vista de la investigación, el hito más importante es la creación en 1998 del Programa de Doctorado en Estadística, el cual fue acreditado por Conicyt en Octubre de 1999. Cabe destacar que este programa representa una excepción notable dentro de la región latinoamericana. En efecto, hasta hace un

par de años, sólo existía el que ofrecía la Universidad de Sao Paulo en Brasil. Esto establece un claro contraste con la situación en Matemáticas, donde existen numerosos programas de doctorado en el área.

El Doctorado surge como consecuencia natural del desarrollo de la investigación, tanto en el plano individual como en el de grupos de investigación. El ambiente de trabajo académico que generan los alumnos es un fuerte aliciente a la investigación de los profesores y se espera que en el futuro ellos continúen esta tarea de formar cuadros académicos. Cabe mencionar también que, para algunas personas, el doctorado en Chile representa una única oportunidad de seguir una carrera académica, pues estar en posesión del grado de Doctor se ha transformado en un requerimiento básico para entrar en la planta de cualquier Departamento de Ciencias Básicas. Las líneas de investigación van desde lo más abstracto a lo más aplicado dentro de la Estadística, pero hay una tendencia creciente hacia el desarrollo de líneas interdisciplinarias.

En el caso de la Estadística, una motivación secundaria es la creciente demanda en el uso de métodos estadísticos cada vez más sofisticados, lo que requiere un nivel de entrenamiento muy superior al otorgado por un Programa de Magister.

## **2 (b) Sociedad Chilena de Estadística**

La sociedad se crea en 1978 y realiza al menos un encuentro nacional al año desde su nacimiento. Periódicamente se realiza, en conjunto con la Sociedad Argentina de Estadística, un Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística, en la cual participan también estadísticos de Brasil y Uruguay. La Sociedad mantiene también la Revista de la Sociedad Chilena de Estadística, la que ha buscado elevar paulatinamente el nivel y cuenta con un Comité Editorial internacional. Está indexada en el Current Index of Statistics. Una iniciativa reciente es la creación de Secciones temáticas, habiéndose constituido las Secciones de Estadística Bayesiana, de Bioestadística y de Estadísticas Oficiales: se espera contar pronto con la Sección de Estadística Industrial. La Sociedad participa en el Comité Nacional ICSU

## **2 (c) Investigación: Recursos humanos y líneas de especialización.**

Los primeros dos doctores chilenos en el área llegan a Chile recién en 1977. Esta situación ha experimentado cambios importantes desde ese entonces, aunque, al igual que otras áreas el desarrollo es bastante desigual dentro del país. Actualmente hay cerca de 40 doctores en Estadística residentes en Chile, los que se desglosan como sigue, de acuerdo con el país que entregó este grado académico: Estados Unidos 13, España 9, Brasil 6, Inglaterra 3, Alemania 2, Francia 2, Bélgica 2, Suecia 1. (es imposible contar con datos totalmente precisos).

En términos de la teoría y metodología estadística, las áreas de investigación más activas se encuentra modelos lineales generalizados, datos longitudinales, análisis de sobrevivencia, inferencia bayesiana, series de tiempo, métodos de Monte Carlo basados en Cadenas de Markov (MCMC), métodos probabilísticos en finanzas,

calibración, errores en las variables. modelos con efectos mixtos, computación estadística, métodos bayesianos no paramétricos, distribuciones elípticas, Análisis de datos categóricos. En cuanto a áreas interdisciplinarias, la bioestadística, la econometría y la estadística industrial son tal vez las de mayor desarrollo en Chile. En lo que se refiere a aplicaciones a otras áreas, cabe mencionar los aportes al área de la salud, a las Ciencias del Medio Ambiente, al Mejoramiento y Control de la Calidad de productos y servicios, así como la evaluación de riesgo en una variedad de contextos.

Al no ser reconocida la Estadística como un área separada, lo que en parte obedece a que el tamaño de nuestra comunidad científica es pequeño, la investigación en estadística y sus áreas interdisciplinarias cercanas se desarrolla a través de medios bastante diversos. En Bioestadística, dependiendo del tipo de investigación propuesta, es posible que el estadístico sea investigador principal en un proyecto de Medicina. En otras áreas, es más viable que el estadístico sea coinvestigador. En todo caso, hay un núcleo de investigadores que presentan regularmente proyectos Fondecyt a través del Comité de Matemáticas. En este último caso, el número anual de proyectos simultáneamente no supera los diez. De cualquier forma que se mire, la investigación de nivel internacional en nuestra disciplina, se sustenta en un número muy reducido de científicos.

## **2 (d) Proyectos de Extensión.**

Un problema básico de todas las ciencias es la atracción de jóvenes que ingresen a las carreras científicas. Una manera de enfocar el problema es a través de la educación, formal o informal, tanto de alumnos como de profesores. Tanto institucionalmente, como a través de sus socios, la Sociedad Chilena de Estadística ha estado muy interesada en este tema. Un signo alentador es la incorporación de temas de estadística y probabilidad en el Curriculum de Enseñanza Media. Esto ha motivado el desarrollo de proyectos de extensión en esta dirección.

### 3. Necesidades

Las necesidades son probablemente comunes con las de la mayoría de las áreas en ciencia y tecnología. Una característica de esta disciplina en Chile es su juventud y su pequeño número de investigadores. Una particularidad bastante especial es que dentro de la estadística coexisten y se nutren mutuamente enfoques centrados en la ciencia y en la tecnología. Esto trae consigo la necesidad de generar un ambiente de trabajo equilibrado, en que se valoren ambas vertientes, lo que no resulta fácil en la práctica.

Por otra parte, existe un problema de visibilidad de la Estadística, el que tiene carácter internacional y está presente aún en aquellos países donde la Estadística ha alcanzado un gran desarrollo. Por cierto, este problema se agudiza en un país como el nuestro y es menester aceptar los desafíos que ello implica.

Un problema primordial es la creación de una masa crítica para la investigación. Al igual que en otras áreas, la solución pasa por la formación doctoral de muchos jóvenes chilenos, ya sea en Chile como en el extranjero. También es posible atraer investigadores de otras latitudes para venir a trabajar a nuestro país, pero creemos que ésta es una solución poco realista, al menos mientras subsista una alta demanda para doctores en Estadística en los países desarrollados. Por esta razón, nos parece clave apoyar los programas de postgrado con becas para los alumnos y financiamiento para el intercambio académico internacional.

Pensando en el impacto social, es claro que el trabajo de unos pocos doctores es insuficiente para enfrentar problemas nacionales de gran complejidad. Se requiere contar con un número mucho mayor de personas con una formación de nivel de Magister. A su vez, hay muchas tareas que pueden ser realizadas por egresados de programas de pregrado.

Un desafío difícil es atraer hacia la Estadística, particularmente hacia los programas de postgrado, a alumnos talentosos provenientes tanto de la propia disciplina, como de otras áreas. Esto requiere un curriculum bastante flexible para no dejar fuera a todos los candidatos.

Nos hemos concentrado en las necesidades y las dificultades que deben ser resueltas. Una proyección simple, a partir de la historia de los últimos treinta años sugiere que es posible satisfacer las necesidades y enfrentar con éxito las dificultades.

## 4. Acciones concretas y directrices.

### 4 (a) Directrices

1. Se propone una visión amplia y aplicada de la ciencia estadística, en respuesta a las oportunidades y desafíos que generan los desarrollos en las aplicaciones, la computación y la tecnología de información. Debe enfatizarse que la ciencia estadística es una disciplina activa y no puede limitarse a responder pasivamente los requerimientos de otros.
2. Los programas de formación de estadísticos deben producir profesionales y científicos que comprendan la naturaleza, las fuentes y los efectos de la variabilidad en poblaciones y procesos y puedan formular modelos estocásticos que la expliquen. También deben manejar la planificación de estudios, incluyendo los métodos de recolección de datos. Por otra parte, ellos deben saber como utilizar la probabilidad y la inferencia estadística para modelar la incertidumbre y tomar decisiones en presencia de ella.
3. Los aspectos mencionados en el punto anterior son bastante tradicionales. A ellos se debe agregar el problema básico de la implementación computacional de los procedimientos estadísticos. Este punto es de tal importancia hoy en día, que la Estadística está convergiendo a un punto equidistante entre las Ciencias de la Computación y las Matemáticas. Un área de la estadística con una gran interfase computacional es la exploración y visualización de datos, que está íntimamente relacionada con la Minería de Datos. Una mayor interacción entre las unidades académicas de Estadística y Ciencias de la Computación es muy deseable.
4. Desde el punto de vista tecnológico, la Estadística debe tener una presencia importante en el mejoramiento de los procesos de producción y de la administración, en el desarrollo de procedimientos operacionales, así como en el apoyo a la planificación y las decisiones en políticas públicas.

### 4 (b) Acciones Concretas

- Se reconoce internacionalmente que la investigación de calidad en ciencias experimentales se realiza por expertos del área específica que interactúan fuertemente con personal calificado en estadística. A modo de ejemplo, el NIH (National Institute of Health), que financia gran parte de la investigación desarrollada en Estados Unidos, tiene como exigencia que los proyectos que involucren el uso de metodología estadística cuenten o con un coinvestigador con un grado en el área de estadística o con suficiente financiamiento para poder contratar asesoría idónea en el área. Lamentablemente esto dista mucho de ocurrir en nuestro país. **Proponemos que se elabore un proyecto para que se establezca una exigencia de este tipo, lo que contribuiría a elevar el nivel de la investigación en las ciencias aplicadas y fomentaría la interacción entre la Estadística y otras disciplinas.**



- La Estadística es un área deficitaria y muy necesaria para el desarrollo del país. **Creemos que podrían existir fondos concursables para apoyar especialmente a todas las áreas con estas características.**
- Se debe fomentar un acercamiento entre los centros académicos y los organismos gubernamentales que hacen uso intensivo de la Estadística, en particular diversos Ministerios, el Banco Central, y muy especialmente el Instituto Nacional de Estadísticas. **Proponemos que se destinen fondos para financiar estadías de alumnos de pregrado y postgrado en dichas instituciones y para la formación de postgrado en Estadística de los profesionales que se desempeñan en estos organismos.**
- **Establecer programas de colaboración con la empresa privada, con alguna forma de subsidio estatal para financiar estadías de alumnos de pregrado y postgrado en dichas instituciones.**
- **Fomentar la interacción con las empresas mediante Seminarios en que los profesionales que laboran en ellas expongan, manteniendo la necesaria confiabilidad, problemas abiertos que puedan generar ideas para futuras investigaciones.**
- **Se requiere contar con más becas para estudios de postgrado en el país. Además, debiera ampliarse su cobertura a los alumnos extranjeros.**
- **Se precisan fondos para apoyar los estudios de doctorado en el extranjero de algunos alumnos y algunos postdoctorados, para fomentar el intercambio académico con centros internacionales de excelencia.**
- **Se debe continuar el apoyo a proyectos de extensión, particularmente en la enseñanza Básica y Media, a través de distintos programas.**
- **Acciones concretas más específicas vinculadas con la Bioestadística, la Estadística Industrial y las Estadísticas Oficiales están contenidas en los documentos de cada una de estas Secciones de la Sociedad Chilena de Estadística.**

## Referencias

Bartholomew, D.J. (1995) What is statistics? *Journal of the Royal Statistical Society Series A-Statistics in Society*, **158**, 1-20.

Chatfield, C. (1995) Model uncertainty, data mining, and statistical inference. *Journal of the Royal Statistical Society Series A-Statistics in Society*, **158**, 419-466.

Gail, M. (1996) Statistics in action. *Journal of the American Statistical Association*, **91**, 1-13.

Hann, G. y Hoerl, R. (1998) Key challenges for statisticians in business and industry (with discussion). *Technometrics*, **40**, 195-213.

Lawless, J.F. (1999) Statistical science: concepts, opportunities and challenges. *Canadian Journal of Statistics*, **27** 671-682. (*texto basado en un discurso invitado como Presidente de la Statistical Society of Canada*).

Moore, D.S. (1997) New pedagogy and new content: the case of statistics (with discussion). *International Statistical Review*, **65**, 123-165

Kettenring (1997) Shaping statistics for success in the 21<sup>st</sup> century. *Journal of the American Statistical Association*, **92**, 1229-1234.

## ANEXOS

A.1 Sección Estadística Industrial

A.2 Sección Bioestadística

A.3 Sección Estadísticas Oficiales

## **Documento Chile Ciencia 2000** **Sección Estadística Industrial**

### **1. Importancia de la Estadística Industrial (EI)**

El papel de la EI debe enfrentarse teniendo presente dos grandes desafíos: La llamada globalización de los mercados, por una parte, y la velocidad sin precedentes de los cambios científicos y tecnológicos por la otra parte. La globalización se manifiesta a través de la supremacía creciente del lenguaje económico, particularmente en su versión neoliberal libremercadista.

La velocidad del cambio se manifiesta a través de la sensación de vivir en una especie de “tiempo comprimido”, por cuanto las metas futuras, con demasiada frecuencia, resultan obsoletas una vez que se alcanzan. Ambas problemáticas acotan el ámbito de los desafíos a los que la EI necesariamente debe abocarse. Debido a la fuerte competencia y a los cambios permanentes de las expectativas de los clientes, las empresas que sobrevivan, en este nuevo escenario serán aquellas que demuestren flexibilidad, orientando sus procesos y productos a los consumidores, con calidad superior, rapidez, bajo precio y utilizando menos recursos que cualquier otro competidor. Como resultado de lo anterior, los negocios modernos se han tornado cada vez más complejos, la relación económica más dinámica y los cambios más rápidos, y las predicciones que se hicieron ayer. No necesariamente sirven hoy.

La estadística industrial (EI) entendida como la rama de la estadística que se dedica a las aplicaciones en el campo de las empresas productivas o de servicio, sean estas públicas o privadas, juega un papel importante en el proceso de transformación necesario para la sobrevivencia de nuestra industria nacional en el concierto de la economía mundial.

A modo de ejemplo podemos citar, el enorme y creciente interés que el mejoramiento de la calidad, ha venido suscitando en los últimos tiempos en todos los ámbitos de la vida empresarial y social. Si bien, es cierto el tema de la calidad es un término nebuloso, que puede significar cosas muy diferentes según sea el punto de vista considerado y la persona que lo utilice, la falta de consenso acerca de su significado, radica según Garvin (1988) en que un gran número de disciplinas se ocupan de ella (filosofía, economía, marketing, contabilidad, ingeniería, teoría de la organización etc.). Así, por ejemplo, la filosofía se ha concentrado en la búsqueda de definiciones; la economía en la maximización del beneficio y el equilibrio en el mercado; el marketing en los aspectos que determinan el comportamiento y la satisfacción de los consumidores con el producto; la contabilidad en la gestión de los costos de calidad; la ingeniería, en el diseño, implantación, operación, control y evaluación de la calidad, y en la planificación y control de la producción y finalmente; la teoría de organización en modelos de aprendizaje, trabajo en equipo, gestión del conocimiento etc. El resultado de esta diversidad de perspectivas con una metodología y terminología propias es que ocasionan

cierta confusión. Cada una de estas disciplinas ofrece distintas aproximaciones al tema de la calidad: aproximación a la calidad de concepto; aproximación basada en el producto; aproximación basada en el usuario; aproximación basada en la producción y aproximación basada en la agregación de valor. En cada una de estas áreas, una medición del desempeño organizacional es vital para el mejoramiento de la calidad de los procesos. Entendemos por medición del desempeño, a la actividad de estimar indicadores cuantitativos claves de desempeño en las diversas zonas de administración de una empresa

(operacional, control administrativo, planificación de largo plazo o planificación estratégica). De esta forma el uso y análisis de datos para apoyar la toma de decisiones en cada una de estas zonas, ofrece a la estadística industrial una excelente oportunidad de agregar valor a una organización. Para ser efectivos en esta tarea se requiere apreciar las necesidades de información gerencial en cada una de las zonas de administración y desarrollar métodos de agregación estadísticos. Por todo lo anterior es necesario el uso de metodología estadística y de pensamiento estadístico para medir, controlar y mejorar todos los aspectos del diseño organizacional.

Tradicionalmente los esfuerzos de los estadísticos se han abocado principalmente al control estadístico de calidad, al mejoramiento y estudio de la capacidad de los procesos operacionales, al diseño de experimentos y de planes de muestreo entre otras materias, estas son consideradas como esenciales para la efectividad y el suministro de servicios eficientes, la manufactura, el diseño de productos y procesos, el estudio de mercado y de la fiabilidad de productos y sistemas.

Sin embargo tal como aparece en [2] y en [1] hay también una necesidad crítica de los métodos estadísticos y del pensamiento estadístico en los niveles de la alta dirección. Esto cambia el papel que juega hasta ahora el estadístico tradicional, quien ha concentrado sus esfuerzos principalmente en el nivel operacional. Típicamente la medición del desempeño en las organizaciones ha sido usada, en dos niveles diferentes, indicadores de desempeño actual e indicadores de pronóstico del desempeño futuro. El estado de muchas empresas es medido a través de un análisis financiero detallado, esto nos provee de un indicador de éxito tradicional, sin embargo estos indicadores tradicionales de contabilidad no permiten una predicción del éxito futuro. Por ejemplo para muchos directivos superiores, la información principal para evaluar como está funcionando la compañía es el estado de situación financiera, el volumen de las ventas, el valor de las acciones, las encuestas de clima laboral, etc., sin embargo la mayoría de estos indicadores son el resultado de una serie de decisiones y acciones tomados hace varios meses o años antes. La analogía para esta situación, es como tratar de conducir un auto mirando sólo por el espejo retrovisor. La estimación cuidadosa del futuro es muy importante para la viabilidad de la empresa y esto requiere de un conocimiento acabado de los indicadores claves de gestión, como el Balanced Scoreboard propuesto por Kaplan & Norton (1996). Aunque muchos de los métodos de predicción han estado presente desde hace varias décadas en áreas tales como econometría y teoría de control, su uso ha sido más bien ocasional en otras áreas de agregación de valor de las organizaciones y la cuantificación de la incertidumbre asociada a las predicciones no ha sido una práctica regular.

Por lo tanto podemos afirmar que la estadística industrial y el pensamiento estadístico, “que según Mallows (1998): concierne a la relación de los datos con un problema del mundo real en presencia de variabilidad e incertidumbre”, pueden ser de gran ayuda para el desarrollo de un sistema coherente de evaluación de desempeño, el que debería traducir la misión y la planificación de largo plazo de una organización, en métricas externas ( indicadores claves de desempeño) para sus dueños y usuarios y en métricas internas para los procesos críticos de negocio, innovación, aprendizaje y conocimiento. Estas métricas deberían considerar mediciones de resultados del pasado, presente y medidas de los factores que inciden en el desempeño futuro.

Estamos convencidos que una sólida formación científica, y en particular estadística, permite el ejercicio de la ciudadanía de manera seria y responsable. El conocimiento y la capacidad para procesar adecuadamente los datos y por ende la información permite tomar decisiones racionales, sin dejarse doblegar por un caudal de información cada vez más creciente. Según W. H. Wells (1903), “El pensamiento estadístico, algún día será parte del ciudadano eficiente, y tan necesario como la habilidad para leer y escribir”, es decir para tener una opinión fundamentada como ciudadanos, en temas de sociedad, los que tienen progresivamente un mayor grado de complejidad, será necesario una mejor comprensión de los métodos estadísticos.

## 2. Historia de la Estadística Industrial en Chile

La historia de la estadística industrial en Chile se remonta a la década de los sesenta, cuando un importante grupo de Ingenieros de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Chile y de la Universidad Técnica Federico Santa María, sienten que para el desarrollo del control estadístico de procesos y de la fiabilidad de productos y servicios se requiere contar con métodos cuantitativos, los que son incorporados en los cursos de las carreras de ingeniería de mecánica, química y electricidad principalmente.

A nivel gubernamental se centra en la creación de INDENOR, hoy conocido como Instituto Nacional de Normalización (INN), donde se homologaron, las primeras normas de aseguramiento de la calidad.

En 1993 se inicia el primer diplomado en Ingeniería de la calidad en la Universidad Técnica Federico Santa María. Donde en sus 5 versiones se han capacitado más de un centenar de ingenieros en temas de Estadística Industrial. El resto de la historia se reduce al esfuerzo aislado de unos pocos estadísticos a través de los años. Evidencia de esto es que la estadística aún no es reconocida como ciencia de la ingeniería por parte importante de la comunidad científico-tecnológica nacional (ICSU) y tampoco es reconocida como disciplina independiente por CONICYT, entre las disciplinas científicas de los proyectos FONDECYT.

En los últimos años se han hecho esfuerzos entre un grupo de estadísticos, académicos de las Universidades de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María,

Universidad de Concepción, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Antofagasta y Universidad Católica de Santiago, y de la SOCHE entre otras, por crear una sección Estadística industrial dentro de la Sociedad Chilena de Estadística. Esta sección busca crear espacios dentro de la sociedad para promover la estadística industrial mediante cursos y conferencias en congresos de la SOCHE, además de reforzar contactos internacionales especialistas de Europa y EEUU. mediante la DSG (Deutschen Statistischen Gesselschfat) y ASQC (Asociación Americana de Control de Calidad) .

### 3. Necesidades y Expectativas Actuales

En educación es necesario impulsar programas de maestría y cursos de especialización estadística industrial (EI) como parte de la currícula de estudiantes de ingeniería y cursos de especialización para trabajadores, estos curso deberán ser esencialmente aplicados. La clave en el desarrollo de la EI es que se estudien métodos para resolver problemas concretos en el área de mejoramiento de desempeño de las organizaciones.

En la revisión de proyectos tipo FONDECYT se observa que una de las debilidades es la componente Estadística Industrial y esto debe ser reforzado por un lado a través del entrenamiento específico en el área; como también incorporando profesionales estadísticos en otros proyectos del tipo FONDEF asociados con el mejoramiento de la calidad y de la productividad de las empresas.

Fomentar el desarrollo de programas de gestión moderna como los premios nacionales que buscan reconocer a las instituciones públicas o privadas con un alto desempeño organizacional, tales como el Malcom Baldrige National Quality, y los premios nacionales a la calidad y la productividad de las empresas privadas y de los servicios públicos. Un análisis de la evaluación de la concesión de premios durante los últimos 3 años indica que el criterio de información y análisis estadístico para la calidad, ver bases para el premio de la calidad de los servicios públicos 1999, es el criterio más débil entre las empresas premiadas.

#### Bibliografía:

1. Allende, H. Galbiati, J. (1999): Discussion: "Using statistics and statistical thinking to improve organizational perfomance" International Statistical.Review Vol 67 No.2, pp 122-127.
2. Dransfield, S.B., Fisher, N.I.& Vogel,N.J.(1998):" Pursuing business excellence: the measurement imperative". Proposal submitted to Harvard Busniess Review.
3. Bases Premio Nacional a la Calidad de los servicios públicos (1999). Centro nacional de la calidad y de la productividad.
4. Mallows, C (1998): " The Zeroth Problem". American Statistician vol 52, pp 1-9.
5. Kaplan, R. & Norton, D.P. (1996): "The Balanced Scoreboard: Measures that Drive Perfomance". Harvard Business Review Vol 74 No.1, pp 75-85.

Documento Chile Ciencia 2000  
Sección Bioestadística

## 1. Importancia de la Bioestadística

La Bioestadística es la rama de la estadística que se dedica a las aplicaciones en el área biológica. Es decir en áreas tan diversas como las ciencias médicas, ciencias agropecuarias y forestales.

La Bioestadística más que la aplicación de técnicas estadísticas, es una disciplina en sí y su campo se encuentra en constante evolución y desarrollo, lo que permite contestar preguntas claves de la investigación en salud. De lo que se desprende que el ambiente de trabajo de un bioestadístico es esencialmente multidisciplinario.

El rol del bioestadístico en la planificación y desarrollo de proyectos de investigación en estas áreas no sólo es fundamental para el buen desarrollo del proyecto sino que enriquece y potencia la investigación significativamente. Esto se puede demostrar fácilmente con la experiencia en otros países como Estados Unidos y de Europa. La colaboración de los bioestadísticos ha sido clave en el desarrollo de nuevos fármacos, en el entendimiento de enfermedades crónicas como el cáncer y el sida, y estos son algunos de los miles ejemplos posibles.

La estrecha relación de la Estadística con el método científico hace de la Bioestadística una disciplina imprescindible en la mayoría de los proyectos en el área tecnológica. El pensamiento estadístico no sólo resuelve y entiende compleja metodología para dar respuesta a hipótesis, sino que es capaz de organizar el “sistema” que involucra la investigación desde el diseño general, diseño de muestreo, control de calidad de la información, análisis y presentación de resultados.

## 2. El desarrollo de la Bioestadística en Chile

En el trabajo de Marshall de 1993, Francisco Cumsille señala que la historia de la Bioestadística en Chile se remonta a la década de los cincuenta, cuando un importante grupo médico de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile siente que para el desarrollo de sus propias disciplinas se requiere contar con métodos cuantitativos y los incorpora en cursos de la carrera. En 1983 se inicia el Magister de Bioestadística en la misma Universidad. El resto de la historia se reduce al esfuerzo aislado de unos pocos estadísticos a través de los años. Evidencia de esto es que la bioestadística no es mencionada entre las disciplinas científicas en los proyectos FONDECYT.

En este año 2000 se han hecho esfuerzos entre un grupo de bioestadísticos, académicos de las Universidades de Chile, Católica, de Santiago, de la Frontera y de Talca por crear una sección Bioestadística dentro de la Sociedad Chilena de Estadística. Esta sección busca crear espacios dentro de la sociedad y promover la bioestadística mediante cursos y conferencias en congresos de la SOCHE, además de reforzar contactos internacionales mediante la Sociedad Internacional de Biometría.



### 3. Necesidades y expectativas actuales

En educación es necesario impulsar programas de maestría y doctorado en Bioestadística, lo que son esencialmente aplicados es decir se insertan en el área tecnológica. La clave en Bioestadística es que se estudian métodos para resolver problemas concretos en el área biológica.

En la revisión de proyectos FONDECYT del área tecnológica se observa que una de las debilidades es la componente bioestadística y esto debe ser reforzado por un lado a través del entrenamiento específico en el área; como también incorporando profesionales estadísticos en los proyectos. Se recomienda fuertemente la participación de un Bioestadístico en el diseño y desarrollo de proyectos FONDECYT. Como también es recomendable que un estadístico se incorpore a los grupos de estudio que evalúan los proyectos FONDECYT.

Se requiere además fomentar el desarrollo de centros coordinadores de manejo y análisis de datos de estudios multicéntricos. Un ejemplo de estos centros se constituye en la Universidad de La Frontera en dos proyectos:

1. WorldSAFE (Studies of Abuse in Family Environment). Este es un estudio que se está llevando a cabo en Chile, Brasil, Egipto, Filipinas e India y la Universidad de la Frontera es el centro Coordinador de Datos del estudio en todos los países menos India. Estudio financiado por la Red Internacional de Epidemiología Clínica (INCLEN).
2. Refractive Error Study in Children. Este es un estudio oftalmológico que se ha llevado a cabo en Chile, China, Nepal e India con financiamiento del Instituto nacional de Oftalmología de los Institutos nacionales de Salud de los EEUU (NEI/NIH), a través de la Organización Mundial de la Salud. En este estudio la Universidad de la Frontera es el centro coordinador general de datos y es miembro del Comité Externo Asesor del proyecto.

#### Referencias

1. Bangdiwala, S. (1999) El rol del bioestadístico en la investigación biomédica. Rev. Med. Chile 127: 223-228.
2. Marshall, G. (1993) La Bioestadística en Chile. Rev. Soc. Chil. Estad. 10: 29-61.

## **Documento Chile Ciencia 2000** **Sección Estadísticas Oficiales**

### **1. Importancia de las Estadísticas Oficiales**

Las Estadísticas Oficiales es el término utilizado para describir estadísticas relativas a las condiciones generales del país, ya sea en Economía, Salud, Educación, Medio Ambiente, Agricultura, etc. Esta información es producida por organismos fiscales, semi-fiscales y empresas del Estado. Parte importante de esta información es canalizada a través del Instituto Nacional de Estadística (INE). Además existen otros organismos que generan indicadores y estadísticas que se reconocen como Estadísticas Oficiales, entre estos organismos están instituciones tales como: Banco Central, Celade, Cepal, etc.

Debido a la importancia de las Estadísticas Oficiales, las Sociedades Científicas de Estadística de diferentes países las han incorporado como sección, capítulo o como parte importante de ellas. De hecho, IAOS (International Association Official Statistics) fue fundada como sección del ISI (International Statistical Institute) en 1985. A su vez, ISI es una de las Sociedades Científicas vigentes más antigua, dado que fue fundada en 1885. El principal objetivo del ISI es impulsar el desarrollo y mejoramiento de metodologías estadísticas y sus aplicaciones a través de la interacción y cooperación internacional (mayor información puede obtenerse en su página web: <http://www.cbs.nl/isi/>). Actualmente se encuentra en proceso de organización la sección de Estadísticas Oficiales al interior de la Sociedad Chilena de Estadística (SOCHE).

### **2. Historia de las Estadísticas Oficiales en Chile**

Los primeros antecedentes sobre Estadísticas Oficiales se refieren a Censos de Población y se remonta al período de la Colonia y Conquista (Siglos XVI y XVII), donde se realizaban recuentos a base de “vecinos”. Entre 1778 y 1779, durante el gobierno de Don Agustín de Jáuregui, se realizó el primer censo de carácter general en cumplimiento a una Real Cédula expedida por el Despacho Universal de Indias en noviembre de 1776. Los resultados abarcaron la población del obispado de Santiago (desde el despoblado de Atacama por el norte hasta aproximadamente Linares por el sur) que arrojó un total de 259.646 personas.

El primer Censo Nacional de Población se realizó en el país en el año 1835, luego se llevó a cabo el censo de 1843, cuando se creó la Oficina de Estadísticas dependiente del Ministerio del Interior. El 17 de Septiembre de 1847 se afianza el Servicio Nacional de Estadística (precursor del actual INE). La promulgación de la Ley de Censos en 1853 afianzó la preocupación censal de Chile. Ha comienzos del Siglo XX se logró formar en la conciencia ciudadana una idea clara de la importancia de los recuentos censales y otras Estadísticas Oficiales como un adelanto material y cultural de los estados modernos. Esta

tendencia se materializó con la constitución, en 1940, del Instituto Interamericano de Estadísticas (IASI).

A partir de la década del 40, se dio un decidido impulso a contar con más y mejores estadísticas. Un aporte muy valioso a la creación de un sistema de estadísticas integrales significó la formación de Escuelas de Economía y otras carreras universitarias de profesionales con todos los conocimientos que abarca la estadística teórica y recoge las recomendaciones de organismos internacionales tales como el Centro Interamericano de Enseñanza Estadística (CIENES) y el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE).

El 6 de abril de 1960 se publicó el Decreto con Fuerza de Ley N° 313 que creó la “Dirección de Estadísticas y Censo” dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Finalmente, el 15 de Octubre de 1970 se promulga la Ley N° 17.374 que da vida al actual Instituto Nacional de Estadística. El Instituto Nacional de Estadísticas, INE, es el organismo encargado por ley para producir, recopilar y publicar las Estadísticas Oficiales de la República de Chile y coordinar la acción de otros productores de estadísticas del sector público.

### 3. Necesidades y Expectativas Actuales

Actualmente el Instituto Nacional de Estadísticas, organismo rector de las Estadísticas Oficiales del país se encuentra en un proceso de modernización integral, como asimismo de un fortalecimiento de sus papel técnico en el sistema estadístico nacional. Esta nueva fase comprende una modernización tanto en su estructura y tecnología interna como de su imagen externa, una mayor difusión de sus productos y generación de redes y de alianzas estratégicas, para el mejoramiento de las estadísticas nacionales dentro y fuera del país, en los ámbitos públicos y privados.

Con objeto de llevar a cabo el proceso anteriormente descrito, es necesario desplegar simultáneamente actividades en las siguientes líneas:

- Fortalecimiento de la calidad de los productos y servicios estadísticos.
- Fortalecimiento de la institucionalidad y mecanismo de coordinación.
- Fortalecimiento de la accesibilidad a la información.
- Programa de inversiones y profesionalización.

Para el cumplimiento de las actividades descritas, en forma importante se requiere de modificaciones legales en la ley de plantas del INE con el propósito de reclutar y mantener especialistas altamente calificados. Disponer de recursos de investigación en el área de desarrollos metodológicos y de gestión de la producción estadística en el INE y de otros productores de Estadísticas Oficiales. Creación, en conjunto con instituciones de educación superior, de programas de perfeccionamientos y capacitación en Estadísticas Oficiales en forma permanente y actualizado.

En síntesis, se requiere realizar un salto cualitativo de gran magnitud, dando a las instituciones generadores de Estadísticas Oficiales una dimensión moderna en este dominio y preparándolos para entrar, en los albores del Siglo XXI, en la Sociedad de la Información.

### Bibliografía:

1. Instituto Nacional de Estadísticas (1999), Estadísticas de Chile en el Siglo XX. Santiago, Chile.
2. Instituto Nacional de Estadísticas (2000), Actas del Seminario: Hacia la Sociedad de la Información – Desafíos del Sistema Estadístico Chileno. Santiago, Chile.
3. Aguilera R., Máximo (1999), Los desafíos de la sociedad de la información y la modernización del INE. Estadística y Economía, N°7, pp: 9-31.
4. Instituto Nacional de Estadística (1993), XVI Censo de Población y V de Vivienda - Chile 1992. Santiago, Chile.