Mesa Redonda: Enseñanza dela Estadística Bayesiana

Dr. Manuel Mendoza Ramírez. Temas de Investigación

III Seminario Chileno de Estadística Bayesiana
Valdivia, Chile. Enero 7-10 de 1998.

1 Introducción

El asunto que los organizadores de este Seminario me han pedido que comente es el de los temas de Investigación relevantes en la enseñanza de la Estadística Bayesiana y debo empezar declarando que me parece pretensioso en exceso presentar un listado de los temas concretos que en este momento son o deberían ser objeto de atención por parte de los jóvenes investigadores en el área de Estadística Bayesiana. Por esa razón, he preferido compartir con ustedes algunas apreciaciones, de carácter general sobre la evolución histórica que se ha manifestado en los intereses de investigación en nuestra disciplina. Con tal propósito he considerado, en forma totalmente *subjetiva*, cuatro fases y en las siguientes secciones comentaré brevemente sobre los aspectos que, en mi opinión, han concentrado el interés investigador en cada una de ellas.

2 El Principio $(-\infty, 1975)$

Desde sus orígenes, en los trabajos de Thomas Bayes, y hasta una fecha que arbitrariamente he fijado en 1975, la investigación se orientó, por una parte, a establecer los fundamentos de la disciplina y por otra, a generar las condiciones para que este *nuevo* enfoque pudiese considerarse una alternativa con algún valor frente a la estadística frecuentista. Así, los esfuerzos se concentraron en los *fundamentos* -es decir, la axiomatización y la concepción de la disciplina como una *teoría* y no un colección procedimientos aislados- y en las consecuencias prácticas de esa *coherencia* -con énfasis en la producción de ejemplos espectaculares en modelos simples que ilustrasen los inconvenientes de la *incoherencia* frecuentista. Asociada a esta segunda línea de actividad aparecen los temas de la asignación de distribuciones iniciales y el cálculo simplificado de distribuciones finales. Algunas de las palabras clave en la investigación de esta época son: *axiomática, coherencia, paradojas, iniciales conjugadas, iniciales no-informativas y aproximaciones normales.*

3 La Primera Expansión (1976, 1985)

Durante la década que transcurrió entre 1976 y 1985 me parece que se produjo un cambio en los intereses de investigación de los *Bayesianos*. De una primera fase en la que las aplicaciones más notables tenían como propósito probar la existencia de una clase de problemas estadísticos cuya solución Bayesiana es claramente superior -ya sea en términos conceptuales o prácticos- a la correspondiente solución frecuentista, la investigación se dirigió a la solución de *nuevos* problemas, más complejos y más relacionados con las inquietudes del avance científico de la época. El interés en iniciales no-informativas fué complementado con estudios de robustez que incluían la definición de clases de iniciales para las cuales era posible obtener resultados con expresiones analíticas en todos los casos. También se inició una etapa de desarrollo acelerado de herramientas de cómputo estadístico *Bayesiano*. Aparecieron contribuciones en las que se abordaba el análisis Bayesiano de problemas relacionados con series de tiempo, teoría de colas, clasificación y modelos lineales dinámicos entre otros. Las aplicaciones *realistas* de la estadística Bayesiana aparecieron en una variedad de campos como, por ejemplo, la econometría, el análisis clínico, el control de procesos y la psicometría.

4 La Pieza que faltaba (1986, 1990)

El tratamiento de problemas cada vez más relevantes y en muchos casos, cada vez más sofisticados, condujo inevitablemente a la aparición omnipresente de soluciones donde las distribuciones finales relevantes resultaban intratables desde un punto de vista analítico. Cobró entonces una fuerza investigadora surgida de la necesidad apremiante de métodos prácticos y razonables para obtener resultados aproximados. Las contribuciones con distintos procedimientos de integración numérica y aproximaciones tipo Legendre y Laplace fueron muy apreciadas pero la solución general para esta limitante del análisis Bayesiano apareció con las técnicas basadas en simulación. Las ideas de muestreo y remuestreo y muestreo de importancia marcaron el rumbo que alcanzó una notabilísima cúspide con el *Gibbs sampler*. Otros algoritmos de muestreo basados en el mismo principio se exploraron exhaustivamente (Metrópolis y Metrópolis-Hastings en particular). Esta corriente alcanzó un grado de madurez y generalidad que se identificó bajo el acrónimo de *MCMC* (Markov Chain Monte Carlo). Este brevísimo periodo, en la segunda mitad de los 80's, marcó las condiciones para el desarrollo que actualmente experimenta el análisis estadístico Bayesiano.

5 Una Nueva Fase de Expansión (1991, ?)

Sin que cese la producción de contribuciones encaminadas a aumentar la eficiencia y a determinar los límites de los métodos de la clase *MCMC*, la energía investigadora parece ahora haber vuelto su mirada nuevamente hacia problemas reales aún más sofisticados y relevantes que, con las nuevas herramientas, son

susceptibles de encontrar una solución estadística. En esta etapa han aparecido, con creciente frecuencia, trabajos en los que se consideran problemas relacionados con modelos jerárquicos, procesos estocásticos, modelos elípticos, modelos lineales generalizados, bondad de ajuste en términos de selección de modelos y algunas variantes de análisis no-paramétrico o semiparamétrico . Una consecuencia, relativamente inesperada, de esta corriente ha emergido de la utilización de los métodos de simulación en problemas que han estado presentes en distintas áreas de la inferencia desde sus orígenes. Uno de los ejemplos más brillantes es el de las observaciones faltantes y, en el caso de diseños experimentales, el problema de desbalanceo. La idea de considerar esas observaciones como resultados no observados de *variables latentes* ha conducido a soluciones que aprovechan la existencia de soluciones analíticas en los casos balanceados y que además, explícitamente toman en cuenta el incremento en la incertidumbre asociado a la falta parcial de información que debió observarse. De hecho, el empleo de los modelos jerárquicos, las variables latentes y el desarrollo de más completos y poderosos programas de análisis estadístico Bayesiano han conducido a a un estado en el que es previsible la aparición de una clase cada vez más nutrida de veraderos métodos Bayesianos de aplicación rutinaria. Un eslabón que ha vuelto a cobrar vital importancia en estas condiciones es la determinación de distribuciones iniciales *no-informativas*, de *referencia*, *no subjetivas*, *objetivas* o *automáticas*.

6 Comentarios Finales

En los próximos años, probablemente veremos contribuciones que provean soluciones a problemas complejos en extremo donde los métodos de simulación jugarán un papel aún más preponderante. La popularización de interfases gráficas en los programas de cómputo estadístico Bayesiano, incluso para la especificación de la estructura de los modelos, pondrá al alcance de un muy vasto grupo de usuarios, no necesariamente especialistas, los métodos Bayesianos. Este público empleará clases de distribuciones iniciales que conduzcan a soluciones relativamente robustas. En este sentido, la alternativa Bayesiana de análisis pasará a formar parte de la batería habitual de herramientas de cualquier usuario de la Estadística. Probablemente el riesgo más importante que habrá que enfrentar ante esta, muy conveniente por otra parte, *trivialización* de los métodos Bayesianos será la posibilidad de que el basamento conceptual de este enfoque, es decir su fundamento en una teoría coherente que mezcla pero identifica y exhibe explícitamente la contribución de las distintas componentes subjetivas y objetivas en el análisis, se pierda de vista y aparezcan con más frecuencia soluciones 'Bayesianas' erróneas o equívocas de distintos problemas. En cualquier caso, la investigación que se desarrollará en el futuro cercano habrá de contribuir, de distintas maneras, a establecer el análisis Bayesiano como una parte ineludible de la cultura estadística general.