

## NOTAS

### CONFERENCIA DE INAUGURACION DE LA XIII REUNION ANUAL DE LA SEIOEI.

*SIXTO RIOS*  
*Valladolid, 28-IX-82*

Como es bien sabido, nuestras Reuniones anuales, de las que la que hoy inauguramos en esta prestigiosa Universidad de Valladolid, es la 13, tienen por objeto contribuir al progreso de la Estadística, la I.O. y la Informática en España, mediante comunicaciones, mesas redondas, debates, conferencias, cursillos, coloquios, Sean, pues, nuestras primeras palabras de gratitud para el Profesor Miguel Martín, Director del Departamento de Estadística e I.O. de la Facultad de C. Matemáticas, sobre el que ha recaído fundamentalmente el no liviano peso de la organización de este Congreso.

Por supuesto debe constar nuestra gratitud a las autoridades académicas de esta Universidad, que a mi concretamente me trae los gratos recuerdos de mi primera juventud, y también las Autoridades de la Facultad de Ciencias Matemáticas. La existencia de esta y otros prestigiosas Facultades, así como de una floreciente industria va a contribuir a la calidad de esta Reunión.

Hace pocos días regresé de MONS (Bélgica) tras participar en la V Conferencia Internacional sobre "decisión con multicriterios" que es actualmente un problema central de la Investigación Operativa y la Teoría de la Decisión (y por tanto de la Estadística) y ello me va a permitir hacer en esta ocasión un breve resumen de algunos de los progresos recientes aportados por los participantes a dicha conferencia.

Como todos saben, el punto de vista de las decisiones con multicriterios se ha introducido en la I.O. para superar el enfoque más tradicional que hacía prece-der a la aplicación de los modelos de optimación de los procesos de decisión de unas necesarias valoraciones en términos monetarios de los diversos factores que intervenían en los mismos.

En efecto, tales métodos de la I.O. son ahora superados, evitando la previa reducción a pesetas de muchos factores, porque apenas tiene sentido tal reducción y porque puede ser eliminada con el tratamiento de los problemas por los nuevos métodos M.C.D.M.

Pero la característica más importante de dichos problemas no es solo la no conveniencia o imposibilidad de reducir a una sola variable los objetivos múltiples que se presentan sino que estos son parcial o totalmente conflictivos.

Importantes problemas de decisión multicriterio en ambiente de incertidumbre, polietípicos, con varios grupos de personas afectadas de distinta forma se presentan constantemente en la realidad y es inevitable estudiarlos y resolverlos con algo más que la intuición de los expertos.

He aquí como ilustración inicial algunos ejemplos de problemas y modelos presentados en la Conferencia de Mons.

Una cuestión importante es la comparación de las consecuencias de diferentes maneras posibles de suministrar en el futuro la energía necesaria a una región de millones de individuos, mediante las diferentes fuentes posibles como carbón, petróleo, gas, viento, energía nuclear, solar. Según las proporciones relativas que adoptemos tendremos muy distintos impactos desde los puntos de vista de calidad ambiental, sanidad, seguridad, situación socio-económica de los seres que habitan las distintas regiones y sobre el sistema de costes, y el problema es buscar la combinación óptima o al menos una satisfaciente. Y una idea de la magnitud e importancia del problema se tiene al considerar que las decisiones tendrán consecuencias para muchos años y muchos individuos.

Una cuestión más concreta, especialmente estudiada en la Conferencia, relacionada con la anterior y que estamos sintiendo vivamente en España, es el problema de la elección de ubicación para las centrales nucleares. Se ha observado que a partir del accidente de Three Miles Island ha aumentado notoria y justificadamente el temor al riesgo de escapes o accidentes y a sus consecuencias para las poblaciones próximas. Esta preocupación se refleja en un estudio hecho con los métodos M.C.D.M. en que se consideran dos funciones objetivo: costes y proximidad de las centrales a núcleos de población. Los costes se refieren naturalmente a la construcción de líneas de transmisión, pérdidas de energía eléctrica por transmisión, etc. y constituyen un objetivo cuya minimización es parcialmente conflictiva con el de alejar los reactores de las poblaciones.

El estudio por I.O. ha permitido ver, entre otras cosas, que el situar las centrales en una zona suficientemente alejada de núcleos urbanos, no conduce a una importante penalización de costes adicionales.

Otro problema muy de actualidad en España, por tristes sucesos recientes, es el del consejo a los consumidores en la elección de bienes de consumo. Es sabido que las asociaciones de consumidores tienen como objetivo principal informar regularmente a sus miembros sobre las características y calidad de los bienes de consumo ofrecidos por el mercado. P.e. si se comparan marcas de puré se tiene un conjunto de datos en que para cada marca se consideran atributos como cantidad de extracto seco, de sal, de glutato, aditivos, bacterias, gusto, precio, etc. Obteni-

do a través de tests apropiados un cuadro de medidas, el analista se enfrenta con el problema de aconsejar al consumidor restringirse a un pequeño número de productos definidos por sus mejores características.

Actualmente, se empieza a superar el método de la revista de información mensual que permite solamente una evaluación genérica sin llegar a tener en cuenta las preferencias personales. Este último objetivo se logra mediante la resolución de un problema de multicriterios, en que cada individuo puede, gracias al progreso de la teleinformática, ingresar en un terminal su vector de ponderaciones de criterios o simplemente su ordenación de preferencias de criterios respecto de las características de un producto, y obtener la respuesta a su preferencia personal, consecuencia de la resolución del correspondiente problema. Incluso se llega a la utilización del sistema View-data para lograr la respuesta a través del televisor.

Otro problema de más envergadura expuesto en la Conferencia, se refiere al estudio de la evolución económica futura de diversos países mediante los métodos M.C.D.M. Concretamente el trabajo realizado por el Prof. Spronic de la Universidad Erasmus de Rotterdam, se basa en tratar las tablas input-output con los métodos M.C.D.M., con lo que logra, teniendo en cuenta las aspiraciones de partidos políticos y las posibles decisiones, conocer la evolución económica probable en los años 80 a partir de tres escenarios que se describen como crecimiento balanceado, crecimiento de la exportación y austeridad voluntaria.

El trabajo en curso tiene el propósito de que sus resultados sean conocidos por todos los ciudadanos y sobre todo por los gobernantes y permitan a estos una mejora de las decisiones políticas futuras.

Por mi parte he contribuido en la Conferencia con un trabajo (en colaboración con Rios-Insua) en que se construye un nuevo modelo para el problema de la selección de la cartera teniendo en cuenta no solo el atributo rentabilidad, como es corriente en los modelos, sino otros como liquidez o cotizabilidad, (es decir, facilidad para convertir la cartera en dinero en un cierto momento) etc.

Para llegar a una visión esquemática de la teoría, recordemos algunos conceptos, como decisiones o alternativas que tienen como consecuencias resultados, que se caracterizan por atributos, objetivos, criterios, metas..., nombres sobre los que no hay una completa coincidencia de definiciones entre todos los autores.

Como atributos se deben definir las características que resultan de un modo más directo en cada una de las alternativas de decisión posibles, mientras objetivos son las variables especialmente elegidas por el decisor, como dependientes de los atributos, pero que reflejan más directamente las preferencias.

Así en la elección de un coche, atributos son p.e. potencia, tamaño, peso, velocidad máxima, etc. mientras objetivos pueden ser seguridad, prestigio, etc.

Objetivos y atributos deben conducir a establecer medidas en que basar criterios adecuados a un problema de decisión, mientras suelen fijarse metas como atributos u objetivos señalados como niveles de aspiración o valores a priori deseables.

Las fuentes metodológicas de esta teoría se encuentran en capítulos de la teoría de la Decisión (teoría de la utilidad de V. Neuman, criterio maximin...) de la Economía (de optimalidad de Pareto, función de bienestar social de Arrow, análisis de costo-beneficio), de la Estadística Matemática (análisis factorial), análisis de conglomerados, análisis multivariante), de la Psicometría (medida conjunta, escalas multidimensionales) Matemática pura (grafos, análisis funcional, conjuntos difusos...).

De hecho, hace cerca de 40 años que los matemáticos y economistas se preocupan del problema de máximo con multicriterios. Así V. Neumann y Morgenstern, en su famoso libro dicen: "No es realmente un problema de máximo, sino una peculiar y desconcertante mixtura de varios problemas de máximos conflictivos. Tal tipo de problema no ha sido tratado en la Matemática clásica. Insistimos, a riesgo de parecer pedantes en que no se trata de un problema de máximo condicionado ni de cálculo de variaciones, ni de análisis funcional".

El concepto de "vector eficiente" (1951) debido al Premio Nobel Prof. T.C Koopmans puede considerarse como la primera contribución importante a una formalización del problema, seguida de los trabajos de Khun y Tucker, Arrow, Barankin, Blackwell, Charnes-Cooper.

Actualmente se pueden agrupar los mas de 100 métodos existentes en dos ramas, que suelen diferenciarse como "Decisión con multiatributos" y "Decisión con multiobjetivos" y se corresponden con situaciones en que hay respectivamente un número limitado de alternativas con características discretas o un número ilimitado de posibles alternativas con características a las que corresponden atributos medidos por variables continuas.

Las metodologías en uno y otro campo presentan líneas de desarrollo peculiares, aunque no netamente diferentes.

Entrando más en el fondo de la cuestión tales ramas corresponden en líneas generales a dos orientaciones de trabajo actualmente existentes, son las llamadas:

- A) de acciones-resultados u orientación estática y las
- B) de proceso de decisión u orientación dinámica.

La primera orientación supone que la comprensión de un modelo de decisión implica únicamente predecir el resultado de cada acción posible con una cierta aproximación. Un papel fundamental juega aquí el concepto de función de valor en el caso determinista y de función de utilidad en el caso aleatorio para expresar adecuadamente las preferencias del decisor.

Pero respecto de tal función de valor o de utilidad  $u$  nos encontramos en una de estas tres situaciones: a) No hay posibilidad de hacerla explícita y solamente algunas propiedades sencillas de la misma son conocidas, como ser monótona no decreciente y cóncava, con lo que matemáticamente no se puede pasar mas allá de la determinación del conjunto de Pareto o de soluciones no dominadas.

b) la función  $u$  puede ser expresada explícitamente mediante un diálogo hombre-máquina que nos de algunas propiedades locales que conducen a un conocimiento parcial de suficiente para obtener una solución aceptable de nuestro problema de optimación.

c) la función  $u$  se construye explícitamente en todo su campo de variabilidad apoyándose en un conjunto de axiomas de comportamiento racional, esencialmente debidos a Von Neuman en el caso aleatorio y a Wold-Debreu en el caso determinista.

Dentro de la óptica que estamos considerando, esta tercera dirección es la más satisfactoria, no solo desde el punto de vista matemático, por constituir una teoría coherente sobre todo después de la introducción en 1982 del operador de Machina-Fréchet que abarca y coordina los casos de incertidumbre y determinista, así como por la posibilidad de realización práctica de las aplicaciones gracias a la metodología de la construcción efectiva de tales funciones, que se encuentra ya con todo detalle en libros como los de Raiffa-Keeney etc.

Pero a pesar de su rigor matemático y el amplio abarcamiento de esta teoría, no existe actualmente unanimidad en aceptar la metodología practica de las funciones de valor o de utilidad. Se insiste, especialmente por la escuela francesa en las dificultades de la construcción de la función de valor y la de la falta de comprensión por tal metodología de las complejidades reales del proceso humano de decisión.

Se pone en parangón el punto de vista, que llamamos dinámico, en que el énfasis no es sobre el acto, el resultado y la preferencia sino sobre el proceso en toda su complejidad de comprensión, aprendizaje, definición del problema y sus circunstancias. Y es en este campo, donde la imaginación de muchos investigadores añade cada día nuevos métodos solo parcialmente formalizados, que nos llevan a preguntarnos ¿qué es más plausible: encontrar soluciones especulativas para problemas mal estructurados o soluciones matemáticamente rigurosas para problemas mejor formulados?

En definitiva es la evolución normal de cualquier capítulo de la Matemática aplicada, que en este campo ha llevado a algunos como B. Roy, a titular modestamente sus trabajos como "métodos de ayuda a la decisión".

Dos direcciones actuales de investigación importantes señaladas en la Conferencia M.C.D.M. son por un lado las dirigidas a la síntesis, y establecimiento de re-

laciones entre métodos a primera vista diferentes y por otro de la elección de método apropiado a un problema concreto.

En la primera dirección se encuentran en un estado muy avanzado los trabajos de la escuela alemana de Wilhelm, Fandel, etc., para probar la equivalencia de sus métodos basados en un principio de selección (ya estudiados anteriormente por Uzawa, Chernoff, etc.) con los que parten de la noción de preferencia como idea básica, a los que nos hemos referido especialmente hace un momento. Por otra parte las ideas de núcleo, cuasinúcleo, etc. elaboradas por los mismos alemanes, así como White, y otros, pueden conducir a una síntesis de dichos métodos con los de la escuela francesa de Roy, etc.

Importantes contribuciones en tales direcciones fueron las de Farquahr, Yu, White, etc.

Por otra parte desde el punto de vista práctico un problema importante es establecer un algoritmo que permita elegir ante un problema concreto que se nos plantea el método multicriterio más adecuado. Así Gershon y Duckstein de la Universidad de Arizona, han conseguido aplicar la teoría de multicriterios a este problema de elección metodológica apropiada.

Quiero también señalar el énfasis, dado en la conferencia por una serie de Comunicaciones a la contribución reciente del ordenador a la aceleración del desarrollo de la Estadística y la I.O.

Como es bien sabido desde que, en 1971, se inicia la revolución de los microordenadores hasta su estado actual la rapidez del desarrollo de esta parte de la industria del ordenador ha rebasado todas las previsiones.

Varias comunicaciones de la Conferencia han puesto de manifiesto todo el enorme potencial que suponen los "micros" para un progreso rápido de la I.O. y muy especialmente para los M.C.D.M. Conviene resumir algunas de las ventajas de carácter general aportadas por la entrada en escena de los "micros".

a) no generan "computer fobia" ya que su manejo mediante lenguajes tan sencillos como el BASIC les hace simpáticos y familiares desde el primer momento. En consecuencia existen "paquetes" abundantes de programas de cálculos matemáticos y estadísticos avanzados. A esto se añade el bajo coste y pequeño tamaño que contribuyen a que, no solo grandes empresas, sino también las empresas medias y modestas, se vayan familiarizando con la idea de que la toma de decisiones debe hacerse a través de un planteamiento científico y tratamiento de cálculos adecuados. Modelos sencillos de problemas empresariales con la correspondiente solución pueden ser experimentados y trabajados con el micro por personas con algún conocimiento de la empresa, pasándose más tarde a la incorporación de modelos más sofisticados para la toma de decisiones, contribuyendo así eficazmente este pequeño laboratorio a ensayar nuevos y estimulantes enfoques de los problemas empresariales.

Nuestra SEIOEI, que hace unos cinco años incorporó **explícitamente** la actividad informática a sus ya múltiples objetivos de la Estadística y la I.O. ve así confirmado el acierto de esta fructífera simbiosis, en la que creemos poder cultivar de una manera equilibrada e interdisciplinar las bases científico-técnicas para la resolución de muchos problemas, que contribuirán decisivamente al necesario desarrollo económico, social y político de nuestro país en los años venideros.