



Programación multicriterio



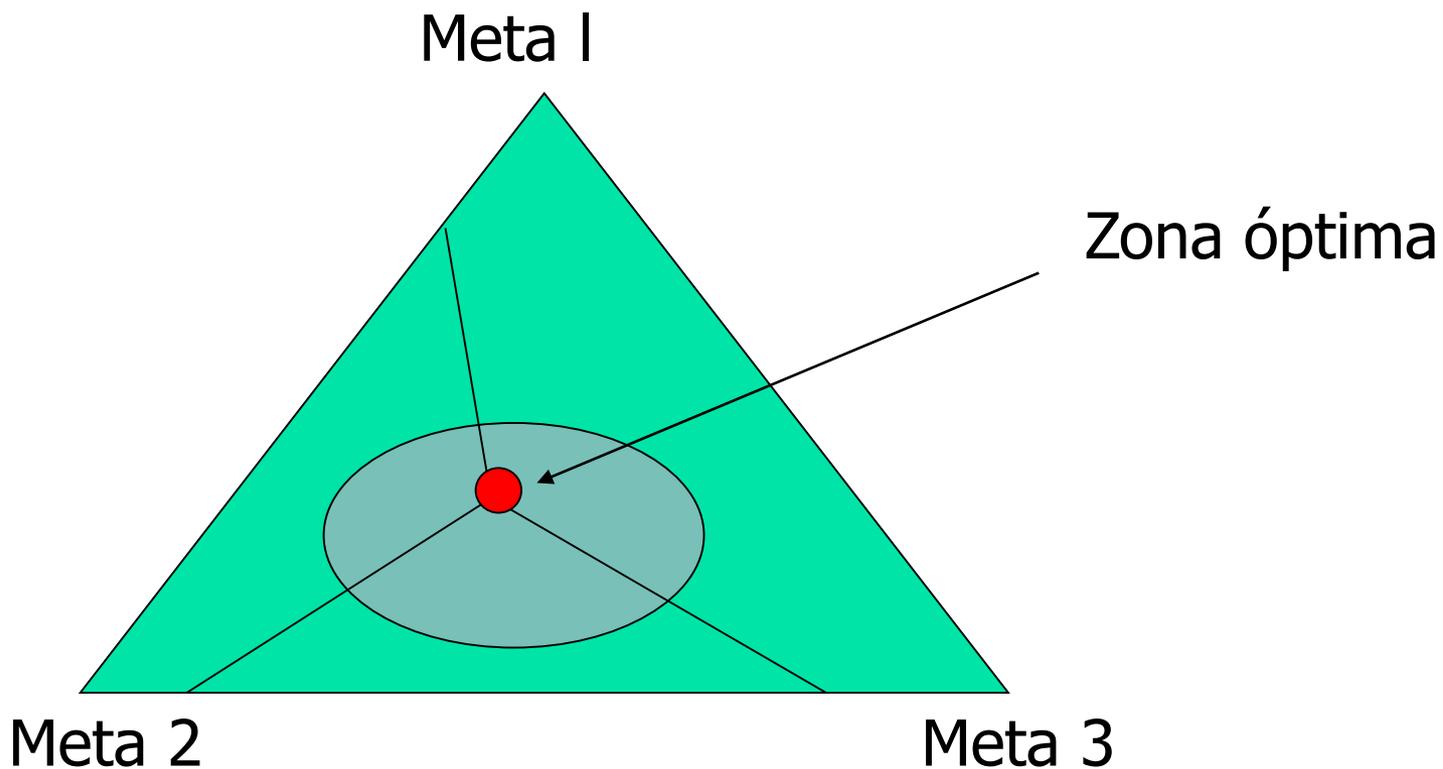
La toma de decisiones multicriterio



- Un problema puede considerarse como un problema multicriterio si y sólo si:
 - existen al menos dos criterios en conflicto
 - existen al menos dos alternativas de solución.
- Selecciona "la mejor alternativa " dentro de un conjunto explícito de ellas
- La decisión final se conforma con la ayuda de la comparación de los atributos.
- Constituye un marco general o paradigma en el que se investigan problemas de decisión con diferentes atributos, objetivos o metas.



Metas conflictivas





Historia



- Los primeros trabajos desarrollados fueron en Koopmans (1951) y de Kuhn & Tucker (1951).
- Otro trabajo crucial para el desarrollo del paradigma multicriterio es el desarrollado por Charnes, Cooper & Ferguson (1955)
- Fue mejorado posteriormente por Charnes & Cooper en 1961.





Historia



- Estas ideas pioneras fueron desarrollados por otros investigadores, culminando en el Primer Congreso Mundial sobre Toma de Decisiones Multicriterio en 1972.
- Puede considerarse el nacimiento del paradigma multicriterio.
- Puede decirse entonces que la teoría de la decisión monocriterio constituye el paradigma tradicional, que puede ser un caso particular del enfoque multicriterio.





Decisiones multiatributos



- Las decisiones multiatributos (MADM) las cuales se utilizan para seleccionar "la mejor alternativa" dentro de un conjunto explícito de ellas.
- Se utiliza para seleccionar "la mejor alternativa " dentro de un conjunto explícito de ellas, la decisión final se conforma con la ayuda de la comparación de los atributos.





De acuerdo al flujo de información



- Técnicas sin información a priori:
 - Información del analista al decisor
 - El analista provee del conjunto de alternativas eficientes al decisor
 - El decisor genera el conjunto de alternativas eficientes
- Técnicas con información a priori
 - Información del decisor al analista
 - El decisor provee de estructura de decisión
 - El modelo propone una solución



Según método de solución

- Métodos de agregación: se modelan las preferencias de acuerdo de una función de valor
 - Directos: Técnica de ponderación simple, Teoría de Utilidad Multiatributos
 - Jerárquicos: AHP
- Métodos basados en relaciones de orden: se modelan las preferencias a través de relaciones binarias
 - Métodos de Superación ELECTRA





Elementos



- Conjunto de alternativas
- Familia de criterios de evaluación
- Matriz de decisión de impactos
- Metodología o modelo de agregación de preferencias
- Proceso de toma de decisiones.





Conceptos Básicos: Alternativas



- Posibles soluciones o acciones a tomar por el decisor o unidad decisora



Conceptos Básicos: Atributos

- Valores con los que el centro decisor se enfrenta a un determinado problema de decisión.
- Es necesario que puedan medirse independientemente de los deseos del centro decisor.
- A su vez son susceptibles de expresarse como una función de las correspondientes variables de decisión.





Conceptos Básicos: Objetivos



- Representan direcciones de mejora de los atributos bajo consideración.
- La mejora puede interpretarse en el sentido «más del atributo mejor» o bien «menos del atributo mejor».



Conceptos Básicos: Metas

- Un nivel de aspiración representa un nivel aceptable de logro para el correspondiente atributo.
- La combinación de un atributo con un nivel de aspiración genera una meta.





Conceptos Básicos: Criterios

- Engloba los tres conceptos precedentes.
- Son los atributos, objetivos o metas que se consideran relevantes en un cierto problema de decisión.



Estructuración de los criterios



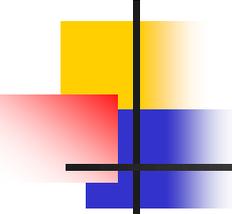
- Exhaustividad: Se incluyen todos los posibles criterios que permitan discriminar entre alternativas.
- Coherencia: Las preferencias globales del decisor son coherentes con las preferencias según cada criterio
- No redundancia: un criterio es no redundante si la supresión de un de los mismos implica que el conjunto de los restantes viola las propiedades anteriores.
- Independencia: aunque raramente se cumple en la práctica, indica la correlación entre criterios.



Solución dominante

- No existe una solución o alternativa que satisfaga cada uno de los criterios u objetivos
- Alternativas factibles: que cumplen con las restricciones del problema
- Alternativa dominante: es superior a otra en al menos un criterio e igual en los restantes.
- Alternativa dominada: es inferior a otra en al menos un criterio e igual en los restantes.
- Alternativa eficiente: cuando no existe otra alternativa que sea superior a ella en al menos un criterio e igual en los restantes.





Evaluaciones



- Son las distintas características que las alternativas presentan ante cada criterio
- La escala de medida de los criterios estará determinada por su naturaleza
- Escalas cualitativas o nominales: Identifica, nombra, clasifica o categoriza objetos o eventos sin un orden natural. Cada una de las clasificaciones identifica una categoría. La escala nominal debe ser:
 - Mutuamente exclusiva
 - Colectivamente exhaustiva





Escalas de evaluación

- Las evaluaciones de cada alternativa concreta, correspondiente a todos y cada un de los criterios, sean comparables en magnitud, unidad de medida, posición de cero y dispersión, entre otros.





Escalas cuantitativas: Escala ordinal

- Identifica, nombra, clasifica o categoriza eventos u objetos en un orden natural.
- Los objetos o categorías son ordenados de acuerdo a alguna secuencia lógica. Las distancias entre categorías no necesariamente tienen el mismo intervalo.



Escalas cuantitativas: Escala cardinal

- De intervalos: Identifica, ordena y divide datos en intervalos iguales. Como los intervalos entre puntos específicos son iguales, los valores pueden ser comparados basados en el tamaño y la distancia entre ellos.
- De radios o razones: Identifica, ordena, ubica en escala y en función a un cero absoluto a datos o valores. El valor cero representa la ausencia total de la característica a ser medida





Normalización de criterios

- En general los criterios de evaluación tienden a ser diferentes.
- Al momento de la evaluación los criterios tienden a tener diferencias significativas
- Es esencial proceder a la normalización de los diferentes criterios en consideración.



Normalización de criterios

- Uno de los métodos más simples consiste en dividir los valores que alcanza el criterio por su valor «mejor».
- El valor mejor es el máximo cuando el criterio consiste en un atributo del tipo «más mejor» o el mínimo cuando se trata de un atributo del tipo «menos mejor».
- Después de normalizar, el estándar será «más mejor», donde 1 es «mejor»



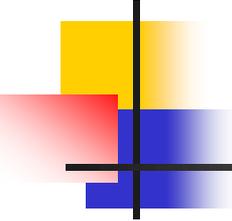
Ejemplo: Selección de un caza



	Atributos			
Alternativa	Velocidad (km/h)	Carga (ton)	Costo (Millones \$)	Maniobrabilidad (1-10)
A	1,400	10	50	9
B	1,700	10	60	7
C	1,400	12	50	8
D	1,800	7	70	7
E	1,500	9	60	9
F	1,800	6	70	6

Tomado de Romero (1996)





El caso de los costos:

$$\text{Costo} = \frac{\max(x_i) - x_i}{\max(x_i) - \min(x_i)}$$



Tabla normalizada



	Atributos			
Alternativa	Velocidad (km/h)	Carga (ton)	Costo (Millones \$)	Maniobrabilidad (1-10)
A	0.78	0.83	1.00	1.00
B	0.94	0.83	0.50	0.78
C	0.78	1.00	1.00	0.89
D	1.00	0.58	0.00	0.78
E	0.83	0.75	0.50	1.00
F	1.00	0.50	0.00	0.67



Ponderación de los criterios

- Los criterios pueden tener diferente importancia para el centro decisor.
- La estimación de las preferencias relativas conlleva una fuerte carga subjetiva
- Es necesario una interrelación estrecha con el decisor.



Ponderación directa o por preferencias



- La forma más sencilla consiste en pedir al decisor que clasifique los criterios por orden de importancia.
 - Es decir, se solicita al decisor que asigne el número 1 al criterio que considere más importante, el número 2 al criterio siguiente en importancia hasta asignar el número n al criterio que considera menos importante.
- Este valor se conoce como r_j , para $j = 1, \dots, n$



El peso de cada atributo

$$w_j = \frac{r_j}{\sum_{j=1}^n r_j} \quad (a)^*$$

* Solamente si "Más Mejor"

$$w_j = \frac{1/r_j}{\sum_{j=1}^n 1/r_j} \quad (b)$$

$$w_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum_{j=1}^n (n - r_j + 1)} \quad (c)$$



Cálculo de las ponderaciones



	Atributos			
	Velocidad	Carga	Costo	Maniobrabilidad
Importancia	2	4	3	1
Inverso	0.5	0.25	0.3	1
(a)*	0.2	0.4	0.3	0.1
(b)	0.24	0.12	0.16	0.48
n-r+1	3	1	2	4
(c)	0.3	0.1	0.2	0.4



Dificultades de la ponderación directa



- Subjetividad
- Se tiene una idea del grado de preferencia, pero no de la intensidad de preferencia de un atributo con respecto a otro
- El ordenar muchos criterios puede ser muy difícil.



Ponderación pareada

- Desarrollado por Saaty, es la base del método AHP
- Requiere la comparación simultánea de sólo dos objetivos. Es decir una comparación de valores subjetivos por «parejas».



Valores de preferencia

- (1) cuando los criterios son de la misma importancia;
- (3) moderada importancia de un criterio con respecto a otro;
- (5) fuerte importancia;
- (7) demostrada importancia;
- (9) extrema importancia.
- Saaty sugiere valores intermedios para juicios de valor contiguos.



	Atributos			
	Velocidad	Carga	Costo	Maniobrabilidad
Velocidad	1	7	2	$\frac{1}{2}$
Carga	$\frac{1}{7}$	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{9}$
Costo	$\frac{1}{2}$	5	1	1
Maniobrabilidad	2	9	1	1



Ponderaciones pareadas



	Promedio	Ponderación
Velocidad	2.6	0.32
Carga	0.4	0.04
Costo	1.9	0.23
Maniobrabilidad	3.3	0.40



Tabla comparativa de ponderaciones



	Ponderaciones directas			Pareada
	(a)*	(b)	(c)	
Velocidad	0.2	0.24	0.3	0.32
Carga	0.4	0.12	0.1	0.04
Costo	0.3	0.16	0.2	0.23
Maniobrabilidad	0.1	0.48	0.4	0.40

