

## **Criterios de decisión bajo incertidumbre. Su empleo en las finanzas**

**Tapia, Gustavo N.**

### **Decisiones bajo condiciones de certeza**

Una clase importante de problemas de decisiones incluye aquellos en los cuales cada acto disponible para quien toma la decisión tiene consecuencias que pueden ser conocidas previamente con certeza. A tales problemas se le llama toma de decisiones bajo condiciones de certeza. La toma de decisiones bajo certeza no es un proceso sencillo, cada una de las tareas a las que se enfrenta quien toma la decisión bajo certidumbre tendrá que identificar los actos disponibles, medir las consecuencias y seleccionar el mejor curso de acción.

La certidumbre es la condición en que los individuos son plenamente informados sobre un problema, las soluciones alternativas son obvias, y son claros los posibles resultados de cada decisión. En condiciones de certeza, los decididores pueden prever los hechos y sus resultados. Esta condición significa el debido conocimiento y clara definición tanto del problema como de las soluciones alternativas. Una vez que un individuo identifica soluciones alternativas y sus resultados esperados, la toma de la decisión es relativamente simple. El responsable de tomar la decisión sencillamente elige la solución con el mejor resultado potencial.

### **Decisiones bajo condiciones de incertidumbre**

En muchos problemas de decisiones se presentan variables que no están bajo el control de un competidor racional y acerca de las cuales quienes toman las decisiones tiene poca o ninguna información sobre la base de la cual conocer el estado de cosas futuras. La toma de decisiones bajo incertidumbre se presenta principalmente cuando no puede predecirse el futuro sobre la base de experiencias pasadas. A menudo se presentan muchas variables incontrolables. Algunas veces es posible consolidar los efectos de esas variables no controlables en términos de su distribución de probabilidad. La toma de decisiones bajo incertidumbre implica que no se conoce la probabilidad de que prevalezca uno u otro de los estados de resultado.

### **Decisiones bajo condiciones de riesgo**

El riesgo es la condición en la que los individuos pueden definir un problema, especificar la probabilidad de ciertos hechos, identificar soluciones alternativas y enunciar la probabilidad de que cada solución dé los resultados deseados. El riesgo suele significar que el problema y las soluciones alternativas ocupan algún punto intermedio entre los extremos representados por la plena información y definición y el carácter inusual y ambiguo.

La probabilidad es el porcentaje de veces en las que ocurriría un resultado específico si un decisor tomara muchas veces una misma decisión. El monto y calidad de la información disponible para un individuo sobre la condición pertinente de la toma de decisiones puede variar ampliamente, lo mismo que las estimaciones de riesgo del individuo. El tipo, monto y confiabilidad de la información influyen en el nivel de riesgo y en el hecho de si el responsable de tomar la decisión puede hacer uso de la probabilidad objetiva o subjetiva (1) en la estimación del resultado.

La toma de decisiones cuando existe cierto número de estados de resultados posibles, para los cuales se conoce la distribución de probabilidades recibe el nombre de toma de decisiones bajo riesgo. El riesgo a diferencia del estado de incertidumbre supone el conocimiento de los posibles estados de la naturaleza, sus resultados y la probabilidad de ocurrencia.

### **Nivel de toma de decisiones**

Hay cuatro niveles organizacionales que incluyen los niveles de gerencia alto, medio y de primera línea y el de los empleados operativos. En términos generales, las decisiones recurrentes y de rutina (decisiones programadas) se manejan en niveles inferiores de la administración. Por el contrario, las decisiones no recurrentes y únicas (decisiones no programadas) son pergeñadas y formuladas por la alta dirección.

Por ello, la alta dirección a cargo de la evaluación de los proyectos de inversión está mejor calificada para tomar decisiones estratégicas, a largo plazo, con alto grado de incertidumbre y en la que los procesos

para alcanzar los objetivos de creación de valor, en el que se combinan diferentes recursos, son de tipo irreversible.

Los gerentes de nivel medio están mejor equipados para coordinar decisiones con implicaciones a mediano plazo. Los gerentes de primera línea deberían enfocarse en decisiones departamentales más rutinarias. Por último los empleados operativos están mejor capacitados para tomar decisiones relacionadas con el trabajo in situ.

Cuando el administrador ha considerado las posibles consecuencias de sus opciones, ya está en condiciones de tomar la decisión. Debe considerar tres términos muy importantes: maximizar, satisfacer y optimizar:

o Maximizar: es tomar la mejor decisión posible.

o Satisfacer: es la elección de la primera opción que sea mínimamente aceptable o adecuada.

o Optimizar: es el mejor equilibrio posible entre distintas metas (o restricciones).

### **Niveles de incertidumbre**

Existen básicamente cuatro niveles de incertidumbre con los cuales deben convivir las organizaciones:

\* **Futuro claro:** en él se pueden realizar pronósticos con pequeños márgenes de error y la incertidumbre no es una determinante de la toma de decisiones.

\* **Escenarios alternos:** comúnmente presenta unos pocos futuros probables que se eliminan mutuamente y que de presentarse uno u otro variarían la estrategia casi en su totalidad. Es un futuro con pocos grises, blancos o negros, pero con varios blancos y varios negros.

\* **Gama de futuros potenciales:** se identifica una serie de posibles futuros, no discretos, que puede ser definida por un número limitado de variables cuyo resultado puede estar en un amplio rango de posibilidades.

\* **Confusión:** futuro virtualmente imposible de predecir, variables ilimitadas y rango de posibilidades ilimitado.

Para enfrentar cada uno de estos niveles, el analista puede utilizar diferentes herramientas. En un primer nivel empleará la investigación de mercados, el análisis de costos, el análisis de la competencia, el análisis de la cadena de valor, las fuerzas de la competitividad, es decir aplicará las herramientas clásicas para enfrentar la situación de incertidumbre.

En un siguiente nivel, agregará —y por supuesto podrá considerar lo explicitado en el punto primero de este capítulo—, el análisis prospectivo y los escenarios típicos, pesimistas, optimistas y más probables.

Con lo anterior madurado, procederá a tamizar los resultados redundantes y pondrá foco en los eventos que podrían resultar determinantes. Especialmente contemplará el valor de las variables bajo cierto rango y las consecuencias en los rendimientos de la operación proyectada. Sin desmedro del uso de instrumentos y técnicas usuales y de un análisis relativamente objetivo de la situación, la cuestión subjetiva del decisor también tiene cierto peso importante, dado que por un lado sus miedos y preferencias pueden tener algún impacto en el curso de acción seleccionado, y por otro el decisor —individualmente o colectivamente—, deben hacerse cargo de las consecuencias de la decisión seleccionada, lo que implica considerar el perfil del sujeto y la amplitud mental del contexto relacionado.

La incertidumbre materialmente es la imperfección en el conocimiento sobre el estado o los procesos de la naturaleza. Estadísticamente es la aleatoriedad o el error proveniente de la utilización de esa metodología.

Hay varias fuentes de incertidumbre, destacándose:

\* Incertidumbre en la medición, es el error en las cantidades observadas o en ciertos parámetros.

\* Incertidumbre en el proceso, es la aleatoriedad subyacente en la dinámica poblacional,

\* Incertidumbre en el modelo, es la especificación errónea de la estructura del modelo.

\* Incertidumbre en la estimación, es la que puede resultar de cualquiera, o de una combinación, de las incertidumbres descritas anteriormente y es la inexactitud e imprecisión en los resultados calculados.

\* Incertidumbre en la implementación, es la consecuencia de la variabilidad que resulta de las políticas ejecutadas.

Cuando se posee información deficiente para tomar la decisión y no se tienen ningún control sobre la situación, —no se conoce como puede variar o la interacción de las variables del problema—, se pueden

plantear diferentes alternativas de solución pero sin asignar probabilidades a los resultados que arrojen, dijimos estamos en situación de incertidumbre.

Así podríamos distinguir situaciones:

v Estructurada: se desconoce que puede pasar entre diferentes alternativas, pero sí se conoce que puede ocurrir entre varias posibilidades.

v No estructurada: se ignora que puede ocurrir y se desconocen probabilidades para las posibles soluciones.

Primero debe tratarse de reducir la incertidumbre obteniendo información adicional sobre el problema. Con frecuencia esto basta para que la solución sea evidente. Si esto falla, se tienen varios caminos abiertos. Una manera de manejar este tipo de situaciones es introduciendo abiertamente en el problema los sentimientos subjetivos de optimismo y pesimismo. Esto conjuga los aspectos subjetivos con los objetivos lográndose una base razonable para iniciar el proceso de decisión.

Una estrategia alternativa consiste en convertir el problema a uno de toma de decisiones bajo riesgo, para que pueda hacerse una selección óptima.

### **Reglas de decisión bajo incertidumbre**

La teoría de decisiones proporciona una manera útil de clasificar modelos para la toma de decisiones. Se suponemos que se ha definido el problema, que se tienen todos los datos y que se han identificado los cursos de acción alternativos. La tarea es entonces seleccionar la mejor alternativa, y esta tarea será una de las cuatro categorías generales referidas en el siguiente cuadro:

<b>Categorías</b>	<b>Consecuencias</b>
Certidumbre	Deterministas
Riesgo	Probabilísticas
Incertidumbre	Desconocidas
Conflicto	Influidas por un oponente

En los procesos de decisión bajo incertidumbre, el decisor podría conocer cuáles son los posibles estados de la naturaleza, aunque no dispone de información alguna sobre cuál de ellos ocurrirá. No sólo es incapaz de predecir el estado real que se presentará, sino que además no puede cuantificar de ninguna forma esta incertidumbre. En particular, esto excluye el conocimiento de información de tipo probabilístico sobre las posibilidades de ocurrencia de cada estado.

En estos casos, el o los decisores, pueden aplicar reglas de decisión para tratar en el ambiente de incertidumbre. A continuación mencionamos las reglas de decisión más usuales.

#### **a) Criterio de LAPLACE**

Este criterio, propuesto por Laplace en 1825, está basado en el principio de razón insuficiente: como a priori no existe ninguna razón para suponer que un estado se puede presentar antes que los demás, podemos considerar que todos los estados tienen la misma probabilidad de ocurrencia, es decir, la ausencia de conocimiento sobre el estado de la naturaleza equivale a afirmar que todos los estados son equiprobables. Así, para un problema de decisión con  $n$  posibles estados de la naturaleza, asignaríamos probabilidad  $1/n$  a cada uno de ellos. La regla de Laplace selecciona como alternativa óptima aquella que proporciona un mayor resultado esperado.

La objeción que se suele hacer al criterio de Laplace es que ante una misma realidad, pueden tenerse distintas probabilidades, según los casos que se consideren. Desde un punto de vista práctico, la dificultad de aplicación de este criterio reside en la necesidad de elaboración de una lista exhaustiva y mutuamente excluyente de todos los posibles estados de la naturaleza.

Por otra parte, al ser un criterio basado en el concepto de valor esperado, su funcionamiento debe ser correcto tras sucesivas repeticiones del proceso de toma de decisiones. Sin embargo, en aquellos casos en que la elección sólo va a realizarse una vez, puede conducir a decisiones poco acertadas si la distribución de resultados presenta una gran dispersión.

Aún cuando es factible, observar la utilización de esta regla en decisiones financieras, su empleo no es recomendable para la elección de alternativas que puedan presentarse en la evaluación de un proyecto de inversión.

#### b) Criterio de WALD

Este es el criterio más conservador ya que está basado en lograr lo mejor de las peores condiciones posibles. Para una matriz de ganancias la regla tomará el nombre MINIMAX dado que supondrá que la elección de la alternativa será la mejor considerando previamente que ocurrirá el peor evento; o MAXIMIN si se trata de una matriz de pérdidas, en la cual la elección del curso de acción implicará que acontecida la peor situación se seleccionará el mejor resultado de las posibilidades alternas.

Si bien en ocasiones, el criterio de Wald puede conducir a decisiones poco adecuadas, considerando que el hombre de finanzas es adverso al riesgo, es usual el empleo de este criterio en decisiones financieras estratégicas como la evaluación de un proyecto de inversión.

#### c) Criterio de HURWICZ

Este criterio representa un intervalo de actitudes desde la más optimista hasta la más pesimista. En las condiciones más optimistas se elegiría la acción que proporcione el  $\max_i \max_j \{ x(a_i, e_j) \}$ , suponiendo que se trata de beneficios o de ganancias.

De igual manera, en las condiciones más pesimistas, la acción elegida corresponde a  $\max_i \min_j \{ x(a_i, e_j) \}$ . El criterio de Hurwicz da un balance entre el optimismo extremo y el pesimismo extremo ponderando las dos condiciones anteriores por los pesos respectivos  $\alpha$  y  $(1 - \alpha)$ , donde  $0 \leq \alpha \leq 1$ . El parámetro  $\alpha$  se conoce como índice de optimismo: cuando  $\alpha = 1$ , el criterio es demasiado optimista; cuando  $\alpha = 0$ , es demasiado pesimista. Un valor de  $\alpha$  entre cero y uno puede ser seleccionado dependiendo de si el decisor tiende hacia el pesimismo o al optimismo. El decisor podrá construir una tabla con diferentes guarismos para  $\alpha$ ,

#### d) Criterio de SAVAGE

En 1951 Savage argumenta que al utilizar los valores  $x_{ij}$  para realizar la elección, el decisor compara el resultado de una alternativa bajo un estado de la naturaleza con todos los demás resultados, independientemente del estado de la naturaleza bajo el que ocurran. Sin embargo, el estado de la naturaleza no es controlable por el decisor, por lo que el resultado de una alternativa sólo debería ser comparado con los resultados de las demás alternativas bajo el mismo estado de la naturaleza. Con este propósito Savage define el concepto de pérdida relativa o pérdida de oportunidad  $r_{ij}$  asociada a un resultado  $x_{ij}$  como la diferencia entre el resultado de la mejor alternativa dado que  $e_j$  es el verdadero estado de la naturaleza y el resultado de la alternativa  $a_i$  bajo el estado  $e_j$ .

Como paso previo a la aplicación de este criterio, se debe calcular la matriz de pérdidas relativas, formada por los elementos  $r_{ij}$ . Cada columna de esta matriz se obtiene calculando la diferencia entre el valor máximo de esa columna y cada uno de los valores que aparecen en ella. En el caso de ganancias esta matriz de costo de oportunidades también se denomina matriz de las lamentaciones por contener los valores que se han perdido de ganar por elegir otra alternativa.

Se observa un uso regular de esta regla para decisiones financieras bajo incertidumbre como se presenta en el caso de proyectos de inversión.

A continuación se aplicarán las reglas de decisión que ayudarán al analista a la selección de la alternativa de inversión S1, S2 ó S3 para cada uno de los estados de la naturaleza previstos. En este caso, cada alternativa de inversión podría ser considerada un proyecto de inversión, en tanto las cifras de la matriz serían el valor actual neto calculado para cada estado de la naturaleza. Si bien se trata de un caso de decisión bajo incertidumbre —al no contarse con probabilidades—, obsérvese que el nivel de la misma no es de tipo superior, ya que se han dispuesto valores y estados de la naturaleza.

Si se selecciona el proyecto de inversión S1, de acontecer el estado de naturaleza 1 el valor actual neto será de \$ 105; en tanto de ocurrir S2 ó S3, será de \$ 65 ó \$ 15 respectivamente.

	EN 1	EN 2	EN 3
S1	105	65	15
S2	65	95	40
S3	25	30	85

El problema consiste en elegir una alternativa de inversión que según la regla de decisión satisfaga nuestra finalidad de mejor opción inversora. Antes de aplicar los criterios de decisión explicados anteriormente, se debe verificar que no hay dominancia entre los cursos de acción dados, ya que en ese caso se estaría bajo una postura racional reduciendo las posibilidades. En el caso que se plantea, debe observarse que cualquiera de las tres alternativas podrían arrojar el mejor valor actual neto, por ende tendremos que aplicar una regla de decisión.

Si utilizamos Laplace, se considerará que cada estado de la naturaleza tiene un tercio de probabilidades de ocurrencia. En este caso, el valor esperado de cada alternativa surgirá de:

S1 =	$105 * 1/3 + 65 * 1/3 + 15 * 1/3$
S2 =	$65 * 1/3 + 95 * 1/3 + 40 * 1/3$
S3 =	$25 * 1/3 + 30 * 1/3 + 85 * 1/3$

y será:

S1 =	61,67
S2 =	66,67
S3 =	46,67

Bajo este criterio elegiremos la alternativa S2 por contar con el valor esperado de ganancia —VAN—, más alto.

Si aplicamos la regla de Wald, lo peor que puede ocurrir si elegimos S1 es ganar \$15, en tanto que si elegimos S2 sería ganar \$40 y para S3 \$25.

	EN 1	EN 2	EN 3	
S1	105	65	15	15
S2	65	95	40	40
S3	25	30	85	25

Elegiremos S2 por ser el valor de ganancia más alto entre los tres resultados bajo evaluación. Puntualmente se trata de la aplicación del Minimax.

Llevar adelante la regla de Hurwicz requiere de otorgar un valor  $\alpha$ . En el ejemplo vamos a considerar que es de 0.70.

	Valores	
	Máximo	Mínimo
S1	105	15
S2	95	40
S3	85	25

Una vez determinados los valores máximos y mínimos de cada alternativa, se aplica el coeficiente  $\alpha$  sobre el valor mínimo y complemento de  $\alpha$  — $(1 - \alpha)$ —, sobre el valor máximo, sumando ambos términos.

S1	$105 * 0,70 + 15 * 0,30$
S2	$95 * 0,70 + 40 * 0,30$
S3	$85 * 0,70 + 25 * 0,30$

resultando

S1	78
S2	78,5
S3	67

En este caso se optaría por la alternativa S2. Sin embargo será convenientes variar los valores de  $\zeta$ , a fin de determinar si S1 o eventualmente S3 pasan a tener valores resultantes mayores.

Finalmente, para emplear el criterio de Savage, tendremos que identificar el valor más alto para cada estado de la naturaleza, en nuestro ejemplo 105, 95 y 85 respectivamente. Para la construcción de la matriz de costo de oportunidad, tendremos que responder cuanto nos perdemos de ganar por haber elegido una opción respecto de la que posteriormente ocurrió.

	EN 1	EN 2	EN 3
S1	0	-30	-60
S2	-40	0	-45
S3	-80	-65	0

Si por ejemplo se selecciona la alternativa S1 y efectivamente luego acontece el EN1, no habré perdido de ganar nada dado que se trata del mejor resultado para ese estado. Pero si hubiera seleccionado S3, respecto de lo mejor hubiera perdido de ganar \$80. Del mismo modo trabajo con los EN 2 y 3.

Se aplica luego la regla Maximin, la cual establece que hipotéticamente, ocurriría lo peor para cada opción. En este caso para S1 perdería de ganar \$60, para S2 \$ 45 y para S3 \$80. La elección de la alternativa para este criterio será S2, dado que en este caso me lamentaría menos de lo que perdí ganar.

S1	78
S2	78,5
S3	67

En este caso se optaría por la alternativa S2. Sin embargo será convenientes variar los valores de  $\zeta$ , a fin de determinar si S1 o eventualmente S3 pasan a tener valores resultantes mayores.

Finalmente, para emplear el criterio de Savage, tendremos que identificar el valor más alto para cada estado de la naturaleza, en nuestro ejemplo 105, 95 y 85 respectivamente. Para la construcción de la matriz de costo de oportunidad, tendremos que responder cuanto nos perdemos de ganar por haber elegido una opción respecto de la que posteriormente ocurrió.

	EN 1	EN 2	EN 3
S1	0	-30	-60
S2	-40	0	-45
S3	-80	-65	0

Si por ejemplo se selecciona la alternativa S1 y efectivamente luego acontece el EN1, no habré perdido de ganar nada dado que se trata del mejor resultado para ese estado. Pero si hubiera seleccionado S3, respecto de lo mejor hubiera perdido de ganar \$80. Del mismo modo trabajo con los EN 2 y 3.

Luego se emplea la regla Maximin (dado que la matriz es de ganancias), la cual establece que hipotéticamente, ocurriría lo peor para cada opción. En este caso para S1 perdería de ganar \$60, para S2 \$ 45 y para S3 \$80. La elección de la alternativa para este criterio será S2, dado que en este caso el lamento sería menor por lo perdido de ganar.

### Bibliografía

- \* Pavesi Pedro. La decisión y La medición del universo. Escritos FCE UBA Buenos Aires.
- \* Raiffa, H., Decision Analysis — Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty, Massachusetts, Addison-Wesley Pub. Co., Reading, 1968.
- \* Sapag Chaín Nassir. Simulación de Montecarlo. Uso del Crystal Ball
- \* Vélez, Ignacio, Decisiones de Inversión, Bogotá, Universidad de los Andes. 1987.
- \* Weston J.F. —Copeland T.E. Finanzas en Administración. Ed. McGraw Hill. México 1992.

(1) Probabilidad objetiva: la posibilidad de que ocurra un resultado específico con base en hechos consumados y números concretos se conoce como probabilidad objetiva. En ocasiones, un individuo puede determinar el resultado probable de una decisión examinando expedientes anteriores. Probabilidad subjetiva; a la apreciación basada en juicios y opiniones personales de que ocurra un resultado específico se conoce como probabilidad subjetiva. Tales juicios varían de un individuo a otro, dependiendo de su intuición, experiencia previa en situaciones similares, conocimientos y rasgos personales.

