



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN**

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE**  
**DECISIONES MULTICRITERIO BASADO EN ESCENARIOS. UN**  
**EJERCICIO DE APLICACIÓN**

**T E S I S**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**  
**EDGAR EVANGELISTA ESCAMILLA**

**TUTOR:**  
**DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA, FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MÉXICO, D. F. MAYO, 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **JURADO ASIGNADO**

Presidente: **DR. JOSÉ DE JESUS ACOSTA FLORES**

Secretario: **DR. GABRIEL SÁNCHEZ GUERRERO**

Vocal: **DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA**

1er Suplente: **M.I. FRANCISCA IRENE SOLER ANGUIANO**

2do Suplente: **DRA. NELLY RIGAUD TÉLLEZ**

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

- Posgrado de Ingeniería, Ciudad Universitaria.
- Tlalnepantla, Estado de México.

**TUTOR DE TESIS:**

**DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA**

-----  
**FIRMA**

A mi Madre Yolanda, Gris, Toño y Eli ♥,  
...la razón de mi esfuerzo.

# AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** la cual llevo en el corazón siempre, que me dio todo y abrió sus puertas del conocimiento para mí.

A la **Facultad de Ingeniería** por formarme como la persona que soy y que con mucho orgullo, amor, pasión y respeto representaré.

A **CONACYT** por el invaluable apoyo económico otorgado que me permitió realizar la presente tesis y culminar esta etapa de mi formación profesional.

Al **Dr. Javier Suárez Rocha**, mi director de tesis, por creer en mí y por todos los conocimientos y consejos que me brindó, además de haberme distinguido con su amistad.

A mis muy estimados **sinodales**: Dr. José de Jesús Acosta Flores, Dr. Gabriel Sánchez Guerrero, M. en I. Francis Soler Anguiano y Dra. Nelly Rigaud Téllez.

A todos mis **compañeros y amigos de generación** porque en el proceso aprendimos de las experiencias personales y sobre todo porque sembramos la semilla de la amistad.

A la **empresa cerillera** por su gran empuje y participación en la elaboración de esta tesis y por las facilidades otorgadas.

# DISEÑO DE ESTRATEGIAS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE DECISIONES MULTICRITERIO BASADO EN ESCENARIOS. UN EJERCICIO DE APLICACIÓN

*Edgar Evangelista Escamilla*

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México

## RESUMEN

*Este trabajo de tesis se centra en la integración de la planeación por escenarios con el análisis de decisiones multicriterio con información incompleta, como un medio para auxiliar el diseño de estrategias en condiciones de incertidumbre. La planeación por escenarios se enfoca en identificar incertidumbres relacionadas con los estados futuros, mientras que el análisis de decisiones multicriterio con información incompleta hace énfasis en la modelación de preferencias. La integración de los dos métodos se basa en la consideración de un problema multicriterio bajo cada escenario. Los tópicos relacionados con la estructuración del método, la función de los escenarios y la evaluación de preferencias se discute con la aplicación del método a una empresa cerillera mexicana.*

**Palabras clave:** Planeación por escenarios; Análisis de Decisiones; Incertidumbre.

## ABSTRACT

*This paper concerns the integration of scenario planning and multi-criteria decision analysis with incomplete information as an aid to design of strategies under uncertainty. Scenario planning focuses on the treatment of uncertainty relating to future states of the world. Multi-criteria decision analysis with incomplete information as a methodology emphasizes in modeling of preferences. Integrating the two methodologies is based on the formulation of a scenario-specific multicriterio decision problem in each scenario. Issues relating to the structuring of the method, the function of scenarios and preferences assessing are discussed in the application of the method in a Mexican matches company.*

**Key words:** Scenario Planning, Decision Analysis, Uncertainty.

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>I. FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>4</b>
1.1. El diseño de estrategias.....	4
1.2. Los problemas de la planeación de escenarios en el diseño de estrategias.....	7
1.3. Los problemas del análisis de decisiones en el diseño de estrategias.....	8
1.4. Trabajos relacionados con la problemática.....	9
1.5. Problema concreto por resolver .....	11
1.6. Objetivos general y específico.....	11
1.7. Alcance general de la tesis.....	11
1.8. Conclusiones del capítulo .....	12
<b>2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA .....</b>	<b>13</b>
2.1. Los escenarios y la planeación por escenarios.....	13
2.2. Análisis de decisiones multicriterio.....	24
2.3. Planeación por escenarios y análisis de decisiones.....	34
2.4. Conclusiones del capítulo .....	53
<b>3. TOMA DE DECISIONES BASADA EN ESCENARIOS.....</b>	<b>54</b>
3.1. Estrategia propuesta para el diseño de estrategias .....	55
3.2. Conclusiones del capítulo .....	63
<b>4. APLICACIÓN A UNA EMPRESA CERILLERA.....</b>	<b>64</b>
4.1. Introducción.....	64
4.2. Ejercicio de aplicación.....	66
4.3. Conclusiones del capítulo .....	75
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
5.1. Conclusiones y recomendaciones .....	76
5.2. Pautas para la aplicación de la estrategia propuesta .....	78
5.3. Líneas de investigación a seguir .....	78
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
Anexo 1. Fuerzas conductoras de la empresa cerillera.....	83
Anexo 2. Listado de alternativas de la empresa cerillera.....	84

# TABLA DE FIGURAS

FIGURA 1. TIPOLOGÍA DE ESCENARIOS CON TRES CATEGORÍAS Y SEIS TIPOS.....	16
FIGURA 2. ANÁLISIS DE DECISIONES TRADICIONAL CON UNA FUNCIÓN DE VALOR MULTIATRIBUTO.....	32
FIGURA 3. ESTRATEGIA PROPUESTA DE TOMA DE DECISIONES BASADA EN ESCENARIOS.....	55
FIGURA 4. MATRIZ DE IMPACTO VS INCERTIDUMBRE .....	57
FIGURA 5. ZONAS DE LA MATRIZ DE IMPACTO VS INCERTIDUMBRE .....	58
FIGURA 6. MATRIZ DE ESCENARIOS.....	60
FIGURA 7. MAPA DE INFLUENCIAS DEL ESCENARIO .....	61
FIGURA 8. MATRIZ DE ESCENARIOS DE LA EMPRESA CERILLERA .....	69
FIGURA 9. ÁRBOL DE OBJETIVOS DE LA EMPRESA CERILLERA .....	70
FIGURA 10. ÁRBOL DE VALOR DEL EJERCICIO DE APLICACIÓN.....	72
FIGURA 11. ALTERNATIVAS DEL EJERCICIO DE APLICACIÓN .....	73
FIGURA 12. LOS INTERVALOS DE VALORES DEL EJERCICIO DE APLICACIÓN .....	74
FIGURA 13. PONDERACIONES DEL EJERCICIO DE APLICACIÓN.....	74
FIGURA 14. REGLAS DE DECISIÓN DEL EJERCICIO DE APLICACIÓN .....	75



# INTRODUCCIÓN

Las organizaciones deben tomar decisiones importantes durante su ciclo de vida: qué nuevos productos desarrollar, en qué negocios diversificar, si es oportuno invertir en la compra de otra empresa, qué nuevos mercados geográficos abordar y cómo hacerlo, si conviene centralizar o descentralizar determinadas áreas de gestión, entre otros.

Gran parte de la complejidad de tomar este tipo de decisiones se presentan en un entorno que se torna complejo por la aparición de diversos desafíos como lo son el aumento de la incertidumbre en las condiciones del contexto, las crecientes necesidades de inversión, que modifican en gran medida las expectativas de la organización y en muchas ocasiones determinan su funcionamiento.

Además, también se presenta el inconveniente de omitir objetivos claves, con la consecuente falta de información que podría ser utilizada para discernir las alternativas en dichas dimensiones y con esto aumentar la posibilidad de una decisión inapropiada.

Esta situación se ha presentado en muchas organizaciones que definieron y se comprometieron con un curso de acción y terminaron sorprendidas por cambios radicales en el ambiente que afectaron los fundamentos y supuestos en que basaron sus decisiones.

A diferencia de la planeación estratégica tradicional en la cual se identifican y desarrollan acciones que se pueden controlar, la planeación por escenarios ha surgido como un método para identificar y manejar fuerzas claves tanto conocidas como desconocidas, que están fuera del ámbito de control de la organización.

En otras palabras, la planeación por escenarios es un medio para la generación de estrategias que puedan tener éxito bajo los múltiples futuros alternativos. Pero a pesar de ser uno de los

principales propósitos, la generación y selección de las mejores alternativas en cada uno de los escenarios ha sido un tema pendiente.

Esto representa un área de oportunidad para la planeación por escenarios. De esta manera, la bibliografía muestra la integración de la planeación por escenarios con los métodos de decisiones multicriterio, entre otros motivos, porque se puede evaluar la preferencia de cada una de las alternativas bajo cada escenario y con esto evitar que se tenga predilección por determinados escenarios o alternativas, así como servir de herramienta para informar el juicio en la toma de decisiones permitiendo emplear la alternativa elegida con la confianza debida.

Por lo tanto, la presente tesis presenta una aportación teórico-práctica del diseño de estrategias. Para lo cual se propone el uso de una técnica «dura» como el análisis de decisiones multicriterio como complemento a la técnica «suave» de la planeación por escenarios, con el fin de conseguir una estrategia más completa de evaluación de las alternativas estratégicas.

Se plantea que estos dos métodos son bases atractivas para el diseño de estrategias en contextos de incertidumbre. La planeación por escenarios contribuye a un entendimiento más profundo de los efectos de las incertidumbres externas así como a estimular el diseño de posibles estrategias; mientras que el análisis de decisiones facilita la selección y jerarquización de las mismas a fin de lograr el mejor resultado posible.

Con esta propuesta se pretende establecer una estrategia para el diseño y planeación de las líneas de acción que permitan al decisor reflexionar en posibles eventos contingentes, saber lo que desea y cuánto lo valora, la naturaleza de la situación que enfrenta y el efecto de las acciones que puede emprender; como resultado de esto, el decisor sabrá con claridad lo que le conviene hacer y podrá explicarlo a otros.

La estrategia planteada propone el diseño de escenarios, posteriormente la definición de objetivos, la generación de alternativas y finalmente la evaluación de éstas mediante un método multicriterio. El producto de la estrategia concluye en la formulación de una estrategia principal que es complementada con diferentes opciones estratégicas que se derivan de los diferentes escenarios.

Consecuentemente, la estructura expositiva del trabajo de la tesis es la siguiente:

El Capítulo 1 presenta la formulación de la problemática. En esta parte se describe como se ha identificado que la planeación por escenarios, un método suave, deja al margen la evaluación de alternativas y por lo tanto se puede complementar con el análisis de decisiones multicriterio, un método duro, para la selección de las mejores alternativas bajo cada escenario.

El Capítulo 2 proporciona el marco teórico de referencia. En la primera parte se presenta una descripción de la planeación por escenarios mediante la revisión de la literatura acerca de los escenarios y la planeación por escenarios. En segundo lugar, se aborda la teoría del análisis de decisiones multicriterio. Por último se discuten los aspectos funcionales y estructurales de cada uno de los métodos para así entender las posibles interacciones de su combinación.

El Capítulo 3 desarrolla la estrategia propuesta que consiste en un proceso de seis pasos que incluye la definición de la pregunta estratégica, la identificación de tendencias e incertidumbres, el desarrollo de escenarios, la definición de objetivos, la identificación y evaluación de alternativas.

El Capítulo 4 presenta la aplicación de la estrategia propuesta a una empresa productora de cerillos. Para lo cual se inicia con una breve descripción del sistema bajo estudio, y posteriormente se muestran los pasos y resultados de cada una de las fases.

Finalmente, en el Capítulo 5 se presentan las conclusiones que versan en la discusión de los retos metodológicos encontrados en la integración de los dos métodos, las aportaciones derivadas del ejercicio de aplicación en la empresa cerillera así como las líneas de investigación identificadas para el mejoramiento del campo de conocimiento de la toma de decisiones estratégicas basada en escenarios.

# I. FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Para definir el problema concreto por resolver en la tesis, este capítulo aborda en primer término, un breve análisis del diseño de estrategias y cómo se vincula con la planeación por escenarios y el análisis de decisiones.

Posteriormente, se conceptualiza sobre la planeación por escenarios y el análisis de decisiones, además se describe en general los problemas de la selección de estrategias para entender por qué no existe una interface real entre estos dos métodos.

Finalmente, al focalizar los problemas de la selección de estrategias en la planeación por escenarios, se encuentra la fundamentación de por qué la integración de estos dos métodos es parte principal en el diseño de una buena estrategia en contextos de incertidumbre, lo que llevó a definir el objetivo general, así como los objetivos específicos de esta tesis.

## I.1. El diseño de estrategias

Pocos conceptos, como sucede con la estrategia, han recibido una atención tan amplia sin que exista algún acuerdo sobre su sentido, de modo que casi todos los autores cuentan con una definición propia, las cuales varían notablemente en cuanto a su nivel de abstracción, contenido y forma.

Sin embargo, al revisar estas definiciones es posible identificar ciertas posiciones básicas o factores clave, que permiten caracterizar la idea de estrategia conforme a los elementos que maneja (Fuentes, 1998: p.13):

- La estrategia como el desarrollo y aprovechamiento de la capacidad interna para enfrentar distintos retos.
- La estrategia como respuesta o anticipación a los cambios del medio ambiente.
- La estrategia como la forma de competir en el mercado.
- La estrategia como la visión de largo plazo o como el reto que resulta de preguntar ¿en qué lugar estamos? y ¿en qué lugar deberíamos estar?
- La estrategia como el vínculo entre los objetivos que se persiguen, los programas de acción y los recursos requeridos.

Como complemento a la definición de estrategia, es interesante revisar la manera como se concibe esta idea en el terreno de lo cotidiano.

Sobre el particular, Mintzberg (1987) habla de «5 P's» para describir el sentido que se le da a este término:

Plan: curso de acción para alcanzar un fin, con frecuencia de gran magnitud y con un horizonte de largo plazo (por ejemplo, la estrategia para salir de la crisis es...)

Pasada: maniobra o treta para ganar la partida a un contrincante (por ejemplo, la estrategia consiste en tomar desprevenida a la competencia y luego...)

Posición: tomar y defender una posición que sea ventajosa (por ejemplo, la estrategia contempla penetrar el mercado de los EUA para ganar prestigio mundial y a partir de ahí...)

Patrón: gradualmente los enfoques exitosos se convierten en la estrategia, es decir, un modelo o modo de actuar (por ejemplo, la estrategia de 3M es la innovación).

Perspectiva: visión fundamental de la organización (por ejemplo, nuestra estrategia es brindar un servicio seguro y rápido).

Como se observa, si bien existen diversos elementos en común, no es posible reducir la idea de estrategia a una simple definición y una discusión sobre este punto pudiera no tener ningún fin (Fuentes, 1998: p.15).

Por su parte, las situaciones en las que las percepciones y los juicios están involucrados y cuya solución tiene repercusiones a largo plazo caen en la categoría de toma de decisiones estratégicas. En este nivel es precisamente donde los problemas se encuentran mal estructurados y usualmente se presentan en términos de incertidumbre, difusos y confusos.

Asimismo, uno de los principales fallos que se presentan en la toma de decisiones estratégicas es la ocurrencia de eventos poco usuales y que repentinamente cambian el mapa cognitivo del decisor que lleva a un período de asimilación y reacción.

Frecuentemente, los fallos en las decisiones se expresan en reacciones como las siguientes: ¿cómo pudo esto haber pasado? lo cual implica que el decisor había aplicado el mismo comportamiento teniendo aceptables resultados en situaciones similares.

En este orden de ideas, las decisiones estratégicas se deben tomar en ambientes dinámicos y de rápidos cambios. Las decisiones en contextos aplicados reflejan la naturaleza dinámica y compleja del ambiente de negocios en la cual ocurren las decisiones (Chermack, 2004: p.297):

- Hay una serie de decisiones más que una simple decisión.
- Las decisiones son interdependientes, decisiones actuales restringen futuras decisiones.
- El ambiente cambia autónomamente y como resultado de la toma de una decisión.
- Es insuficiente que toma de decisiones sean hechas en el orden correcto. Las decisiones deben también ser hechas en el preciso momento, en tiempo real.

De esta manera, el enfoque estándar en la planeación estratégica consiste en “tomar un conjunto de intereses fijos, ponerlos en un ambiente determinado y luego, dadas las restricciones impuestas por el ambiente, crear una estrategia para alcanzar los objetivos. En la planeación a corto plazo tal modelo es útil. Sin embargo, en el largo plazo, la incertidumbre erosiona los fundamentos de este modelo” (Bushnan y Rai, 2004: p.6)

Un proceso efectivo de toma de decisiones estratégicas debe contar con los siguientes componentes (Bushnan y Rai, 2004: p.9):

- Exploración de situaciones futuras;
- Estrategias flexibles para tomar en cuenta situaciones futuras;

- Evaluación de situaciones y entendimiento del comportamiento del sistema;
- Incorporación de la opinión de expertos; y
- Elección de la mejor de las alternativas.

## **1.2. Los problemas de la planeación de escenarios en el diseño de estrategias**

A diferencia de la planeación estratégica tradicional en la cual las organizaciones identifican y desarrollan acciones que pueden controlar, la planeación por escenarios se basa en la identificación y manejo de fuerzas claves tanto conocidas como desconocidas, que están fuera del ámbito de control de la organización. La planeación por escenarios funciona de afuera hacia adentro (de lo incontrolable a lo controlable) más que de adentro hacia afuera (objetivos, estrategias, programas y proyectos).

De esta manera, los escenarios han demostrado ventajas en situaciones donde los horizontes de planeación son de largo plazo, existe alta complejidad en los elementos, no se tiene certeza de lo que sucederá, y cuando la información es escasa o poco confiable para utilizar modelos cuantitativos.

Es por esto que los escenarios se han vuelto parte esencial del diseño de estrategias por cuatro principales razones (Wulf, Meissner y Stubner, 2010):

- Primero y muy importante, los escenarios proporcionan un medio cognitivamente simple por el cual percibir la incertidumbre.
- Segundo, los escenarios propician el desarrollo de consideraciones desafiantes acerca del futuro.
- Tercero, implican y enfatizan la importancia del desarrollo y prueba de estrategias de manera que la elección final es al menos aceptable en la mayoría de los escenarios considerados.
- Cuarto, se considera como una herramienta de la gestión que supera las discrepancias entre la escuela de proceso de la estrategia y la escuela de la planeación de la estrategia.

Sin embargo, las experiencias obtenidas de la aplicación de la planeación por escenarios muestran que uno de sus elementos menos desarrollados es la evaluación de las estrategias, ya que ésta carece de una fase más detallada en la que se prueben y evalúen las opciones estratégicas a fin de determinar el grado de desempeño de éstas y elegir las de mejor comportamiento (Goodwin y Wright, 2001; Durbach y Stewart, 2005). En conclusión, no existe una interface real entre el escenario y el proceso de toma de decisiones (Wack, 1985a)

La mayoría de los defensores de la planeación por escenarios parecen evitar la evaluación formal y los procedimientos de análisis, prefiriendo dejar la selección de la estrategia al juicio informado. Por lo cual, el análisis de decisiones tradicional y racionalista ha sido rechazado debido a que se le califica como un enfoque que busca encontrar la «respuesta correcta» (van der Heijden, 1996: pp.232-235). Sin embargo, estas representaciones son visiones parciales del análisis de decisiones, contrarias a la visión constructivista y de aprendizaje adoptada por la mayoría de los teóricos del campo.

No obstante, la estimación de los alcances y mejor comportamiento de las estrategias bajo cada escenario es usualmente una tarea difícil debido a que se presentan situaciones con pluralidad de objetivos.

Si bien los escenarios han sido ampliamente aceptados como un componente importante en el diseño de estrategias y están ampliamente difundidos en el ámbito de la dirección de empresas, aún son escasos los estudios sobre la toma de decisiones basada en escenarios.

Existen diversas fuentes que ofrecen una visión general de los enfoques de escenarios (Wack, 1985a, b) e información acerca de cómo se construyen (van der Heijden, 1996); Chermack y van der Merwe, 2003; O'Brien, 2004); Goodwin y Wright, 2004). Estos enfoques difieren en su énfasis debido a la variación en los objetivos de quienes los crearon.

### **1.3. Los problemas del análisis de decisiones en el diseño de estrategias**

Por otra parte, diseñar estrategias no es más que un caso especial de la toma de decisiones con orientación hacia el futuro. Así, desde una perspectiva del campo de la toma de decisiones, en



primer lugar se piensa en las posibles alternativas que se tienen en el tiempo presente para el problema en concreto y después se evalúan los potenciales resultados.

Este «pensamiento enfocado en las alternativas» limita la creatividad del tomador de decisión y restringe la búsqueda de nuevas oportunidades (Keeney, 1992). Por otro lado, el «pensamiento enfocado en el valor» (Keeney, 1992), sólo auxilia a los decisores en la articulación de valores así como en la identificación y estructuración de objetivos.

Los dos pensamientos de análisis de decisiones arriba mencionados no han sido diseñados para sensibilizar acerca de la amplitud de resultados posibles que pueden seguir a la selección de un curso determinado de acción; por lo tanto, no mejora la percepción de los cursos de acción futuros que pueden impactar en la toma de la decisión (Wright, 1999).

Existen esfuerzos que han integrado formalmente el tema de la incertidumbre en el análisis de decisiones para conseguir métodos que brinden acciones más efectivas. Así, el análisis de decisiones ha reconocido e incluido la incertidumbre mediante un método racional y estructurado desde su concepción.

Convencionalmente, las condiciones de incertidumbre se han tomado en cuenta mediante la representación en un «árbol de decisión» para posteriormente seleccionar la opción con el mayor valor esperado (Keeney y Raiffa, 1993).

En este sentido, se ha identificado que “se necesitan procedimientos más sistemáticos para identificar eventos exógenos que no están bajo el control de los decisores y que podrían influir significativamente en las consecuencias de las alternativas” (Keeney, 1982: p.828).

#### **I.4. Trabajos relacionados con la problemática**

Intentos recientes para evaluar los impactos de los escenarios en la organización refieren la realización de una prueba final para revisar explícitamente cada alternativa bajo cada escenario con el propósito de calificar que tan bien se comportan (O'Brien, 2004: p.716). En este caso particular se puede entrever el uso del análisis FODA abriendo una posible liga de la planeación por escenarios con otros métodos de generación, evaluación y selección de opciones estratégicas (Wright et al., 2009).

Paul Schoemaker (1991) sugirió que se debería usar la planeación por escenarios como una fase preliminar en el proceso de toma de decisiones, permitiendo así clarificar las ideas del tomador de decisiones. Saaty y Kearns (1985) ya habían examinado el uso del proceso de jerarquización analítica, proponiendo los escenarios como alternativas deseables.

George Wright y Paul Goodwin (1999) propusieron el «Pensamiento enfocado en el futuro», el cual consiste en adoptar la planeación por escenarios como una etapa previa al análisis de decisiones a fin de mejorar el proceso de soporte de decisiones. Asimismo plantean que se introduzca ésta como un procedimiento estándar en las intervenciones de análisis de decisiones en las organizaciones.

Michel Godet (2000: p.13) propuso una etapa de evaluación de opciones estratégicas, en la que ésta es considerada como un enfoque racional que confrontaría a utilizar un método de análisis multicriterio; sin embargo, apunta que raramente se presenta dicha evaluación ya que los métodos de escenarios concluyen antes de esta fase.

Frances O'Brien (2004) en su proceso de desarrollo de escenarios incluye un paso para probar la robustez de cada alternativa bajo cada escenario utilizando el análisis FODA para estimular el debate. El profesor Theo Steward (1997) ha estado estudiando la capacidad de adaptación de los métodos de análisis de decisiones multicriterio con la planeación por escenarios.

Se han presentado (Harries, 2003) algunas discusiones acerca de las relaciones entre estos dos métodos sin mostrar una relación sustantiva entre ellos. Sin embargo, se ha advertido (Pomerol, 2001) que una alternativa robusta puede ser una ilusión como resultado de que algunos eventos simplemente son ignorados poniendo al descubierto el uso no estructurado y soportado de escenarios.

Algunos ejemplos de la integración de estos métodos para el diseño de estrategias han sido aportados por Goodwin y Wright, 2001; Belton y Stewart, 2002; Durbach y Stewart, 2003; Chermack, 2004; Montibeller, Gummer y Tumidei, 2006; Kowalski, Stagl, Madlener y Omann, 2009; Comes, Hiete, Wijngaards y Kempen, 2009; y Weng, Huang y Li, 2010; Schroeder y Lambert, 2011; Ram, Montibeller y Morton, 2011; Stewart, French y Ríos, 2013.

## **I.5. Problema concreto por resolver**

Con base en el análisis anterior, al enunciar las deficiencias de los anteriores métodos, en esta investigación se determinó como problema concreto por resolver: *la generación e identificación de estrategias en contextos de incertidumbre es una tarea ardua y la elección de las que mejor se desempeñen ante diversos estados futuros ha sido poco estudiada.*

## **I.6. Objetivos general y específico**

### **Objetivo general**

Elaborar una estrategia para la identificación, generación y selección de alternativas estratégicas mediante la combinación de la planeación por escenarios y el análisis de decisiones multicriterio.

### **Objetivos específicos**

- Analizar las experiencias de la combinación de estos dos métodos encaminados hacia el mejoramiento en el diseño de estrategias.
- Combinar la planeación por escenarios con un método de análisis de decisiones con información incompleta.
- Identificar los retos metodológicos y aportaciones encontradas en la aplicación de la estrategia a una empresa.

## **I.7. Alcance general de la tesis**

Sin menoscabo de los demás temas, la presente tesis atiende más a criterios de profundidad que de alcance y relevancia, por lo cual se centrará en estudiar el desempeño de una técnica mixta que abarque la exploración de situaciones futuras y la elección de las mejores alternativas con el fin de realizar progresos en el diseño de estrategias, mediante la unión de dos métodos bien conocidas en sus respectivos campos de acción, como lo son la planeación por escenarios y el análisis de decisiones multicriterio.

En este trabajo se eligió el método PRIME como herramienta para la evaluación de las alternativas porque éste permite al decisor definir un rango de posibles valores para sus juicios

en vez de forzarlo a dar sólo un punto estimado. Por lo tanto, esta característica ayuda a la recopilación de información limitada o imprecisa como ocurre en los temas del futuro.

## **I.8. Conclusiones del capítulo**

A pesar del poder que supone gestionar el futuro, como se observó, hace falta crear mejores vínculos entre la planeación por escenarios y la definición de métodos formales para el desarrollo de la estrategia, que incluya la evaluación de éstas a la luz de los diferentes escenarios.

El análisis de decisiones multicriterio es un conjunto de técnicas para solucionar los problemas de toma de decisiones donde existen situaciones de conflicto entre los objetivos y de calidad en la evaluación de opciones estratégicas. La planeación por escenarios proporciona un marco propicio para manejar la incertidumbre.

La principal contribución de este trabajo es mostrar cómo un conjunto de escenarios podrían desarrollarse, e investigar cómo se puede facilitar la comparación de opciones estratégicas mediante la utilización de un método de análisis multicriterio con información incompleta.

En primer lugar, las razones de estas dos áreas de desarrollo se han elaborado con respecto a las técnicas existentes. Los impactos de la aplicación del método propuesto en la práctica, se evalúan a través de un caso de aplicación relacionado con una compañía cerillera mexicana. El documento concluye con una discusión de las conclusiones y áreas futuras de investigación.

## 2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

Dada la diversidad de temas que toca la literatura y la confusión que de ello se deriva, el reto de este capítulo consiste en mostrar el marco teórico de referencia en el que se identifiquen las principales líneas de desarrollo, primero de la planeación por escenarios y luego del análisis de decisiones multicriterio, para sobre esta base tener oportunidad de hacer un análisis amplio y ordenado. Conforme a lo anterior, el contenido del capítulo es el siguiente:

Los escenarios y la planeación por escenarios: se explica el origen y los diferentes tipos de escenarios, se define la planeación por escenarios y se profundiza en los diferentes desarrollos hechos en el tema.

El análisis de decisiones multicriterio: se describe el proceso de decisión de lo general a lo particular, los diferentes tipos de métodos multicriterio y las decisiones bajo incertidumbre.

Planeación por escenarios y análisis de decisiones: se expone la situación actual de la integración de estos dos métodos como una estrategia para el diseño de mejores opciones estratégicas.

### 2.1. Los escenarios y la planeación por escenarios

#### **Definición**

Un escenario consiste en una narración estructurada del futuro para reflejar una visión coherente del mismo. De hecho, los escenarios son historias —y hasta podría decirse cuentos— acerca del futuro, contruidos respetando un conjunto de reglas formales. La palabra escenario, en sentido general, se utiliza para la narración de un curso de acción, eventos o situaciones proyectadas.

Michael Porter (1985) define el escenario como “una visión internamente consistente de lo que debería llegar a ser el futuro, no un pronóstico, sino un posible resultado futuro”. Peter Schwartz (1991) se refiere a ellos como “herramientas para ordenar las percepciones propias acerca de los diversos estados futuros en los cuales se podrían desempeñar las decisiones personales”. Y agrega que “no son empleados para predecir el futuro con total certeza, sino que son un mecanismo que sirve para comprenderlo mejor” (Schwartz, 1996).

Los escenarios tienen el propósito de describir situaciones futuras que podrían llegar a ocurrir y que representan la gama de posibles desarrollos de eventos que están por venir (van der Heijden, 1996: p.5). Paul Nicol (2005) en un análisis de distintos conceptos de escenarios provenientes de 20 autores reconocidos en el mundo académico concluye que los escenarios “proveen de marcos o restricciones para analizar el futuro, limitando el número posible de futuros a ser considerados”. Finalmente, se puede establecer que los escenarios por sí solos no son una estrategia (Ogilvy y Schwartz, 2004).

Por otra parte, la planeación por escenarios se ha definido de diversas maneras. David H. Mason (1994) plantea que la planeación por escenarios consiste en una “búsqueda creativa, abierta y desafiante de patrones que posiblemente emergerán en una industria”. Paul J.H. Schoemaker (1995) señala que es “una metodología disciplinada para imaginar futuros posibles en los que se pueden probar decisiones organizacionales”. Para van der Heijden (1996: p.5) se trata de un “método utilizado para apoyar la toma de decisiones estratégicas mediante el desarrollo de un conjunto de narraciones llamados escenarios”. Gill Ringland (1998) definió la planeación por escenarios como “la parte de la planeación estratégica que relaciona las herramientas y tecnologías para la gestión de la incertidumbre del futuro”. Thomas J. Chermack (2004a: p.15) propone su definición como un “proceso de postulación de diferentes estados futuros alternos, informados, coherentes e imaginativos, en los cuales se puedan probar las decisiones acerca del futuro, con el fin de cambiar el pensamiento actual, el aprendizaje organizacional, el comportamiento y el desempeño humano”. Ozbekhan (1977) propone el diseño de los estados futuros del sistema, los cuales son considerados como buenos y por lo tanto deseados, se requiere definir lo deseable y definir las acciones pertinentes para realizar la decisión.

Aún entre los autores más prolíficos en escenarios, es difícil encontrar consenso en una definición que englobe el significado de escenarios y planeación por escenarios. Sin embargo, el hilo conductor de dichas definiciones indica que se trata de un método sistémico para pensar creativamente acerca de futuros complejos e inciertos; para lo cual se considera una variedad de posibles estados futuros que incluyan muchas de las incertidumbres del sistema más que enfocarse en la predicción precisa de un sólo resultado. Asimismo, las imágenes futuras diseñadas no se valoran por la precisión o cumplimiento de los hechos o eventos señalados, sino por la participación, creatividad y visión integradora que encierran.

Para dar una imagen conceptual del concepto, la planeación por escenarios puede ser vista como «túneles de viento» en los cuales se tiene la posibilidad de probar el comportamiento de las estrategias ante diferentes condiciones, en este caso del futuro, a fin de moldearlas para un mejor comportamiento cuando se lleguen a presentar dichas situaciones (van der Heijden, 1996; Goodwin y Wright, 2001).

En síntesis, pronosticar o predecir un futuro en particular no es uno de los propósitos de los escenarios ni de la planeación por escenarios, sino más bien se esperaría obtener un cambio en la forma de pensar, una mejora en la toma de decisiones, el aprendizaje humano y el desempeño organizacional (Chermack, 2004a). Asimismo, este método busca proporcionar una «conversación» estructurada para sensibilizar a los tomadores de decisiones acerca de las incertidumbres que son externas al sistema y que no se pueden controlar, además de desarrollar un entendimiento compartido para ciertas incertidumbres.

### **Tipos de escenarios**

Es un hecho que existen diferentes tipos de escenarios, sin embargo no existe consenso sobre una tipología única de escenarios. En este punto se ha seleccionado una tipología que permite encuadrar a un escenario en el contexto estratégico de la planeación.

Se identifica una clasificación en escenarios exploratorios (tendenciales y de enmarque) y escenarios de anticipación (normativos y de contraste) de acuerdo con el sentido del flujo en que se buscan los caminos que llevan hacia un estado futuro (Godet, 2000):

1. La primera clasificación conocida como Aproximación hacia Atrás, *Backcasting* (por su término en inglés), anticipatoria o normativa, que consiste en la construcción de

caminos que lleven hacia futuros significativos. Esta categoría incluye los métodos intuitivos, deductivos y los de enfoque descendente. En estos procesos, primero identifican un número de estados finales posibles (ya sea que estos sean deseables o no), para posteriormente construir descripciones que muestren lo que tendría que ocurrir para que cada estado final emergiera del presente (ver Planeación Normativa de Ozbekhan, 1977; Planeación Interactiva de Ackoff, 1984; Planeación Transactiva de Friedman, 1973; Planeación Prospectiva de Berger, 1967; Conferencia de Búsqueda de Trist y Emery, 1959).

2. La segunda clasificación conocida como Aproximación hacia Delante, *Forecasting* (por sus término en inglés) o exploratorios, que implica la proyección de estados futuros a partir de los elementos iniciales y significativos y/o la posible evolución de estos. Esta categoría incluye los métodos inductivos, analíticos y los de aproximación ascendente. En estos procesos, se utiliza el conocimiento acerca del presente y algunas referencias posibles como bloques de construcción (ver Planeación por Escenarios de van der Heijden, 1996).

En la Figura 1 se muestra una tipología con tres categorías y seis tipos de escenarios, la cual está desarrollada con base en una perspectiva enfocada en las necesidades de los usuarios de escenarios (Börjeson, Hojer, Dreborg, Ekvall y Finnveden, 2006).

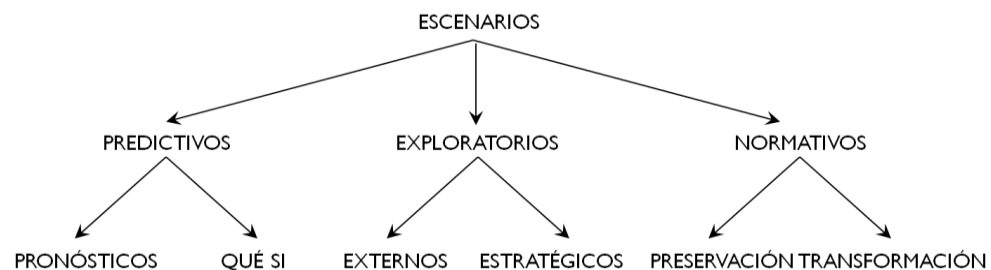


Figura 1. Tipología de escenarios con tres categorías y seis tipos

Los escenarios mostrados arriba sirven a diferentes propósitos, que van desde responder a la pregunta ¿qué es lo que sucederá? en el caso de los escenarios predictivos; ¿qué es lo puede



sucedan? en el caso de los escenarios exploratorios; y ¿cómo se puede lograr un determinado futuro? para los escenarios normativos.

La planeación por escenarios hace uso de los escenarios exploratorios y por lo tanto se hará énfasis en la construcción de estos. Los escenarios exploratorios responden a la pregunta *¿qué puede suceder con el desarrollo de factores externos?* y por lo tanto se enfocan en factores que están más allá del control de los decisores. De esta manera, un escenario exploratorio no desecha datos puros (p. ej. tendencias estadísticas) pero la historia le agrega significado a esos datos. No apunta tan sólo a qué pasaría sino también intenta mostrar cómo pasaría.

El uso de este tipo de escenario permite examinar situaciones que están relacionadas con la posibilidad de que un evento suceda. Además, permite el análisis de horizontes de tiempo más amplios facilitando el reconocimiento de cambios estructurales profundos. Asimismo, se abre la posibilidad de encontrar soluciones flexibles y adaptativas para los decisores cuya influencia en el entorno es pequeña.

### **Construcción de escenarios**

En este punto es importante resaltar la distinción entre «Planeación por Escenarios» y «Construcción de Escenarios». “La construcción de escenarios se entiende como el proceso de la construcción de historias o hipótesis de futuro como un componente de procesos de planeación más grandes” (Chermack, 2004b: p.303).

La construcción de escenarios no es una ciencia exacta. Es una disciplina experimental y exploratoria. A lo largo de los años la literatura especializada ha documentado que una característica clave de los métodos de construcción de escenarios es buscar el desarrollo de múltiples escenarios para el futuro, comúnmente entre dos y cuatro. Otra característica común de estos métodos es el nivel de participación recomendada para el desarrollo de escenarios, donde la mayoría de los enfoques recomienda un desarrollo grupal sobre uno individual (O’Brien, 2004).

La construcción de escenarios es esencialmente un proceso altamente cualitativo. Aunque puede incorporar los resultados de modelos cuantitativos, supone que el futuro no es la simple manipulación matemática del pasado sino la confluencia de muchas fuerzas (del pasado, presente y futuro) que pueden ser comprendidas razonando acerca del problema en cuestión.

Cuando se construye un escenario lo que en realidad se hace es describir un mundo plausible. Cabe destacar que el mundo plausible no es el mundo probable; ni siquiera, necesariamente, debe ser el mundo previsible. El objetivo de los escenarios no es el de predecir el futuro ni el de lograr un modelo único del futuro previsible. Al construir escenarios lo que se pretende es mostrar cómo varias fuerzas pueden ir modelando varios futuros plausibles.

Otro factor diferenciador entre los métodos tiene que ver con lo cuantitativo y la incorporación de probabilidades durante el proceso. Dentro de esta gama, algunos enfoques se sustentan en procesos cualitativos (p.ej. la Conversación Estratégica, ver van der Heijden, 1996; Schwartz, 1991) mientras que algunos modelos se basan en la evaluación subjetiva de las combinaciones de eventos que podrían suceder (p.ej. Powell, 1997; Powell y Coyle, 1997), o aun las probabilidades de ciertos eventos tengan lugar (p.ej. el método BATELLE, ver Honton, 1985 y Millet, 2009).

Aunque las tendencias, predicciones de expertos, visiones de futuro y modelos son parte de las técnicas de construcción de escenarios, éstas no deben ser confundidas con los escenarios. Los escenarios engloban proyecciones realistas de tendencias actuales, predicciones cualitativas y modelos cualitativos, donde mucho de su valor yace en incorporar cuestiones cualitativas y cuantitativas del sistema y en estimular a las personas a evaluar y reevaluar sus creencias acerca del sistema.

En conclusión, la construcción de escenarios emplea diversos enfoques todos con el objetivo de elaborar un conjunto de descripciones de condiciones futuras que abarquen un amplio rango de variables y que impliquen la creación de historias que tratan de satisfacer criterios de consistencia interna y factibilidad. A continuación se presentan algunos lineamientos que se utilizan en la generación de escenarios.

Kees van der Heijden (1996: pp.183-224) sugiere las siguientes etapas:

1. Recolectar datos relevantes.
2. Agrupar y jerarquizar los datos buscando tendencias y relaciones.
3. Estructurar historias de estados futuros de manera inductiva, deductiva e incremental.

El enfoque incremental consiste en articular el futuro oficial —el futuro para el cual está planeando la empresa— y explorar lo que deber ocurrir para que este futuro

ocurra. Luego se plantea la pregunta ¿en qué manera se podría estar mal acerca del futuro oficial? Así, se desarrollan al menos dos historias del futuro que divergen del futuro oficial en formas factibles y desafiantes.

El enfoque inductivo se basa en crear los escenarios a través de contar historias simples para cada una de las incertidumbres críticas. Después de desarrollar varias historias, estudiarlas, refinarlas y profundizarlas se llega a un conjunto de escenarios divergentes, plausibles y retadores que son relevantes para la pregunta clave.

El enfoque deductivo, en contraste, se enfoca en dos de los factores más críticos que afectan a la organización. Estos factores se pueden mapear en una matriz de dos dimensiones, con lo que se limita el número de posibles escenarios a cuatro.

Chermack y van der Merwe (2003) propone las siguientes pautas generales con base en las prácticas del *Center for Innovative Leadership*:

1. Identificar una agenda estratégica organizacional, incluyendo las consideraciones y preocupaciones acerca de la visión y el pensamiento estratégico.
2. Confrontar las consideraciones existentes mediante el cuestionamiento de los actuales modelos mentales acerca del ambiente externo.
3. Examinar sistemáticamente el ambiente externo de la organización para mejorar el entendimiento de la estructura de los conductores de cambio.
4. Sintetizar la información acerca de los posibles eventos futuros en tres o cuatro guiones de posibles futuros.
5. Desarrollar narrativas acerca de los guiones para hacer las historias más relevantes y desafiantes para los tomadores de decisiones, y
6. Utilizar las historias para apoyar a los tomadores de decisiones a revisar su pensamiento estratégico.

Frances O'Brien (2004) dentro de los cuatro primeros puntos de su método de Planeación por Escenarios describe la manera de cómo construir las hipótesis de futuro:

1. Descripción de la situación actual.
1. Generación de factores inciertos y predeterminados.
2. Reducción de los factores.
3. Elección de temas y desarrollo de sus argumentos.
4. Comprobación de la consistencia de escenarios

5. Presentación de los escenarios.
6. Evaluación del impacto de los escenarios.
7. Desarrollo y prueba de estrategias.

Goodwin y Wright (2004: p.380) describen dos métodos para la construcción de escenarios, el primero de ellos llamado «Método del Mundo Extremo». Utilizando este método, un escenario se construye con base en todos los resultados negativos de las incertidumbres mientras que otro está basado en todos los resultados positivos:

1. Identificar el asunto de interés y el año de horizonte.
2. Detectar las tendencias predeterminadas que tienen algún grado de impacto.
3. Identificar las incertidumbres críticas.
4. Identificar el grado de impacto que tienen las tendencias y las incertidumbres.
5. Crear mundos extremos.
6. Agregar las tendencias predeterminadas en ambos escenarios.
7. Verificar la consistencia interna.
8. Añadir las acciones de los actores que se afectarían en el futuro descrito en uno de los escenarios.

El segundo método descrito por Goodwin y Wright (2004: p.391) es el denominado «Método de las Fuerzas Conducentes»:

1. Identificar el asunto de interés y el año de horizonte que será capturado.
2. Enlistar cualquier evento que parezca relacionada con el asunto a tratar.
3. Colocar en un mapa el evento conforme a su incertidumbre e impacto.
4. Enfocarse en los eventos con alto impacto y alta incertidumbre.
5. Identificar las «fuerzas conductoras» que ligen los eventos con más profundidad.
6. Identificar las dos o tres fuerzas que realmente harían la diferencia.
7. Para cada fuerza tratar de capturar la gama de resultados mediante dos extremos.
8. Combinare los extremos de una de las fuerzas conducentes con el extremo de las otras fuerzas conducentes.
9. Inspeccionar los otros tres cuadrantes del espacio de estructuración del escenario y colocar estos elementos dentro de uno o más de los bosquejos de escenarios.
10. Iniciar el desarrollo de la historia de cada escenario.

11. Revisar los escenarios a la luz de su utilización de los elementos originales.
12. Evaluar las opciones estratégicas contra los futuros representados en los escenarios.

Hay que observar que, independientemente del método, estos mencionan la identificación de las «conductores de cambio» (indicadas como fuerzas impulsoras o fuerzas conductoras) como la columna vertebral en la construcción de los escenarios. Estas fuerzas son factores dinámicos de índole económica, social, demográfica, tecnológica e histórica, elegidos por su alto grado de incidencia sobre la cuestión a analizar.

Las fuerzas generalmente pueden descomponerse en factores, ya sea tomándolos como elementos o como tendencias. Algunos de ellos son predeterminados o calculables. Los «elementos predeterminados» o «tendencias» fueron definidos por Pierre Wack como “aquellos eventos que ya han ocurrido (o que se está casi seguro de que ocurrirán) pero cuyas consecuencias aún no se han manifestado”. Como por ejemplo, la cantidad de personas que se jubilarán dentro de los próximos 20 años.

Otros factores son inciertos. Si el elemento incierto ejerce una influencia relevante sobre el resultado, se le considera una «incertidumbre crítica» y sus posibles variaciones requerirán una atención especial. Por ejemplo, el alcance y nivel del desarrollo tecnológico son incertidumbres críticas en materia de equipamiento militar.

En general, se comienza segmentando a la realidad en fuerzas impulsoras, elementos predeterminados e incertidumbre críticas, reduciendo así la complejidad hasta hacerla mentalmente manejable. Después de ello, se vuelve a crear una nueva complejidad al escribir el escenario, pudiendo hacer intervenir más elementos que los aislados en el primer paso. Es un proceso que, básicamente, reduce lo complejo a un modelo más simple y luego expande el modelo simple a un futuro de complejidad plausible.

Como se puede observar, la construcción de escenarios sigue etapas que cada autor denomina de distinta manera a pesar que resumen secuencias similares. Por tanto, la construcción de escenarios no constituye un sistema rígido que requiera seguir un procedimiento fijo y, por tanto, “no radica en tener un escenario «correcto» sino contar con un conjunto de escenarios que ejemplifiquen las principales fuerzas que impulsan el sistema, sus interrelaciones y las incertidumbres críticas” (Wack, 1985b: p.146).

De esta forma, cada escenario generado tiene una probabilidad infinitesimal de ocurrencia en sí mismo pero sólo mediante la conformación de un conjunto de escenarios se puede limitar la incertidumbre inherente al futuro. Mientras cada escenario por sí sólo contiene un pronóstico de un futuro potencial, el uso de múltiples escenarios permite la consideración de diferentes estados futuros factibles que son relevantes para la decisión que se está tratando, cada uno contiene eventos pronosticados basados en un análisis.

Como se ha descrito, la construcción de escenarios no consiste en formular el escenario más probable ya que, como se ha mencionado, un escenario no es un pronóstico del futuro. Lo importante es que los escenarios ayudan a identificar oportunidades y amenazas. Asimismo, facilitan el análisis de la viabilidad de las propuestas de estrategia frente a diferentes situaciones hipotéticas permitiendo a los tomadores de decisiones pensar las acciones que podrían hacer en el futuro y considerar sus posibles implicaciones.

Puesto que la generación de escenarios es principalmente una metodología cualitativa, con el transcurrir de los años han ocurrido pequeñas variaciones en el proceso. El enfoque de muchos de los actuales trabajos es vincular los escenarios más estrechamente con la formación estratégica y con la propia elaboración de las estrategias.

En suma, comparado con otros métodos de planeación, los escenarios ofrecen varias ventajas. La planeación por escenarios se basa en la consideración de que el futuro es incierto. Por esto, un escenario no debe ser considerado por sí sólo ya que solamente la amplitud de varios escenarios individuales puede constituir la plataforma en la cual asentar las consideraciones estratégicas del futuro. El propósito es iluminar las incertidumbres en general. Esto hace diferente a la planeación por escenarios de otros muchos métodos que presentan las incertidumbres tan bien definidas como les es posible.

### **Presentación de escenarios**

Una de las componentes más esenciales de los escenarios es su lenguaje ya que al escenario no sólo hay que construirlo sino también transmitirlo, es decir: comunicarlo a, por lo general, varias personas.

En la mayoría de los casos, la mejor documentación es una simple serie de gráficos o mapas y una narración describiendo la historia futura representada por cada escenario. Dado que el

pensamiento alrededor de los escenarios es conducido en la organización desde lo lejano a su origen, se emplean diferentes niveles de documentación para cada uno de los escenarios, en correspondencia con los distintos niveles dentro de esa estructura.

La forma en cómo son presentados los escenarios es un tema crucial dentro del método para facilitar el uso efectivo de estos. Existen cuatro aspectos claves para la presentación de escenarios: la audiencia, el título, el formato para la presentación del detalle y el estilo de lenguaje. O'Brien (2004) sugiere un cambio de estilo en la entrega de escenarios y apunta lo siguiente:

- Incentivar a pensar en términos de tópicos básicos relacionados con la exposición de presentaciones, tales como ¿Quién es la audiencia prevista de los escenarios? o ¿Cuál es el propósito de presentar los escenarios?
- Seleccionar cuidadosamente los títulos dados al conjunto de escenarios. Se eligen títulos significativos para reflejar tanto el contenido como todo el detalle del escenario. Con frecuencia, se usan alegorías para nombrar un escenario, p. ej. los escenarios con nombres de aves en los ejercicios de Sudáfrica (Kahane, 1992).
- Considerar variantes para la presentación de escenarios. Como ejemplo, la BBC World Services recurre a medios verbales para presentar los escenarios, algo que es consistente con la tradición oral y metáforas de una radio. Otros estilos comunes de presentación incluyen: un día en la vida de..., titulares de prensa, transmisiones de noticias en radio o televisión (típicamente presentados en forma verbal), descripción de un drama, un memo o una carta.
- Considerar la influencia del lenguaje en la percepción cuando se escriben las narrativas de los escenarios. Por ejemplo, reflexionar si un escenario escrito en tiempo pasado, presente o futuro será más creíble o alternativamente utilizar una voz pasiva o una voz activa.

Como se observa, tan importante es el proceso como el resultado de la planeación por escenarios. Lograr un impacto en la audiencia es el fin de enfatizar en el desarrollo y uso de la presentación de los escenarios.

## **2.2. Análisis de decisiones multicriterio**

### **Introducción**

Dentro del proceso de planeación se presentan problemas de decisión que requieren hacer la selección de una o varias acciones dentro de un conjunto de acciones posibles, siendo elegida la que produce el mejor resultado bajo cierto criterio de decisión.

En muchos casos se requiere el uso de técnicas formales para la documentación y justificación de los procesos de decisión que involucran varios objetivos en conflicto. “Las decisiones pueden necesitar ser justificadas ante las autoridades regulatorias, accionistas, dueños, la población o para uno mismo” (Keeney, 1982: 4). Por lo cual, se ha desarrollado una amplia cantidad de técnicas y herramientas para auxiliar a los tomadores de decisiones a estructurar sus preferencias y valores cuando se enfrentan con este tipo de problemas.

Los problemas de decisión se caracterizan por tener múltiples objetivos, tales como: maximizar la rentabilidad, maximizar el desempeño en el corto y largo plazo, minimizar los impactos al ambiente, entre muchos otros. Frecuentemente, lograr avances en un determinado objetivo sólo es posible a expensas del detrimento de otros objetivos, lo que ocasiona que dichos objetivos estén en conflicto entre sí.

Por tanto, se debe considerar un adecuado equilibrio entre los diferentes grados de satisfacción de unos y otros objetivos. Cabe mencionar que en presencia de múltiples criterios, no existe una decisión óptima única para el problema sino que existen muchas decisiones que son satisfactorias.

### **Definición**

El «Análisis de Decisiones» es la disciplina que se ocupa de la filosofía, teoría, metodología y práctica profesional para guiar problemas de decisión importantes de una manera formal, mismos que pueden ser encontrados en los negocios, ingeniería y otras áreas de la actividad humana.

Los problemas que no implican más de un criterio de decisión se les denomina problemas de decisión de único criterio, en caso contrario se les denomina problemas de criterios múltiples. Así, el «Análisis de Decisiones Multicriterio», es la disciplina que tiene como propósito



auxiliar a los decisores con problemas de numerosas y frecuentemente conflictivas evaluaciones.

El análisis de decisiones multicriterio pretende resaltar estos conflictos y aclarar una forma de llegar a un compromiso en un proceso transparente. La idea que marca el paradigma multicriterio es contemplar y analizar las alternativas desde diversos puntos de vista, es decir, con distintos criterios, con los cuales se valoran dichas opciones para poder compararlas y obtener las mejores. En este contexto, se tiene que considerar el interés del decisor, en cuanto a lo que significa tomar la mejor decisión.

El análisis de decisiones multicriterio (Belton y Stewart, 2002) es un término que engloba diferentes enfoques que consideran diversos juicios para auxiliar a los decisores a explorar sus preferencias. Dicho de otro modo, el análisis de decisiones multicriterio es un procedimiento sistemático y lógico, basado en un conjunto de axiomas, para analizar racionalmente problemas de decisión complejos (Keeney y Raiffa, 1993). Estos métodos pueden ser empleados (Weng, 2005) para identificar la solución que más se prefiere de entre un conjunto de ellas, clasificar alternativas, acortar una lista de opciones para una detallada evaluación subsecuente o simplemente para discernir entre una posibilidad aceptable de una inaceptable.

Los métodos de análisis de decisiones multicriterio utilizan el principio de optimización como sustento teórico, el cual trata de maximizar o minimizar cierta combinación de variables en conflicto que representan las medidas de interés para el decisor bajo ciertas restricciones impuestas sobre éstas por situaciones de la realidad. En otras palabras, los métodos de análisis de decisiones multicriterio se basan en un pensamiento “divide y vencerás” (Keeney, 1982), en el sentido de que un tema complejo es subdividido en partes que son más sencillas de tratar por separado.

Se hace necesario puntualizar que no todos los problemas de decisión merecen la construcción de un modelo formal para ser analizados. Cuando el problema de decisión no es complejo de manejar, una sola persona es capaz de reflexionar acerca de todos los factores involucrados, las consecuencias son de poca relevancia, los impactos que puede generar son de corto plazo o los errores son fácilmente remediados, el costo de efectuar un proceso de análisis de decisiones supera los beneficios e incluso podría resultar contraproducente.

Sin embargo, las herramientas multicriterio juegan un rol importante, tanto en contextos individuales como grupales, en circunstancias donde se presentan problemas de decisiones de gran relevancia, en donde la elección de determinado curso de acción trae consecuencias de sustancial importancia, con impactos para el futuro a largo plazo y gran cantidad de personas afectadas, además de que la comisión de un error no es fácilmente remediable.

De lo anterior se desprende que aquellas decisiones que calificamos como «estratégicas» típicamente involucran un alto grado de incertidumbre, altos riesgos, mayores implicaciones de recursos y consecuencias de largo plazo. Una decisión estratégica (Bushan y Rai, 2004) es aquella que es “importante, en términos de las acciones tomadas, los recursos comprometidos o los conjuntos precedentes”, así como que son “decisiones no frecuentes hechas por los altos niveles de una organización que afectan críticamente el funcionamiento y la supervivencia organizacional”.

El análisis de decisiones multicriterio se enfoca en aspectos fundamentales para todo problema de decisión, esto es: una necesidad percibida para lograr algunos objetivos, varias alternativas entre las cuales seleccionar, diferentes consecuencias asociadas con las alternativas e incertidumbre acerca de las consecuencias de cada alternativa. De manera que los componentes básicos de un problema de decisión son:

- a) Sujeto de una decisión: un sujeto se identifica como aquel que toma las decisiones. Algunos problemas pueden tener dos o más sujetos (grupos) que deciden.
- b) Objetivos: el que toma la decisión tiene uno o más objetivos. Estos objetivos pueden definirse como los resultados deseados para cada decisión. En el caso de objetivos múltiples, algunos de ellos pueden estar en conflicto con otros, no ser fácilmente representados en una escala cuantitativa —por lo que no pueden ser medidos directamente— y ser estocásticos o difusos.
- c) Alternativas: representan los diferentes cursos de acción disponibles para el decisor. En muchos problemas de decisión se tiene una infinidad de posibles cursos de acción. Estas alternativas u opciones necesitan ser estudiadas, analizadas y priorizadas con respecto a los múltiples atributos.

- d) Medidas de efectividad: el que toma las decisiones debe tener alguna medida del nivel en que cada curso de acción satisface a sus objetivos. Desde luego implícitamente se supone que en caso de existir esta medida para un problema dado, no es necesariamente la misma para todas las alternativas.

Finalmente, conviene enfatizar que (Belton y Steward, 2002) los métodos multicriterio no proporcionan la respuesta «correcta», ni tampoco proporcionan un análisis objetivo que aliviará a los decisores de la responsabilidad de realizar juicios complicados, ni los librerá de la incomodidad de tomar decisiones.

### **Procesos de decisión y tipos de técnicas**

Guitouni et al (1998) señalan que el análisis de decisiones multicriterio puede ser visto como un proceso recursivo no lineal compuesto de cuatro pasos: 1) estructuración del problema de decisión, 2) articulación y modelación de las preferencias, 3) agregación de preferencias y 4) la elaboración de recomendaciones.

Similarmente, Kepner y Tregoe (2002) reconocen como fases del análisis de decisiones las siguientes etapas: 1) identificar lo que se requiere hacer, 2) desarrollar el criterio específico para su realización, 4) evaluar las alternativas disponibles en relación con ese criterio y 5) identificar los riesgos involucrados.

Belton y Steward (2002) aclaran que este proceso se encuentra inmerso en un proceso más amplio de estructuración y resolución de problemas. Asimismo, agrupan las fases del proceso en tres grandes grupos: 1) identificación y estructuración del problema, 2) construcción y utilización de un modelo y 3) desarrollo del plan de acción.

Como se puede observar, la separación del proceso en etapas puede ser tan resumida o tan extensa como se desee, pero se identifican principalmente las siguientes cuatro etapas:

- Estructuración el problema de decisión,
- Evaluación de los impactos de cada alternativa,
- Determinación de las preferencias de los decisores y
- Evaluación y comparación de alternativas.

En este punto es pertinente diferenciar entre el análisis del problema y la toma de decisión. Dos procesos que aunque están íntimamente ligados, son conceptos completamente diferenciados uno de otro. Primero se debe efectuar el análisis de problemas y, luego, con la mayor cantidad de elementos y la situación identificada casi en su totalidad, y sólo después comenzar el proceso de la toma de decisión (Kepner y Tregoe, 2002).

Por una parte, los procesos de decisión se pueden clasificar según el grado de conocimiento que tenga el decisor sobre los factores no controlados y que pueden tener influencia sobre el resultado final. Por tanto, una decisión se realiza bajo condiciones de: certeza, riesgo o incertidumbre. A esta última clasificación debe agregarse la combinación de incertidumbre y riesgo a la luz de la evidencia experimental.

Los problemas de decisión bajo certeza son aquellos donde se puede asegurar qué resultado ocurrirá si se elige un curso de acción específico. Para lo cual, la información con la que se cuenta para solucionar el problema es completa, es decir, se conoce el problema y las alternativas de solución que se planteen van a causar siempre resultados conocidos e invariables. Al tomar la decisión sólo se debe pensar en la alternativa que genere mayor beneficio.

Los problemas de decisión bajo riesgo son aquellos donde se dispone de información, se conocen las consecuencias de cada uno de los escenarios, pero no se sabe con certeza cuál de ellos va a suceder. Cada acción conduce a uno de varios resultados posibles y cada uno de éstos puede verificarse con una probabilidad conocida. Es decir, cada decisión puede dar lugar a una serie de consecuencias a las que puede asignarse una distribución de probabilidad conocida.

Si cada curso de acción conduce a uno de varios resultados posibles y dichos resultados se pueden presentar con probabilidades desconocidas, se dice que es un problema de decisiones bajo incertidumbre. Con estos tipos de problemas se dificulta predecir con certeza las consecuencias de cada alternativa bajo consideración. Por lo tanto, tomar decisiones en estos problemas puede superar nuestra capacidad cognoscitiva siendo necesario un análisis formal.

Por otra parte, desde 1960 han surgido una gran cantidad de técnicas para resolver los problemas de decisión multicriterio. Una detallada descripción de todos los algoritmos va más allá del alcance de esta tesis. Sin embargo, la gran mayoría de las técnicas se pueden clasificar como sigue (ver Guitouni et al., 1998; Figueira et al., 2005):

1. **TEORÍA DEL VALOR MULTIATRIBUTO.** Se mide la utilidad que, para cada criterio, aportan las distintas alternativas para posteriormente obtener una valoración de la utilidad agregada de todos los criterios. Esencialmente, un modelo de utilidad transforma una alternativa en una evaluación numérica del concepto alternativa. Esta forma de valoración suele efectuarse mediante funciones aditivas, multiplicativas o de tipo polinomial.
2. **RELACIONES DE SOBRECASIFICACIÓN.** Estos se basan en la idea de que una acción supera a otra si es mejor para muchos puntos de vista y no es sustancialmente peor para ninguno de ellos, donde la imprecisión de los términos de dicha afirmación debe ir concretada a través de la información revelada por el decisor. Los métodos PROMETHEE y ELECTRE son dos enfoques comúnmente utilizados.
3. **DISTANCIA A UN PUNTO IDEAL.** Estos enfoques identifican valores ideales y antiideales para los criterios. Luego, identifican las opciones de decisión que están más cerca del ideal y más lejos del antiideal. En donde no es fácilmente discernir entre ideal y antiideal el criterio del mínimo y máximo valor puede ser utilizado. Dos técnicas comunes de este tipo son la Programación por Metas y TOPSIS.
4. **COMPARACIÓN DE PARES.** Estos enfoques se basan en obtener la valoración de las alternativas, según cada punto de vista, mediante preguntas al decisor por comparación entre pares de acciones, además de permitir una estructura jerárquica de los puntos de vista o criterios considerados. El Proceso de Jerarquización Analítica, el Proceso de Redes Analíticas y MACBETH son métodos que involucran la comparación de pares.
5. **ANÁLISIS DE CONJUNTOS DIFUSOS.** La teoría de conjuntos difusos se utiliza en el desarrollo de modelos de soporte de decisiones. La teoría de conjuntos difusos se basa en una transición gradual de una clase a otra. Las cosas pueden tener pertenencia parcial en múltiples conjuntos. Esto puede ser particularmente poderoso en el manejo de la incertidumbre inherente a los problemas de decisiones.

6. **MÉTODOS A LA MEDIDA.** La habilidad para crear nuevos métodos basados en adaptaciones de los ya existentes o el desarrollo de nuevos algoritmos es prácticamente ilimitada.

### **Toma de decisiones bajo incertidumbre**

Como se mencionó anteriormente, el estudio de los problemas de decisiones bajo riesgo y bajo incertidumbre son el campo de acción del análisis de decisiones. En este sentido, diversos modelos de análisis de decisiones multicriterio (Steward, 2005: p.445) están basados en una evaluación determinista de las consecuencias de cada acción en términos de cada criterio, y quizás sometiendo posteriormente los resultados a una clase de análisis de sensibilidad.

En muchas situaciones, tal enfoque se justifica cuando la principal fuente de complejidad se relaciona con la naturaleza multicriterio del problema más que con la naturaleza estocástica de las consecuencias individuales. Sin embargo, en problemas de planeación estratégica es necesario realizar un modelo más completo de la toma de decisiones debido a que el riesgo y la incertidumbre son factores tan críticos como el conflicto entre objetivos.

En el contexto de las aplicaciones prácticas del análisis de decisiones multicriterio, la incertidumbre implica que en cierta situación una persona no posee la información que, cuantitativa y cualitativamente, es la apropiada para describir, prescribir o predecir de manera determinista y numéricamente un sistema, su comportamiento u otras características.

Se han intentado clasificar las fuentes de incertidumbre en el contexto de la toma de decisiones. Algunas causas que se han identificado son: falta de información, abundancia de información, pruebas contradictorias, ambigüedad, medición y creencias. No obstante, es necesario distinguir entre la *incertidumbre interna*, relacionada al proceso de estructuración y análisis del problema de decisión, así como la *incertidumbre externa*, que se refiere a la naturaleza del entorno y a las consecuencias de un curso particular de acción el cual puede estar fuera del control del decisor (Steward, 2005).

Es por esto que, si se decide considerar la incertidumbre, se tiene que seleccionar el método para modelarla. Uno de los métodos más ampliamente difundidos es el «Pensamiento Enfocado en la Alternativa» (Keeney, 1992) donde ante un problema de decisión primero se

consideran alternativas con el inconveniente de que se restringe la consideración de resultados futuros.

Así, la forma convencional de analizar decisiones en condiciones de incertidumbre (Montibeller y Franco, 2010) es representar las opciones e incertidumbres como un árbol de decisión y luego seleccionar la opción con el valor esperado más alto. Por ejemplo, si se están considerando únicamente dos opciones mutuamente excluyentes  $a_1$  y  $a_2$ , los resultados monocriterio pueden variar debido a los eventos 1 y 2 respectivamente. Si una opción  $a_1$  fuera implementada, el evento 1 podría generar el resultado  $o_{1,1}$  (con una probabilidad  $p_{1,1}$ ) o el resultado  $o_{1,2}$  (con probabilidad  $p_{1,2}$ ). La probabilidad del resultado debe sumar uno ( $p_{1,1}+p_{1,2}=1$ ). Se debe seleccionar la opción con el valor esperado más alto:  $EV(a_i)=\sum p_{i,j} o_{j,j}$ , donde término  $j$ -ésimo representa el índice del evento.

Si se consideran múltiples criterios en la evaluación, usualmente se emplea una función multiatributo para sumar los desempeños parciales; la opción seleccionada es la que tiene la máxima utilidad esperada, por ejemplo, si hubiera tres criterios ( $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ ) para evaluar el comportamiento de las dos opciones mostradas en el ejemplo previo, cada  $k$ -ésimo criterio tendría un atributo  $x_k$ , una función de utilidad parcial  $u_k$  y una ponderación  $w_k$  medirían el desempeño de las opciones (ver Figura 2). Si una opción  $a_i$ -ésima fuera implementada, habría tres resultados para cada rama de nodo  $j$ -ésimo:  $o_{i,j,k}$ . Las funciones de utilidad parcial ( $u_k$ ) entonces se convierten en beneficio parcial dentro de la utilidad parcial; y se puede calcular una función de utilidad total para cada  $a_i$ -ésima opción:  $U_{i,j}(a_i)=f [w_k, u_k(o_{i,j,k})]$ . La opción con la mayor utilidad esperada es la que se selecciona:  $EV(a_i)=\sum p_{i,j} U_{j,j}(a_i)$  (para más detalles ver Keeney y Raiffa, 1993).

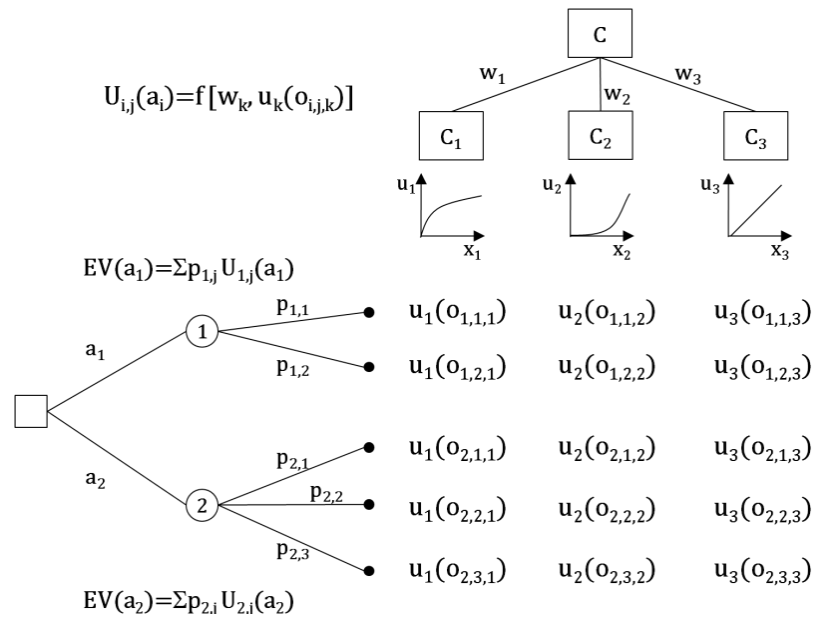


Figura 2. Análisis de decisiones tradicional con una función de valor multiatributo.

Este tipo de análisis en condiciones de incertidumbre parte de tres suposiciones que son difíciles de conseguir en la toma de decisiones estratégicas (Montibeller y Franco, 2010).

La primera consideración se refiere a que los resultados de un nodo de decisión deben ser mutuamente excluyentes (sólo uno de ellos sucederá) y colectivamente exhaustivos (cubren todas los resultados que pueden suceder en el futuro); estas dos condiciones hacen que la suma de las probabilidades de los resultados sea igual a uno. Esta consideración no es válida debido a que existe una falta de conocimiento de los parámetros que caracterizan al problema, ya que la incertidumbre juega un rol mayor en la toma de decisiones estratégicas.

La segunda consideración tiene que ver con la posibilidad de conocer las probabilidades precisas de los resultados de una manera confiable. Aquí, una vez más la incertidumbre se vuelve un factor importante. Como los datos históricos no garantizan la asertividad de los pronósticos en el largo plazo, estas probabilidades son usualmente proporcionadas por expertos. Tales estimaciones difícilmente son precisas porque durante el proceso de consulta siempre existirán sesgos y por la imposibilidad de conocer la probabilidad de los eventos en el largo plazo.



La tercera consideración es con respecto a la utilización de una función de valor esperado como una forma de seleccionar la mejor alternativa. La regla del valor esperado sólo tiene sentido en juegos repetidos, donde el valor esperado proporciona un resultado promedio ponderado; pero en decisiones únicas como lo son las decisiones estratégicas, ésta ha mostrado ser una pobre guía de elección.

Por consiguiente, dado que la incertidumbre implica la existencia de rango diverso de eventos no familiares cuya probabilidad de ocurrencia es desconocida, una propuesta para abordarla es mediante la exploración de estados futuros que capturen un amplio rango de desarrollos en el mundo externo y sus implicaciones.

## **2.3. Planeación por escenarios y análisis de decisiones**

### **Introducción**

Esta tesis ha señalado cada uno de los dos métodos y se puede concluir que el análisis de decisiones y la planeación por escenarios pueden ser utilizados para generar una estrategia de intervención para el diseño de estrategias de negocio.

El uso integrado de la planeación por escenarios y el análisis de decisiones multicriterio ha sido promovido como una buena combinación para soportar la toma de decisiones. Ambas metodologías parecen jugar un rol complementario entre sí. En efecto, se resalta que hay aspectos de ambos métodos que sugieren que los beneficios derivados de un enfoque integrado son mayores que la suma de sus partes.

Por un lado, la planeación por escenarios facilita a los tomadores de decisiones a diseñar estrategias y a reflexionar acerca de los futuros escenarios posibles a los que habrá que hacer frente. En contraste, el análisis de decisiones puede ayudar a evaluar el comportamiento de cada estrategia en los determinados escenarios, así como también a diseñar mejores alternativas.

### **Integración de los métodos**

La práctica ha demostrado que en los problemas de planeación si primero se utilizan métodos suaves y posteriormente métodos duros se pueden explotar las fortalezas de ambos enfoques. Si bien esta noción de combinar enfoques suaves con duros no es nueva y aunque existen riesgos inherentes en combinar técnicas cuantitativas con metodologías suaves, dicha integración también proporciona beneficios en términos de la estructura, exhaustividad y lenguaje común.

La combinación de dos o más técnicas en la misma intervención —como las que se plantean— produce una visión más enriquecedora para la búsqueda y entendimiento de la compleja red de interconexiones con lo cual se obtiene una mejor toma de decisiones (Wright et al, 2003: p.334).

Aunque no existe consenso general acerca de lo que constituye un método suave y un método duro, las técnicas relacionadas con cada enfoque son consideradas como puntos extremos de

un eje. Es en este sentido que, atendiendo a las características de cada enfoque, el análisis de decisiones se considera que está mucho más cerca del extremo duro que la planeación por escenarios, la cual cae dentro del espectro suave.

Por una parte, la planeación por escenarios puede ser utilizada como método suave de estructuración de problemas con particular atención en la modelación de incertidumbres (Durbach y Stewart, 2003: 263). Desde esta perspectiva, este método atiende tanto al proceso como al resultado, de manera que no se centra en la obtención de una solución definitiva con lo que se logra comprender la situación desde una perspectiva diferente. A diferencia de enfoques más suaves, éste está diseñado a fin de generar recomendaciones tangibles para la acción.

Por otra parte, el análisis de decisiones puede ser utilizado como método duro de diseño y selección de soluciones debido a que se enfoca en comparar cursos alternativos de acción que se han extraído de un conjunto limitado de alternativas, mediante la evaluación del desempeño. Además, el análisis de decisiones cuenta con la bondad de que algunas de sus etapas son usualmente asociadas con métodos suaves, lo cual permite la interacción con otros métodos. Uno de los aspectos suaves del análisis de decisiones es la utilización de datos en la valoración de las decisiones que están fundamentados en juicios emitidos por los tomadores de decisiones (Wright et al, 2009: p.333).

Dentro del marco de integración de planeación por escenarios y análisis de decisiones multicriterio, el enfoque más natural es integrar completamente los escenarios dentro del proceso de análisis de decisiones (Comes et al., 2009).

De esta manera, la práctica general para la integración de estos dos métodos consiste primeramente en realizar sesiones de planeación para la generación de escenarios. Los escenarios son elaborados previamente —o al menos independientemente— a la construcción de alternativas, de manera que el proceso se centra en la articulación de las incertidumbres en lugar de trazar los posibles cursos de las alternativas. Es en este proceso de construcción de escenarios donde se encuentra la oportunidad de mejorar los métodos ya que el decisor es confrontado con diferentes aspectos del problema que dan oportunidad para aprender y preparar el futuro.

Una vez que los escenarios han sido contruidos, estos se utilizan para explorar las diferentes estrategias que conducirán de la situación actual a una situación deseada en el escenario futuro. Para tal efecto, se enlistan exhaustivamente todas las alternativas disponibles tratando de adaptar los recursos y habilidades al entorno futuro visualizado, así como aprovechar las oportunidades y evaluar los riesgos en función de objetivos y metas dentro de cada uno de los escenarios previamente elaborados.

Cuando las diferentes estrategias han sido exploradas y se han generado varias alternativas, se procede a evaluar el desempeño cada una de las estrategias —por ejemplo, se puede definir una función de valor multiatributo para cada uno de los escenarios (Montibeller, Gummer y Tumidei, 2006; Goodwin y Wright, 2001) — tomando en cuenta cierto conjunto de objetivos y criterios. La filosofía general detrás de este estilo de aplicar el enfoque de análisis de decisiones es que diferentes estrategias se comportan diferentes en el mismo entorno. Es en este punto donde los escenarios pueden ser vistos como un puente entre las incertidumbres y las opciones.

El propósito de un enfoque combinado de planeación por escenarios y análisis de decisiones multicriterio es la evaluación de las alternativas bajo cada escenario. Así pues, dichas alternativas debe estar basadas en el análisis del conjunto de situaciones futuras más que en la maximización del valor esperado de eventos mutuamente excluyentes y exhaustivos, como sucede con el típico árbol de decisiones (Montibeller y Franco, 2010).

Con el fin de comparar el desempeño de las alternativas bajo diferentes escenarios se pueden elegir diferentes enfoques (Comes et al., 2009). Uno de estos enfoques, de hecho el más aceptado, consiste en elegir la alternativa más robusta. Se entiende por robustez como la capacidad para cubrir las «zonas de ignorancia». Esto significa que se elige la alternativa que muestra un desempeño homogéneo bajo cada uno de los escenarios. Otro enfoque radica en seleccionar la alternativa que minimice el arrepentimiento. El «arrepentimiento» es una medida de la distancia entre el mejor resultado posible y el actual resultado bajo cada escenario, las alternativas se evalúan en concordancia.

En síntesis, este proceso de toma de decisiones estratégicas inicia con la construcción de diferentes escenarios utilizando las herramientas de la planeación por escenarios, seguido por la estructuración de un problema de decisión estratégica dentro de cada escenario. En esta

forma es posible tomar en cuenta tanto el pensamiento enfocado al futuro promovido por Wright y Goodwin (1999) y el pensamiento enfocado en el valor promovido por Keeney (1992) mediante la construcción primero de escenarios, segundo los valores y tercero las alternativas.

Un primer objetivo de la combinación de estos dos métodos es facilitar la identificación de factores incontrolables e inciertos que pudieran impactar en las consecuencias de la decisión. Además, dicha identificación cuenta con la bondad de que no convierte las incertidumbres en probabilidades (Durbach y Steward, 2003: p.262).

Un segundo objetivo es evaluar cada una de las alternativas bajo cada escenario y con esto evitar que se tenga predilección por determinados escenarios o alternativas. De este punto se desprende que es posible que algunos aspectos de un escenario no sean importantes para la evaluación de todas las alternativas; igualmente, algunos atributos o criterios pudieran volverse irrelevantes bajo ciertos escenarios (Comes et al, 2009).

Finalmente, un tercer propósito de la integración tiene por objetivo proveer de no solo una herramienta, sino un proceso para organizar la información. Asimismo, proporciona evidencia para formar e informar un juicio en la toma de decisiones permitiendo emplear la alternativa elegida con la confianza debida.

Hasta este punto, se ha expuesto la forma en que se pueden integrar estos dos métodos, sin embargo, en algunos contextos, las eventuales limitaciones en la combinación de estos dos métodos pueden ser las siguientes (Wright et al, 2009: p.334):

- El proceso de evaluación cuantitativa de opciones a través de diferentes escenarios consume más tiempo de lo habitual.
- La aversión al uso de cantidades para medir el desempeño de las opciones en los objetivos cuya naturaleza sea cualitativa
- El uso precipitado de los métodos de análisis de decisiones podría prever la diversidad de posibles futuros o restringir el diseño de cursos de acción que podrían ser superiores a aquellos originalmente considerados.

Ahora bien, la estrategia propuesta tendrá una mejor aceptación cuando éste sea transparente y relativamente simple. Empero, tal simplicidad solamente puede ser conseguida mediante el uso de modelos simples cuyas limitaciones sean conocidas a fin de lograr una aproximación al problema real.

Por ejemplo, los métodos multicriteriales más simples asumen que el desempeño de una opción a través de los objetivos puede ser medida mediante una regla de calificación de suma lineal. Tal regla podría excluir las interacciones entre el comportamiento de una opción en diferentes objetivos. Sin embargo, el propósito no es producir decisiones insuperables sino fomentar el entendimiento, creatividad y reto a la intuición.

A su vez, la planeación por escenarios más laxa deja de lado técnicas cuantitativas —como los impactos cruzados— y da un importante rol a la intuición de los responsables de la construcción de escenarios con la ya mencionada característica altamente subjetiva de que se desarrollen aquellos escenarios por los que se tenga algún tipo de preferencia.

Tomando en cuenta todo lo anteriormente expuesto, la estrategia propuesta se enfoca en lo posible y no en lo probable. En conclusión, un problema adecuado que puede ser abordado mediante esta mezcla de métodos sigue tres características (Ram, Montibeller y Morton, 2011):

- Implica la existencia de implicaciones a largo plazo pero las provisiones se deben realizar en el presente para lograr el objetivo particular y mitigar los efectos adversos.
- A pesar de la disponibilidad de gran cantidad de datos acerca de ciertos aspectos del problema, la mayor parte permanece en incertidumbre y sin poder ser predicho.
- Los factores que afectan la decisión son difíciles de cuantificar e involucran conflicto entre los objetivos.

Finalmente, el uso previo de la planeación por escenarios provee de visiones alternativas acerca de la naturaleza del futuro y estimula la subsecuente toma de mejores decisiones. En síntesis, el análisis de decisiones multicriterio permite la evaluación de opciones estratégicas tomando en cuenta el conjunto completo de escenarios y objetivos identificados (Goodwin y Wright, 2001).

### **Análisis de decisiones basada en escenarios**

Las consideraciones del análisis de decisiones refieren que para cada criterio individual debería ser posible obtener al menos un orden de preferencia para cualquier conjunto de consecuencias específicas, independientemente de los demás criterios. Esta observación forma la base del análisis de decisiones multicriterio bajo incertidumbre basado en escenarios.

La mayoría de las herramientas del análisis de decisiones multicriterio u optimización multiobjetivo son esencialmente deterministas, por ejemplo para cualquier curso de acción especificado  $a$ , se asigna una medida de desempeño  $z_j(a)$ . De esta manera, el proceso de análisis de decisiones multicriterio está principalmente orientado a la conciliación de conflictos entre los criterios. Cualquier incertidumbre en las medidas de desempeño (ya sea epistémico o aleatorio) frecuentemente se tratan mediante variantes de análisis de sensibilidad (Stewart et al, 2012: p.11).

En común con la planeación con escenarios, el primer requerimiento de los escenarios para ser utilizados en el análisis de decisiones multicriterio es proporcionar una descripción del contexto dentro del cual las consecuencias de cualquier alternativa de acción puedan ser probadas. Como el propósito del análisis de decisiones es evaluar y comparar alternativas, es esencial que los escenarios reflejen las fuerzas conductoras externas, las cuales se separan de las alternativas bajo consideración (Stewart et al, 2012: p.11).

La naturaleza multicriterio del análisis requiere que las consecuencias contingentes sobre una combinación específica de alternativa-escenario se puedan expresar en términos del conjunto de criterios de decisión. Es importante capturar los rangos potenciales de impacto para todos estos criterios. En otras palabras, para un análisis de decisiones multicriterio, los escenarios deben ser construidos para cubrir el rango de incertidumbres en los impactos para todos los criterios de todos los cursos de acción. Las correlaciones importantes (positivas y negativas) entre el las medidas de desempeño para los diferentes criterios deben ser también capturados (Stewart et al, 2012: p.11).

Finalmente, las acciones deberán ser evaluadas y comparadas sobre la base del comportamiento/desempeño en términos de cada criterio bajo las condiciones de cada escenario. Por lo tanto, prácticamente, el producto del número de criterios por el número de escenarios necesita ser cognitivamente manejable (Stewart et al, 2012: p.11).

Por lo cual, en la búsqueda de una base apropiada y teóricamente aplicable para la modelación de preferencias en este contexto, se han sugerido principalmente dos enfoques (Stewart, 2005: 462).

Un primer modelo consiste en aplicar un enfoque convencional de análisis de decisiones multicriterio para construir un modelo de preferencia (ordinal o cardinal) a través de los resultados posibles (combinación de alternativas y escenarios, representado con  $ms$ ) dados por el nivel de desempeño de los vectores  $z^{kr}$ . Este proceso involucra la agregación a través de los  $n$  criterio originales.

1. Se construye una función de valor  $v_i(z_i)$  para cada criterio, se estandariza sobre un rango apropiado de niveles de desempeño cubriendo al menos los  $ms$  resultados.
2. Se evalúan las loterías de las ponderaciones  $w_i$  mediante la consideración de los rangos de resultados utilizados para estandarizar la escala de cada criterio.
3. Se calcula una utilidad total para cada resultado:

$$V(z^{kr}) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(z_i^{kr})$$

Como una alternativa a la medida de valor sugerida por Goodwin y Wrigth (2001) se puede:

- Utilizar un método de sobreclasificación para construir una relación de preferencia de pares valorados o una (tal vez parcial) ordenación de preferencias del conjunto total de  $ms$  resultados;
- Aplicar un método de programación por metas para obtener una medida de distancia agregada entre cada uno de los  $ms$  resultados y un conjunto predefinido de objetivos para cada uno de los  $n$  criterios;
- Cualquier método de análisis de decisiones multicriterio que sea aplicado, el resultado será un valor numérico que indicará el nivel de desempeño alcanzado por cada alternativa  $n$  bajo las condiciones de cada escenario  $p$ .



Un segundo modelo trata a cada una de las combinaciones de criterio-escenario ( $mp$ ) como un metacriterio para posteriormente aplicar alguna variante del análisis de decisiones multicriterio al problema de comparar  $m$  alternativas en términos de los  $m \times p$  metacriterio.

$$V_i = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^p w_{ji} v_{ji}(z_{ijr})$$

Un tercer modelo consiste en seleccionar un conjunto reducido de escenarios y asignarles un peso relativo para capturar su probabilidad de ocurrencia (Bunn y Salo, 1993). Esta opción se vuelve menos fiable a medida que aumenta la incertidumbre. Además, viola el supuesto clave de que todo futuro es igualmente posible ya que el uso de probabilidades no es compatible con la filosofía de la planeación por escenarios.

Para una sencilla presentación, se parte de tener un número finito de  $n$  alternativas numeradas mediante  $i = 1, 2, \dots, n$ . Éstas se evalúan contra los  $m$  criterios ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) bajo las condiciones de los  $p$  escenarios ( $r = 1, 2, \dots, p$ ). Sea  $z_{ijr}$  la medida de desempeño ajustada de la alternativa  $i$  en términos del criterio  $j$  bajo las condiciones del escenario  $r$ . En esta etapa, no se asume nada más que las propiedades ordinales en el sentido de que la alternativa  $i$  se prefiere a la alternativa  $k$  acorde al criterio  $j$  bajo las consideraciones del escenario  $r$ . Goodwin y Wright (2001) proponen un proceso de tres etapas:

1. Crear una función de valor aditivo a través de los  $m$  criterios, sea  $\sum_{j=1}^m w_j v_j(z_j)$  donde el valor parcial de las funciones  $v_j(z_j)$  se define sobre un rango que incluye  $z_{ijr}$  para todas las alternativas y escenarios.
2. Para cada par de alternativa-escenario, calcular un "valor" utilizando esta función de valor,  $V_{ir} = \sum_{j=1}^m w_j v_j(z_{ijr})$ .
3. Presentar la tabla  $n \times p$  de valores  $V_{ir}$  al decisor para una selección final: Goodwin y Wright no discuten el proceso detrás de esta selección, ni los requerimientos de soporte asociados a la decisión, sino las implicaciones que parecen ser aquellas que buscan alguna forma de robustez a través de los escenarios (Stewart et al, 2012: p.13).

### **Experiencias en la integración de los métodos**

Al respecto de estos modelos de integración de los métodos, en tiempos recientes se han desarrollado trabajos de aplicación que a continuación se resumen:

Goodwin y Wright (2001), pioneros en el campo presentaron uno de los enfoques más extendidos y vigente aún en día. Su propuesta consiste en combinar la planeación por escenarios y el análisis de decisiones multicriterio con el propósito de mejorar la evaluación de estrategias.

Su estrategia consiste, primero, definir un conjunto de opciones estratégicas para luego elaborar los escenarios como medio de considerar la incertidumbre sin recurrir al uso de probabilidades subjetivas. Posteriormente, cada decisión-alternativa es una combinación de una opción estratégica en un escenario dado.

Para la evaluación de las estrategias, los autores proponen el uso de la teoría de valor multiatributo —método ampliamente investigado y extensivamente empleado— con lo que se evita un análisis matemático sofisticado. Asimismo, no asignan probabilidades a los escenarios ni suman el desempeño de las estrategias a través de los escenarios, lo cual es compatible con el espíritu de la planeación por escenarios (Montibeller et al, 2006).

En síntesis, se construye una función de valor multiatributo para la evaluación de las estrategias bajo todos los escenarios de tal forma que puedan seleccionar las alternativas más robustas. Este enfoque se considera una extensión de la tradicional teoría del valor multiatributo.

En cuanto a la aplicación del método Goodwin y Wright (2001) presentan un caso hipotético que lo ilustra. En este se asume que una empresa nacional de correos está considerando su futuro bajo dos escenarios: «perro de pelea» donde la empresa pierde su monopolio y «montaña de correos» donde lo retiene. De ahí se desprenden tres estrategias: mantener la posición, invertir en investigación y desarrollo o diversificar. Finalmente, consideraron cinco estrategias en el árbol de decisiones: rentabilidad en el corto y largo plazo, participación en el mercado, crecimiento y flexibilidad.

Posteriormente, el proceso para llegar a la mejor estrategia consiste en calificar cada decisión-alternativa bajo cada uno de los objetivos, para cada uno de los dos escenarios. Se suma el desempeño parcial de cada decisión-alternativa y con esto se obtiene un valor general para cada decisión-alternativa.

Al evaluar los resultados del caso hipotético, los autores observaron que la estrategia de investigación y desarrollo era la mejor opción. La estrategia de mantener la posición fue dominada por las otras dos estrategias; y prácticamente la estrategia de invertir en investigación dominó a la estrategia de diversificar. Tanto diversificar e invertir en investigación y desarrollo, tuvieron un desempeño similar bajo el escenario «perro de pelea» pero invertir en investigación y desarrollo fue mucho más fuerte bajo el escenario «montaña de correos».

Belton y Steward (2002) generan escenarios que satisfacen los principios básicos de la construcción de escenarios. Asignan diferentes pesos a cada escenario utilizando el enfoque de Goodwin y Wright (2001). Los mejores y peores desempeños contra cada criterio a través de todos los escenarios definen el límite más alto y más bajo de la escala de valor.

Durbach y Stewart (2003) ensayan con la integración de la planeación por escenarios con la programación por metas. Para lo cual inicialmente construyen escenarios utilizando las herramientas de la planeación por escenarios para a continuación estructurar un problema de programación por metas dentro de cada escenario. El enfoque desarrollado sólo es aplicado a un caso ilustrativo no real.

Chermack (2004) desde un análisis riguroso de las causas de error en la toma de decisiones analiza académicamente la pertinencia de la vinculación conceptual del uso de la planeación por escenarios y la toma de decisiones. Concluye diciendo que los escenarios y la planeación por escenarios son un medio potencial para limitar el impacto de los errores en la toma de decisiones. Al ser un análisis conceptual, no existe caso de aplicación.

Montibeller, Gummer y Tumidei (2006), basados en el trabajo de Goodwin y Wright (2001), efectuaron la aplicación de dicho enfoque al análisis de decisiones estratégicas en dos casos de estudio reales: una empresa del sector asegurador en Inglaterra y un desarrollador inmobiliario en Italia. Sin embargo, la aportación de estos autores proviene de evaluar las alternativas

separadamente para cada escenario, es decir, construyen una función de valor multiatributo dentro de cada escenario y por lo tanto utilizan los resultados obtenidos para resaltar las fortalezas y debilidades de las alternativas; asimismo, de este enfoque se desprende que al construir una función para cada escenario no se busca la agregación formal a través de los escenarios.

Comes, Hiete, Wijngaards y Kempen (2009) exploran la integración del razonamiento basado en escenarios y la teoría de valor multiatributo dentro del marco de mapas de decisión como un enfoque que facilita la construcción de escenarios y la evaluación de estrategias —similar a Belton y Steward (2002)—y su aplicación a un caso hipotético de gestión de una crisis ambiental en Europa.

Kowalski, Stagl, Madlener y Omann (2009) analizan la combinación de la planeación por escenarios con PROMETHEE como técnica de análisis de decisiones multicriterio participativa. El fin de su trabajo es examinar los retos metodológicos de mezclar ambos métodos en el contexto de un proyecto de desarrollo sustentable en Austria.

Weng, Huang y Li (2010), en primer lugar utilizan el análisis de escenarios para tomar en cuenta incertidumbre asociada al futuro; en segundo lugar, usan la programación multiobjetivo para considerar los múltiples conflictos en los objetivos; y en tercer lugar aplican el análisis de conjuntos difusos para seleccionar la solución más preferida en cada escenario. La aplicación del sistema se efectuó en un proyecto real de planeación y gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Haihe, en China.

Schroeder y Lambert (2011) proponen una metodología basada en escenarios y valuada mediante una función de valor aditiva —tomando como base los trabajos de Montibeller, Gummer y Tumidei (2006). El caso se centra en la aplicación del método a los procesos de planeación del transporte en cuatro regiones de Estados Unidos.

Ram, Montibeller y Morton (2011) ahondan en la combinación de escenarios y análisis de decisiones multicriterio y a diferencia de los enfoques anteriores, éste presenta dos características clave: primera, la generación de muchos escenarios (más de cuatro) y segundo, el uso del costo equivalente de arrepentimiento para facilitar la comparación de resultados. La

técnica es implementada en un caso de estudio de seguridad alimenticia y agricultura en Trinidad y Tobago.

Emami, Nazari, y Fardmaneshc (2012) siguiendo el enfoque de Montibeller, et al (2006) utilizan la planeación de escenarios en conjunción con el método de análisis multicriterio TOPSIS como técnica híbrida de toma de decisiones estratégicas.

Stewart, French y Ríos (2013) disertan acerca de la integración de la planeación por escenarios y los diferentes métodos de análisis de decisiones multicriterio. A su vez, los autores plantean considerar a cada una de las combinaciones de criterio-escenario como un metacriterio para posteriormente aplicar una función de valor multiatributo. La técnica propuesta es probada en un caso hipotético de políticas agropecuarias en un país en vías de desarrollo en respuesta a los potenciales efectos del cambio climático.

En la Tabla 1 se resumen las estrategias de combinación arriba mencionadas:

**Tabla 1. Resumen de ejercicios de integración de planeación por escenarios y análisis de decisiones multicriterio.**

<b>Autor o autores</b>	<b>Planeación por Escenarios</b>	<b>Método de análisis de decisiones multicriterio</b>	<b>Caso de aplicación</b>	<b>Principal aporte de integración</b>
Goodwin y Wright (2001)	2 escenarios.	Función de valor multiatributo	Hipotético	Evaluar cada una de las estrategias bajo cada uno de los escenarios.
Belton y Steward (2002)	2 escenarios.	Función de valor multiatributo	Real	Asignar diferentes pesos a los criterios dependiendo del escenario.
Durbach y Stewart (2003)	3 escenarios.	Programación por metas	Hipotético	Combinar los escenarios con un método de análisis de decisiones diferente.
Chermack (2004)	Sin aplicación	Sin aplicación	Sin aplicación	Analizar conceptualmente las implicaciones de la toma de decisiones estratégicas y su mitigación con los escenarios.
Montibeller, Gummer y Tumidei (2006)	2-3 escenarios.	Función de valor multiatributo	Real	Asignar diferentes pesos a los criterios dependiendo del escenario.
Comes, Hiete, Wijngaards y Kempen (2009)	3 escenarios.	Función de valor multiatributo	Hipotético	Dar probabilidades a cada uno de los tres escenarios y efectúan un análisis de sensibilidad.
Kowalski, Stagl, Madlener y Omann (2009)	5 escenarios.	PROMETHEE	Real	Combinar los escenarios con un método de análisis de decisiones diferente.
Weng, Huang y Li (2010)	5 escenarios.	Análisis de conjuntos difusos	Real	Utilizar un método continuo para el análisis de los objetivos y un método discreto para el análisis de

				las alternativas.
Schroeder y Lambert (2011)	5 escenarios.	Función de valor multiatributo	Real	Reponderar los criterios de evaluación en los escenarios.
Ram, Montibeller y Morton (2011)	12 escenarios.	Función de valor multiatributo	Real	Utilizar un amplio conjunto de escenarios.
Emami, Nazari, y Fardmaneshc (2012)	Aplicación de los principios generales de la construcción de escenarios.	TOPSIS	Hipotético.	Combinar los escenarios con un método de análisis de decisiones diferente.
Stewart, French y Ríos (2013)	4 escenarios.	Función de valor multiatributo	Hipotético	Aplicar los escenarios como metacriterios en el análisis de decisiones.

### Elección de un método multicriterio

Una vez revisados tanto los diferentes métodos de planeación por escenarios y de análisis multicriterio así como sus fortalezas y debilidades para su integración, la pregunta natural que surge es saber cuál de todos los métodos del análisis de decisiones multicriterio es el apropiado para esta situación particular de toma de decisión. Como se indicó en el primer capítulo, en este trabajo se seleccionó el método PRIME por las siguientes razones.

Las condiciones ideales de una situación de decisión se caracterizan por contar con un conjunto de alternativas bien definidas, un conjunto de objetivos (atributos), una distribución de probabilidad conocida y un decisor con una estructura de preferencias estable. Es indiscutible que estos requerimientos de información son estrictos cuando se trata toma de decisiones que toman en cuenta el futuro, el cual es incierto y con repercusiones en el largo plazo.

Un tipo de métodos que se han estudiado para tratar con este tipo de problemas son los métodos de análisis de decisiones con información incompleta. Una *situación de decisión con información incompleta* se caracteriza por tener un decisor sin una estructura de preferencias estable, precisa y definida; una distribución de probabilidad que no se conoce por completo; o por una evaluación inexacta de las consecuencias (Weber, 1987: p.44)

El método PRIME es un método de análisis de decisiones con información incompleta basado en funciones aditivas mediante el uso de enunciados de relación de intervalos valorados. Estos

enunciados se transforman en restricciones lineales de tal manera que se puedan determinar estructuras de dominancia para una serie de problemas de programación lineal.

El método PRIME —por las siglas en inglés de *Preference Ratios in Multiattribute Evaluation*— fue desarrollado en el Laboratorio de Análisis de Sistemas de la Universidad Tecnológica de Helsinki por Salo y Hälämäin (2001). La herramienta puede ser descargada sólo para usos académicos de <http://sal.aalto.fi/en/resources/downloadables/prime>

En este método la información acerca de las preferencias se da en intervalos. Como sucede en la realidad, el decisor generalmente no se sabe el valor exacto de sus preferencias, sin embargo puede dar una aproximación de ésta —por ejemplo, “esto es bueno”, “esto es poco favorable”, “esto es un poco mejor que aquello”—. Por tanto, los intervalos ayudan a modelar las opiniones como restricciones matemáticas, por ejemplo, “bueno” puede ser dos o tres veces mejor que “malo”.

El método consta de cuatro fases: 1) definición del árbol de valor —que tiene correspondencia con la identificación de atributos de otros métodos—; 2) definición de las alternativas; 3) identificación de la información acerca de las preferencias; y 4) definición de los intervalos de valor, pesos, dominancias y reglas de decisión —análogamente a la determinación de la mejor alternativa de otros métodos (Saló y Hälämäin, 2001).

### *Evaluación de calificaciones*

El primer paso en la recopilación de preferencias es evaluar las calificaciones. La noción de una calificación se refiere al valor (por ejemplo, utilidad) de una consecuencia/resultado y por lo tanto la evaluación de la calificación es el proceso de determinar el valor de los resultados con respecto a los atributos (Gustafsson, Gustafsson y Salo, 2000).

La primera tarea en la evaluación de la calificación es clasificar los resultados de manera ordinal, es decir, definir el orden de preferencia de los resultados. Todos los resultados pueden no ser clasificados pero es indispensable que el mejor y el peor resultado sí sean elegidos para cada atributo.

La clasificación cardinal juega un rol central en el método, no obstante es opcional. La clasificación cardinal provee de información sobre la fuerza de las preferencias, la cual queda

indefinida en la clasificación ordinal. Una preferencia cardinal se especifica como una proporción con un límite superior y uno inferior. Un límite puede ser un número no negativo o puede ser dejado sin definir. La expresión de “sin límite” en este método tiene un significado diferente con un límite más arriba y más abajo. “Sin límite inferior” denota, por definición, que el límite inferior es cero y que “sin límite superior” significa el infinito.

El método tiene cuatro opciones para efectuar la clasificación cardinal: 1) la comparación de diferencias sucesivas; 2) la comparación de dos diferencias desde el nivel más bajo; 3) la comparación de diferencias desde el menor y mayor nivel; y 4) la puntuación directa en escala del 0 al 1.

La clasificación cardinal puede crear sesgos, es decir, el decisor puede dejar de ser imparcial en sus preferencias debido a que los límites numéricos pueden ser difíciles de definir. Por tanto, se introducen dos tipos de sesgos.

El primer tipo de sesgo consiste en que en la comparación de diferencias es crucial que las diferencias sean del mismo tamaño, al menos del mismo orden de magnitud. Si una diferencia en la comparación es notablemente mayor (o menor) que la diferencia de referencia, no se puede determinar de forma fiable el orden de magnitud de los límites.

El segundo tipo de sesgo trata acerca de que los números enteros son más fáciles de tratar que con sus inversos. Por lo tanto sería mejor que la diferencia de referencia fuera menor que (o del mismo tamaño que) la otra diferencia en comparación. Como regla heurística, los límites son fáciles de entender si se sitúan en un rango entre 1 y 10.

En la “Comparación de diferencias sucesivas” —comparar la diferencia del tercer al segundo nivel con la diferencia del cuarto al tercer nivel— los dos tipos de sesgos puede ocurrir si las diferencias varían en tamaño. En la “Comparación de dos diferencias” — si hay cinco niveles de logro, comparar la diferencia del quinto al segundo nivel con la diferencia del quinto al tercer nivel— se elimina el segundo tipo de sesgo, pero sólo si el cambio del nivel menor al segundo nivel es muy pequeño. En la “Comparación desde el menor y mayor nivel” se compara el cambio desde el nivel menor a alguno de los niveles y desde el nivel al nivel mayor. Debido a que la diferencia de referencia cambia y por ende varía en tamaño, los dos tipos de sesgo pueden ocurrir. En la puntuación directa, la diferencia entre el peor y el mejor



nivel es la diferencia de referencia. Luego, cada diferencia del menor nivel a otro nivel se compara con la referencia. Debido a que la referencia permanece igual, el primer tipo de prejuicio no puede ocurrir a menos que el cambio del menor nivel al siguiente sea despreciable. Por otra parte, los límites son más pequeños que uno, ya que no hay diferencia mayor que la referencia, y por lo tanto la puntuación directa es propensa a sesgos del segundo tipo. A la luz de este examen, la “Comparación de dos diferencias” sería la forma más fiable de conseguir las preferencias cardinales en el análisis de decisiones.

### *Evaluación de pesos*

La segunda fase en la recopilación de preferencias es evaluar los pesos de los atributos. El método PRIME define el peso de un atributo como la ganancia en el valor total obtenido a través de un cambio del peor resultado de ese atributo a su mejor resultado. PRIME utiliza loterías con intervalos como método de ponderación, lo que significa que la mayor utilidad se representa con un intervalo de [100,100]. Los pesos de los otros atributos se comparan con este valor y se les da un intervalo limitado de 0 a 100.

PRIME tiene dos maneras para evaluar los pesos: de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo. En la evaluación de pesos hacia arriba, el decisor necesita ponderar los atributos del modelo con respecto a cada uno de los otros. Por otro lado, en la evaluación de pesos hacia abajo, el decisor compara los pesos de los subatributos (y subobjetivos) del objetivo principal con cada uno de los otros. El proceso se repite recursivamente para cada objetivo en el modelo hasta que todos los pesos han sido evaluados. Como regla heurística, la evaluación hacia arriba se ajusta mejor para pequeños modelos mientras que la evaluación hacia abajo es mejor cuando se presentan modelos con muchos objetivos.

### *Comparación holística*

En la comparación holística se puede evaluar las calificaciones de manera ordinal y cardinal con respecto a los objetivos. Los medios para obtener comparaciones holísticas son similares a los de la evaluación de calificaciones. En los párrafos siguientes se detallará brevemente la representación matemática que da sustento al método.

### *Modelación de preferencias*

En el método PRIME, se asume que las preferencias del decisor tienen una estructura aditiva de manera que la calificación total de una alternativa es igual a la suma de las calificaciones de los atributos particulares, por ejemplo,

$$V(x) = \sum_{i=1}^N v_i(x_i). \quad (1)$$

Donde,  $N$  representa el número de atributos del nivel más bajo en el árbol de decisión,  $x_i$  representa el nivel de logro o realización de una alternativa  $x$  con respecto al  $i$ -ésimo atributo y  $v_i(x_i)$  es la calificación de un solo atributo asociada con el nivel de logro  $x_i$  en el  $i$ -ésimo atributo. Los niveles de desempeño que más se prefieren y que menos se prefieren con respecto al  $i$ -ésimo atributo se denotan con  $x_i^*$  y con  $x_i^0$ , respectivamente.

Por un lado, la calificación del nivel de logro menos preferido puede se puede establecer como igual a cero, por ejemplo  $v_i(x_i^0) = 0$ . Normalizar las funciones de valor es una práctica común de manera que asigna el valor de uno a la calificación del atributo más preferido y todas las puntuaciones son multiplicadas por constantes de escala o pesos de los atributos  $w_i$  ( $i = 1, \dots, N$ ) los cuales suman uno. Sin embargo se debe tener cuidado para asegurar que los pesos de los atributos  $w_i$  permanezcan proporcionales a la diferencia de valor entre  $x_i^*$  y  $x_i^0$ . Esto puede ser visto en la siguiente desigualdad

$$V(x) = \sum_{i=1}^N v_i(x_i) = \sum_{i=1}^N [v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)] \left[ \frac{v_i(x_i) - v_i(x_i^0)}{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)} \right] = \sum_{i=1}^N w_i v_i^N(x_i) \quad (2)$$

Donde  $w_i = v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)$ ,  $i = 1, \dots, N$  denota la ponderación de los atributos y la calificación normalizada  $v_i^N(x_i)$  está definida por

$$v_i^N(x_i) = \frac{v_i(x_i) - v_i(x_i^0)}{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)} = \frac{v_i(x_i) - v_i(x_i^0)}{w_i} \quad (3)$$

Desde el punto de vista de la recopilación de preferencias, es importante notar que las relaciones estimadas acerca de las diferencias de valor en (2) y (3) son suficientes para justificar las conclusiones acerca de las preferencias del decisor. Esta observación, aparejada con la posibilidad de proporcionar relaciones de intervalos valorados, es la base para la recopilación de preferencias en PRIME.

### *Recopilación de Preferencias*

En PRIME, la recopilación de preferencias consta de dos fases, la primera referente a la recopilación de calificaciones y la segunda a la recopilación de ponderaciones.

Para cada atributo, la calificación se obtiene a través de 1) identificar el nivel de logro menos preferido  $x_i^0$  y del nivel de logro más preferido  $x_i^*$ ; 2) clasificar ordinalmente los otros niveles de logro y 3) recopilar las posibles estimaciones de intervalos valorados para las proporciones de diferencias de valores.

La clasificación ordinal de los niveles de logro determina cuales diferencias de valor son positivas. Esto también implica un conjunto de restricciones lineales en las calificaciones: por ejemplo, si el nivel de logro  $x_i^j$  se prefiere sobre el nivel de logro  $x_i^k$  con respecto al  $i$ -ésimo atributo, por tanto la desigualdad  $v_i(x_i^j) - v_i(x_i^k)$  se debe mantener.

Después de que los niveles de logro han sido clasificados, se puede obtener información adicional de la calificación a través de los enunciados de los intervalos valorados acerca de las proporciones de diferencias de valor. Por ejemplo, asignar los límites inferior y superior [L,U] en la proporción entre el valor de la diferencia de  $x_i^0$  al nivel de logro  $x_i^j$  y la diferencia de valor de  $x_i^0$  a  $x_i^*$  conduce a las siguientes desigualdades

$$L < \frac{v_i(x_i^j) - v_i(x_i^0)}{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)} < U \quad (4)$$

Los juicios de intervalos valorados implican dos restricciones lineales en la calificación. Es análogo a la clasificación en la que la puntuación  $v_i(x_i^j)$  se posiciona con relación al peor y al mejor nivel de logro entre  $x_i^0$  y  $x_i^*$ .

El método PRIME cuenta con diferentes enfoques para la recopilación de la ponderación de los atributos. Uno de ellos está basado en la extensión del método de loterías. Primero, se selecciona un atributo de referencia (por ejemplo, el más importante) y se le asigna una calificación de 100 puntos. Posteriormente, se le solicita al decisor que asigne un rango de puntuación [L,U] a cada uno de los otros atributos en concordancia con la importancia percibida de estos atributos

$$\frac{L}{100} \leq \frac{w_i}{w_{ref}} \leq \frac{U}{100} \leftrightarrow \frac{L}{100} \leq \frac{v_i(x_i^*) - v_i(x_i^0)}{v_{ref}(x_{ref}^*) - v_{ref}(x_{ref}^0)} \leq \frac{U}{100} \quad (5)$$

### Síntesis de las preferencias

Los resultados de la síntesis de preferencias se integran en tres partes: los intervalos de valor para las alternativas, los intervalos de ponderación para los atributos y las estructuras de dominancia y reglas de decisión para la comparación de alternativas. Estos resultados se obtienen de la solución de los problemas de programación lineal donde las funciones objetivo se solucionan sujetas a las restricciones impuestas por los juicios del decisor.

Por ejemplo, el intervalo de valor para la alternativa  $x$  puede ser obtenido de dos problemas de programación lineal

$$V(x) \in \left[ \min \sum_{i=1}^N v_i(x_i), \max \sum_{i=1}^N v_i(x_i) \right] \quad (6)$$

El método PRIME proporciona dos estructuras de dominancia y varias reglas de decisión para ayudar en la comparación de alternativas. Específicamente, la alternativa  $x^j$  se prefiere a la  $x^k$  en el sentido de *absoluta dominancia* si el menor valor posible de  $x^j$  es mayor que el mayor valor posible de  $x^k$  (p.ej. el intervalo de valor para dos alternativas no se sobreponen). En este caso, las desigualdades

$$\max(V(x^k) - V(x^j)) < 0 \leftrightarrow \max \left[ \sum_{i=1}^N v_i(x_i^k) - \sum_{i=1}^N v_i(x_i^j) \right] < 0 \quad (7)$$

Se mantienen y  $x^j$  se prefiere a  $x^k$  en el sentido de un criterio de *dominancia por parejas*. Si estas desigualdades no se sostienen, el máximo en (7) proporciona la mayor pérdida de valor que puede ser desaprovechada por seleccionar la alternativa  $x^k$  en lugar de  $x^j$  (p.ej. para algunos valores de parámetros factibles, el valor de  $x^j$  es mayor que el de  $x^k$ ). Generalmente, la mayor pérdida de valor que puede ser desaprovechada por elegir la alternativa  $x^k$  está dada por el problema de maximización

$$PLV(k) = \max_{j \neq k} \left\{ \max \left[ \sum_{i=1}^N v_i(x_i^j) - \sum_{i=1}^N v_i(x_i^k) \right] \right\} \quad (8)$$

El método PRIME cuenta con cuatro reglas de decisión que se pueden utilizar para obtener una recomendación de decisión. Estas reglas son útiles en situaciones donde las relaciones de dominancia no se sustentan y se limitan las posibilidades de obtener información adicional de las preferencias. Las reglas son 1) *maximax* (p.ej. la alternativa con el mayor valor posible), 2) *maximin* (p.ej. la alternativa para la cual el menor valor posible de una alternativa es el más grande todas las alternativas), 3) *arrepentimiento minimax* (p.ej. la alternativa para el cual la más grande pérdida posible de valor es la más pequeña), y 4) *valores centrales* (p.ej. la alternativa para la cual el punto medio del intervalo de valor es más grande).

## **2.4. Conclusiones del capítulo**

En este capítulo se presentó el marco metodológico para proponer una aplicación de toma de decisiones estratégica basada en escenarios. Primero, se brindó el contexto actual de la planeación por escenarios para lo cual se mostró el desarrollo histórico del método, las definiciones de diversos autores y los principios generales de la tipología, construcción y presentación de escenarios; finalmente se mostró las oportunidades de mejora que presenta la planeación por escenarios. Segundo, se presentó el panorama general del proceso de toma de decisiones y la vertiente de la disciplina del análisis de decisiones multicriterio; de manera análoga se discutieron las áreas de oportunidad para conseguir mejores estrategias. Tercero y último, se expuso como la planeación por escenarios y el análisis de decisiones multicriterio son dos herramientas ampliamente difundidas en la planeación estratégica con el potencial de ser integradas de una manera coherente, reconociendo que cada enfoque agrega valor a la implementación del otro. De manera importante, se revisaron los diversos modelos que han sido adoptados para tal integración con un enfoque primario en el proceso de construcción de preferencias tanto dentro y entre los escenarios.

### 3. TOMA DE DECISIONES BASADA EN ESCENARIOS

Este tercer capítulo del trabajo de tesis propone una estrategia para la generación de un conjunto de escenarios, la creación de estrategias y la incorporación de la evaluación de dichas opciones estratégicas bajo un marco de análisis de decisiones multicriterio.

La primera parte de la estrategia propuesta está basada en el método de planeación por escenarios planteado por Wulf, Meissner y Stubner (2010) debido a la estandarización de los pasos. La segunda parte de la estrategia propuesta se centra en el desarrollo de estrategias y la última fase consiste en identificar los criterios para a continuación evaluar dichas opciones estratégicas mediante un método de análisis de decisiones multicriterio con información incompleta mediante el software PRIME.

Los pasos de la estrategia propuesta son los siguientes (ver Figura 3. Estrategia propuesta de toma de decisiones basada en escenarios):

1. Definir la pregunta estratégica de interés.
2. Identificar las incertidumbres y tendencias claves.
3. Desarrollar escenarios.
4. Definir objetivos estratégicos.
5. Identificar alternativas estratégicas.
6. Evaluar alternativas estratégicas.

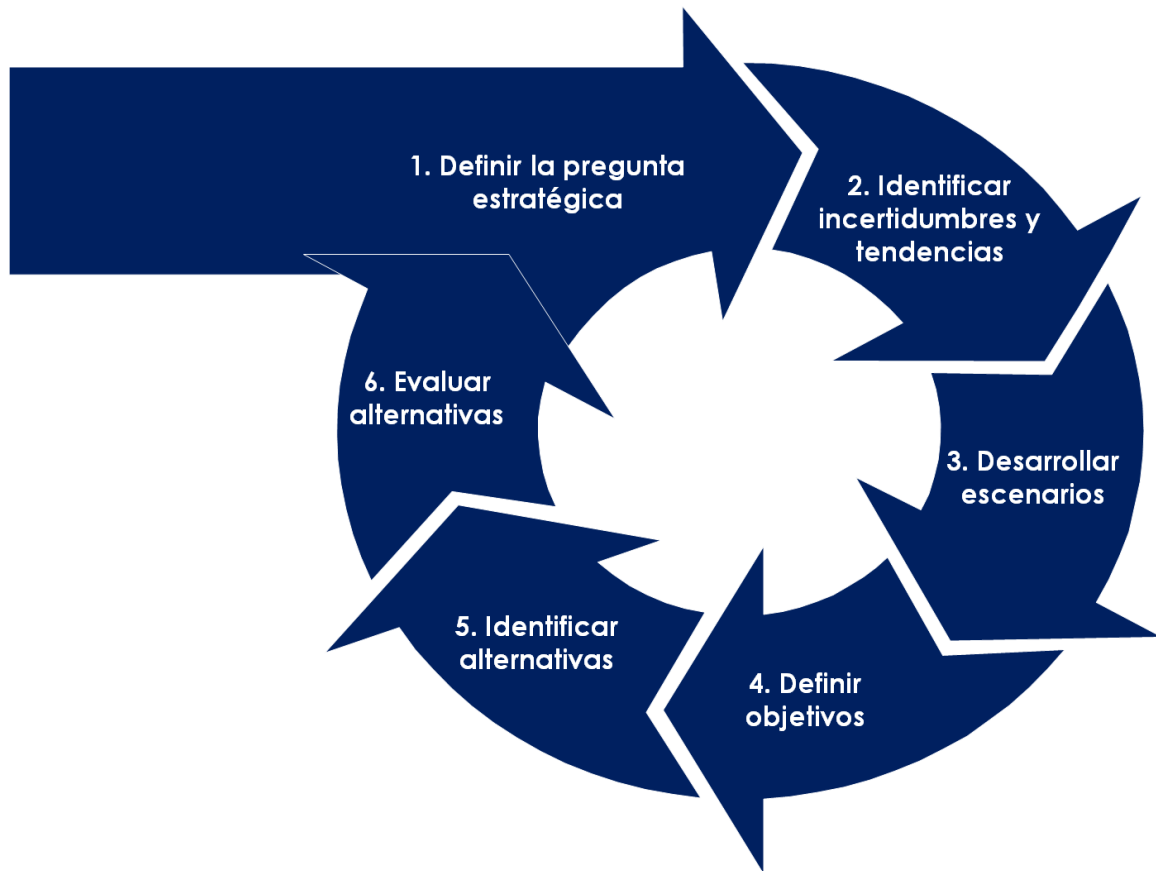


Figura 3. Estrategia propuesta de toma de decisiones basada en escenarios

### 3.1. Estrategia propuesta para el diseño de estrategias

#### Paso 1. Definición de la pregunta estratégica

Debido a que el mundo real es altamente complejo y el futuro contiene una infinidad de posibilidades, la planeación por escenarios se tiene que enfocar a un tema para ser efectiva. Para tal efecto, se examina el futuro a la luz de una pregunta específica que separe los aspectos relevantes del futuro de aquellos que no lo son. La pregunta estratégica debe emerger de la negociación entre los participantes en el proceso de planeación.

Este primer paso de definir preguntas estratégicas tiene como propósito adicional disparar el proceso de pensamiento acerca de los futuros posibles. Identificar la decisión clave que deberá enfrentar la organización es imprescindible para después discutir y desarrollar un claro entendimiento de las preguntas útiles sobre las cuales hay que cuestionarse. En otras palabras,

este paso tiene como objetivo identificar cuál es la pregunta concreta más importante que se quiere responder.

Muchos de los temas de vital importancia pueden ser enunciados en forma de preguntas. Por ejemplo, para conseguir reflexionar sobre este punto, conviene generar conciencia del contexto en el que se han tomado las decisiones en el pasado dentro de la organización: ¿Qué no se supo en ese momento, pero se pudo haber previsto? ¿Qué fue lo que sorprendió? entre otras.

Así, después de analizar y reflexionar, la pregunta estratégica puede ser formulada en términos tales como: ¿se debe construir una nueva planta con cierta tecnología?, ¿se debe adquirir (o diversificar o expandir) ciertos negocios (o líneas de productos)?, ¿se debe construir infraestructura manufacturera en China?, ¿se debe invertir buena parte de los recursos de la organización en un nuevo medio interactivo?, por citar algunas. Un ejemplo específico de la pregunta estratégica que se planteó la Royal Dutch Shell durante sus ejercicios de planeación fue la siguiente: ¿qué podría afectar el precio del petróleo en el futuro?

Finalmente, cumplir con este paso tiene como resultados tres principales puntos: 1) la definición del sistema —la comunidad que enfrenta un problema identificable en el que ésta puede influenciar— de cara un ambiente más amplio; 2) la pregunta clave que el sistema quiere responder y 3) el número de años que se quieren abarcar.

## **Paso 2. Identificación de tendencias e incertidumbres**

Esta fase está compuesta por dos pasos, el primero consiste en generar un listado con fuerzas conductoras y la segunda parte consiste en categorizar dichos factores.

Para llevar a cabo la generación del listado de fuerzas conductoras *f* se utiliza la técnica de «Tormenta de Ideas». De esta manera, se parte de plantear la pregunta estratégica definida en el punto anterior como marco de tiempo y del sistema a manera de guía para facilitar la sesión haciendo énfasis en que se traten de los elementos más significativos del ambiente externo. Asimismo, se debe asegurar que se consideren cinco categorías generales de factores:

- Aspectos sociales (p. ej. cambios en la población, demografía, estilos de vida, demanda de los consumidores y valores sociales).



- Tecnológicos (p. ej. cambios en el hardware, software, dispositivos de comunicación y aplicaciones).
- Económicos (p. ej. cambios en los flujos internacionales de comercio, valor del dólar o del euro, la estructura de la industria).
- Ambientales (p. ej. desastres naturales, escases de materias primas, presión sobre los recursos hídricos).
- Políticos (p. ej. cambios en el paisaje electoral, impuestos, regulaciones, ambiente legal).

El resultado de la lluvia de ideas deberá ser un listado de tendencias (factores predeterminados) e incertidumbres (factores inciertos) que servirán como insumo para el siguiente paso.

Así el siguiente paso consiste en categorizar dichos factores como incertidumbres críticas o tendencias clave, para lo cual la «Matriz Impacto-Incertidumbre» es la principal herramienta para facilitar este trabajo. Ver Figura 4.

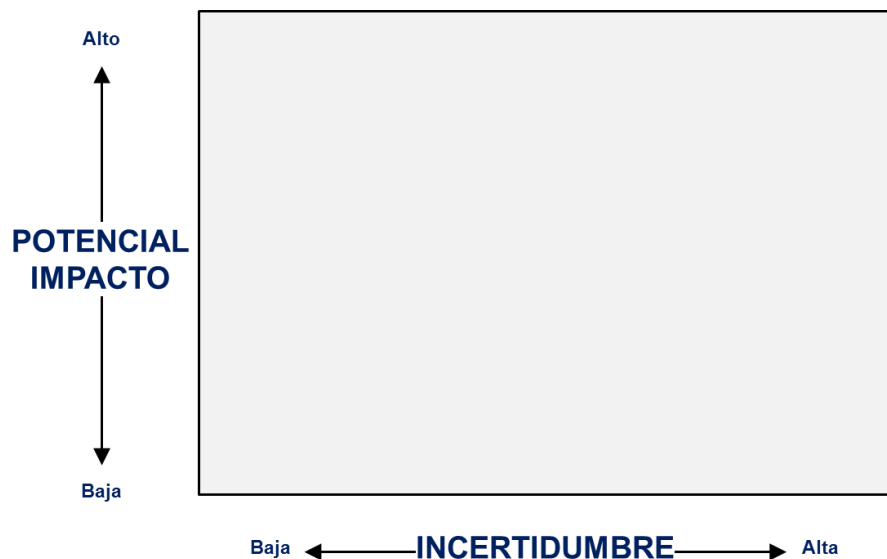


Figura 4. Matriz de Impacto vs Incertidumbre

Esencialmente, la matriz impacto-incertidumbre es un plano cartesiano que permite estructurar la lista exhaustiva de factores identificada anteriormente y ubicarlos de acuerdo a su potencial de impacto y a su grado de incertidumbre. Entre más alto sea el impacto potencial de un factor, éste tiene que ser colocado más arriba en la gráfica. Análogamente, entre más incierto sea un factor, éste debe ser colocado más a la derecha de la gráfica.

En general, la matriz impacto-incertidumbre se puede dividir en tres secciones. La sección de abajo contiene todos los factores que tienen un bajo impacto relativamente. Los factores contenidos dentro de esta sección se denominan «elementos secundarios» y por lo tanto, se desestiman y no son considerados más adelante en la construcción de escenarios. La parte superior izquierda contiene todos los factores que tiene comparativamente un alto impacto y a su vez son relativamente predecibles. Estos factores se denominan «tendencias clave» y serán parte importante de la descripción de escenarios en los siguientes pasos. Los elementos que se localizan en la esquina superior derecha de la gráfica son las denominadas «incertidumbres críticas». Ver Figura 5.

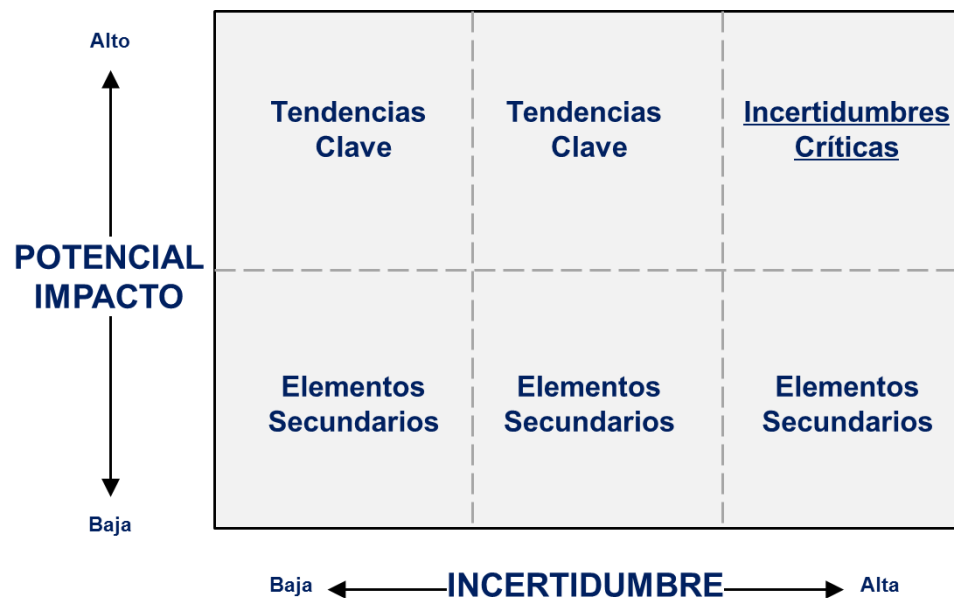


Figura 5. Zonas de la Matriz de Impacto vs Incertidumbre

Algunos de los factores de incertidumbre son más importantes que otros. Aquellas fuerzas conductoras de incertidumbres que son más probable que definan o cambien significativamente la forma en que el futuro se desenvuelva alrededor de la pregunta estratégica son catalogadas por el nivel de incertidumbre e importancia para la organización. Las dos incertidumbres más influyentes e informativas se definen como las incertidumbres críticas.

### **Paso 3. Desarrollo de escenarios**

El objetivo de este cuarto paso es el desarrollo y descripción de escenarios específicos para la organización. La herramienta para este efectuar este paso es la llamada «Matriz de Escenarios». La matriz de escenarios es un marco visual para la generación de las historias de los escenarios.

Con base en el marco teórico, los escenarios a desarrollar serán de corte exploratorio, en referencia a la pregunta ¿qué pasaría si? Para iniciar, solamente se tomaran los factores que se ubicaron en el extremo superior derecho de la matriz impacto-incertidumbre, dado que servirán de base para la identificación de dos incertidumbre claves. Estas incertidumbres clave pueden simples o —en la mayoría de las veces— el resultado de la combinación o agrupación de dos o más que están relacionadas.

Las dos incertidumbres críticas identificadas ahora son utilizadas como ejes de un nuevo plano cartesiano para conformar la matriz de escenarios. Es por esta razón que las dos incertidumbres clave se conocen como las dimensiones del escenario. Para cada dimensión del escenario se definen dos valores extremos. Por lo tanto, la matriz de escenarios consiste en cuatro cuadrantes que reflejan los cuatro distintos escenarios futuros. Ver Figura 6.

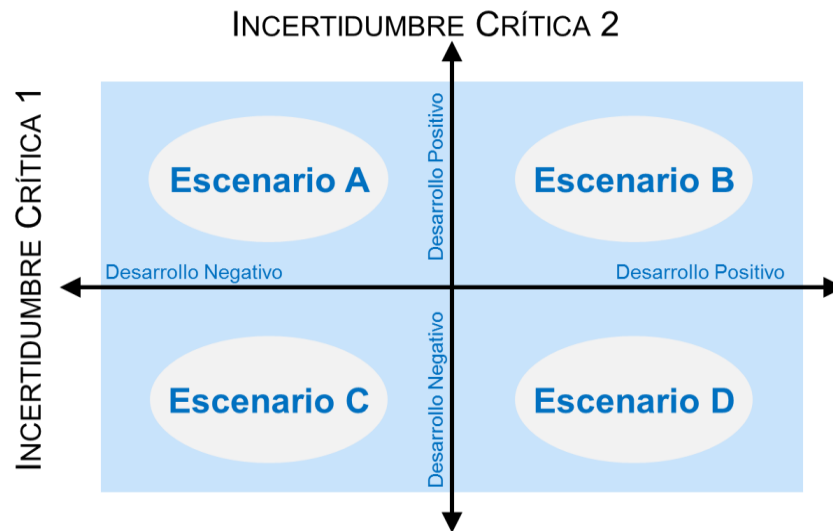


Figura 6. Matriz de Escenarios

Después de haber determinado los cuatro escenarios exploratorios con base en las dos dimensiones de la matriz de escenarios, estos escenarios deben ser nombrados de acuerdo a una temática que permita identificarlos para posteriormente ser descritos con mayor detalle. Para realizar la descripción a detalle se pueden hacer los siguientes tres pasos: primero, un diagrama de influencias como un mapa causal que determina el camino de cada escenario (ver Figura 7); las tendencias y las incertidumbres críticas identificadas en la fase anterior sirven como las causas y efectos del diagrama. En un segundo paso, se debe desarrollar una historia para cada escenario tomando como base su respectivo diagrama de influencia. Finalmente, se describen los escenarios con los detalles completos.

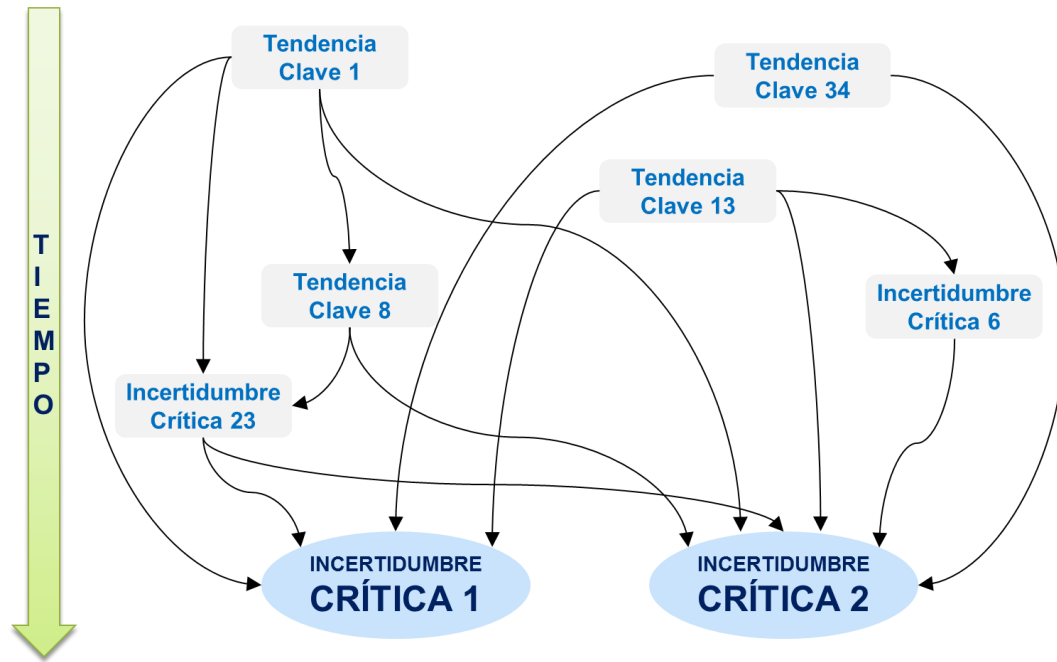


Figura 7. Mapa de Influencias del Escenario

#### Paso 4. Definición de objetivos estratégicos

Esta fase consiste en la identificación de objetivos que representen todos los aspectos relevantes relacionados con la decisión estratégica así como la especificación de atributos que midan el nivel o grado de satisfacción de los objetivos a los que se encuentran asociados para las distintas alternativas o estrategias.

La herramienta que guiará los trabajos de esta fase será el «Árbol de Objetivos». Para lo cual, el punto de inicio para la especificación de objetivos es la discusión de las posibles consecuencias de las alternativas. Posteriormente, las consecuencias deben ser organizadas dentro de un conjunto de preocupaciones generales. Por ejemplo, con muchos problemas que involucran la localización de grandes instalaciones, las preocupaciones generales pueden ser los impactos en el ambiente, los aspectos económicos, sociales, de salud y seguridad y la actitud de la sociedad.

Además de considerar las posibles consecuencias de las alternativas, se tienen que incluir todos los objetivos bajo cada uno de los escenarios. Se puede presentar la situación de que en

algunos escenarios, ciertos objetivos carezcan de interés o por el contrario, en cierto escenario puede emerger con mayor importancia la consecución de un determinado objetivo.

De toda esta información deberá emerger una lista no estructurada de objetivos que mediante un análisis de arriba hacia abajo se deberán ir estructurando jerárquicamente el objetivo de la organización, debajo los objetivos de segundo nivel y así consecutivamente hasta contar con el árbol de objetivos.

### **Paso 5. Identificación de alternativas estratégicas**

Las alternativas son acciones concretas para satisfacer a los objetivos. En este paso, se identifican alternativas que contribuyan a satisfacer los objetivos previamente identificados y ordenados en árbol de objetivos. La técnica utilizada en esta fase es la Lluvia de Ideas.

Para iniciar, se tomará un objetivo a la vez y se pensará en las alternativas que podrían permitir el logro de ese único objetivo. Este proceso se repite secuencialmente para cada uno de los demás objetivos del árbol. Posteriormente, se debe considerar dos objetivos a la vez y tratar de generar más alternativas que serían buenas para ambos. Estas alternativas serán probablemente combinaciones o refinamientos de las que se crearon a partir de tomar sólo un objetivo. Luego, se deben tomar tres objetivos a la vez y así sucesivamente hasta que todos los objetivos sean considerados juntos. Finalmente, se tienen que examinar las alternativas generadas a fin de revisar si es posible combinar algunas de ellas en una alternativa (Kenney, 1996: 545).

### **Paso 6. Evaluación de alternativas estratégicas**

La fase de la evaluación de las alternativas estratégicas tiene como propósito tanto probar las estrategias actuales contra los diferentes escenarios que fueron creados así como desarrollar nuevas estrategias que puedan ser aplicadas en uno o varios escenarios.

Una vez que se han identificado múltiples y diferentes estrategias, se evaluará su comportamiento conforme al cumplimiento de los objetivos de la organización bajo cada uno de los posibles escenarios futuros. Esto significa que se efectuarán cuando menos cuatro problemas de decisión derivados de cada uno de los escenarios derivados de la matriz de escenarios (ver Figura 6).

Por lo tanto, para facilitar el análisis de las distintas alternativas se utilizará el software *PRIME Decision*. Debido a que ya se cuenta con la parte de la identificación de los atributos y de alternativas, este paso del presente método propuesto tiene correspondencia con la tercera y cuarta fase del método *PRIME* correspondientes a la recopilación de preferencias y la selección de alternativas.

### **3.2. Conclusiones del capítulo**

Es este capítulo se presentó un procedimiento secuencial recursivo para el efecto de la toma de decisiones estratégicas basada en escenarios. Sin embargo, el propósito del método propuesto no es reemplazar el proceso político involucrado en este tipo de procesos sino soportarlo en una forma estructurada. La definitiva integración de las opciones reales en el enfoque propuesto pretende cambiar la mentalidad de los dirigentes de la organización de una dimensión de un solo plan estratégico hacia un pensamiento de múltiples opciones estratégicas. Esto hace a la organización más respectiva en un ambiente altamente dinámico y complejo. Mediante el incremento del número de alternativas estratégicas disponibles para la organización. Cabe destacar que dentro de los pasos propuestos en el método híbrido se ha dejado intencionalmente fuera una fase importante que es la «señalización de los escenarios». Esta fase del enfoque tendría como propósito el realizar una evaluación comparativa constante de los escenarios creados con el desarrollo de los eventos de la realidad. Esto ofrece a la organización de un sistema de alertas tempranas que posibilitan analizar si el mundo se está moviendo hacia la dirección de un escenario en particular y por ende indicar cual opción estratégica necesita ser ejecutada; sin embargo por cuestiones de profundidad y no de amplitud, este paso fue omitido.

## 4. APLICACIÓN A UNA EMPRESA CERILLERA

El presente ejercicio de aplicación se efectuó en una empresa cerillera establecida en el municipio de Tlalnepantla, Estado de México cuyo principal y único producto, el cerillo, se encuentra ante un desarrollo incierto en el largo plazo.

Por razones de confidencialidad y a petición directa de los participantes que otorgaron información para la investigación, se han cambiado los nombres de la empresa, además de omitir información sobre las identidades de los colaboradores en los talleres de planeación.

### 4.1. Introducción

El sistema de estudio se trata de una organización empresarial familiar 100% mexicana del sector secundario dedicada a la fabricación y distribución de cerillos de seguridad. La empresa fue fundada en 1938 e inicio con la fabricación de cerillos hechos a mano; ya para la década de los cincuentas incorporan líneas de producción automatizadas situación que permanece hasta la fecha.

Hoy en día, la empresa es operada por la tercera generación familiar y es una empresa líder y experta en su ramo que goza casi el 30% de la participación en el mercado con una producción aproximada de 25 millones de cerillos diarios, una plantilla de 92 empleados y que produce todos los componentes de una cajetilla de cerillos misma que se ha extendido principalmente hacia el bajío y hacia el sureste de la República Mexicana.

La organización produce una sola variedad de cerillos para atender las necesidades de aquellas personas que requieren de instrumento para tener una llama en condiciones controladas como por ejemplo para encender estufas, anafres, calentadores de agua, veladoras, así como



cigarros, cigarrillos, puros y pipas, entre otros. Se calcula que los mexicanos consumen unas 100 millones de cajas de cerillos al mes.

Como se mencionó anteriormente, la empresa se dedica únicamente a la producción de cerillos, el cual es su único producto. Un cerillo es un utensilio fungible que consiste en una varilla con un extremo (la cabeza) recubierto por una sustancia, tal que al frotar la cabeza contra una superficie rugosa adecuada, ésta se enciende. Los hay de dos tipos: cerillo integral y cerillo de seguridad. La diferencia entre estos es que el cerillo integral enciende por fricción contra cualquier superficie rugosa y el cerillo de seguridad sólo enciende al frotarlo contra su propia lija, que es donde en realidad se encuentra el fósforo evitando así el peligro de ignición espontánea por frotamiento entre los propios cerillos dentro de su caja. Los hay con vástago de madera llamados fósforos o de papel los cuales propiamente reciben el nombre de cerillos.

La industria cerillera nacional está conformada por cinco principales actores, entre los que destaca la empresa en estudio, en total dichas cerilleras agrupan 9 factorías desde donde se abastece todo el país y que en conjunto generan mil 500 empleos. El principal competidor y líder de la industria se fundó hace 125 años y produce 9 distintos productos de cerillos y fósforos con una participación estimada en el mercado mayor al 50%.

Un análisis de los procesos de planeación de la empresa muestra que no se cuenta con los elementos básicos de la dirección estratégica como una misión, visión, objetivos y valores definidos por lo que el rumbo de la organización lo dicta el entorno; es decir, la empresa tiene un comportamiento reactivo a éste. En síntesis, la empresa ha sufrido importantes cambios durante el último año y necesita una solución para los nuevos retos que emerjan y que al momento no han sido entendidos del todo. Asimismo, se han estado realizando iniciativas para la mejora operativa de manera reactiva, es decir, se han implementado cambios con miras a la satisfacción del cliente sin revisar la sostenibilidad a largo plazo de las mismas.

Previamente existía el deseo de entender y gestionar el riesgo inherente las estrategias a seguir. En un esfuerzo por clarificar las estrategias a seguir e identificar las oportunidades por impacto, se decidió emprender un ejercicio de toma de decisiones estratégicas basada en escenarios.

## 4.2. Ejercicio de aplicación

Con este antecedente, se organizaron dos talleres: el primero se enfocó en identificación de fuerzas externas y en la creación de escenarios y el segundo taller se centró en trasladar los escenarios en estrategias, la definición de los atributos y la ponderación de preferencias.

El proceso de análisis de decisiones bajo incertidumbre se estructuró como sigue: un mes de investigación y preparación para un taller inicial de dos días para desarrollar los escenarios, seguido de un refinamiento del escenario y mejoramiento colaborativo de las narrativas por el equipo, concluyendo con un segundo taller de dos días en el cual los participantes exploraron las implicaciones y las estrategias.

### *1. Definición de la pregunta estratégica de interés.*

¿Cuál es el futuro de los cerillos? ¿El cerillo va a dejar de existir algún día? Son algunas de las preocupaciones que estaban ya presentes en la mente del grupo, sin embargo, anteriormente no se había estructurado formalmente ni pensado acerca de sus implicación. Partiendo de esas inquietudes, la definición de la pregunta estratégica de interés surgió de un amplio debate acerca de las decisiones importantes que enfrenta hoy en día la empresa y de aquellas que enfrentará en diferentes tiempos futuros. Cuando las diferentes respuestas fueron sintetizadas emergió la pregunta focal: “¿*Qué necesitamos hacer para que la empresa cerillera pueda incrementar su crecimiento y desarrollo para la siguiente generación?*”.

### *2. Identificación de las incertidumbres y tendencias claves.*

En el primer taller, los participantes efectuaron una lluvia de ideas que resultó en una amplia lista de fuerzas que ellos creían que podían dar forma al futuro de la empresa cerillera. Se utilizaron pósits de cinco colores diferentes, si el evento portador de futuro pertenecía al ámbito tecnológico se escribía en un pósit verde, si estaba orientado al ámbito social se anotaba en un pósit rojo y así consecutivamente con cada uno de los contextos político, económico y ambiental. Esto se efectuó con el fin de describir y luego agrupar y reagrupar los eventos, reconocer y ligar patrones, y luego identificar los temas estructurales subyacentes.

Entre las preocupaciones y oportunidades principales detectadas se pueden mencionar los riesgos inherentes a la obtención de la materia prima. Anteriormente, el fósforo rojo era importado desde Alemania, sin embargo, ese país ya no lo produce y hoy en día puede ser

conseguido solamente de India y China. Además, la importación y manejo de fósforo rojo es una actividad altamente regulada por su impacto en el medio ambiente tanto como sustancia tóxica, como material explosivo y como precursor químico para la producción de narcóticos.

Por otra parte, la integración vertical compensada de la competencia en la cadena de valor, la creciente presión de los bienes sustitutos y actitudes hacia cuestiones de supervivencia del producto fueron algunas de las principales fuerzas identificadas. En el Anexo 1. Fuerzas conductoras de la empresa cerillera, se encuentra el listado de los 40 elementos identificados en esta fase agrupados en cada uno de los contextos propuestos por el método.

### ***3. Desarrollo de los escenarios.***

Se consideraron varias fuerzas conductoras especialmente las incertidumbres y los impactos importantes para la pregunta focal. Los participantes aclararon la naturaleza de cada una de las incertidumbres críticas a través de identificar y explicar la manera en que se podían desarrollar.

En la mayoría de los casos es mejor limitar a dos el número de dimensiones de la matriz en aras de la simplicidad. Algunas veces, la lógica del escenario se puede representar mediante un espectro (a lo largo de un solo eje). Sin embargo, en este caso el equipo de planeación se sintió más satisfecho con dos ejes, debido a que no estaban dispuestos a reducir una industria compleja en sólo dos dimensiones de incertidumbre.

El grupo trato de cruzar diferentes combinaciones de estos ejes de incertidumbre para crear un marco de un escenario. Fue claro para el grupo que los mayores cambios en el acceso y provisión de las materias primas, en el costo de producción, en los hábitos de consumo, el aumento en la compra a través de cadenas de tiendas de conveniencia, fueron las fuerzas conductoras para la siguiente generación.

Después de experimentar con varias posibilidades, el grupo se percató que las incertidumbres referentes a las restricciones en el manejo y provisión de fósforo rojo, aranceles y la escasez podrían caer dentro de una incertidumbre concerniente al *acceso a materias primas*. El grupo también vio que las incertidumbres relacionadas con tendencias predeterminadas de la demografía, el crecimiento o fracaso y extinción de la competencia podían ser capturadas en una incertidumbre más amplia acerca de los cambios en el *comportamiento de la competencia*. Posteriormente, estas dos incertidumbres se cruzaron para crear la matriz de escenarios.

Aunque muchas otras combinaciones podrían haber producido matrices interesantes y provocativas, la intersección de acceso a materias primas y comportamiento de la competencia produjo escenarios que fueron más relevantes para los cambios sociales y las fuerzas económicas que impactarán el futuro del crecimiento y desarrollo de la empresa en la siguiente generación.

Posteriormente, para desarrollar la narrativa de los escenarios se crearon los mapas de interacción y se desarrollaron narrativas escritas que contarán la historia de cómo estos cuatro diferentes mundos futuros podrían evolucionar en la siguiente generación.

Asimismo, los participantes acordaron que el mejor tema para darle nombre a los escenarios tenía que ver con estados del clima, por lo tanto los escenarios recibieron los siguientes nombres:

- *Escenario 1: TORNADO EN LA CIUDAD.* Se refiere a la intersección de no contar con materia prima y la competencia estuviera muy fuerte y posicionada. La metáfora detrás de este escenario es que la ocurrencia de un tornado sería un desastre natural que dejaría a todos con la posibilidad de iniciar de cero.
- *Escenario 2: PAISAJE NUBLADO.* Se refiere a la intersección de una competencia muy fuerte y posicionada con la abundancia de materia prima. La metáfora detrás de este escenario es que la empresa estaría en una situación de sombra de la competencia.
- *Escenario 3: DÍA SOLEADO.* Cruza las condiciones de débil o nula competencia con la abundancia de materia prima para la empresa. La metáfora de este escenario es precisamente uno que refiere las mejores condiciones y en el que les gustaría estar.
- *Escenario 4: CALOR DEL DESIERTO.* Cruza las condiciones de débil o nula competencia con la inexistencia de materia prima para la empresa. La metáfora de este escenario es que la empresa se encontraría caminando en un ambiente de difíciles condiciones con la posibilidad de morir por el calor del desierto.

En la Figura 8 se presenta la matriz de escenarios con la descripción de cada uno de los escenarios.



Figura 8. Matriz de Escenarios de la empresa cerillera

#### 4. Definir objetivos estratégicos.

En el segundo taller, los participantes fueron divididos en pequeños equipos y a cada equipo se le solicitó que imaginara su situación en uno de los escenarios, considerando las oportunidades y retos del crecimiento y desarrollo de la empresa para la siguiente generación en ese estado. A los grupos se les solicitó que asumieran que su futuro asignado era, en efecto, realidad y luego consideraran como ellos podían impactar positivamente en el crecimiento y desarrollo de la empresa para la siguiente generación. Esto sirvió como preámbulo para el desarrollo de esta fase y la siguiente.

Conforme a las pautas expresadas en el capítulo anterior, se procedió a la definición de los objetivos estratégicos. Como se mencionó anteriormente, algunos objetivos pierden su razón de ser en algunos escenarios mientras que otros cobran relevancia en otros, sin embargo en la Figura 9 se muestra el árbol de objetivos que incluye todos los objetivos planteados y que los participantes consideraron los más relevantes independientemente del escenario que se presentara.

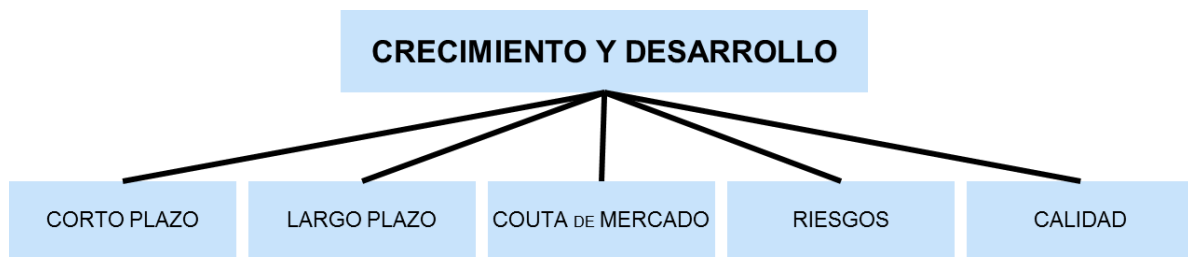


Figura 9. Árbol de Objetivos de la empresa cerillera

Para fines de la recopilación de ponderaciones de los criterios, las consecuencias o resultados de cada uno de ellos estarán representados por alguna de escala de medición ya sea nominal, ordinal, de intervalo y de razón.

- *Criterio 1: BENEFICIOS A CORTO PLAZO.* Se recopiló con la pregunta ¿cómo se visualizan los beneficios a corto plazo si se aplica la estrategia “x” en el supuesto de se estuviera en el escenario “y” [escala: bajo, medio, alto]?
- *Criterio 2: BENEFICIOS A LARGO PLAZO.* Se recopiló con la pregunta ¿cómo se visualizan los beneficios a largo plazo si se aplica la estrategia “x” en el supuesto de se estuviera en el escenario “y” [escala: bajo, medio, alto]?
- *Criterio 3: CUOTA DE MERCADO.* Se recopiló con la pregunta ¿cuál será la cuota de mercado si se aplica la estrategia “x” en el supuesto de se estuviera en el escenario “y” [escala: 0%-100%]?
- *Criterio 4: CALIDAD DE LOS CERILLOS.* Se recopiló con la pregunta ¿Qué calidad tendrán los cerillos si se aplica la estrategia “x” en el supuesto de se estuviera en el escenario “y” [escala: nulo, bajo, medio, alto]?
- *Criterio 5: RIESGO DE FALLA.* Se recopiló con la pregunta ¿Qué tan probable es que la estrategia “x” falle en el supuesto de se presentara el escenario “y” [escala: muy improbable, poco probable, probable, muy probable]?
- *Criterio 6: INVERSIONES.* Se recopiló con la pregunta ¿En magnitud de orden, qué tamaño de inversiones se requiere para aplicar la estrategia “x” en el supuesto de se estuviera en el escenario “y” [escala: muy baja, baja, media, alta, muy alta]?

### 5. *Identificar alternativas estratégicas.*

En esta fase se volvió a dividir a los participantes en pequeños grupos y se le asignó un escenario a cada uno. A cada uno de los grupos se le solicitó que hiciera una exhaustiva lista de las opciones estratégicas que ellos pensaban se desempeñaría o funcionaría mejor en su escenario y a su vez seleccionaran la más mejor y la peor de ellas —clasificación ordinal.

Posteriormente los escenarios fueron cambiados hasta que cada grupo hubiera diseñado una lista de opciones para cada escenario y realizado las selecciones de la mejor y la peor alternativa. Muchas de las ideas que surgieron durante los escenarios ya habían sido consideradas alguna vez en el pasado. Sin embargo, el proceso de pensamiento por escenarios creó un importante foro para refinar, probar y, en algunos casos, crear el sentido de urgencia para actuar en dichas ideas.

Como resultado, se generaron un 33 alternativas que con un posterior trabajo de síntesis, se resumieron en las siguientes estrategias genéricas:

- *Estrategia A: ESTATUS QUO.* La empresa continúa con la estrategia actual de especializarse en su única presentación de cerillos pero a su vez irá diversificando los mercados a los que atiende.
- *Estrategia B: DIFERENCIACIÓN.* Los productos que se ofrecerán al mercado serán únicos por lo que se buscará una diferenciación de los productos. Existirá una marcada diferencia de los cerillos de la empresa con cualquier otro de la competencia.
- *Estrategia C: LIDERAZGO EN COSTOS.* Los cerillos que se ofrecerán a los diferentes clientes serán al precio más bajo del mercado, competición en base a los costos.
- *Estrategia D: DIVERSIFICACIÓN RELACIONADA.* Además de continuar con la estrategia A, buscar nuevas oportunidades de negocio mediante la adquisición corporativa o la inversión directa en nuevos negocios relacionados con los cerillos.
- *Estrategia E: DIVERSIFICACIÓN NO RELACIONADA.* Además de continuar con la estrategia A, buscar nuevas oportunidades de negocio mediante la adquisición corporativa o la inversión directa en nuevos negocios diferentes a los procesos del cerillo.

- *Estrategia F: FUSIÓN CORPORATIVA*. La empresa busca una alianza con otra empresa relacionada para hacer sinergia.
- *Estrategia G: REDUCCIÓN*. La empresa se pone a la venta total o parcialmente.

### 6. *Evaluar alternativas estratégicas.*

Como se mencionó, se utilizó el programa *PRIME Decisions* para evaluar las preferencias de las alternativas. Para lo cual, primeramente, se capturó la información recopilada en el árbol de objetivos como se observa en la Figura 10.

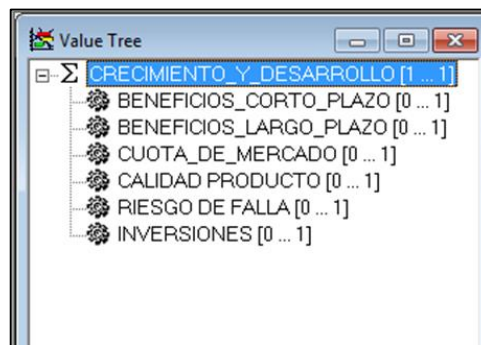


Figura 10. Árbol de valor del ejercicio de aplicación.

El siguiente paso es la calificación de los resultados de cada una de las estrategias bajo cada uno de los escenarios de acuerdo a cada uno de los criterios arriba señalados. Ver Figura 11. Es importante señalar que la ponderación de estas alternativas consistió en proceso iterativo.



Name	CRECIMIENTO_Y_I	BENEFICIOS_CORT	BENEFICIOS_LARG	CUOTA_DE_MERC	CALIDAD PRODUCT	RIESGO DE FALLA	INVERSIONES
S1_STATUS_QUO	S1_STATUS_QUO	MEDIO	BAJO	25%	ALTA	MUY IMPROBABLE	BAJA
S1_DIFERENCIACION	S1_DIFERENCIACION	BAJO	MEDIO	28%	ALTA	PROBABLE	MEDIA
S1_LIDER_COSTOS	S1_LIDER_COSTOS	MEDIO	ALTO	35%	MEDIA	POCO PROBABLE	MUY ALTA
S1_DIVER_RELAC	S1_DIVER_RELAC	BAJO	ALTO	25%	ALTA	PROBABLE	ALTA
S1_DIVER_NORELAC	S1_DIVER_NORELAC	BAJO	MEDIO	25%	ALTA	MUY PROBABLE	MUY ALTA
S1_FUSION_CORP	S1_FUSION_CORP	ALTO	MEDIO	45%	MEDIA	MUY IMPROBABLE	ALTA
S1_REDUCCION	S1_REDUCCION	ALTO	NULO	0%	CERO	MUY IMPROBABLE	MUY BAJA
S2_STATUS_QUO	S2_STATUS_QUO	MEDIO	NULO	27%	MEDIA	PROBABLE	MEDIA
S2_DIFERENCIACION	S2_DIFERENCIACION	ALTO	BAJO	22%	MEDIA	POCO PROBABLE	MEDIA
S2_LIDER_COSTOS	S2_LIDER_COSTOS	ALTO	NULO	30%	BAJA	POCO PROBABLE	MUY ALTA
S2_DIVER_RELAC	S2_DIVER_RELAC	MEDIO	BAJO	20%	MEDIA	PROBABLE	ALTA
S2_DIVER_NORELAC	S2_DIVER_NORELAC	BAJO	ALTO	18%	ALTA	POCO PROBABLE	ALTA
S2_FUSION_CORP	S2_FUSION_CORP	BAJO	BAJO	35%	MEDIA	PROBABLE	ALTA
S2_REDUCCION	S2_REDUCCION	ALTO	NULO	0%	CERO	MUY IMPROBABLE	MUY BAJA
S3_STATUS_QUO	S3_STATUS_QUO	MEDIO	BAJO	15%	ALTA	MUY PROBABLE	BAJA
S3_DIFERENCIACION	S3_DIFERENCIACION	ALTO	MEDIO	25%	ALTA	POCO PROBABLE	ALTA
S3_LIDER_COSTOS	S3_LIDER_COSTOS	MEDIO	NULO	30%	MEDIA	PROBABLE	ALTA
S3_DIVER_RELAC	S3_DIVER_RELAC	MEDIO	MEDIO	15%	ALTA	POCO PROBABLE	MUY ALTA
S3_DIVER_NORELAC	S3_DIVER_NORELAC	MEDIO	ALTO	15%	ALTA	MUY IMPROBABLE	MUY ALTA
S3_FUSION_CORP	S3_FUSION_CORP	BAJO	MEDIO	35%	ALTA	PROBABLE	MEDIA
S3_REDUCCION	S3_REDUCCION	ALTO	NULO	0%	CERO	MUY IMPROBABLE	MUY BAJA
S4_STATUS_QUO	S4_STATUS_QUO	BAJO	NULO	10%	BAJA	MUY PROBABLE	ALTA
S4_DIFERENCIACION	S4_DIFERENCIACION	ALTO	MEDIO	12%	BAJA	PROBABLE	MUY ALTA
S4_LIDER_COSTOS	S4_LIDER_COSTOS	BAJO	NULO	12%	BAJA	MUY PROBABLE	MUY ALTA
S4_DIVER_RELAC	S4_DIVER_RELAC	BAJO	NULO	12%	BAJA	PROBABLE	ALTA
S4_DIVER_NORELAC	S4_DIVER_NORELAC	ALTO	MEDIO	12%	BAJA	MUY IMPROBABLE	MUY ALTA

Figura 11. Alternativas del ejercicio de aplicación

Una vez, con esta información, el programa facilita la clasificación ordinal y cardinal para obtener los resultados. En la Figura 12 se presentan resultados de los intervalos de valores

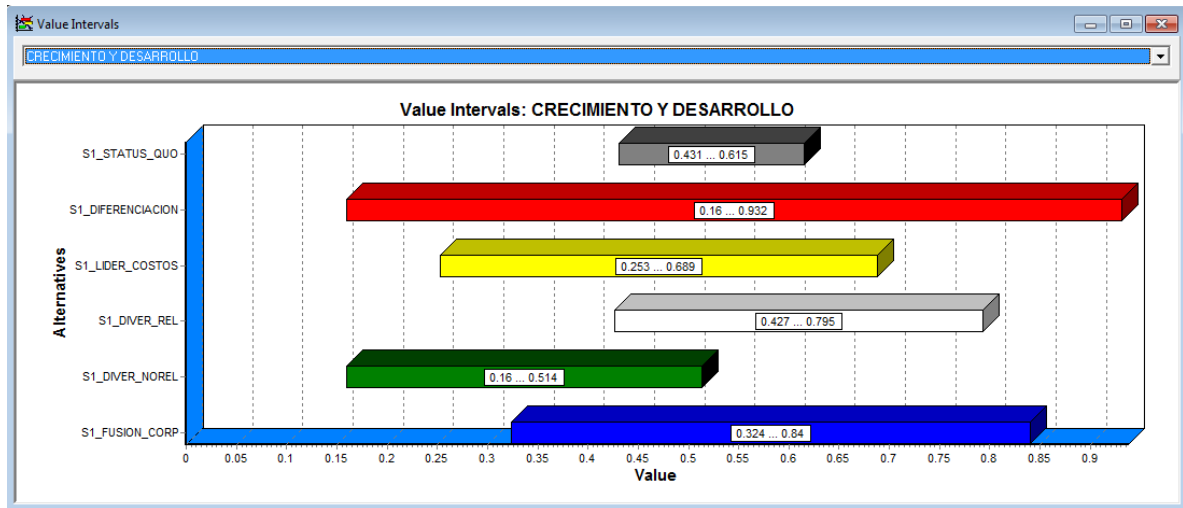


Figura 12. Los intervalos de valores del ejercicio de aplicación

Una vez normalizados, se pueden observar los pesos de los criterios.

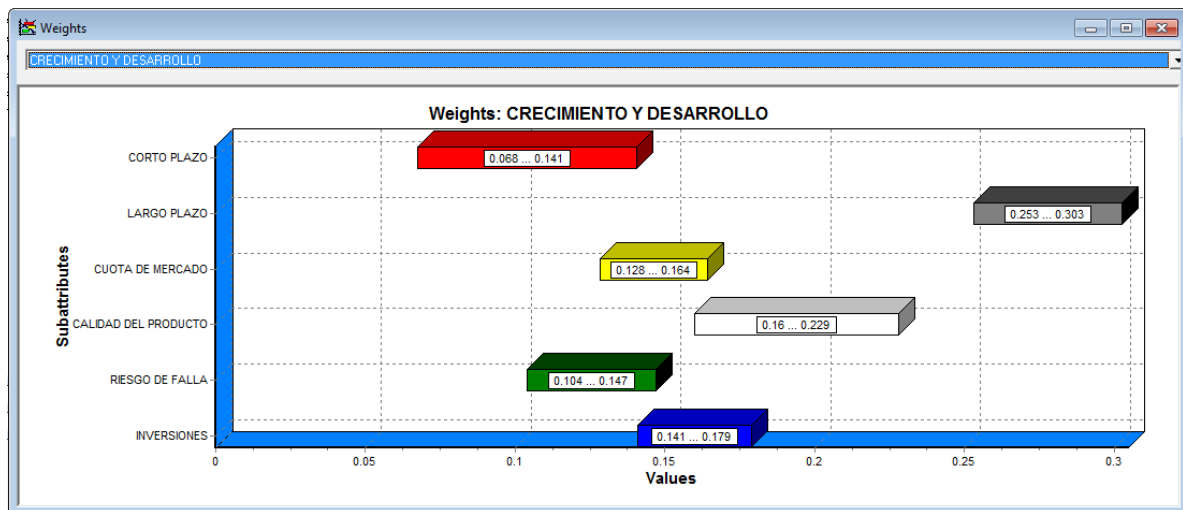


Figura 13. Ponderaciones del ejercicio de aplicación

Finalmente, de la figura Figura 12 no muestra una dominancia clara de alguna estrategia. Sin embargo, el programa facilita herramientas para la selección como son las reglas de decisión que se presentan en la Figura 14. Donde se muestra que la estrategia de efectuar una fusión corporativa es la mejor ya que tienen el menor valor arrepentimiento minimax.

	Maximax	Maximin	Central Values	Minimax Regret	Possible Loss
S1_STATUS_QUO		✓			0.463
S1_DIFERENCIACION	✓				0.527
S1_LIDER_COSTOS					0.573
S1_DIVER_REL			✓		0.338
S1_DIVER_NOREL					0.609
S1_FUSION_CORP				✓	0.324

Figura 14. Reglas de decisión del ejercicio de aplicación

### 4.3. Conclusiones del capítulo

Los participantes del taller comenzaron a comprender que la estrategia no debe ser un plan fijo, sino un proceso de aprendizaje que conduce a una mejora continua de la alineación de la empresa con su ambiente.

Aunque no se consideró la parte historia dentro del contenido de esta tesis, se observó que los participantes estuvieron más receptivos al cambio y a nuevas ideas que por diferentes razones no se habían atrevido a considerar durante la existencia de la empresa.

# 5. CONCLUSIONES

## 5.1. Conclusiones y recomendaciones

La presente sección pretende discutir las contribuciones y posibles retos del uso combinado de la planeación por escenarios y el análisis de decisiones multicriterio encontrados en el presente trabajo.

Este trabajo de tesis ha presentado una estrategia para la evaluación de opciones estratégicas de frente al futuro incierto. Cabe resaltar que dicha estrategia difiere de la bibliografía actual en el uso integrado de estos métodos en dos principales formas.

Primeramente, se presentó una técnica de generación de escenarios de espectro suave y participativo, mismo que se prescribe para capturar un amplio espectro de la incertidumbre inherente al futuro. En segundo lugar, se utilizó un método de análisis de decisiones multicriterio con información incompleta, el cual es principalmente recomendado para facilitar la estructura de preferencias del decisor como es el presente caso de consecuencias a largo plazo.

La estrategia fue estructurada e influenciada por la revisión documental de la literatura relevante y de la cual se pueden extraer tres conclusiones principales que concuerdan con la línea de investigación de los autores de este campo. La primera observación es acerca de las ventajas derivadas de utilizar un método no probabilístico para la toma de decisiones bajo incertidumbre como la planeación por escenarios. Por tanto, los escenarios se alzan como una herramienta útil y flexible debido a que resulta inapropiado asignar un método probabilístico para examinar el comportamiento del sistema en el futuro. El nivel de detalle en los escenarios desarrollados se consideró suficiente para la recopilación de ponderaciones,

La segunda observación es que los escenarios se complementan mejor con la posterior aplicación de un método de análisis de decisiones. Esto tiene como propósito proporcionar una

disciplina coherente dentro del que se pueden examinar formalmente las percepciones de las implicaciones de los escenarios sobre cada estrategia. En este sentido, se encontró que los escenarios y el análisis de decisiones con información incompleta se ajustan de manera apropiada a la noción de que la toma de decisiones estratégicas se vuelve difícil de cuantificar cuando se trata de futuros inciertos.

La tercera observación es que el método de las relaciones de preferencia en la evaluación multiatributo (PRIME) a pesar de utilizar funciones aditivas de valor tiene su mayor fortaleza en la ponderación de las alternativas mediante intervalos valorados, lo cual permite al tomador de decisiones calificar mediante un rango y no sólo con un punto para la declaración de sus preferencias. Los métodos de análisis de decisiones multicriterio con información incompleta, particularmente el método PRIME, proporcionan un marco propicio para la ponderación de objetivos y alternativas basados en escenarios derivado del uso de intervalos valorados, la clasificación ordinal y clasificación cardinal.

En particular este trabajo hizo potenciales contribuciones con respecto del caso práctico de aplicación. Primero, que las sinergias entre los dos métodos se pueden explotar considerablemente en contextos de decisión compleja y en ambientes con incipientes procesos de planeación. Para los decisores fue natural la manera de estructurar el problema de decisión mediante los escenarios futuros y posteriormente ir refinándolo con la transición a un método más duro para la evaluación de estrategias.

Una de las percepciones del ejercicio de planeación fue que puede haber ciertos aspectos del negocio, que independientemente del escenario que suceda y de los eventos que depare el futuro, las implicaciones de una estrategia en particular siguen siendo las mismas. Esto sugirió a los tomadores de decisiones que existe un conjunto de acciones que ellos pueden implementar de manera inmediata y segura.

Asimismo, los tomadores de decisión sintieron que la experiencia, la intuición, el conocimiento y la información relevante al contexto fueron tomados en consideración en una manera relevante, rigurosa e informativa.

## **5.2. Pautas para la aplicación de la estrategia propuesta**

Finalmente, a pesar de la existencia de estos tópicos todavía por explorar, la integración de análisis de decisiones y la planeación por escenarios es relativamente simple de aplicar y es particularmente transparente para los tomadores de decisiones por lo que en este momento se pueden proponer ciertas pautas para la aplicación de esta estrategia propuesto en próximas ocasiones.

La aplicación de PRIME permite realizar un análisis de los resultados con solo proporcionar la clasificación ordinal, con lo que se minimiza el tiempo de aplicación de método pero a expensas de sacrificar calidad en el análisis de evaluación de alternativas. Por lo tanto, se puede utilizar primero la clasificación ordinal para una fase para la redefinición de estrategias y posteriormente la clasificación cardinal para refinar dichas estrategias.

## **5.3. Líneas de investigación a seguir**

Es evidente que aún permanecen algunas preguntas abiertas con respecto al nascente estado de la estrategia de toma de decisiones estratégicas basadas en escenarios. Por lo tanto, en futuros trabajos se puede continuar explorando en las siguientes líneas de investigación:

- Determinar el número de escenarios que se deben construir y la manera en que se pueden construir y seleccionar.
- Desarrollar índices que midan la variación en la estructura de preferencias de escenario a escenario a fin de que ésta sea conforme.
- Probar otros métodos de análisis de decisiones multicriterio que se comporten adecuadamente en combinación con la planeación de escenarios.
- Desarrollar experiencias en contextos actuales y reales de decisión con diferentes organizaciones tanto del ámbito empresarial como sin fines de lucro.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

En este apartado se presenta la bibliografía utilizada en el desarrollo de la tesis conforme a las reglas del Manual de la *American Psychological Association* (APA). Como punto de relevancia, la bibliografía incluye el *Digital Object Identifier* o DOI (en español «identificador digital de objeto» el cual es un número específico asignado a las publicaciones científicas para localizar a través de la red el citado artículo.

- Ackoff, R. (1984). *Rediseñando el futuro*. Limusa: México.
- Belton, V. y Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An integrated approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Börjeson, L., Hojer, M., Dreborg, K., Ekvall, T. y Finnveden, G. (2006). Scenario types and techniques: Towards a user's guide. *Futures* 38, 723–739. DOI: 10.1016/j.futures.2005.12.002
- Breene, R. T. S., Nunes, P.F. y Shill, W. E. (2007). The chief strategy officer. *Harvard Business Review*, 85-93.
- Bunn, D.W. y Salo, A.A. (1993). Forecasting with scenarios. *European Journal of Operational Research* 68(3), 291-303. DOI: 10.1016/0377-2217(93)90186-Q
- Bushan, N. y Rai, K. (2004). *Strategic Decision Making. Applying the Analytical Hierarchical Process*. London: Springer.
- Chermack, T., Lynham, S. y Ruona, W. (2001). A Review of Scenario Planning Literature. *Futures Research Quarterly* 7(2). 7-32.
- Chermack, T., van der Merwe, L. (2003) The role of constructivist learning in scenario planning. *Futures* 225(5), 445-460. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-3287\(02\)00091-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-3287(02)00091-5),
- Chermak, T. (2004a). The Role of System Theory in Scenario Planning. *Journal of Futures Studies* 8(4). 15-30.
- Chermak, T. (2004b). Improving decision-making with scenario planning. *Futures* 36, 295–309. DOI: 10.1016/S0016-3287(03)00156-3
- Comes, T., Hiete, M., Wijngaards, N. y Kempen, M. (2009). Integrating Scenario-Based Reasoning into Multi-Criteria Decision Analysis. En Landgren, J. y Jul, S. (Eds.). *Proceedings of the 6th International ISCRAM Conference*. Gothenburg, Sweden.
- Emami, M., Nazari, K. y Fardmanesh, H. (2012). Application of Fuzzy TOPSIS Technique for Strategic Management Decision. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 2(1). 685-689

- Figueira, J., Greco, S. y Ehrgott, M. (2005). *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. International Series in Operations Research & Management Science 78. Nueva York: Springer. DOI: 10.1007/b100605
- Friedmann, J. (1973). The transactive style of Planning. En Friedmann, J. *Retracking America: A theory of Transactive Planning*, Nueva York: Doubleday, pp 171-93, 255.
- Goodwin, P. y Wright, G. (2001). Enhancing strategy evaluation in scenario planning: a role for decision analysis. *Journal of Management Studies* 38(1). 1–16. DOI: 10.1111/1467-6486.00225
- Goodwin, P. y Wright, G. (2004). *Decision Analysis for Management Judgment* (3-rd ed.). Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Godet, M. (2000). The Art of Scenarios and Strategic Planning: Tools and Pitfalls. *Technological Forecasting and Social Change* 65, 3–22.
- Guitouni, A. y Martel, J.-M. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research* 109. 501-521. DOI: 10.1016/S0377-2217(98)00073-3
- Gustafsson, J., Gustafsson, T. y Salo, A. (2000). *PRIME Decisions v1.0. Computer Software*: Systems Analysis Laboratory, Helsinki University Technological.
- Harries, C. (2003). Correspondence to what? Coherence to what? What is good scenario-based decision-making. *Technological Forecasting & Social Change* 79, 797-817. DOI: 10.1016/S0040-1625(03)00023-4
- Kahane, A. (1992). The Mont Fleur Scenarios: What will South Africa be like in the year 2002? Suplemento del *Weekly Mail* y *The Guardian Weekly*. Bellville, Sudáfrica.
- Keeney, R.L. (1982). Decision Analysis: An Overview. *Operation Research* 30(5). 803-838. DOI: 10.1287/opre.30.5.803
- Keeney, R.L. y Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs* (2da. ed.). New York: Wiley.
- Keeney, R.L. (1996). Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. *European Journal of Operational Research* 92. 537-549.
- Kepner, C.H. y Tregoe, B. (2002). *El Nuevo Directivo Racional. Una nueva edición para un nuevo milenio* (Consultoría de Proceso, trad.). México: Consultoría de Proceso S.A. de C.V. (Publicación original 1997)
- Kowalski, K., Stagl, S., Madlener, R. y Omann, I. (2009). Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios and participatory multi-criteria analysis. *European Journal of Operational Research* 197, 1063–1074. DOI:10.1016/j.ejor.2007.12.049
- Mason, D., (1994). Scenario-based planning: Decision model for the learning organization. *Strategy & Leadership* 22(2), 6-11. DOI: 10.1108/eb054457
- Montibeller, G., Gummer, H. y Tumidei, D. (2006). Combining Scenario Planning and Multi-Criteria Decision Analysis in Practice. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 14. 5-20. DOI: 10.1002/mcda.403



- Montibeller, G. y Franco, A. (2010). Multi-Criteria Decision Analysis for Strategic Decision Making. En Zopounidis, C. y Pardalos, P. (Eds.), *Handbook of Multicriteria Analysis* (25-48). Applied Optimization 103. Germany: Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-92828-7\_2
- Nicol, P. (2005). *Scenario Planning as an Organisational Change Agent* [Tesis Doctoral], Curtin University Technology.
- O'Brien, F.A. (2004). Scenario planning – lessons for practice from teaching and learning. *European Journal of Operational Research* 152(3). 709-722. DOI: 10.1016/S0377-2217(03)00068-7
- Ogilvy, J., y Schwartz, P. (2004) *Plotting Your Scenarios*. [Internet] GNB – Global Business Network. Disponible desde: < [http://www.gbn.com/articles/pdfs/gbn\\_Plotting Scenarios new.pdf](http://www.gbn.com/articles/pdfs/gbn_Plotting%20Scenarios%20new.pdf)> [acceso: 4 de Julio de 2010]
- Ozbekhan, H. (1977). The future of Paris: a systems study in strategic urban planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*. 287(1346). 523-544.
- Pomerol, J. (2001). Scenario development and practical decision making under uncertainty. *Decision Support Systems* 31, 197-204. DOI:10.1016/S0167-9236(00)00131-7
- Porter, M., (1985). *Competitive Advantage*. Nueva York: Simon & Schuster.
- Powell, J.H., (1997). An application of a network-based futures method to strategic business planning. *Journal of the Operational Research Society* 48 (9), 857–872.
- Powell, J.H., Coyle, R.G., (1997). A network-based futures method for strategic business planning. *Journal of the Operational Research Society* 48 (8), 793–803.
- Ram, C., Montibeller, G. y Morton, A. (2011). Extending the use of scenario planning and MCDA for the evaluation of strategic options. *Journal of the Operational Research Society* 62. 817-829 doi:10.1057/jors.2010.90
- Ringland, G. (1998). *Scenario planning: Managing for the future*. Nueva York: John Wiley.
- Salo, A. y Hämmäläinen, R. (2001). Preference Ratiso in Multiattribute Evaluation (PRIME)-Elicitation and Decision Procedures under incomplete information. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans* 31(6). 533-545.
- Schoemaker, P. (1991). When and how to use scenario planning. *Journal of Forecasting* 10. 549-564. DOI: 10.1002/for.3980100602
- Schoemaker, P. (1993). Multiple scenario development: Its conceptual and behavioral foundation. *Strategic Management Journal* 14(3), 193-213. DOI: 10.1002/smj.4250140304
- Schoemaker, P. (1995). Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. *Sloan Management Review* 36(2). 25-40. DOI: 10.1225/SMR015
- Schroeder, M. J. y Lambert, J. H. (2011). Scenario-based multiple criteria analysis for infrastructure policy impacts and planning. *Journal of Risk Research* 14(2):191-214. DOI: 10.1080/13669877.2010.515314
- Schwartz, P. (1991). *The Art of the Long View*. Nueva York: Doubleday.
- Stewart, T. (2005). Dealing with uncertainties in MCDA. En Figueira, J., Greco, S. y Ehrgott, M. (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (445-466). International Series

- in *Operations Research & Management Science* 78. Nueva York: Springer. DOI: 10.1007/0-387-23081-5\_11
- Stewart, T., French, S. y Rios, J. (2013) Integrating multicriterio decision analysis and scenario planning — review and extension. *Omega-International Journal of Management Science* 41(4). 679-688. DOI: 10.1016/j.omega.2012.09.003
- Tietje, O. (2005). Identification of a small reliable and efficient set of consistent scenarios. *European Journal of Operational Research* 162(2). 418-432. DOI: 10.1016/j.ejor.2003.08.054
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making: A Comparative Study*. Holanda: Springer.
- van der Heijden, K. (1996). *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*. Nueva York: Wiley.
- Varum , C.A. y Melo, C. (2010). Directions in scenario planning literature – A review of the past decades. *Futures* 42, 355–369. DOI: 10.1016/j.futures.2009.11.021
- Vergara, J., Fontalvo, T. y Maza, F. (2010). La planeación por escenarios: revisión de conceptos y propuestas metodológicas. *Revista Prospectiva* 8(2), 21-29.
- Wack, P. (1985a). Scenarios: shooting the rapids. *Harvard Business Review* Nov/Dec. 139–150. DOI: 10.1225/85617
- Wack, P. (1985b). Scenarios: uncharted water ahead. *Harvard Business Review* Sept/Oct. 73–89. DOI: 10.1225/85516
- Weber, M.(1987). Decision making with incomplete information. *European Journal of Operational Research* 28. 44-57. Elsevier Science Publishers: North-Holland.
- Weng, S., Huang, G. y Li, Y. (2010). An integrated scenario-based multicriterio decision support system for water resources management and planning –A case study in the Haihe River Basin. *Expert Systems with Applications*. DOI:10.1016/j.eswa.2010.05.061
- Wright, G. y Goodwin, P. (1999). Future-focussed thinking: combining scenario planning with decision analysis. *Journal of Multicriteria Decision Analysis* 8(6), 311–321. DOI: 10.1002/1099-1360(199911)8:6<311::AID-MCDA256>3.0.CO;2-T
- Wright, G., Cairns, G. y Goodwin, P. (2009). Teaching scenario planning: lessons from practice in academe and business. *European Journal of Operational Research* 194(1), 323-335. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.12.003>
- Wulf, T., Meissner, P. y Stubner, S. (2010). A Scenario-Based Approach to Strategic Planning – Integrating Planning and Process Perspectives of Strategy. *HHL Working Paper*.
- Fuentes, A. (1998). *Las armas del estratega*. México: Departamento de Sistemas. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. UNAM.
- Zopounidis, C. y Pardalos, P. (2010). *Handbook of Multicriteria Analysis*. Applied Optimization 103. Alemania: Springer. DOI: 10.1007/978-3-540-92828-7

# ANEXOS

## Anexo I. Fuerzas conductoras de la empresa cerillera

Económicos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los cerillos chinos se importan debido a que su menor precio.</li> <li>2. La competencia sufre una crisis, se declara en bancarrota y cierra.</li> <li>3. La gente acude cada vez más a comprar cerillos en tiendas de autoservicios.</li> <li>4. La materia prima se encarece.</li> <li>5. La empresa recibe una oferta para ser comprada por una transnacional.</li> <li>6. La gente utiliza encendedores por su bajo precio.</li> <li>7. El contrabando de cerillos aumenta.</li> <li>8. Los costos de distribución se vuelven incosteables.</li> <li>9. El contrabando de encendedores aumenta.</li> <li>10. Las crisis económicas se vuelven constantes.</li> <li>11. El polvorín sufre una explosión.</li> <li>12. La empresa pierde mercado en donde es líder.</li> </ol>
Tecnológico	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Las estufas eléctricas se vuelven más accesibles en costo.</li> <li>14. Los desarrolladores inmobiliarios utilizan calentadores solares o a base de encendido electrónico.</li> <li>15. La competencia cuenta con mejores métodos y tecnologías para la producción de cerillos.</li> <li>16. La competencia diversifica sus productos.</li> <li>17. La maquinaria de la empresa se vuelve obsoleta.</li> <li>18. La planta de producción sufre un incendio.</li> <li>19. La planta de producción sufre una inundación.</li> </ol>
Político	<ol style="list-style-type: none"> <li>20. Los legisladores endurecen la ley antitabaco.</li> <li>21. La importación de materia prima se cierra.</li> <li>22. La regulación en la importación del fosforo como producto terminado (aranceles) se vuelve más difícil.</li> <li>23. Los costos de importación del cerillo como producto terminado aumentan.</li> <li>24. La empresa, por estar en la zona habitacional, es obligada a cambiarse de ubicación debido al manejo de productos explosivos.</li> <li>25. La reforma energética da impulso a la energía nuclear.</li> </ol>
Social	<ol style="list-style-type: none"> <li>26. La siguiente generación familiar tienen intereses diferentes a los cerillos.</li> <li>27. La zona del bajío aumenta su concentración de población.</li> <li>28. La gente utiliza y prefiere el fósforo por sobre el cerillo.</li> <li>29. Las misceláneas y abarrotos presentan menor venta de cerillos.</li> <li>30. Las redes de electricidad tienen mayor penetración en el país.</li> <li>31. Los cerillos sufren de prestigio.</li> <li>32. La empresa se va a huelga.</li> <li>33. La gente prefiere utilizar más encendedores.</li> <li>34. La inseguridad aumenta en el país.</li> <li>35. La población de coleccionistas y filolumenia aumenta.</li> </ol>
Ambiental	<ol style="list-style-type: none"> <li>36. La regulación por utilizar fosforo rojo aumenta por ser un precursor químico.</li> <li>37. La producción del fosforo roto es limitada por ser un producto natural.</li> <li>38. Los fósforos se dejan de producir por protección de los bosques.</li> <li>39. Los países productores de materia prima sufren un desastre natural.</li> <li>40. La protección del ambiente es más estricta en sus normas.</li> </ol>

## Anexo 2. Listado de alternativas de la empresa cerillera

1. Diseñar y desarrollar nuevas máquinas de producción.
2. Definir nuevos métodos de fabricación.
3. Producir nuestros propios consumibles.
4. Efectuar venta a bordo de camionetas en tiendas.
5. Importar cerillos.
6. Implementar manufactura esbelta.
7. Diversificar el cerillo en diversas presentaciones.
8. Poner otra planta de producción y sea como ampliación o traslado total.
9. Crear otra marca de cerillos para otro tipo de mercado.
10. Buscar financiamiento público mediante el ingreso en la bolsa de valores.
11. Adquirir la tecnología de la competencia.
12. Comprar a una compañía competidora.
13. Realizar una fusión estratégica con la competencia.
14. Incursionar en nuevos mercados geográficos.
15. Aprovechar el exceso de materias primas y utilizar los préstamos para poder comprar.
16. Comprar maquinaria para nuestras cajas de cajón.
17. Aprovechar el pábilo para hacer artesanías.
18. Rentar el jardín para eventos sociales.
19. Investigar y hacer estudios en tecnologías del cerillo.
20. Imprimir cartuchos y el papel cortado.
21. Generar un gobierno corporativo para tener administradores de la empresa.
22. Aprovechar los camiones para hacer fletes de material peligroso.
23. Buscar fuentes alternativas de materias primas.
24. Utilizar proceso de elaboración de cajitas y llenarlas de dulces.
25. Aprovechar las relaciones con el cliente para venta de otros productos.
26. Vender el terreno de la planta.
27. Hacer un cerillo más barato.
28. Utilizar la caja del cerillo para hacer publicidad.
29. Realizar visitas programadas con los clientes.
30. Hacer una maquina que recupere el cerillo de desperdicio.
31. Incursionar en la producción de fósforos.
32. Importar fósforos.
33. Mejorar al máximo la calidad del cerillo.

