

Decision Maker

Ayuda a la toma de decisiones para solventar problemas

Libro de Texto por Stuart Armstrong
Programas de Ordenador ingenieros por Hamid Beyzaii & Stuart Armstrong
Desarrollo por Duncan Herderson, Neil Ainsworth & Chris Moden

SOFT 918

Published by Amsoft, a division of
Amstrad Consumer Electronics plc
Brentwood House
169 Kings Road
Brentwood
Essex

© **Triptych Publishing Limited**
Sterling House
Station Road
Gerrards Cross
Buckinghamshire SL9 8EL

Primera publicación en 1984

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación ni de los programas acompañantes puede ser duplicada, copiada, transmitida, ni en general reproducida por ningún medio electrónico, mecánico, fotográfico, grabación o similares sin el expreso permiso escrito de Triptych Publishing Limited and Amstrad Consumer Electronics plc. Este libro y los programas se venden sujetos a la condición de no ser -por métodos comerciales o mercantiles- prestado, revendido, alquilado, ni en ninguna manera circulado sin el consentimiento previo y por escrito de los editores, en ninguna forma de encuadernación o cubierta distinta a la que está publicado y sin que se imponga una condición similar incluyendo esta cláusula, en el subsiguiente comprador.

BRAINPOWER es marca registrada de Triptych Publishing Limited

Editado por **INDESCOMP, S.A.**
Avda. Mediterráneo, 9 - 28007 MADRID (ESPAÑA)

Derechos reservados en lengua española: **INDESCOMP, S.A.**

Traduce y compone: **CONORG, S.A.**

Iniciación

Decision Maker ha sido diseñado para ser usado por personas con una amplia variedad de conocimientos y habilidades. Muchos de vosotros no necesitaréis por tanto leer el texto desde la portada hasta la contraportada con el propósito de usar los programas de ordenador. Para acelerar tu progreso, te sugerimos lo siguiente:

- A. Si ya comprendes los principios del Análisis de Decisión y de los Árboles de Decisión, simplemente pasa al Capítulo 12, donde te daremos instrucciones detalladas de cómo usar el Programa de Aplicaciones.
- B. Si comprendes lo que es el Análisis de Decisión, pero no sabes cómo aplicarlo, pasa entonces al Capítulo 1 y sigue las instrucciones para usar el Programa Discente.
- C. Si partes de la ignorancia sobre el tema, y no tienes a mano tu Amstrad CPC464 o simplemente quieres adoptar un enfoque más placentero, entonces lee por favor concienzudamente la introducción antes de pasar adelante.

NOTA

Si no estás familiarizado con los procedimientos requeridos para cargar el programa Educativo o el de Aplicaciones en la memoria de tu ordenador, consulta el Apéndice 2 donde encontrarás instrucciones específicas para cargar el **Decision Maker**.

Notas sobre Estilo

Observa por favor que los tipos y estilos de letra usados en las publicaciones AMSOFT están pensados para ayudarte a identificar las diferentes operaciones y secuencias empleadas al trabajar con el ordenador.

Las acciones en el teclado que constituyen una secuencia de comandos pero que no necesariamente tienen la representación correspondiente en la pantalla se muestran en un tipo de letra normal. Las teclas sin representación visual se muestran en negrita:

P	}	Quando la letra 'P' aparece en la pantalla del monitor
P		
ESC		Como un comando, sin que se visualice el carácter correspondiente.

El texto descriptivo o narrativo general se muestra en un tipo de letra tomado de las variedades normales, eg: Roman, Century, Palatino, etc.

Contenido

INTRODUCCION	4
1. EL METODO DE ENSEÑANZA	7
2. EJEMPLO DESARROLLADO	10
3. ESTRUCTURA DE LA DECISION	17
4. INCLUSION DE VALORES	19
5. PROBABILIDADES	21
6. VALORES ESPERADOS	24
7. EL RETROCESO	27
8. PERFIL DE RIESGO	29
9. SENSIBILIDAD DE LA SOLUCION	31
10. VALOR DE LA INFORMACION	33
11. MAS PRACTICA	38
12. APLICACIONES	39
Epílogo CRITERIOS DE DECISION	47
Apéndice 1 EJEMPLOS DE DECISION	48
Apéndice 2 CONSEJOS PARA LA CARGA DEL PROGRAMA	50
Apéndice 3 RESUMEN DE PALABRAS IMPORTANTES	52
GLOSARIO Y BIBLIOGRAFIA	54
INDICE	55

Introducción

Bienvenida

Los títulos en la serie **BRAINPOWER** (potencia del cerebro) están diseñados de forma específica para aprovechar la potencia de tu Amstrad CPC464 de manera que te permita aprender nuevas disciplinas en una forma más simple y con mayor disfrute. El avanzado enfoque interactivo garantiza que puedes trabajar a tu propio ritmo y que, una vez que hayas dominado el tema, el Programa de Aplicaciones continuará satisfaciendo tus necesidades. Hemos hecho todo el esfuerzo para crear un curso que sea directamente utilizable, pero si crees que podríamos mejorarlo, envíanos por favor tus comentarios por escrito.

Decision Maker(toma de decisiones) es un curso completo de aprendizaje y aplicaciones basado en la teoría del Análisis de Decisión y los Árboles de decisión. Lo que has adquirido consta de tres elementos:

- 1) El Libro de Texto que ahora estás leyendo. Por favor, ten en cuenta que lo estarás usando continuamente en conjunción con tu Amstrad CPC464.
- 2) El Programa de Enseñanza, que será usado para darte una comprensión completa de los conceptos del Análisis de Decisión.
- 3) El Programa de Aplicación, que serás capaz de utilizar para resolver tus propios problemas de Análisis de Decisión.

Encontrarás que el Programa de Enseñanza no es un simple programa tutor de cómo usar el Programa de Aplicaciones. Una vez que hayas conseguido comprender el material, serás capaz de usar el Análisis de Decisión para resolver problemas, con o sin tu ordenador.

Si crees que ya posees un conocimiento firme de los principios en que se basa el Análisis de Decisión, puede entonces que desees ensayar inmediatamente el Programa de Aplicaciones. Si así es, pasa simplemente al Capítulo 12. Allí descubrirás las instrucciones detalladas para resolver tus propios problemas de lanzamiento y seguimiento de proyectos.

Análisis de Decisión

Las técnicas presentadas en éste **Decision Maker** pueden usarse para efectuar un análisis explícito de una situación concreta y revelar la estrategia apropiada que ha de adoptarse. Tu papel como 'tomador de la decisión' se simplifica porque puedes ver cómo las diversas acciones tomadas pueden generar diferentes resultados en el futuro. Es esta estructuración del problema de las decisiones, combinada con un instrumento para medir el valor de la decisión, lo que constituye el atributo clave de Análisis de Decisión. Puedes desglosar el problema -rompiéndolo en la serie de partes que lo componen, y ese proceso te llevará a una perspectiva más clara de las opciones, permitiéndote tener un control mayor sobre el modelo de los futuros eventos.

Decision Maker es un instrumento potente para cualquiera interesado en la estrategia y en las decisiones en todas las actividades de la vida, que quiera minimizar el riesgo involucrado. Incluso en lo más fundamental, estos procedimientos te permitirán proyectarte hacia el futuro con confianza y destreza, asegurarte una comprensión más razonada del problema abordado, y de su solución, en términos de tus propios requisitos.

Para el novicio en estos temas, deberíamos explicar la clase de problemas que pueden resolverse mediante el Análisis de Decisiones y cómo se aplica el proceso. Es importante apreciar que no todos los problemas en la toma de decisiones pueden fácilmente resolverse por este método. Otras técnicas tales como la Programación Lineal, el Flujo de Caja Neto, el Análisis del Camino Crítico y similares, son más apropiadas para algunas situaciones. Para usar el Análisis de Decisión debe ser posible desglosar el problema en un número finito de elementos de la siguiente manera:

- 1) Hay una decisión inicial que tomar, y hay un número limitado de alternativas claramente definidas entre las que escoger.
- 2) Para cada decisión, hay un número limitado de posibles resultados alternativos.
- 3) Cada resultado pudiera llevarnos a otra decisión con otra serie de posibles resultados alternativos de la misma, y así sucesivamente.

La técnica del Análisis de Decisiones implica el trazado de un diagrama del proceso de una forma simbólica. De hecho el proceso real de construir el diagrama, conocido como Arbol de Decisión, ayudará a que una decisión muy compleja parezca algo más sencilla.

Una vez que se ha desglosado el problema de esta manera, necesitamos un medio de juzgar el valor de la decisión. En el mundo de la gestión, habitualmente se mide por el coste o por el beneficio, pero en otras circunstancias, el valor puede estimarse por ejemplo en términos del número de vidas salvadas, o el número de puestos de trabajo creados, o en alguna otra cantidad no monetaria. Debemos por tanto ser capaces de estimar el **valor** de cada decisión y de cada resultado, de manera que pueda elegirse la decisión inicial que nos conduzca al valor más alto posible.

La aplicación de las técnicas **Decision Maker** a un amplio surtido de situaciones es un instrumento potente de gestión por diversas razones:

- 1) Te compete a ti que eres la persona que toma la decisión, a reconocer la estructura y las relaciones entre los diversos elementos implicados.
- 2) Debes sistemáticamente evaluar todas las acciones posibles y los resultados, y también eso te exige que revises concienzudamente cada aspecto de la decisión.
- 3) Puedes modificar los costes, los valores y los riesgos de las diversas acciones implicadas y comprobarlos para ver cuántas cosas necesitan cambiarse para hacerte alterar tu decisión inicial.

En resumen, **Decision Maker** te proporciona la posibilidad de aplicar esta avanzada técnica a una multitud de problemas de decisión, tanto en el hogar cómo en el trabajo, y te permitirá aprovechar toda la ventaja de la inversión que has hecho en tu Amstrad CPC464.

El procedimiento real es normalmente bastante directo, pero no te preocupes demasiado si estás un poco confuso por la primera explicación del proceso, dado que el Programa de Enseñanza lo desarrollará completamente en etapas graduales.

1. El Método de Enseñanza

1.1 La forma de aprender

Antes de que pasemos realmente a la etapa de aprender algo, revisaremos rápidamente cómo va a usarse el ordenador con este libro. Primeramente, encontrarás que todas las explicaciones escritas sobre el tema aparecerán en el libro. No pensamos que quieras fatigar tus ojos leyendo pantallas completas de texto en tu ordenador, y de cualquier manera, la memoria de un ordenador es un medio relativamente caro para almacenar simplemente la palabra escrita. Debido a este principio que nos rige, te verás constantemente cambiando entre libro y pantalla, de manera que coloca el libro cerca del ordenador para que puedas pasar de uno a otro fácilmente. También encontrarás cómodo disponer de un lápiz y un papel. La pantalla se aprovechará para mostrarte ejemplos de operaciones y para presentarte ejercicios de manera que puedas autocontrolar tu propio aprendizaje.

A medida que recorres tu camino a lo largo del libro, se te pedirá que operes con el ordenador pulsando determinadas teclas. Eso es para que el programa del ordenador sepa el punto que has alcanzado. Cualquier tecla que necesites pulsar estará destacada en negrita, tal como **ESPACIADOR** o **4**. Igualmente, cuando el ordenador desea que vuelvas al libro, te dirigirá al lugar oportuno dándote el número de la sub-sección del capítulo pertinente.

1.2 El Proceso en Seis Pasos

El análisis de decisión puede considerarse como un proceso en seis etapas, que llevan desde el concepto general de la naturaleza de las decisiones hasta una solución específica. Cada etapa se explicará brevemente en el ejemplo desarrollado en el capítulo 2, y luego se cubrirá con detalle en los siguientes capítulos del libro. Los pasos pueden definirse de la forma siguiente:

- 1) **ESTRUCTURA** - Analiza y clasifica las diversas decisiones que han de tomarse, en qué orden surgen, y cuáles son los eventos aleatorios que pueden ocurrir entre ellas. Luego las diversas decisiones y resultados se trazan de una forma simbólica en lo que se denomina un "Árbol de Decisión". -Eso se explica en el capítulo 3 del libro.
- 2) **EVALUACION** - Calcular los costes y valores asociados a todos los eventos y casos circunstanciales involucrados en la decisión. - Explicado en el capítulo 4.
- 3) **PROBABILIDADES** - Estimar el grado de posibilidad de que ocurran cada uno de los eventos aleatorios. - Explicado en el capítulo 5.
- 4) **ANALISIS REGRESIVO** - Usar las reglas para el análisis de los árboles de decisión con el propósito de calcular la decisión. Esta regresión es la clave del proceso, y se explica en los capítulos 6 y 7.
- 5) **ANALISIS DEL RIESGO** - Comprueba la solución calculada para asegurar que pueden tolerarse todos los posibles resultados de la decisión. - Capítulo 8.

- 6) **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD** - Halla cuánto tienes que cambiar las hipótesis para que cambie la solución. - Capítulo 9.

También hay un capítulo sobre el concepto del 'Valor de la Información', un concepto mucho más avanzado que sólo es pertinente una vez que una decisión puede ser analizada con todo detalle.

1.3 Comienzo

Manda a tu ordenador que cargue el Programa de Enseñanza. Si eres un novato en ordenadores, hay algunos recordatorios en el Apéndice 2. EL programa comenzará a funcionar automáticamente, y mostrará una lista de opciones entre las que puedes escoger. Las opciones guardan relación con los títulos de los capítulos en el libro de texto. Puedes hacer tu elección usando la barra **ESPACIADORA** y la tecla marcada **ENTER**. Cada vez que pulses la barra **ESPACIADORA** el rectángulo negro se bajará un escalón en la lista, y si ya está al final de ella volverá a saltar al principio. Cuando estés situado sobre la opción que deseas elegir, pulsa la tecla marcada **ENTER** y el ordenador aceptará esa elección. Este tipo de lista con las opciones a elegir es lo que llamaremos un **MENU**

Cuando uses el programa por primera vez, debes elegir la primera de las opciones 'un ejemplo explicado', pero en las ocasiones sucesivas puedes elegir la opción correspondiente al tema concreto que desees estudiar.

Elige en la siguiente lista de opciones. Baja el cursor usando la barra **ESPACIADORA**, luego pulsa **ENTER** para validar la opción y proseguir con el programa.

MENU
Ejemplo Explicado
Estructura de la Decisión
Inclusión de los Valores
Probabilidades
Valores Esperados
El Retroceso
Perfil del Riesgo
Sensibilidad
Valor de la Información
Más Práctica

Una vez hayas elegido una opción el ordenador tendrá que cargar otra sección del programa. Si estás usando la cassette, puede llevar bastante tiempo, particularmente para los temas finales, y el usuario más experto puede que desee consultar el Apéndice 2, que sugiere una manera de acelerar el proceso.

Cuando ya esté cargada la sección correcta del programa, el ordenador te dará un mensaje confirmando el título de ese tema y te señalará el capítulo correspondiente del libro. Una vez que esté completada cualquiera de las unidades, el programa siempre te da la opción de repetir esa unidad, de detenerte, o de pasar a la siguiente unidad. De vez en cuando, te expondrá instrucciones en la pantalla que no están mencionadas en el libro. Lee siempre cuidadosamente esas instrucciones, y síguelas.

Antes de que empieces, recuerda que has de equiparte con lápiz y papel, con el fin de tomar notas y hacer bosquejos a medida que progresas. Debieras también estar preparado para concentrarte sobre un tema durante un período relativamente largo de tiempo. Aunque hemos intentado hacer cada paso lo más sencillo posible, no es un tema trivial el que vas a estudiar. Habrá montón de oportunidades para repasar las diversas secciones y asegurar la comprensión completa, y desde luego un montón de **ejercicios prácticos** para que adquieras confianza.

2. Ejemplo Desarrollado

2.1 El problema

Supongamos que has decidido comprar un Ford Escort de segunda mano, con cinco años y que sólo tienes una elección entre dos coches. Aparentemente son exactamente iguales pero los precios son diferentes. El primero te costará 1000 Pesetas de tu garaje local, y viene con garantía total. Es decir, si se avería ellos lo repararán. El segundo coche lo está ofreciendo un particular por sólo 600 Pesetas, pero desde luego si se estropea las reparaciones son por tu cuenta. Si algo va mal, puedes elegir entre repararlo o volver a venderlo.

Antes de que pasemos adelante y resolvamos este problema, recuerda que es simplemente un ejemplo de cómo se aplica el método. Si hay algo que no comprendes a medida que avanzamos, no medites demasiado profundamente sobre ello. Sigue hasta el final, y luego pasa a la parte principal del Programa de Enseñanza.

2.2 Trazado del Arbol de Decisión

Vamos a usar la pantalla del ordenador para dibujar un ejemplo de un árbol de decisión. Carga primero el Programa de Enseñanza, y elige la opción del 'Ejemplo Desarrollado' en el menú principal. Cuando el ordenador esté presto, sigue el texto y pulsa las teclas en el orden mostrado para construir el árbol paso a paso.

Inicia el programa tecleando las letras **G O** en el teclado. La primera cosa que el ordenador dibujará en la pantalla es un recuadro. En nuestro diagrama, este recuadro será el símbolo standard empleado para representar el punto en tiempo cuando ha de tomarse una **decisión**. Inicialmente, podemos tomar una entre dos decisiones, así que trazaremos una línea representando cada una - pulsa **1**. Podemos comprar el coche garantizado, o el coche barato.

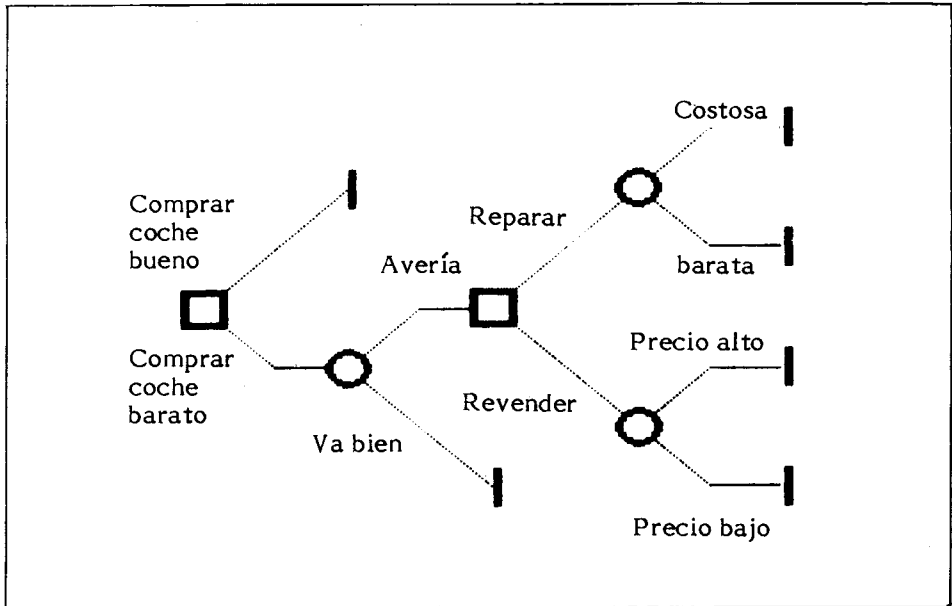
Si elegimos el coche garantizado, podemos suponer que no habrá ningún otro evento futuro de que preocuparse, así que terminaremos la línea con una pequeña raya - pulsa **2**. Con el coche barato, por otro lado, hay bastante más que considerar. Puede estar en buen estado, pero puede averiarse, y si ocurre es tu problema. Por tanto, inventaremos un nuevo símbolo para representar un suceso **aleatorio**, es decir, uno sobre el que no tenemos ningún control - pulsa **3** y verás aparecer un pequeño círculo; puede que no haya ningún problema o puede que se averíe - pulsa **4**. Si no se avería, no hay nada más de que preocuparse, y podemos terminar esa rama con la raya vertical. Pero si se avería tendríamos que tomar otra decisión - pulsa **5**.

Podríamos ahora elegir entre hacer que lo reparasen o venderlo de nuevo, así que añadimos dos líneas más a nuestro grafo - pulsa **6**. Para hacer que el problema sea sencillo, supondremos que no sabemos por anticipado cuánto nos costará reparar el coche o por cuánto lo podremos revender. Hay pues otros dos sucesos aleatorios que tendremos que considerar - pulsa **7**.

Las reparaciones pueden ser costosas o baratas - pulsa 8, y en el caso de revenderlo podríamos obtener un precio alto o uno bajo - pulsa 9. Ahora supongamos que si tenemos ya el coche arreglado, a partir de entonces todo irá bien; pero si decidimos revenderlo, simplemente podremos reemplazarlo con el coche de 1000 pesetas que nos ofrecieron en primer lugar, así que podemos terminar todas las líneas con la raya - pulsa 0.

Bien, esta etapa uno ya está completa. Hemos desarrollado la serie de eventos posibles y trazado un diagrama para representarla. Por razones obvias este diagrama se denomina un **ARBOL DE DECISION**. Cada punto **DECISORIO** y cada punto **ALEATORIO** que aparece en el árbol representado se llama obviamente un **NODO**, mientras cada una de las líneas que describe los resultados de un evento se denomina normalmente una **RAMA**.

Si no estás completamente seguro sobre el procedimiento seguido hasta este momento, el ordenador te ofrece la posibilidad de repasar el procedimiento para trazar el árbol. En los demás casos, deja el ordenador y continua leyendo:



2.3 Añadiendo la Información

Para decisiones más complejas, el proceso de trazar el árbol ya constituye por sí mismo un gran avance para resolver el problema. Pero para alcanzar una conclusión tenemos que hallar una manera de asociar un valor a cada decisión. En el ejemplo del coche usado el enfoque normal sería encontrar la solución del coste mínimo, y eso es lo que haremos ahora. Ese es nuestro '**Criterio de Decisión**' - queremos encontrar la alternativa más barata.

Si examinas el árbol que hemos trazado, verás que tiene seis 'ramas terminales', que representan los seis posibles resultados finales que pueden surgir a partir de las decisiones que hemos tomado. Puedes seguir el rastro sobre el árbol de cómo cada resultado terminal pudiera aparecer en la forma siguiente:

- 1) Compramos el coche garantizado, y no nos preocupamos de nada más;
- 2) Compramos el coche barato que resulta ir perfectamente, y no hay nada más de que preocuparse;
- 3) Compramos el coche barato, pero sucede que se avería, por lo que lo reparamos y nos cuesta un montón de dinero;
- 4) Compramos el coche barato, pero se avería y hacemos que lo reparen por un precio bajo;
- 5) Compramos el coche barato pero se avería y lo revendemos con un beneficio, amortizando el dinero hacia la compra del coche garantizado;
- 6) Compramos el coche barato pero se avería, y perdemos dinero en la venta, aunque aprovechamos para comprar el coche garantizado.

Debemos efectuar ahora la etapa 2 del proceso de decisión, calculando cuánto nos costará alcanzar cada uno de los resultados terminales. Vamos a exponer los costes individuales involucrados, en la forma siguiente:

Compra del coche garantizado	1000 pts.
Compra del coche barato	600 pts.
Coste de la reparación cara del coche	1000 pts.
Coste de la reparación barata del coche	300 pts.
Reventa a precio alto del coche	800 pts.
Reventa a precio bajo del coche	400 pts.

Puedes ver que algunas de estas cifras representan costes que no podemos saber por anticipado. Tenemos que hacer nuestras mejores estimaciones subjetivas sobre lo que se puede conseguir. Aunque eso puede parecer un problema bastante difícil, en la mayoría de las situaciones la gente implicada habitualmente tiene una idea razonablemente buena de lo que los diversos resultados pueden costarle o de los beneficios que pueden generarle. Si no estás muy seguro es muy sencillo volver a elaborar el problema con diferentes costes para ver como eso cambia las cosas.

Estas cifras pueden combinarse para hallar cuánto nos costará cada uno de los resultados terminales. Por ejemplo, la rama de la reparación cara nos costará las 132.000 pts. del coche más 220.000 pts. de las reparaciones, lo que da un coste total de 352.000 pts.

La rama de la reventa a precio alto nos costará las 132.000 pts. del coche barato, luego una ganancia de 176.000 al venderlas y un nuevo pago de 220.000 por la compra del coche garantizado, lo que supone un coste total de 176.000 pts. Todas las otras ramas terminales del árbol tendrán costes que pueden calcularse de la misma manera. Ensayálos por ti mismo y luego pulsa 1 para que el ordenador te muestre las cifras correctas. Observarás que aparecen como cifras negativas. Eso es debido a que son "costes". Los valores positivos sobre el árbol se usan para representar ingresos que es dinero ganado o recibido.

2.4 Probabilidades

La etapa tres implica determinar un dato más de información antes de que podamos resolver el árbol de decisión. Sabemos que hay tres nudos **aleatorios** en el árbol, representados por círculos. Indican eventos sobre los que no tenemos ningún control de lo que puede acaecer, pero que podemos hacer una buena estimación de cuál es el resultado más probable en cada uno de ellos. Por ejemplo, podemos pensar que el coche barato tiene más probabilidad de averiarse que de marchar correctamente. Digamos que hay un 70% de probabilidad de avería, lo que significa que sólo hay un 30% de que marche bien (recuerda que los dos porcentajes deben sumar el 100%).

Igualmente, podemos pensar que tenemos una probabilidad del 60% de que la reparación sea barata, y porque sabemos que tu eres un buen vendedor, también hay además una probabilidad del 60% de que puedas ser capaz de venderlo a un precio más alto de lo que tu pagaste por él.

Antes de que uses estas probabilidades, debemos convertirlas en valores fraccionarios. Esto se debe a que el convenio para las probabilidades es que estén representadas por números en la banda de 0 a 1. Por ejemplo, el 70% se convierte en 0.7; el 40% en 0.4, y así sucesivamente. De esta manera el 100% se representa como 1; y por tanto la regla de que los porcentajes deben sumar el 100% se convierte en la regla "La suma de probabilidades debe ser la unidad". Así que, pulsa 2 para que el programa te muestre dichas probabilidades sobre el árbol. Puedes observar que las probabilidades en cada nudo aleatorio suman la unidad. Como en el caso de algunas de las cifras de coste que hemos usado anteriormente, estás probabilidades representan nuestras mejores estimaciones de lo que pudiera ocurrir en el futuro.

2.5 Hallando la Solución

Ahora tenemos la información suficiente para efectuar la etapa cuatro, de selección de la mejor decisión; pero es un paso bastante difícil para el novato. Aquí simplemente te mostraremos rápidamente COMO está hecho. El programa explicará el POR QUE lo hacemos de esa manera en una sección posterior. Para llegar a la solución, comenzamos en la parte derecha del árbol, y calculamos un valor para cada nudo decisorio y para cada nudo aleatorio en un proceso conocido como "**Retroceso**". Hay dos reglas, una para los nodos decisorios y una para los nodos aleatorios.

REGLA 1 - Nodos aleatorios

Para calcular el valor en un nodo aleatorio, multiplica el valor de cada uno de los nodos inmediatamente sucesores, por la probabilidad del evento que lleva a ese nodo; y suma las cifras resultantes. e.g. consideremos el nodo aleatorio de la reparación costosa/barata. Los dos nodos sucesores son los terminales, con valores de -352.000 pts. y de -198.000 pts., y probabilidades del 40% y del 60% respectivamente. El valor del nodo es por tanto:

$$\begin{aligned} & -1600 \times 40\% \text{ más } -900 \times 60\% \\ & = -640 - 540 = -1180 \text{ Pts.} \end{aligned}$$

-pulsa 3 para que aparezca este resultado sobre la pantalla.

El nodo aleatorio de la reventa a precio alto/bajo puede igualmente calcularse como sigue:

$$\begin{aligned} & -800 \times 60\% \text{ más } -1200 \times 40\% \\ & = -480 - 480 = -960 \text{ Pts.} \end{aligned}$$

-pulsa 4 para mostrar también este resultado.

REGLA 2 - Nodos decisorios

El valor en un nodo decisorio es igual al **mejor** valor de todos los nodos sucesores. Los eventos que conducen hasta los nodos de menor valor se eliminan como opciones no satisfactorias. e.g., la decisión revender/reparar puede tomar el valor de -1180 pts. o bien de 960, originadas desde los nodos sucesivos. Como estos son costes en nuestro ejemplo, las cifras son negativas y el mejor valor es la cifra menos negativa, -960 pts. Por tanto, este nodo decisorio tiene un valor de -960 pts., y la opción de reparar queda eliminada. Es decir si nos vieramos enfrentados con esta decisión, siempre sería más sensato escoger la reventa del coche. Pulsa 5 para que se muestre este valor. Observa que el ordenador también dibuja una "barra" a través de la opción de reparar ya que esta está ahora eliminada.

Sólo nos queda otros dos nodos a la izquierda para evaluar: el aleatorio de la avería, y el decisorio de la compra inicial. El nodo aleatorio tiene un valor de:

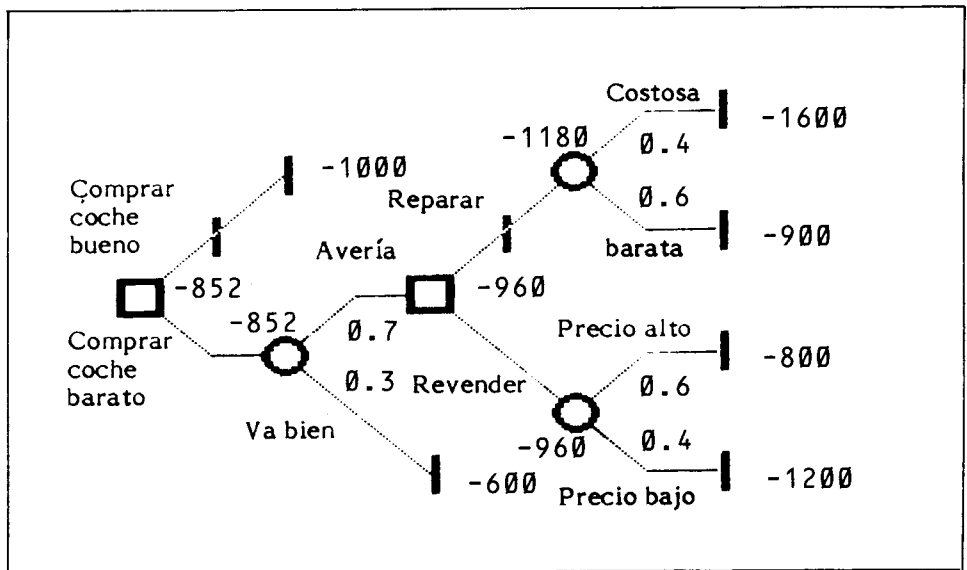
$$\begin{aligned} & -960 \times 70\% \text{ más } -600 \times 30\% \\ & = -672 - 180 = -852 \text{ Pts.} \end{aligned}$$

-pulsa 6 para que aparezca este valor.

Y ahora puedes observar que el primer nodo decisorio puede tener el valor de -1000 pts. (coche garantizado) o de -852 pts. (coche barato). Por lo tanto debe decidirse por el coche barato, con un valor de decisión de -852 pts., y eliminar la alternativa del coche garantizado.

Pulsa 7 para mostrar este resultado final.

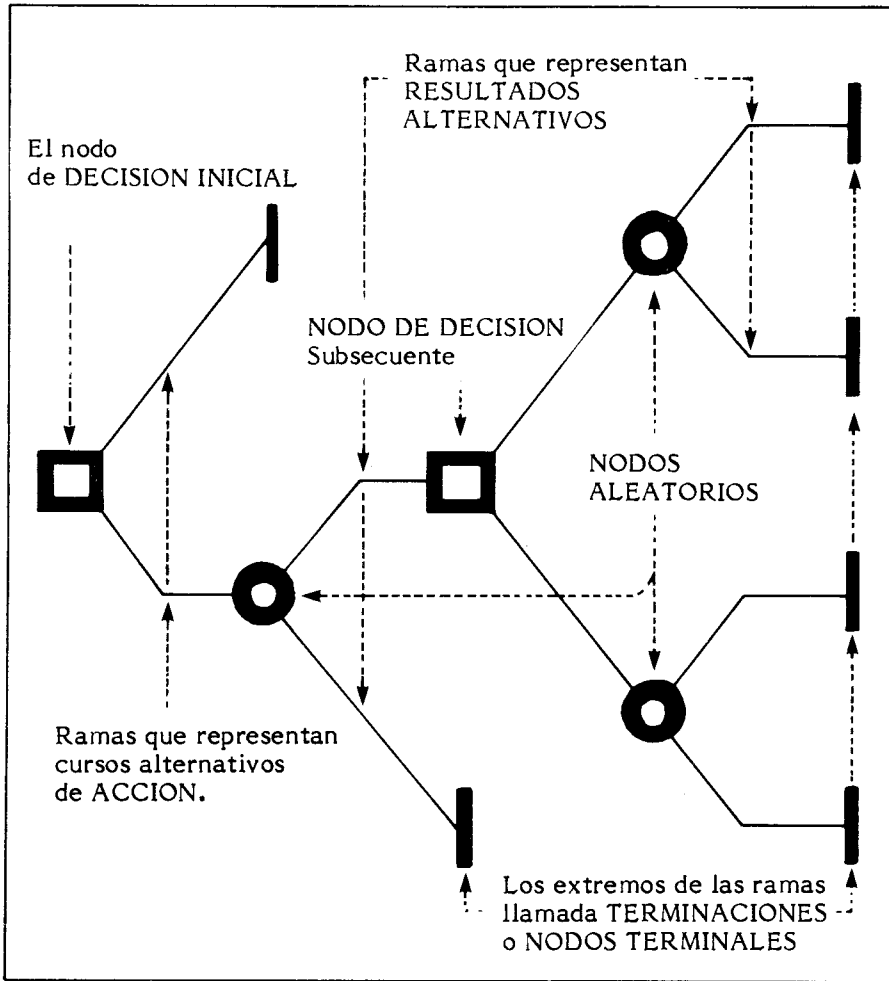
Así, el árbol nos dice que compremos el coche barato y que lo revendamos en cuanto se averie -¡A mi me parece una respuesta bastante razonable!



2.6 ¿Y ahora que pasa?

Bien, si has seguido la manera en que hallamos la solución al ejemplo, deberías conocer lo suficiente como para intentar resolver tus propios árboles de decisión. Si por otro lado, todavía estás preocupado por el tema, no tienes ninguna razón. Este programa continúa explicando cada uno de los elementos del análisis de decisión con más detalle, y proporciona rutinas de práctica de manera que puedas llegar a estar completamente familiarizado con el proceso. Si estás preparado para continuar aprendiendo, elige la opción en la pantalla para pasar al siguiente módulo; o puede que desees repasar de nuevo este capítulo -¡Es tu decisión!

Si te sientes con la suficiente firmeza como para intentar un árbol por ti mismo, pasa al capítulo 12 y sigue las instrucciones para utilizar el Programa de Aplicaciones. Te sugerimos que comiences usando el problema del ejemplo que acabamos de estudiar y luego intentes cambiarlo, quizás añadiendo otras alternativas o posibilidades que consideres apropiadas. Para hacer el tema más sencillo para ti, verás que este ejemplo, junto con todos los otros ejemplos usados en el libro, se resumen en el Apéndice 1 del manual. Si ensayas el ejemplo que hemos estado usando, y lo encuentras un poco demasiado difícil, siempre puedes volver a este punto y continuar a partir de aquí. Uno de los cambios más fáciles de hacer, es cambiar las cifras y la 'moneda' utilizada.



Anatomía de un Arbol de Decisión

3. Estructura de la Decisión

3.1 Nodos y Ramas

El ejemplo que presentamos en el capítulo 1 te mostró como trazar un **árbol** para representar la serie de puntos de decisión y de eventos aleatorios que dan forma a los problemas de decisión complejos. Vamos ahora a pensar la manera en que se formó la estructura. Teclea **D S** para mostrar otra vez el ejemplo. Lo primero de todo, reconocemos un punto inicial donde tenemos que elegir la acción. Llamamos a este punto un **nodo decisorio**. A partir de este nodo, emergen dos ramas representando cursos alternativos de acción. Una rama simplemente llega a un final porque no resulta nada más de esa acción. La acción representada por la otra rama nos lleva sin embargo a la posibilidad de dos resultados alternativos: avería o no-avería. Estos resultados nos llevan a su vez a otra decisión, o a ninguna acción posterior. De esta manera, se construyó el árbol con un cuatro elementos básicos: dos clases de nodos y dos clases de ramas. Las dos clases de nodos están representadas por círculos y por cuadrados, mientras que la clase de rama depende de la clase de nodo de la que brotan:

- Las ramas de **ACCION** emergen de los nodos **DECISORIOS**.
- Las ramas de **RESULTADOS** salen de los nodos **ALEATORIOS**.

Puedes ver la diferencia en el ejemplo presentado en pantalla. El ordenador se usará ahora para destacar las diferentes clases de ramas. Pulsa **1** y sigue las instrucciones que aparecen en la parte superior de la pantalla.

3.2 Elección y Azar

Reconocerás que las **ACCIONES** son cosas que tú puedes elegir, mientras que los **RESULTADOS** son cosas en las que no tienes ninguna elección. Observa sin embargo, que puedes ser capaz de influenciar algunos de estos resultados. Tus propias acciones pueden hacer que ciertos resultados sean más o menos probables. Por ejemplo, la acción de llevar una gabardina no cambiará la probabilidad de que llueva, pero tendrá un efecto sobre la probabilidad de que te mojes.

Aquí hay un simple ejercicio para comprobar lo que has comprendido hasta este momento. El ordenador dibujará un nuevo árbol de decisión sobre si usar la **NV** o la **NI** para salir de Madrid en una hora punta. Destacará luego diversas partes del árbol haciendo que parpadeen. Tu debes decir si el elemento que parpadea es un **NODO ALEATORIO**, un **NODO DECISORIO**, una **ACCION**, o un **RESULTADO**. Dile al ordenador tu respuesta pulsando **C**, **D**, **A**, u **O** respectivamente. Pero primeramente, pulsa **2** para mostrar el árbol.

3.3 Problema de Revisión

Puedes ahora intentar dibujar un árbol que tu imagines. Aquí hay un problema sencillo:

Vas a abrir una nueva tienda de informática. Uno de los fabricantes de ordenadores, Microfruta, S.A., te ha ofrecido la representación para su gama de dos ordenadores: el Aguacate y la Banana (les llamaremos a partir de ahora A y B) pero su propuesta es compleja y estructurada de manera que pueda comprobar tus habilidades como vendedor. Puedes elegir entre aceptar un tipo A o un tipo B únicamente. Si lo vendes dentro de un cierto límite de tiempo, te ofrecerán uno del otro tipo para que lo vendas. Pero si fallas, retirarán el ordenador y rehusarán tratar contigo en adelante. Por otro lado, si también vendes el segundo, te nombrarán su distribuidor. Tu estás un poco preocupado sobre los costes involucrados y por tanto puedes elegir entre declinar la oferta inmediatamente o quizás declinarla a medio camino. Si perseveras y tienes éxito, automáticamente tendrás la distribución y un beneficio atractivo.

Bien, ésta es la decisión que tienes que estructurar. Cuando vuelvas a poner en marcha el ordenador, te pedirá qué hacer, mostrándote una serie de alternativas y permitiéndote que hagas la elección. La lista de elecciones está en forma de un **menú** en la parte inferior izquierda de la pantalla, más pequeño pero similar al que ya has usado para elegir este módulo. Funciona exactamente de la misma forma que antes. Te pedirá que hagas una serie completa de selecciones hasta que finalmente la estructura del árbol esté completa. Cuando estés preparado, simplemente pulsa **3** para comenzar a trabajar.

4. Inclusión de Valores

4.1 Calculando la Evaluación

Como mencionamos en la introducción, el método del Análisis de Decisión trabaja sobre la base de que cada uno de los resultados tiene algún valor medible. Cuando usas este método comparás esos valores y eliges la serie de decisiones que lleva al resultado óptimo.

Una vez que has trazado un árbol, tendrás un número de ramas terminales, y tendrás que calcular un valor para cada una de ellas. Lo haces siguiendo el curso a través del árbol desde la decisión inicial, a lo largo de las ramas hasta el extremo final del árbol cuyo valor quieres calcular. Las acciones y los resultados a lo largo del camino tendrán costes y valores. Si los sumas a medida de que vas pasando tendrás el valor o el coste de llegar al resultado final. Este valor final para cada rama es lo que denominamos **EVALUACION**, que viene a ser como 'la retribución' obtenida por ese camino. Ahora volveremos al ejemplo del coche usado para demostrar esto más claramente. Recuerda que las cifras involucradas fueron las siguientes:

Compra del Coche Bueno	1000
Compra del Coche Barato	600
Reparación Costosa	1000
Reparación Barata	600
Reventa a bajo precio y compra de Coche Bueno	$-600+400-1000$
Reventa a precio alto y compra de Coche Bueno	$-600+800-1000$

El ordenador se usará para volver a mostrar el árbol y calcular sucesivamente cada evaluación, mostrando como se hace. Los cálculos aparecerán en la parte superior derecha de la pantalla. Pulsa **IV** para que vuelva a funcionar el ordenador.

PARA EVALUAR EL ARBOL

- 1) Debes calcular el valor o coste de cada rama terminal.
- 2) La evaluación es la cantidad total que ese resultado final concreto nos haría ganar o nos costaría. Recuerda que los costes son negativos.
- 3) Cálculalo sumando todos los costes y valores de todas las ramas que llevan desde el inicio hasta esa rama terminal.

4.2 Problema de Revisión

Ahora es el momento de ensayar un ejemplo por ti mismo, así que echemos otra mirada al problema de la distribución de los ordenadores Microfruta, S.A.

Además de la estructura del árbol que ya has resuelto, necesitarás saber los costes y valores de todas las acciones y resultados. Supongamos:

Coste de publicidad para el Aguacate	400
Coste de publicidad para el Banana	500
Beneficio al vender en Aguacate	200
Beneficio al vender el Banana	1000
Beneficio neto una vez lograda la distribución	5000

Recuerda, que si intentas vender uno de los ordenadores, tendrás que pagar los costes de publicidad asociados con él, lo vendas o no. Los beneficios se consideran siempre como números positivos, mientras que los costes son negativos.

Cuando reinicies el programa, el procedimiento será el siguiente:

- 1) El ordenador identificará cada punto de evaluación con una interrogación parpadeante, y te pedirá que elijas los eventos y ramas que llevan hasta él.
- 2) Serás entonces capaz de elegir los eventos, uno cada vez, si sigues las instrucciones en la parte inferior de la pantalla. A medida que eliges cada evento, se te preguntará su valor, que puedes encontrar a partir de la lista dada en el texto. No olvides que los costes con negativos y las ganancias son positivas, y no olvides que algunos eventos puede que tengan valor cero.
- 3) Cuando hayas dicho al ordenador que no hay más eventos que lleven a ese punto terminal, calculará la respuesta a partir de las cifras que le hayas dado.
- 4) Los pasos (1) a (3) deben repetirse hasta que hayas calculado todas las evaluaciones.

Ahora pulsa 1 para que comience el programa. Si cometes una equivocación al introducir un valor puedes usar la tecla DELETE para borrarlo y ensayar de nuevo.

5. Probabilidades

5.1 Considerando la Suerte

Cada nodo **aleatorio** del árbol refleja una serie de posibles **resultados**, con cada resultado teniendo una probabilidad concreta de ocurrir. Por ejemplo, si decidimos no llevar la gabardina, los resultados aleatorios son que llueva o que no llueva. Si presentimos que ciertamente va a llover, podemos expresarlo diciendo que hay un 100% de probabilidad de lluvia -100% representa la 'certidumbre' total. Por otro lado, podemos afinar diciendo que hay un 90% de probabilidades de lluvia y un 10% de que no llueva.

Si de nuevo otra vez reducimos nuestra previsión meteorológica a un 60% de probabilidades para la lluvia, desde luego que también implícitamente estamos diciendo que la probabilidad de que no llueva es del 40%. Lo que estamos diciendo aquí es que el total de las probabilidades de todos los resultados posibles deben sumar el 100%. Si las probabilidades no suman el 100%, o bien las probabilidades son erróneas, o bien no se han incluido todos los resultados posibles del evento aleatorio. Cuando trazamos un nodo aleatorio en un árbol de decisión, las probabilidades de los sucesos que resulten de ese nodo **deben** sumar el 100%, porque todos los resultados posibles han de estar incluidos.

Usando el ejemplo del día lluvioso, podemos considerar las siguientes posibilidades:

- 1) Sólo lloverá cuando vaya a trabajar - probabilidad del 10%.
- 2) Sólo lloverá cuando venga de trabajar - probabilidad del 20%.
- 3) No lloverá en todo el día de hoy - probabilidad del 10%.

Hasta ahora, esta lista de resultados podría ser correcta, pero las probabilidades no suman el 100% porque hay otros resultados posibles:

- 4) Lloverá al ir a trabajar Y TAMBIEN al volver de trabajar - probabilidad del 30%.
- 5) LLoverá, pero no cuando voy o vengo del trabajo - probabilidad del 30%.

Ahora si que suman el 100%, de manera que no puede considerar ningún otro posible resultado. Por ejemplo, podemos percibir que hay una probabilidad del 5% de que llueva a las tres de la tarde, cuando todavía estoy trabajando. Ese no puede ser un resultado posible en este ejemplo porque ya las probabilidades suman el 100%. De hecho, si observo cuidadosamente la lista, veremos que esa posibilidad ya ha sido cubierta por la alternativa 5, y por tanto no voy a duplicarla.

Es posible simplificar la banda de resultados combinándolos entre sí y sumando sus probabilidades respectivas. En el ejemplo de la gabardina, solamente me preocupa si llueve o no llueve cuando estoy fuera de la oficina; es decir cuando voy hacia el trabajo o vuelvo de él. Así que podemos sumar todos los resultados cuando llueve y yo estoy fuera, y todos los resultados cuando no es así, reduciendo el problema a sólo dos resultados posibles, en la forma siguiente:

- Tomando 1) Lluvia en mi camino al trabajo - probabilidad del 10%
 2) Lluvia en mi camino a casa - probabilidad del 20%
y 4) Lluvia en ambas direcciones - probabilidad del 30%
 y sumar estas probabilidades para conseguir:

Lluvia cuando voy o cuando vengo del trabajo - probabilidad del 60%

De manera similar:

- Tomamos 3) No llueve en absoluto - probabilidad del 10%
y 5) Lluvia, pero no cuando estoy fuera - probabilidad del 30%
 y sumarlas también para conseguir:

No llueve cuando voy o vengo de trabajar - probabilidad del 40%.

Ambas maneras de considerar los resultados son correctas; ya sean cinco o más resultados, o únicamente dos siempre y cuando sumen el 100%. El aspecto importante es dividir los resultados de manera que guarden estrecha relación con el problema.

5.2 Probabilidades y Porcentajes

Hasta este momento, hemos comentado las probabilidades en términos de **porcentajes**, porque la mayoría de la gente piensa de esa manera en la vida cotidiana. Sin embargo, hay un convenio matemático para que las probabilidades expresen como números en la banda 0 a 1. Un evento con una probabilidad de 0 no tiene ninguna posibilidad de ocurrir, mientras que un evento con una probabilidad de 1 es seguro que ocurrirá. El método para cambiar de valores en porcentajes a valores fraccionarios es sencillo: simplemente escribe el valor en porcentaje después del **punto decimal**, recordando colocar un 0 por delante del valor cuando es menor que 10. p.e. 70% se convierte en 0.70, (que es lo mismo que 0.7 porque los ceros después de los decimales no tiene ningún efecto); y 7% es lo mismo 0.07 y se convierte por tanto en 0.07.

Volvamos al problema de la distribución de ordenadores e incluyamos las probabilidades. Hemos hecho algo de trabajo en casa sobre los riesgos implicados en el tema y hemos llegado algunas conclusiones.

Creemos que el Aguacate será un modelo popular, y presentimos que hay una probabilidad del 60% (matemáticamente 0.6) de venderlo antes del tiempo límite. Obviamente por otro lado, hay una probabilidad del 40% (del 0.4 matemáticamente) de no venderlo, y de no tener más remedio que devolverlo. El Banana por otro lado, es un ordenador mucho más caro, así que sólo hay una probabilidad del 20% (de 0.2 en matemáticas) de venderlo a tiempo. ¿Cuánto es la probabilidad de **no venderlo**?

Pulsa **P R** para reiniciar el funcionamiento del programa. Sigue las instrucciones en pantalla para elegir sucesivamente cada resultado, y teclear su probabilidad.

PARA CONVERTIR PORCENTAJES A PROBABILIDADES

1. Una probabilidad como número fraccionario es cómo porcentaje dividiéndolo por 100, es decir colocando el punto decimal por delante de él.

e.g.: $65\% = .65$ $32\% = .32$ etc.

PERO TEN EN CUENTA

2. Para porcentajes menores del 10% incluir primero un 0 por delante .

e.g.: $6\% = 06\% = .06$ $3\% = 03\% = .03$ etc.

3. Para porcentajes con parte decimal, simplemente ignora el primitivo punto decimal.

e.g.: $38.5\% = .385$ $94.67\% = .9467$ $3.25\% = 03.25\% = .0325$,

6. Valores Esperados

6.1 La Esperanza Matemática

Comprender la idea de los **Valores Esperados** es crítica para la utilización constructiva de las técnicas del Análisis de Decisión. Podemos definir el valor esperado de una situación aleatoria como el valor **medio** que se obtendría si se repitiera infinitas veces. En la mayoría de las situaciones del mundo no matemático, las probabilidades de los resultados de un suceso aleatorio no pueden comprobarse ni calcularse, si no únicamente estimarse; a pesar de ello el concepto de 'Esperanza Matemática' y del **Valor Medio Esperado** (EMV para abreviar), se sigue usando. En la mayoría de las situaciones, los valores para la toma de decisión se expresan en términos monetarios.

6.2 EMV de Eventos Aleatorios

Consideremos un ejemplo:

Un aprendiz de lince en los juegos de cartas que tiene una baraja normal de 52 cartas (sin comodines) va a hacerte una propuesta: puedes barajar y sacar una carta cien veces. Cada vez que obtengas una carta negra el te paga 10 pesetas, pero cada vez que saques una carta roja, tendrás que pagarle tú a él 6 pesetas. ¿Aceptarías esta oferta?.

Bien, creo que puedes decir que es un buen juego desde tu punto de vista. La mitad de las cartas son negras y la mitad son rojas, de manera que se puede **esperar** que saques aproximadamente 50 de cada una. Habrás ganado 50×10 y tendrás que pagar 50×6 , y no necesitas un ordenador para calcular que eso te da un beneficio **medio** de 200.

El EMV del juego es por tanto de 200. Podemos calcular el **Valor Medio Esperado** en cada extracción si dividimos ese valor total por el número de extracciones del juego, que es 100. Por lo tanto el EMV de cada jugada es de $200/100=2$. Como promedio, ganarás 2 en cada jugada. Eso es lo mismo que decir que tienes una probabilidad del 50% de ganar 10, y otro 50% de perder 6 en cada jugada.

$$10 \times 50\% \text{ más } -6 \times 50\%$$

que es lo mismo que:

$$\begin{aligned} &10 \times 50\% \text{ menos } 6 \times 50\% \\ &= 5 \text{ menos } 3 = 2 \end{aligned}$$

Para calcular el valor medio esperado de un evento aleatorio, simplemente se multiplica el valor de cada resultado por su probabilidad, y se suman estos valores obtenidos. No olvides que algunos valores, como en nuestro ejemplo son negativos (y habitualmente a los valores negativos los llamamos COSTES) y que si hay, deben restarse en lugar de sumarse.

Este concepto puede transferirse a los Árboles de Decisión en la forma siguiente: el valor medio esperado en un nodo aleatorio se calcula multiplicando el valor de cada uno de los nodos que van inmediatamente detrás, por la probabilidad de que ocurra el resultado correspondiente, y sumando los valores obtenidos.

6.3 Valor de los Nodos Decisorios

Ahora, me temo que nuestro novato jugador ha estado escuchando nuestra discusión, y se ha dado cuenta de que su propuesta no era tan buena idea desde su punto de vista, de manera que la ha cambiado;

Ahora lo que nos ofrece es esto: él pondrá una carta negra y una carta roja 'boca arriba' sobre la mesa y te pedirá que elijas una de las cartas. Te dice que si eliges la carta roja te pagará 6 pesetas; pero si eliges la negra eres tú el que le pagarás 10. Como ya sabe probabilidades, piensa que hay un 50% de probabilidades de que elijas cada carta, así que cómo promedio ¡el ganará 2 pesetas!. Obviamente su plan no tiene nada de diabólico y más bien parece de necio.

Bien, lo que tú y yo sabemos es que la carta que elijamos no depende del azar; cogeremos la carta roja todas las veces y nos tendrá que pagar 6 pesetas cada vez. La diferencia estriba en que este no es un nodo aleatorio, sino un nodo decisorio. Eres tú quién decides lo que vas a suceder. No hay valor medio esperado, hay un valor **óptimo** en la decisión, y siempre escogerás la acción que arroje mejores resultados.

Por tanto, el valor en un nodo decisorio es el valor **máximo** de las alternativas disponibles. También este enfoque puede llevarse a los árboles de decisión. El valor para un nodo decisorio se selecciona como el valor máximo de todos los posibles nodos inmediatamente sucesores. Las acciones que llevan a nodos con valores inferiores, quedan descartadas para siempre.

PARA CALCULAR EL VALOR DE UN NODO:

El **Valor Medio Esperado** de un nodo **Aleatorio** es el total obtenido al multiplicar el valor de todos los nodos que le siguen por las probabilidades correspondientes a las ramas que llevan a cada nodo.

El **Valor EMV** de un nodo **Decisorio** es el más alto de los valores de los nodos que van detrás de él.

El valor EMV de un nodo **Terminal** es lo mismo que la **evaluación** obtenida al seguir el árbol desde el punto decisorio inicial hasta llegar a ese nodo terminal.

Finalmente, vuelve al ordenador y pulsa **E V** y sigue las instrucciones para repasar algunos ejercicios sobre el cálculo de los valores en los nodos aleatorios y decisorios. El ordenador generará una serie de 15 ejercicios como mínimo, comenzando con los más sencillos y haciéndolos más difíciles a medida que avanzas. Habrá una mezcla de nodos decisorios y aleatorios para que calcules los valores. Los nodos decisorios solamente requieren que escojas un único valor, que es el óptimo; pero para los nodos aleatorios es requisito imprescindible que efectúes el cálculo. Si se necesita un cálculo, simplemente tienes que suministrar las cifras, y el ordenador hará las operaciones aritméticas pertinentes. Recuerda que en el teclado del ordenador se usa el símbolo asterisco (*) para indicar multiplicación.

7. El Retroceso

7.1 Aplicando los Valores de los Nodos (EMV)

Mientras que el valor medio esperado es el concepto clave en los nodos aleatorios dentro del Análisis de Decisión, la técnica real que produce la respuesta al problema es el denominado "Retroceso". El nombre proviene de la forma en que se efectúa: comenzando al final del árbol y recorriendo el camino hacia atrás hasta que llegas al nodo decisorio inicial. Simplemente comienza en el final del árbol y calcula el valor de cada nodo sucesivamente hasta que finalmente llegues al primer nodo del árbol. Entonces tendrás tu respuesta: la primera decisión que haces corresponde a la alternativa que posee el máximo valor. Después de eso continúas tu progreso a través del árbol, en sentido directo, y continúas tomando cada decisión subsecuente eligiendo la alternativa con valor máximo.

Ahora que ya sabes de la sección anterior cómo calcular los valores de los nodos aleatorios y decisorios, puedes pasar directamente a retrocalcular del primer árbol presentado. Puedes ver por qué debemos comenzar al final del árbol y calcular hacia atrás. Es debido a que el valor esperado de un nodo depende de los valores de los nodos que van detrás de él; por tanto primero tenemos que calcularlos.

Usaremos ahora el ejemplo primitivo del coche del primer ejercicio. Pulsa **R B** para reiniciar el programa y comenzar a trabajar a través de él. Al igual que en el capítulo anterior, no necesitas hacer los cálculos por completo para los nodos aleatorios - simplemente introduce tus datos de trabajo, tal como '1000*0.3 - 200*0.7'.

7.2 Otro Problema de Revisión

Es un procedimiento muy directo. Simplemente recorrer hacia atrás otro árbol más. Usaremos esta vez el ejemplo de distribuidor de ordenadores. Pulsa **I** cuando estés preparado.

LOS PASOS DADOS HASTA AHORA

1. Dibuja un diagrama con la secuencia de eventos decisorios y aleatorios que forman el problema.
2. Calcula el valor evaluado por cada una de las ramas terminadas.
3. Decide cuáles son las probabilidades para todos los resultados aleatorios.
4. Trabaja desde la parte final hasta la inicial, calculando el valor de cada nodo del árbol.
5. Elige las decisiones que conducen hacia los nodos de máximo valor.

Enhorabuena. Has adquirido ahora las habilidades fundamentales que se requieren para construir un árbol de decisión. Pasa al siguiente capítulo, y te presentaremos algunas técnicas más avanzadas. Aunque antes de continuar, puede que quieras ensayar unos cuantos problemas aprovechando el Programa de Aplicaciones.

8. Perfil de Riesgo

8.1 Revisión de las Posibilidades

El problema con el Análisis de Decisión es que no puedes tener certidumbre sobre cuál será el resultado final de tu decisión inicial (si pudieras no habría ninguna necesidad de usar el Análisis de Decisión). Incluso cuando sabes cuál es la decisión que debe adoptarse inicialmente, todavía hay más de un posible resultado final.

El punto flaco de los Árboles de Decisión para analizar un problema complejo ocurre porque mucha gente deja de adoptar los siguientes dos pasos: El **Análisis de Riesgo**, y la **Medida de la 'Sensibilidad'** de la decisión adoptada. Eso se debe a que pueden representar una labor tediosa, y más una vez que se ha empleado tanto tiempo en conseguir el primer Retroceso del árbol. Afortunadamente, cuando hayas concluido este proceso de aprendizaje, serás capaz de usar el Programa de Aplicaciones para emprender estos paso cruciales mencionados, con mayor facilidad. Pero primeramente, volvamos de nuevo al método:

Considera el ejemplo del coche usado; cuando has eliminado las alternativas del menor valor, quedarán tres posibles resultados finales:

- 1) El coche barato no se avería, y todo funciona bien habiéndote gastado 600.
o bien
- 2) El coche usado se avería, tu lo revendes con pérdidas y compras el coche garantizado; habiéndote costado todo eso 1.200.
o bien
- 3) El coche se avería, lo vendes con beneficio y compras el coche garantizado; habiéndote costado una cantidad final de 800.

Por lo tanto, podemos decir que hay **un cierto riesgo** de que nuestra decisión nos cueste tan poco como 600 o tanto como 1200. Supongamos que no tenemos esas 1200, sino sólo 1000; en ese caso este riesgo de 1200 no constituye una perspectiva muy agradable. Si no podemos afrontar esta posibilidad de riesgo, puede que tengamos que escoger otra opción con un valor medio esperado más bajo, pero sin ningún riesgo de costar más de las 1000. En el caso del coche usado, eso significaría ¡la compra del coche garantizado!. Por otro lado, si se puede aceptar un riesgo de ese calibre, entonces hay más probabilidad de salirnos mejor la operación con la compra del coche barato.

Eso es lo que significa la comprobación del **Perfil del Riesgo** dentro del Análisis de las Decisiones; y es un paso importante que siempre debe darse al usar el Análisis de Decisión para la solución de problemas, de forma que nos aseguremos de que no hay riesgos escondidos que nos fueran imposibles de aceptar.

8.2 Medida del Riesgo

Realmente podemos avanzar todavía un poco más y calcular cuál es la probabilidad de cada resultado final posible, una vez que hemos elegido la mejor decisión inicial. Basta seguir estos pasos:

- 1) Examina muy cuidadosamente el árbol, anotando todos los posibles resultados finales que quedan después de haber elegido las decisiones mejores.
- 2) Para el primero de los resultados finales posibles, sigue el camino retrocediendo hasta el nodo inicial decisorio. Anotar la probabilidad de cada resultado de los nodos aleatorios que nos encontremos en ese camino.
- 3) Multiplica todas las probabilidades involucradas. La respuesta que se consigue es la probabilidad de que ocurra dicho resultado final.
- 4) Repetir los pasos 2 y 3 mencionados, para todos los otros resultados finales posibles.
- 5) Como comprobación cruzada, basta sumar todas las probabilidades calculadas para los resultados finales posibles. Si has hecho el cálculo correctamente, darán la unidad como suma, dado que representan el conjunto de todos los posibles resultados finales.

Pulsa **R P** (Risk Profile: = Perfil de Riesgo) en el teclado, y el ordenador te mostrará cómo aplicar lo anterior al ejemplo del coche usado.

8.3 Comprobación Final

Podemos resumir los riesgos en la compra del coche barato en la forma siguiente:

- 1) Probabilidad de 0.3 de no averiarse, marchar bien y salir todo por las 600 pts.
- 2) Probabilidad de 0.28 de averiarse, revenderlo con pérdida, y comprar el coche garantizado; costando este camino las 1200 ptas.
- 3) Probabilidad de 0.42 de averiarse, revenderlo con beneficio, y comprar el coche garantizado; costando en total las 800 ptas.

Como comprobación final, nos aseguramos que la suma de probabilidades es la unidad:

$$0.3 + 0.28 + 0.42 = 1.0$$

Ahora pulsa 1 y ensaya con el proceso sobre la decisión como distribuidor de ordenadores. Usa la intensificación para seleccionar cada resultado final posible, luego pulsa la barra espaciadora e introduce los porcentajes que corresponden al camino para llegar a ese resultado final.

9. Sensibilidad de la Solución

9.1 Cambio de las cantidades

La gran ventaja en usar un árbol para resolver un problema de decisión, es que le obliga a estructurar la visión que tiene sobre el problema. Pero no debes perder de vista el hecho de que la solución mediante el árbol, es tan buena como lo sean los datos que tú suministres. No te dejes engañar por tus propias cifras, simplemente por que las hayas calculado de manera muy complicada.

A menudo te encontrarás que la diferencia en los valores medios esperados entre dos decisiones alternativas es únicamente una pequeña cantidad. En esos casos, es esencial que alteres los números hasta encontrar cuánto deben alterarse para que se produzca un cambio en la decisión. Es una labor fácil cuando aprovechas el Programa de Aplicaciones entregado con este curso. Pero puede ser muy laboriosa si estás resolviendo manualmente el árbol. El proceso de cambiar las cifras para ver qué pasa, es lo que se denomina **Análisis de la Sensibilidad** (o de la 'Sensitividad') de la solución, por que de alguna manera estás midiendo el grado en que la solución alcanzada depende de los datos suministrados.

Para demostrar este aspecto, pulsa **S Y** para que vuelva a parecer el árbol del coche usado. Vamos ahora a ensayar el cambio de algunos de los valores. El ordenador te permitirá elegir cualquier probabilidad de evento o cualquier evaluación y cambiarla a otra cifra razonable. Con cada cambio se volverá a calcular todo el árbol. Puedes observar este efecto a medida que se lleva a cabo.

Encuentra qué valor ha de cambiarse en menor cantidad para que varíe la decisión inicial de elegir el coche barato al coche bueno. Puedes elegir también las dos opciones ofrecidas en la parte superior izquierda de la pantalla. La de 'Finalice ejercicio' es autoexplicativa. La de 'Reponga Valores' hará que se cambien de todas las cifras presentes a las cifras originales - alternativa muy aprovechable cuando quieres comprobar por separado cada factor involucrado en el problema.

CALCULA SIEMPRE EL PERFIL DE RIESGO

Recuerda los pasos implicados:

1. Cuando se ha analizado el árbol retrocediendo, elimina las evaluaciones - que nunca serán elegidas.
2. Para cada una de las evaluaciones restantes, rastrea la serie de eventos que llevan hasta ella, y lista las probabilidades que vayas encontrando en ese camino.
3. Multiplica esta serie de probabilidades por cada evaluación y esa es la probabilidad de que ocurra ese resultado final.

9.2 Aplicando el Sentido Común

El segundo aspecto a tener en cuenta cuando se considera una solución que depende sólo de una diferencia muy pequeña entre los valores medios esperados, es la componente no cuantificable o no financiera, de la decisión. Supongamos que estás usando el árbol para decidir si cerrar una empresa, digamos Microfruta, S.A. Ya has suministrado todos los datos, incluyendo los beneficios, las pérdidas, los salarios, etc., y de la evolución del árbol resulta que debes "cerrar", porque tiene un valor medio esperado de 2.000.000 comparado con el de 1.990.000 si continúas con la empresa abierta. Cuando consideres los efectos sociales y en imagen de la empresa al despedir una fuerza laboral de 500 personas, puede que pienses que con eso se sobrepasa la pequeña diferencia que hay en los valores monetarios (EMV).

En resumen:

- * Comprueba siempre la **sensibilidad** de la solución frente a los cambios en información.
- * Considera siempre los aspectos cualitativos del problema.
- * Produce siempre un perfil de riesgo.

y lo más importante de todo:

- * Interpreta siempre la respuesta usando el **sentido común**.

10. Valor de la Información

10.1 Un Problema Típico

Cuando estás trabajando sobre un modelo de decisión complejo, te encontrarás a menudo deseando poder disponer de más información que ayude en la toma de decisiones. Una cosa que siempre puedes calcular a partir del árbol, es cuánta información adicional merece la pena investigar, en términos del incremento que esa información extra **aportar**ía al valor de la decisión. Un ejemplo, probablemente aclarará este aspecto:

Supongamos que tienes la oportunidad de comprar 1000 acciones de Microfruta, S.A. Sabes que van a lanzar un nuevo ordenador portátil, el "Currante" pero que pueden rebasar la fecha fijada para el lanzamiento. Los observadores de Microfrutas, S.A. dicen que hay una probabilidad del 70% del que el nuevo ordenador salga tarde al mercado. Y si sale tarde, las acciones caerán de 2.30 a 1.50; pero si llegan a tiempo, subirán a un valor de 6.00.

Pulsa **V I** (Value of Information) para que aparezca en pantalla este sencillo árbol. Como puedes ver la opción de "comprar" tiene un valor medio esperado de 550; por lo tanto - y siempre que puedas vivir con el riesgo de perder 800 - debieras ir adelante y comprar.

10.2 Información Perfecta

Antes de proceder y visitar a tu agente de bolsa, te encuentras en el bar con un técnico de Microfruta, S.A. que sabe muy bien si el Currante va a llegar a tiempo o se va a retrasar. Está dispuesto a aconsejarte, siempre y cuando lleguéis a un acuerdo en la comisión que le vas a dar por esa información. ¿Cuánto vale esa información?

Bien, parece que hay una probabilidad del 70% de decirte que el Currante llegará tarde; en cuyo caso tu no harás esa inversión y no perderás ni ganarás nada. Por otro lado, hay una probabilidad del 30% de que te diga que estará a tiempo, y en ese caso te apresurarás a ver a tu agente inmediatamente, sabiendo que sacarás un beneficio de 3.700. Por lo tanto, esa información hará que también suba el valor medio esperado hasta 1.110 ($0.7 \times 0 + 0.3 \times 3.700$) que es superior en 560 al valor sin esa información adicional. Por lo tanto, siempre y cuando la información obtenida te cueste menos de 560 pts., harás mejor si pagas la comisión. Eso es porque la información **elimina** el riesgo de perder dinero.

El incremento en el valor medio esperado que se produce por saber lo que va a suceder, es lo que llamamos **Valor Esperado** de Información Perfecta (EVPI para abreviar). Debes recordar sin embargo, que encontrar a alguien que sepa lo que va a suceder no cambia en absoluto las probabilidades del evento futuro. El técnico no cambia el grado de posibilidad de que el Currante no llegue a tiempo al mercado; es simplemente que desde el punto de vista de ese técnico, es como si el evento ya hubiera sucedido.

10.3 Información según Muestreo

Aunque las oportunidades de comprar información **perfecta** son muy escasas, a menudo hay manera de conseguir una mejor información por dinero. Por ejemplo, quizá conozcas un analista de inversiones especializado en Microfruta, S.A., que tiene gran reputación por hacer muchos mejores **pronósticos** que la mayoría de los otros analistas, y que vende sus servicios por una tarifa. Puedes tener ahora la opción de contratar sus servicios antes de decidir la compra de acciones. Puedes por tanto incorporar esta decisión adicional en el árbol. Pulsa **1**.

¿No constituye este paso extra una gran diferencia en el tamaño del árbol?. Ahora tenemos algunos nodos aleatorios adicionales y los resultados que se derivan de ellos, y por tanto necesitaremos algunas probabilidades más. La única información extra que tenemos es que el analista tuvo siempre un 80% de aciertos con sus predicciones, y debemos combinar eso con nuestra información anterior sobre el 70% de probabilidad de que el ordenador Currante llegue tarde al mercado. Necesitamos aquí una peculiar parte de la aritmética sobre estadística, y basada en lo que se conoce como el "Teorema de Bayes". Observa cuidadosamente.

Lo que necesitamos saber en primer lugar es la probabilidad de que el consejo del analista sea: "llegará tarde", y la probabilidad de que nos diga: "llegará a tiempo". La mejor manera de calcular eso, es a través de un diagrama, así que pulsa **2** y el ordenador se comportará como un tablero de dibujo. En primer lugar, hemos dibujado un recuadro para representar el futuro. Podemos dividirlo verticalmente para representar la oportunidad de que el ordenador Currante se retrase, y de que llegue a tiempo. Recuerda que las proporciones eran de 0.7 a 0.3 - pulsa **3**. Ahora podemos dividirlo horizontalmente según las oportunidades de que el analista acierte o se equivoque, que están en las proporciones de 0.8 a 0.2 - pulsa **4**. Consideraremos ahora qué es lo que representa cada parte del recuadro:

- 1) La esquina superior izquierda representa que el analista acierte en su pronóstico y que el ordenador Currante llegue tarde; es decir eso ocurre cuando el analista dice que la aparición del Currante será **tardía** y lo es.
- 2) La esquina superior derecha corresponde al analista acertando y el ordenador llegando a tiempo, de manera que el analista debe haber pronosticado correctamente que el Currante estaría **a tiempo**.
- 3) La esquina inferior izquierda significa que el analista se equivoca y el Currante se retrasa, de manera que eso ocurre cuando el analista diga que iba a estar a tiempo y de hecho no lo está.
- 4) Igualmente, la esquina inferior derecha corresponde al analista equivocándose y el ordenador llegando a tiempo; de manera que en este caso, el analista dijo que el Currante se retrasaría y no ha sido así.

El área de cada parte del recuadro es proporcional a la probabilidad que el evento que representa ocurra. Puede calcularse igual que en geometría multiplicando la base por la altura de cada recuadro individual. Por ejemplo, la posibilidad de que el analista acierte y de que el Currante llegue a tiempo al mercado es de 0.3 veces 0.7, que da 0.24. Puedes observar cómo el ordenador efectúa los cálculos, pulsando 5.

	Tardía 0.7	A tiempo 0.3
Acierta 0.8	0.56	0.24
Falla 0.2	0.14	0.06

En este momento, para nuestro árbol necesitamos saber la probabilidad de que el analista diga que el ordenador Currante llegará a tiempo y la probabilidad de que diga que llegará tarde. Eso es fácil - basta totalizar las probabilidades correspondientes:

- A) El dice "A TIEMPO" (inferior izquierda) 0.14, más (superior derecha) 0.24, total 0.38.
- B) El dice "TARDE" (superior izquierda) 0.56, más (inferior derecha) 0.06, total 0.62.

Vuelve de nuevo al árbol pulsando 6 y el programa sumará esas probabilidades. Recuerda que preguntamos al analista si el ordenador Currante llegará tarde. Por lo tanto, **SI** significa que él pronostica que se retrasará y **NO** que estará en el momento oportuno.

Si rastreas el camino que aparece en la parte inferior de la pantalla, el siguiente nodo aleatorio que alcances es el punto donde vemos si las acciones suben o bajan (i.e. si el ordenador llega a tiempo o se retrasa), después del pronóstico del analista que el ordenador se retrasará. Después de esa predicción, ¿cuáles son las probabilidades de que el analista acierte o se equivoque?.

A partir de la figura anterior, sabemos que nuestra estimación para su pronóstico de tardío, se basó en que él decía que se retrasaría y acertaba (0.56), y además en que él dijera erróneamente que estaría a tiempo (0.06), lo que hace un total 0.62. Ahora sólo necesitamos convertir las dos partes en proporciones del total 0.62, para lo que hacemos:

$$0.56 \text{ se convierte en } \frac{0.56}{0.62} = 0.9$$

$$0.06 \text{ se convierte en } \frac{0.06}{0.62} = 0.1$$

(Las cifras se han redondeado, porque no tiene ningún sentido conseguir mayor exactitud en esta clase de árboles de decisión).

Por lo tanto, una vez que el analista haya pronosticado que el ordenador Currante llegará tarde al mercado, el analista tiene una probabilidad de 0.9 de acertar y una probabilidad de 0.1 de equivocarse - pulsa 7 para introducir esas cifras sobre el árbol.

Similarmente, para la predicción "A TIEMPO" del analista efectuamos los mismos cálculos:

Analista acertando

$$0.24 \text{ se convierte en } \frac{0.24}{0.38} = 0.63$$

Analista equivocándose

$$0.14 \text{ se convierte en } \frac{0.14}{0.38} = 0.37$$

- introdúcelas sobre el árbol pulsando 8. Finalmente, necesitaremos incluir en nuestro árbol las evaluaciones correspondientes a estas ramas adicionales - pulsa 9 para hacer eso. Como puedes ver las evaluaciones no son diferentes de las que usamos al principio del problema para las ramas de **subida** y **bajada** de las acciones. El ordenador está ahora esperando a que **analicemos** el árbol "retrocediendo", justamente como aprendimos a hacer en la sección 2.6.

Veamos ahora lo que ha sucedido. El valor medio esperado ha subido desde 550 hasta 773, y por tanto el pronóstico del analista nos merece algún valor - la diferencia entre 550 y 773: 223. Por lo tanto, si su tarifa por el consejo es menor de 223, deberemos contratarle. Esta cifra es lo que se denomina **valor esperado de información "muestreada"**, (o EVSI por abreviar), y no debiera confundirse con la que hemos revisado anteriormente cuando la información era **perfecta**. - Recuerda que en aquel caso era mucho mayor llegando, a 560.

Cuánto más fidedigna sea la información "muestreada", más cerca estará EVSI de EVPI pero nunca será mayor que EVPI. Esta es una observación muy digna de recordarse porque - como puedes ver a partir del trabajo que hemos hecho - el valor esperado con información perfecta es mucho más fácil de calcular. Si sabemos cuánto nos va a costar la información adicional, siempre podremos calcular primero el correspondiente a la información perfecta para asegurarnos que el coste que nos pide es menor de esa cantidad, antes de comenzar con el laborioso proceso de calcular el valor esperado a partir de información muestreada o imperfecta.

10.4 Resumen

Recordemos las diferencias entre EVPI y EVSI:

Valor Esperado de Información Perfecta es el incremento en el valor medio esperado que puede conseguirse cuando se dispone de un pronóstico del 100% sobre cuál será el resultado de un evento aleatorio.

Valor Esperado de Información Muestreada es el incremento en el valor medio esperado que puede conseguirse cuando se usa información - normalmente de muestras tomadas o de expertos en el tema - para conseguir un pronóstico más exacto de cuál será el resultado de un evento aleatorio.

Para asegurarte que puedes manejar el EVSI, aquí tienes unos ejercicios de revisión basándose en el ejemplo de las Acciones de Microfruta, pero con los porcentajes cambiados. Puedes repasarlos tantas veces o tan pocas, como desees. Simplemente pulsa 0 para comenzar.

CALCULO DEL VALOR MEDIO SEGUN INFORMACION MUESTREADA (EVSI)

- 1) Dibuja el árbol de decisión sencillo sin mostrar la opción de obtener información adicional, y efectúa el Cálculo en Retroceso.
- 2) Añade la nueva opción de buscar información adicional.
- 3) Efectúa una evaluación de la **fiabilidad** de la información extra obtenida.
- 4) Usa el recuadro de probabilidades compuestas para calcular las probabilidades que debes ahora incluir en el árbol.
- 5) Retrocalcula el árbol de la manera habitual, y el cambio sufrido en el valor medio esperado para el nodo inicial de decisión (EMV), es el valor según la información muestreada (EVSI).

11. Más Práctica

Finalmente, antes de que intentes aplicar **Decision Maker** a tus propios problemas, sería sensato repasar unos cuantos problemas ejemplo, simplemente para comprobar tu habilidad. Disponemos de dos colecciones de problemas para tí. La primera colección es una serie de ejercicios sobre Retrocálculo de árboles, en que el ordenador generará árboles con evaluaciones y con probabilidades marcadas sobre ellos. Puedes hacer tantos como te guste y el ordenador siempre te echará una mano si te ves perdido.

La segunda serie de problemas consiste en dos estudios de casos de decisión, los encontrarás descritos en el Apéndice 1, secciones A1.4 y A1.5. Necesitarás utilizar el Programa de Aplicaciones para calcular por tí mismo las soluciones, y eso significará leer el capítulo 12 para familiarizarte con él. Cuando estés satisfecho con tus resultados deberás guardar esos árboles, y cargar nuestras respuestas en el Programa de Aplicaciones para ver como hemos manejado nosotros los problemas: están archivados con el Programa de Aplicaciones. Buena suerte y pulsa **M P** para proceder con la primera serie de ejercicios.

12. Aplicaciones

12.1 Inicio del Programa

Carga el Programa de Aplicaciones en la memoria de tu Amstrad CPC464. Encontrarás algunos consejos sobre esta carga en el Apéndice 2. Cuando el programa esté en marcha, mostrará el menú de opciones iniciales:

Comience un nuevo árbol
Cargue un árbol anterior
Finalice este programa

Observarás que la primera opción del menú es la que está destacada en pantalla. Eso significa que si pulsas la tecla marcada **ENTER** esa será la opción elegida. Si no corresponde a la que tu deseas pulsa la barra **ESPACIADORA** para señalar otra de la lista. Usa esta posibilidad hasta llegar a la opción elegida, y en ese momento pulsa **ENTER** para **validarla**. No hay ningún problema si te pasas de la opción que deseas, porque volverá al principio de las opciones del menú una vez que se haya llegado al final de ellas. Intenta recorrer la lista unas cuantas veces antes de tomar tu decisión.

La opción de finalizar la requerirás muy raramente y únicamente podrás aprovechar un árbol anterior si previamente has usado el programa para generar uno o si quieres revisar uno de los árboles de ejemplo incluidos en este curso (consulta el Apéndice 1). Por lo tanto, probablemente pasarás directamente a la opción de Comenzar un Nuevo Arbol. Si deseas cargar uno anterior, debes consultar la sección 12.7, sobre gestión de ficheros.

12.2 Construcción de un Arbol

Te sugerimos que antes de comenzar a construir un árbol de decisión en el ordenador, intentes primeramente definir en papel su estructura básica. No te preocupes demasiado sobre los detalles, siempre y cuando tengas claro en tu mente la forma global, antes de comenzar la labor.

Cuando eliges la opción de Comenzar un Nuevo Arbol, la pantalla se queda en blanco y el programa trazará el primer nodo decisorio en la parte izquierda. En la parte superior verás los mensajes "Evento Anterior; Decisión Inicial". En pantallas sucesivas, la función de esta línea se hará mucho más comprensible, pero inicialmente, actúa como un recordatorio de que es el primer nodo del árbol.

En la parte inferior de la pantalla hay un mensaje que te solicita que introduzcas la cantidad de acciones diferentes que van a emerger de este nodo. Dicha cantidad está limitada a cinco en virtud del tamaño de la pantalla, y eso debiera ser lo suficiente en la mayoría de las circunstancias. Si no fuera así, consulta entonces la sección 12.8 sobre manipulaciones adicionales, para más consejos.

Cuando hayas introducido esa cantidad, el ordenador trazará la primera rama del árbol y te pedirá los detalles pertinentes: una descripción, un coste o valor y la clase de nodo hacia la que dicha rama lleva. Tú no tienes que teclear nada para las primeras dos preguntas - basta pulsar **ENTER** para ellas, pero la clase de nodo siempre tiene que darse. No te preocupes sobre cualquier equivocación que puedas cometer, porque hay la posibilidad de **editarla** (revisarla) una vez que la imagen esté completa.

Las preguntas se repiten sucesivamente para cada una de las ramas. Cuando hayas definido todas las ramas, aparecerá un menú en la parte inferior izquierda de la pantalla. Opera de la misma manera que el primer menú que usaste: la barra **ESPACIADORA** enmarca una opción y la tecla **ENTER** valida la enmarcada. Todas las opciones de los menús que aparecen durante la operación han sido abreviadas a no más de cinco letras de manera que nunca interfieran con la imagen en pantalla, pero el significado de cada una será mucho más claro cuando las hayas usado una o dos veces. El primer menú ofrece cuatro opciones:

- Siga-** El ordenador pasará al siguiente nodo, buscando la información requerida para completar el árbol. Véase más adelante.
- Altere-** Apela a la rutina de "edición" de manera que puedas revisar y cambiar algo de lo que veas expuesto en pantalla. Consulta la sección 12.3 sobre cómo editar al trabajar.
- Todo-** Visualiza toda la imagen del árbol completado hasta ese momento. Consulta la sección 12.4 sobre visualización del árbol.
- Copie-** Si tienes una impresora Amstrad DMP1, esta opción hará que se imprima en papel una copia de lo que hay en pantalla, y luego continúe con el programa.

La opción de Seguir hará que se quede en blanco la pantalla y se elija otro nodo aleatorio o decisorio para el que los resultados o acciones no se han definido todavía. Podrás identificar cuál es por la descripción relativa al evento previo que aparece en la parte superior de la pantalla, i.e.: la descripción de la rama del evento que proviene desde el nodo situado a la izquierda. El ordenador te hará la misma serie de preguntas que te hizo en la primera pantalla, pero si el nodo de la izquierda es un nodo aleatorio, también te preguntará la probabilidad de cada uno de los resultados que emanan de él. Estas probabilidades deben sumar la unidad, o el ordenador te pedirá que las cambies hasta que así sea.

Al concluir las preguntas, vuelve aparecer el menú de opciones. Este procedimiento puede repetirse hasta que todos los nodos estén definidos y todas las ramas que queden terminen en nodos terminales. Cuando haya sucedido eso, elegir la opción de Seguir hará que el ordenador proceda a calcular el valor medio esperado para el árbol, y vuelva al menú principal.

12.3 Editando sobre la Marcha

Si eliges en el menú la opción de Alterar, en cualquier momento, aparecerá un menú diferente de opciones disponibles:

- Otra-** Hacé que regreses al menú de Siga/Altere/Todo/Copie.
- Edite-** Hay una **línea de edición** para cada rama que aparece en pantalla. Eligiendo una cualquiera haremos que entre en acción el menú de edición y podamos variar esa línea concreta e.g. "Edite 2" te permitirá editar con la segunda línea contada desde la parte superior de la pantalla.
- Sume-** Esta opción sólo aparecerá si hay menos de 5 ramas en el nodo. Si la eliges, la pantalla volverá a ser trazada, pero con una rama adicional, y te pedirá los datos pertinentes de esa nueva rama. Si es un nodo aleatorio tendrás que usar la opción de editar para equilibrar las otras probabilidades, de lo contrario el ordenador te forzará a que reintroduzcas los datos para todas las ramas que emergen de ese nodo.

El menú de edición completo aparecerá, cuando se haya elegido editar una de las líneas, en la forma siguiente:

- Otro-** Hace que regreses al menú previo. Si no deseas editar la línea que está "activa" en ese momento (mostrada en la parte inferior de la pantalla), usa esta opción para regresar al menú anterior y poder editar otra línea.
- Etique-** Te permite volver a introducir la descripción de la rama.
- Valor-** Para volver a introducir el coste o valor.
- Proba-** Para volver a introducir la probabilidad.
- Nodo-** Para cambiar la clase de nodo de la que emerge una rama.
- Borre-** Para suprimir completamente una rama. Si es de un nodo aleatorio, las probabilidades de los otros resultados tendrán que volver a ser re-inscritas. Elige las líneas pertinentes para editarlas y variar esas probabilidades o el ordenador te forzará a que las alteres cuando intentes continuar.

Observa que si cambias la clase de un nodo, o suprimes una rama, cualquier nodo o rama que vaya detrás, también será suprimido. Eso no te concierne si estás construyendo el árbol por primera vez, pero si lo has completado, y estás aprovechando las rutinas de edición para efectuar los cambios ten mucho cuidado en este punto.

Si has concluido la edición de una rama y quieres editar otra, usa la opción de Otra para volver al menú previo y elegir otro número de rama. Cuando hayas finalizado completamente, usa repetidamente la opción de Otra para volver al menú principal de Seguir/Alterar/Todo/Copiar.

12.4 Visualización del Arbol

Al concluir la introducción de datos, puedes aprovechar la opción incluida en el menú de exponer **Todo**. Eso trazará en pantalla un diagrama esbozando la parte del árbol de decisión que hayas definido hasta ese momento. La pantalla incluirá tres posibilidades:

El propio Diagrama del Arbol Un Cursor Un Menú de Opciones

El diagrama por sí mismo es una representación directa del árbol, con las tres clases diferentes de nodos: decisorios, aleatorios y terminales, distinguiéndose los unos de los otros. Puedes también observar que algunos de los nodos aleatorios y decisorios no están completamente cerrados, teniendo la parte derecha del símbolo todavía abierta. Eso indica que dichos nodos todavía no se han definido por completo.

El **cursor** está constituido por un par de flechas que señalan un nodo concreto. Cuando se traza por primera vez la imagen, el cursor se sitúa en el nodo a la izquierda del tratado, de manera que puedas ver sobre el árbol dónde estabas trabajando. Si todavía no has identificado el cursor, la manera más simple de percibirlo es moverlo por toda la pantalla: las teclas de flechas hacen eso. Observa que no se mueve de manera continua, sino que salta desde un punto hasta el otro. Estos puntos forman la "rejilla de posiciones" sobre las que pueden aparecer los nodos. La posición del cursor se usa en relación con algunas de las opciones del menú para controlar la operación del programa.

La lista completa de opciones incluida en el menú varía, dependiendo del estado presente del árbol de decisión. Aquí hay una lista de lo que puede aparecer:

Otro- Eso te lleva a un menú secundario que consta de:

- Siga-** Al igual que en los otros menús, eso indica al programa que continúe en busca de información con la que completar el árbol. Si ya está completo hará que calcule el valor medio esperado, y regrese al menú principal.
- Todo-** También aquí, al igual que en los otros menús, hace que se visualice toda la imagen correspondiente al árbol tratado. Aunque ya tengas en pantalla un árbol puede que necesites esta opción para regresar al árbol principal, si la opción anterior que has usado era la de Visualizar una parte del árbol o subárbol con (Sub/A).

- Copie-** Como antes, también con esta opción se imprimirá la imagen presente en pantalla sobre la impresora.
- Consul-** El ordenador mostrará todos los detalles concernientes al sitio del árbol señalado por el cursor. En concreto, esta **consulta** mostrará el valor medio esperado para el nodo señalado, si ya había sido calculado; conjuntamente con la descripción, el valor y la probabilidad de la rama situada a la izquierda de ese nodo.
- Grabe-** El programa dispone de la posibilidad de aprovechar una zona de memoria para grabar todo o parte del árbol. Esta opción indica al ordenador que grabe en memoria todas las características del árbol situadas a la derecha -e incluyendo- el nodo señalado por el cursor.
- Limpie-** Esta opción hace que quede cancelada la información en memoria de manera que pueda grabarse en lugar de eso otra parte del árbol.
- Junte-** Una copia del contenido grabado en la zona de memoria, quedará adosado al sitio del árbol señalado por el cursor. El cursor debe estar en un nodo terminal, o en nodo decisorio o aleatorio que no haya sido definido por completo. Cualquiera que sea la clase de nodo señalada por el cursor será cambiada por la del primer nodo grabado en la memoria. Cuando se usa esta opción de 'juntar, montar o adosar', irá siempre seguida del mismo menú secundario que aparece con la opción de Otro. Luego, puedes decidir si quieres que siga o que visualice todo, según requieras.
- Vise-** El nodo del cursor, y todas las ramas que emergen de él serán mostradas en pantalla completamente, junto con el menú descrito en la sección 4.3, Editar según Trabajas. Este es el método usado para **re- visar** las partes del árbol que ya han sido definidas.
- Sub/A-** Algunas veces, el árbol se hace tan grande o tan complejo, que no puede ser expuesto en pantalla, de una sola vez. El sitio de las partes del árbol que faltan de la pantalla, estarán en un nodo decisorio o aleatorio cercano o que no tenga ninguna rama mostrada en imagen. Simplemente desplaza el cursor hasta uno de esos sitios y apela a la opción de exponer Sub/A para que aparezca esa parte del árbol. El "subárbol" situado a la derecha del cursor es el que se mostrará por separado. Esta opción siempre está disponible, de manera que incluso aunque sea visible todo el árbol puede elegirla para que aparezca sólo un subárbol del árbol, si lo deseas. Cuando está en imagen dicha parte del árbol, aparecerá un aviso de "subárbol" en la esquina superior izquierda de la pantalla.

Si en cualquier momento, eliges la opción de que siga, y se presenta un nodo cuya definición se te requiere y tú no la reconoces basta pulsar **O** para el número de ramas, y el ordenador mostrará un menú mostrándote la opción de exponer todo. Puedes entonces aprovecharla para que te muestre la imagen de todo el árbol y así poder identificar el nodo en cuestión.

12.5 Búsqueda de la Solución

Cuando el árbol ha sido completamente definido, al elegir en cualquiera de los menús la opción de seguir hará que el ordenador proceda a calcular el **valor medio esperado** en el nodo inicial del árbol y que regrese al menú principal. Dicho valor aparecerá en la parte inferior de la pantalla, y se te ofrecerán las siguientes alternativas:

Comenzar un Nuevo Arbol
Cargar un Arbol Anterior
Mostrar Decisión Inicial
y Revisar
Calcular Perfil de Riesgo
Grabar este Arbol
Finalizar este Programa

Las rutinas de cargar y grabar los datos del árbol en cinta o en disco se comentan en la sección 12.7; y la primera y la última de las opciones ofrecidas en este menú son bastante obvias. Las dos restantes alternativas son las que usamos para estudiar con detalle la solución alcanzada. La rutina de "Mostrar Decisión Inicial y Revisar" vuelve a exponer en pantalla el nodo decisorio inicial del árbol, conjuntamente con el menú de Seguir/Alterar/Todo/Copiar. La diferencia clave es observar que ha sido calculado el valor medio esperado, una vez que la pantalla muestra "barras" sobre las opciones decisorias rechazadas. Por lo tanto, la decisión inicial adoptada quedará claramente definida. Si deseas analizar los diversos caminos a través del árbol, simplemente elige la opción de Todo para que se muestre el árbol completo y usa el cursor para desplazarte a un nodo concreto y preguntar **¿Qué es?** eso, y poder consultar la información perteneciente a todos y cada uno de los nodos.

Puedes revisar cada nodo en detalle si lo deseas, eligiendo la opción de Revisar y cuando ya estés preparado, puedes regresar al menú principal mediante la opción de Seguir. Si consideras que debes hacer alteraciones a los datos del árbol, puedes hacerlo mediante las opciones de Revisar y Juntar, pero en este caso la opción de Seguir sólo te volverá al menú principal si el árbol queda completamente definido, y en ese caso además volverá a calcular el valor medio esperado.

Cuando estés de nuevo ante el menú principal, puedes elegir la opción de Calcular el Perfil de Riesgo. Las probabilidades y los costes o valores para todos los posibles resultados de los nodos aleatorios, aparecerán entonces en pantalla. Puedes regresar al menú principal o sacar una copia de este **Perfil de Riesgo** mediante la impresora, si dispones de ella.

12.6 Valor de la Información de Muestreo/Sondeo

Finalmente, puede obtenerse del árbol una información adicional. Usa las opciones ya mencionadas para mostrar otra vez todo el árbol. Si ahora mueves el cursor hasta cualquier nodo aleatorio y eliges la opción de Revisarlo el nodo aparecerá con los detalles completos tal y cómo es habitual. Siempre y cuando haya sido calculado el valor medio esperado, aparecerá una opción adicional en el menú denominada **EVSI** (valor esperado según información de "sondeo"). Eligiendo esta opción hará que se calcule el valor esperado según la nueva información adicional correspondiente a ese nuevo nodo aleatorio. El ordenador te hará dos preguntas:

¿Fiabilidad del sondeo?

-teclea la fiabilidad que tu estimes como un número de 0 a 1. El valor 1 representará la **información perfecta**, y si lo das lo que obtiene realmente es el valor EVPI (valor esperado según información perfecta).

¿Valor de la opción cero?

-¿cuál es el coste de evitar este riesgo? i.e. si se predice un resultado con un valor medio esperado negativo, ¿cuánto costará hacer algo más, o no hacer nada en lugar de eso?. Típicamente, ante esta pregunta se puede contestar que **0**.

Luego se calculará el valor esperado según información de sondeo, y aparecerá en la parte inferior de la pantalla. Eligiendo esta opción **EVSI** otra vez haremos que vuelva a calcularlo según otros valores, o alternativamente, puedes continuar con tu inspección del árbol, usando la opción de **Otro** menú.

12.7 Gestión de Ficheros

Cuando hayas definido completamente el árbol, la opción de Seguir hará que regreses al menú principal, y allí encontrarás la opción de grabar el árbol. Si ésta es la opción elegida el ordenador te pedirá que le des un **nombre** para el árbol, y luego comenzará con la operación de transferirlo a la cinta o disco. Los detalles exactos de esta operación dependerá si estás usando cinta o disco, así que sigue las instrucciones que aparecen en pantalla cuidadosamente. Cuando el árbol haya quedado grabado como un fichero, y estés usando el cassette, anota la posición del contador de cinta de manera que puedas colocar el cabezal de lectura en ella cuando desees cargar en memoria desde la cinta ese mismo fichero.

Para leer de la cinta un árbol, y dejarlo cargado en memoria, basta elegir la opción inversa correspondiente. Elíjela, y sigue cuidadosamente las instrucciones que aparecen en pantalla.

12.8 Manipulaciones adicionales

Ahora que has leído una explicación completa de todas las facilidades provistas por este programa te damos unas cuantas ideas para poder aumentar su eficacia.

Un parámetro importante en todo proceso de Análisis de Decisión es el del "Análisis de la Sensibilidad" de la solución alcanzada; es decir, comprobar cómo se comportan las decisiones en cuanto a ajustes incrementales en las diversas hipótesis - particularmente en cuanto a los costes, los valores y las probabilidades. El ordenador te permite primeramente que introduzcas tus "mejores estimaciones", y luego regresa al árbol para cambiar sucesivamente las variables y observar cuál es la que tiene un mayor impacto sobre la solución.

Fundamentalmente sólo hay dos restricciones en el programa: no puedes tener más de 150 nodos en el árbol, y cada nodo decisorio o aleatorio no puede dar lugar a más 5 ramas. Si realmente tropiezas con una u otra de estas restricciones, debes en primer lugar preguntarte a ti mismo si no estás haciendo las cosas demasiado complicadas. Si estás convencido que tu enfoque es el correcto, entonces puede hacer algo de lo siguiente:

-Si tienes más de 150 Nodos:

Entonces desglosa el árbol en dos o más subárboles, cada uno con menos de 150 nodos, y calcula las soluciones por separado.

-Si hay más de 5 ramas por nodo:

Introduce un nodo ficticio. Coloca sólo 4 ramas en el nodo original y traza una quinta rama hasta este nodo ficticio. Coloca las ramas que te quedan sobre el ficticio. Cada uno de los nodos ficticio te proporcionará hasta 5 ramas adicionales - usa justamente tantas como desees, pero ten cuidado con los nodos aleatorios y las probabilidades de sus ramas, porque dichas probabilidades deben sumar la unidad en cada nodo y al mismo tiempo preservar las probabilidades globales deseadas.

Finalmente, algunas pistas sobre re-ediciones importantes de los datos del árbol. La característica clave es la posibilidad de reservar una zona en memoria. A menudo un árbol tendrá el mismo sub-árbol en unos cuantos nodos diferentes. Así que, definiéndolo al principio una vez y luego grabándolo en memoria, puede posteriormente ser juntado en el sitio del árbol donde se requiera. No olvides sin embargo, que puede que necesites usar las rutinas de edición para cambiar los valores concretos de dicho sub-árbol, al colocarlo en diferentes sitios. Una vez que un sub-árbol particular ha sido depositado, puede recuperarse tantas veces como se desee.

El otro uso importante de la memoria aparece cuando se desea insertar algunos pasos adicionales en la mitad del árbol, o suprimir algunos pasos intermedios. Simplemente basta grabar el final del árbol en memoria y luego editar el árbol principal tal y como se precisa, y posteriormente volver a encadenar el final del árbol de nuevo en su sitio.

Epílogo

Criterios de Decisión

El Análisis del Riesgo, comentado en el capítulo 8, hace surgir la consideración de si el enfoque de usar **Valor Medio Esperado** es apropiado en todos los casos. El Valor Esperado es el criterio más popular y el que está incorporado en nuestro Programa de Aplicaciones; pero es inherente en él, el que un resultado negativo muy grande, con una con probabilidad muy baja pueda estar falseando el resultado. Esa es la razón de haber puesto el énfasis en el capítulo 8 sobre la realización de un **Análisis del Riesgo** sobre la solución que se alcance.

Una alternativa, y un criterio mucho más conservador que también puede aplicarse es el conocido **MAXIMIN**, abreviatura del Máximo de los Mínimos. En este enfoque la meta es escoger la decisión en que el peor resultado posible que obtendremos sea el de más bajo valor. En nuestro ejemplo del coche usado, escogeríamos el coche garantizado, porque el peor resultado que puede surgir a partir de esa decisión es un coste 1000; en comparación con un posible coste de 1200 si nos decidiéramos por el coche barato. En el caso de la distribución de Microfruta, S.A., podríamos elegir no seguir con el tema en absoluto porque ambas de las alternativas comportan el riesgo de perder algo de dinero. Puedes usar como criterio éste del **MAXIMIN** si lo deseas; pero en la mayoría de los casos eliminará decisiones potencialmente muy provechosas por culpa de un pequeño riesgo de pérdidas.

APENDICE 1

Ejemplos de Problemas de Decisión

A1.1 La Adquisición del Coche Usado

Vas a comprar un viejo Ford Escort de cinco años, bien sea del garaje local por un precio de 1000, o bien de un vendedor privado por un precio de 600. El primero está totalmente garantizado, mientras que el segundo no lo está. Hay una probabilidad del 70% de que el coche barato se averíe y, si así ocurre, puedes revenderlo o hacer que lo reparen. Las reparaciones pueden costar 1000 (con probabilidad del 40%) o bien 300 (con probabilidad del 60%). Si lo revendes, podrás conseguir 800 (probabilidad del 60%) o sólo 400 (probabilidad del 40%); pero si lo revendes, obviamente tendrás que ir derecho al garaje a adquirir el coche de las 1000, porque necesitas ineludiblemente un medio de transporte.

A1.2 El Distribuidor de Ordenadores

Estas preparando una nueva tienda de informática. Uno de los fabricantes de ordenadores, Microfruta, S.A., te ha ofrecido la oportunidad de obtener la distribución para su surtido de dos ordenadores. El Aguacate y el Banana (los llamaremos A y B). Puedes escoger entre aceptar únicamente un ordenador o modelo A o modelo B. Si lo vendes dentro de un cierto límite de tiempo, te ofrecerán el otro modelo para que lo vendas; pero si fracasas se llevarán el ordenador y rechazarán tratar contigo en el futuro. Por otro lado, si también vendes el segundo ordenador, te nombrarán distribuidor oficial. Has calculado los costes involucrados en la forma siguiente:

Coste de publicidad para el Aguacate	400
Coste de publicidad para el Banama	500
Beneficio en la venta del Aguacate	200
Beneficio en la venta del Banana	1000
Beneficio neto al conseguir la distribución	5000

Creemos que el Aguacate será un modelo popular, y que hay una probabilidad del 60% de venderlo antes de alcanzar el límite de tiempo. El Banana por otro lado, es una máquina mucho más cara y sólo hay una probabilidad del 20% de venderla a tiempo.

A1.3 Las Acciones de Microfruta, S.A.

Tienes la oportunidad de comprar 1000 acciones de esa compañía. Tu sabes que van a presentar un nuevo ordenador portátil - el **Currante** - pero que puede se retarde su lanzamiento más allá de lo previsto. Los observadores de Microfruta dicen que hay una probabilidad del 70% que el nuevo ordenador llegue tarde al mercado. Si así es, las acciones caerán desde el 2.30 al 1.50; pero si llega en el momento oportuno subirán hasta 6.00.

A1.4 El Trato Sueco (Nombre de Fichero "Swedish")

José Sanchez tiene la oportunidad de cerrar un pequeño trato en Suecia, que le exigirá volar hasta Estocolmo en persona. Está esperando una llamada en las siguientes dos semanas que le dará con antelación de tres días la fecha de la reunión. Él tiene que fabricar una válvula cingladora para llevarla con él, y eso le costará 200 y tardará un día en fabricarla. Si gana el contrato será capaz de vender la válvula por 800; en los demás casos no tendrá ningún valor.

El puede viajar en vuelo regular con un billete de ida y vuelta de 400 ptas. que su agencia de viajes puede garantizarle reservar en cualquier día. Alternativamente, puede intentar conseguir un vuelo supletorio diario que sólo le costará 120 con ida y vuelta pero sólo tiene un 60% de probabilidades de conseguir plaza. Si llega a Estocolmo con un día completo de adelanto será capaz de preparar una presentación muy elaborada, con lo que llegará a un 80% de probabilidades de ganar el contrato. Si por otro lado, llega justo a tiempo de la reunión esa probabilidad cae al 60%. Finalmente, si llega tarde, no consigue el trato.

A1.5 El Concierto Caritativo (Nombre de Fichero "Concert")

El Club ha decidido presentar un concierto con fines caritativos. Si ellos depositan inmediatamente una cantidad de 50 y como fianza no retornable, pueden alquilar un teatro con 600 butacas; en los demás casos tendrán que dar un concierto al aire libre en el parque. Esta última opción tiene la ventaja de poder acomodar a un número ilimitado de personas, y es ligeramente más barata, aunque obviamente significa aceptar el riesgo de interrupción por culpa de la lluvia (una probabilidad del 15%).

Una vez que las primeras ventas de boletos hayan sido evaluadas, deberá tomarse una decisión final. El concierto en interiores, solamente puede proceder si el teatro ha sido ya reservado. Incluso si ha sido reservado, puede cancelarse aunque se perdiera la fianza dada, y pudiera celebrarse el concierto al exterior. El coste completo del teatro es de 350, mientras que en el exterior cuesta 200 para la preparación. Si se cancela el concierto todos los boletos vendidos a 3 ptas., tendrán que devolverse; pero hay una póliza de seguros contra la lluvia que cuesta 200, y que pagará 1000 si efectivamente llueve.

Las expectativas de las ventas de boletos son las siguientes: si las ventas primeras son fuertes, hay entonces una probabilidad del 40% de vender 700 boletos, del 40% de vender 500, y del 20% de vender 300 boletos; unas ventas primeras escasas indicarán una probabilidad del 10% de vender los 700 boletos, del 50% de vender los 500, y del 40% de vender los 300. La probabilidad de ventas primeras fuertes o escasas está repartida al 50%. ¿Debería el Club reservar el teatro?.

APENDICE 2

Consejos para la Carga del Programa

A2.1 Versión Cinta

El Programa de Enseñanza está en la cinta número 1 y el Programa de Aplicaciones está en la cinta número 2. Ambos programas pueden cargarse en memoria y ejecutarse en la forma siguiente: pulsa la tecla marcada **CTRL** y la pequeña tecla **ENTER** del tablero numérico, simultáneamente. Luego aprieta el botón de **PLAY** del cassette. No apagues el cassette hasta que aparezca en pantalla la imagen principal.

A2.2 Versión Disco

Tanto el Programa de Enseñanza como el de Aplicaciones están ambos en un único disco. Inserta el disco en la unidad y teclea el comando **RUN "TEACH"** y pulsa **ENTER** para ejecutar el Programa de Enseñanza (Teaching), o bien teclea **RUN "APPLY"** y pulsa **ENTER** para el Programa de Aplicaciones. Deja el disco en su unidad cuando estés usando el Programa de Enseñanza, porque el ordenador necesitará accederlo de vez en cuando.

A2.3 Acceso más rápido al Cassette

El Programa de Enseñanza está de hecho constituido por unos cuantos programas individuales. El primer programa es un programa **cargador**, que prepara los parámetros del sistema y los caracteres gráficos. Los Programas de Enseñanza se denominan 'demo' y 'teach1' hasta 'teach9'. Guardan relación con los diversos capítulos en la forma siguiente:

demo- Capítulo 2,	EJEMPLO DESARROLLADO
teach1- Capítulo 3,	ESTRUCTURA DE LA DECISION
teach2- Capítulo 4,	INCLUSION DE VALORES
teach3- Capítulo 5,	PROBABILIDADES
teach4- Capítulo 6,	VALORES ESPERADOS
teach5- Capítulo 7,	ANALISIS EN RETROCESO
teach6- Capítulo 8,	PERFIL DE RIESGO
teach7- Capítulo 9,	SENSIBILIDAD DEL MODELO
teach8- Capítulo 10,	VALOR DE LA INFORMACION
teach9- Capítulo 11,	MAS PRACTICA

Usa el contador del cassette para encontrar el comienzo de cada programa. Luego, cuando desees usar una lección concreta, te basta seguir simplemente estos pasos:

- 1) Carga la primera parte del Programa de Enseñanza y haz tu selección de la manera habitual. Debes hacer eso para acceder a las subrutinas escritas en Código Máquina.
- 2) Rebobina rápidamente la cinta hasta el punto justamente por delante del comienzo del programa requerido, y luego coloca el cassette en situación de "leer", apretando **PLAY**.

Este sencillo método puede ahorrarte hasta 15 minutos o más al cargar los últimos módulos del curso.

APENDICE 3

Resumen de Palabras Importantes

Usadas en los Menús del Programa de Aplicaciones

Añade (Add)	Te permite añadir otra rama al nodo mostrado en pantalla. Solamente aparecerá esta opción si actualmente hay menos de 5 ramas definidas en el nodo.
Altere (Alter)	Apela a la rutina de edición para permitir alterar cualquier parte del árbol mostrada en pantalla, excepto el nodo inicial a la izquierda.
Junte (Chain)	Enlaza una copia del contenido de la memoria, en el nodo señalado por el cursor, si ese nodo actualmente no tiene ninguna rama. Dicho nodo cambiará a la clase de nodo guardada como comienzo del subárbol depositado en la memoria.
Limpie (Clear)	Pone en blanco el depósito reservado en memoria. La memoria debe vaciarse antes de que pueda depositarse en ella otra parte del árbol.
Copie	Envía una copia de lo que aparece en pantalla hacia la impresora.
Edite	Habrà un número de línea de edición en el menú, para cada rama mostrada en pantalla. Elige y teclea el número de la rama que deseas cambiar.
Borre (Erase)	Elimina la rama que se está editando, junto con todas las ramas que van detrás de ella.
EVSI	Calcula el valor esperado según información 'muestreada' para el nodo aleatorio específico mostrado a la izquierda de la pantalla (Expected Value of Sampled Information).
Siga (Go on)	Hace que el ordenador continúe solicitando información para completar la definición del árbol. Si ya está completa, pasa a calcular el valor medio esperado y luego regresa al menú principal.
Etique	Cambia la descripción de la rama concreta que se está editando.
Nodo	Cambia el nodo situado en la parte derecha de la rama que se está editando. Alterar un nodo en el extremo derecho de una rama destruirá todas las ramas que parten de dicho nodo.
Otro (Other)	Usado cuando no se puede mostrar en pantalla todas las opciones de una sola vez. Con esta opción aparece otro menú con comandos alternativos.
Proba	Cambia la probabilidad de la rama concreta que se está editando.
Consult (Query)	Proporciona todos los detalles del nodo señalado por el cursor, y de la rama situada a la izquierda de ese nodo.

Grabe (Store)	Guarda una copia de todo el sub-árbol situado a la derecha del nodo señalado por el cursor, en un depósito reservado en memoria.
Vise (Study)	Muestra por completo el nodo señalado por el cursor y todas sus ramas, por lo que permite revisar (estudiar) dicho nodo, presentando además el menú de edición y el EVSI si procede.
Sub/A	Expone un sub-árbol "desgajado" del árbol principal situado a la derecha del sitio señalado por el cursor.
Valor	Cambia el valor de la rama que se está editando.
Todo (Whole)	Expone todo (whole) el árbol completo, o todo lo que cabe en la pantalla.

Glosario

Acción, un evento sobre el que puede decidir que ocurra o no, el que toma la decisión.

Análisis de Decisión, un método de elegir el mejor curso de acción a través de un programa complejo y secuencial de toma de decisiones.

Análisis en Retroceso, el proceso de calcular el **Valor Medio Esperado** de todos los nodos de un árbol de decisión, sucesivamente, y a partir del último nodo y retrocediendo hacia el primero.

Arbol de Decisión, la representación diagramática de un problema secuencial de decisiones.

Evaluación, el valor - coste o abono - de un nodo terminal en un árbol de decisión, calculado sumando los costes y los valores de la secuencia de eventos que llevan hasta ese nodo.

Interactivo, el la jerga informática, el proceso por el que la función ejercida por el ordenador depende inmediatamente de la respuesta del usuario.

Maximin, un criterio de decisión por el que se toma aquélla cuyo peor resultado posible es menos severo que el peor resultado de cualquier otro curso alternativo de acción.

Nodo Aleatorio, un sitio en el **Arbol de Decisión** donde el que toma la decisión no puede elegir lo que sucederá después.

Nodo Decisorio, un sitio en el **Arbol de Decisión** donde el que toma la decisión tiene control completo sobre lo que sucederá después.

Perfil de Riesgo, una lista de todas las cantidades que pueden obtenerse si únicamente se toman las decisiones de valor más alto junto con sus probabilidades.

Probabilidad, la medida de la posibilidad de que ocurra un evento concreto. Viene dada por un número entre 0 (la imposibilidad) y 1 (la certeza).

Resultado, lo que se produce como consecuencia de un **evento aleatorio**.

Sensibilidad, una medida de lo mucho que los costes, valores y probabilidades implicadas en el análisis, han de cambiar, para que se vea alterada la decisión preferida.

Teorema de Bayes, es un método para calcular la probabilidad condicional de un evento, cuando se dispone de información adicional.

Valor Esperado de Información Muestreada (EVSI) (Expected Value of Sampled Information), el incremento en el EMV producido al obtener información adicional sobre el resultado probable de una serie de eventos aleatorios.

Valor Esperado de Información Perfecta (EVPI) (Expected Value of Perfect Information), el incremento en el EMV producido al ser capaz de predecir con certeza el resultado de una serie de eventos, que en caso normal serían aleatorios.

Valor Medio Esperado (EMV) (Expected Mean Value), la cantidad promedio que una situación o evento tendría si pudiera repetirse infinitas veces.

Bibliografía

1. Decision Theory and the Manager, by Howard Thomas, Pitman 1972.
2. Coping with Numbers, by David Targett, Martin Robertson 1983.

Indice

Acceso a cassette	50	Porcentaje	21
Acción	17,54	Práctica	38
Alternativos, Cursos de Acción	17	Probabilidad	13,21,54
Aplicaciones, Programa de Arbol	39	Probabilidad, Recuadro de Rama	35
Arbol	10	Rama	17
Arbol de Decisión	54	Rápido acceso a cassette	50
Bayes, Teorema de	34,54	Resultado	17,54
Cálculo del EMV	24	Retroceso, Análisis de	27,54
Cálculo de los Valores	19	Riesgo, Perfil de	29,54
Carga de Programas	50	Riesgos	29
Construcción de un Arbol	39	Sensibilidad de Solución	31,54
Coste	19	Sentido Común	32
Cuadrado, Símbolo	10	Símbolo Circular (Aleatorio)	10
Decisión	17	Símbolo Recuadro (Decisión)	10
Decisión, Análisis de	7,54	Solución de un Arbol	13,54
Decisión, Criterios de Edición	48	Valor	19
Edición	41	Valor de la Información	33
Ejemplo Desarrollado	10	Valor Medio Esperado	24,47,54
Ejemplos de Problemas	48		
EMV	24,54		
Enseñanza, Método	7		
Enseñanza, Programas	6		
Esperado, Valor	24,47		
Evaluación	19,54		
Evento Aleatorio	17,24		
EVPI	33,54		
EVSI	37,45,54		
Gestión de Ficheros	45		
Imagen del Arbol	42		
Información	33		
Interactivo	54		
Libro de texto	8		
Límites del Análisis de Decisión	5		
Maximin	47,54		
Menú del Programa de Aplicaciones	39		
Menú del Programa de Enseñanza	8		
Muestreada, Información	34,36,45,54		
Nodo (nudo)	17		
Nodo Aleatorio	13,17,54		
Nodo Decisorio	14,17,25,54		
Palabras Importantes	52		
Perfecta, Información	33,45,54		