

concepción más funcional, siendo considerada actualmente como el lugar donde se procesa y manipula la información.

De esta manera es fácil comprender que cuando se trata de analizar su influencia en el aprendizaje, el modelo funcional de memoria de trabajo (o Working Memory) de Baddeley (1990) resulta más adecuado que la clásica concepción de la memoria a corto plazo dentro del sistema de almacenes múltiples de Atkinson y Shiffrin (1968), el cual es esencialmente, un desarrollo del modelo original de Broadbent (1958).

La memoria a corto plazo sirviéndonos del símil establecido entre ordenador y mente sería como un buffer con una capacidad limitada. Esta capacidad en personas adultas con una memoria normal, oscila entre los 7 +/- 2 elementos (Miller, 1956). Mientras que la memoria de trabajo estaría mucho más próxima a una memoria RAM, memoria disponible mientras se está realizando una tarea cognitiva y por consiguiente aunque no con una capacidad ilimitada, sí más difícil de desbordar por una sobrecarga de elementos.

La capacidad limitada de la memoria a corto plazo es uno de los rasgos más característicos del sistema cognitivo humano y uno de los que más influye en nuestras dificultades por aprender (Hulme y Mackenzie, 1992). Actualmente hay serias dudas acerca de un límite absoluto de la amplitud de la memoria de trabajo, ya que como sucede con otros procesos cognitivos, como la inteligencia, se cree que esta amplitud depende del contexto y de la tarea; aunque en todo caso sigue teniendo una capacidad bastante limitada (Pozo, 1996).

A diferencia de las pruebas mentales de amplitud de la memoria a corto plazo como la de Digit (recuerdo de series de números o letras), en las tareas de Reading Span o Amplitud de memoria lectora se requiere un procesamiento y un almacenamiento. En consecuencia la tarea de amplitud de memoria ha sido considerada válida para medir la capacidad de mantener activa información durante la lectura (Miyake, Just y Carpenter, 1994). Una versión informatizada y adaptada al castellano es la proporcionada por (Gutierrez; Jiménez y Castillo, 1996).

Cuando una tarea de aprendizaje presenta demasiada información nueva o independiente, nuestra memoria de trabajo se sobrecarga, la mesa de trabajo se llena, y el rendimiento baja de forma alarmante. Así cuando se nos presenta una tarea en que se requiere manejar mayor información de la que “cabe” en la memoria de trabajo, la tarea se vuelve más lenta y difícil; aunque la dificultad no vendría marcada por la realización de complejas operaciones ni por recurrir a conocimientos que son extraños, sino porque desborda nuestra memoria de trabajo, como bien podría suceder en la siguiente operación a realizar:  $23 \times 14$ . De esta manera podemos constatar, a diferencia de la MCP, como la memoria de trabajo participa en actividades que no necesariamente se relacionan con la memoria, como lo demuestra el anterior ejemplo de aritmética mental (cálculo) (Baddeley, 1993).

La capacidad limitada de la memoria de trabajo puede ser incrementada, aunque no su capacidad estructural, si su disponibilidad funcional para tareas concretas, ello es posible gracias a una optimización de algunos de los denominados procesos de la memoria, (organizando mejor la mesa de trabajo = organización, eliminando cosas de ella = selección, (directamente relacionada con los procesos atencionales); agrupando otras = chunks = agrupación de información, etc.). Constituyendo esta última una valiosa técnica para agrupar o condensar la información en trozos o chunks; ej. delante la tarea de memorizar las 7 cifras siguientes: 3-1-5-2-4-3-4 se pueden agrupar en tres unidades de información o chunks (315-24-34), de forma que aunque el número de cifras que tenemos que recordar sea el mismo, la cantidad de información se reduce a tres unidades o piezas, con lo que la tarea se simplifica considerablemente. Lo relevante para la capacidad de la memoria de trabajo no es la cantidad de información, sino el número de elementos independientes, es decir, arbitrarios o yuxtapuestos, que deben procesarse (Simon y Kaplan, 1989).

Cabe destacar que no sólo somos capaces de condensar información verbal y numérica. De hecho, tal y como ya sido comentado en el anterior capítulo referente a la solución de problemas, se ha comprobado que la formación de esos chunks explica el excelente rendimiento obtenido por expertos en tareas propias de su dominio al ser comparados con personas más novatas, menos entrenadas (Chi, Glaser y Farr, 1988; Ericsson y Smith, 1991), ejemplo de ello, los ajedrecistas recordando posiciones de

ajedrez (Chase y Simon, 1973; Holding, 1985). Los expertos en ajedrez recuerdan muchas más piezas cuando se trata de posiciones habituales en ajedrez, ya que son capaces de formar configuraciones con varias piezas, reduciendo así el esfuerzo cognitivo que se debería realizar en la tarea. En cambio, cuando las piezas se distribuyen al azar sobre el tablero, el recuerdo de los jugadores expertos es mucho menor y no se diferencia del de los novatos, ya que no es posible activar estos chunks o paquetes de información sobreaprendida para reconocer la posición de las piezas. Cabe resaltar que en este caso los chunks efectuados por los expertos no se limitan a condensar la información, agrupando unos elementos a otros de modo arbitrario, sino que sirven para organizar y otorgarle sentido a esa información, en la medida en que este aprendizaje asociativo suele ir acompañado de una comprensión de los mecanismos que subyacen a esos agrupamientos, basada en un aprendizaje constructivo (Lowe, 1993). (El ajedrecista experto no sólo sabe reconocer rápidamente una defensa del rey, también comprende cuándo, cómo y contra quien hay que utilizarla), en concreto se están refiriendo a la memorización de imágenes mentales organizadas y con sentido.

Como conclusión, comentar que la condensación de información, aunque en ocasiones vaya acompañada de procesos constructivos que multiplican su efecto, permite formar piezas de información que se activan ante la presencia de los indicios adecuados, recuperándose de forma conjunta, rápida, precisa y con escaso costo cognitivo. De hecho, el mecanismo de condensación de la información no sólo, compila el conocimiento, también suele automatizarlo (Anderson, 1983).

Esta automatización presenta una clara ventaja frente a las conductas que requieren procesos más controlados: su rapidez de ejecución. Las personas que han automatizado habilidades consumen menos tiempo en ejecutarlas que los aprendices que realizan esas mismas tareas de modo controlado (Pozo, 1996). Ello es perfectamente constatable en varios procesos: para los "buenos lectores" si se les compara con los "malos lectores" (Leon, 1991), en la resolución de ecuaciones matemáticas (Larkin, 1985), etc. De esta manera, las ventajas que se derivan de esta respuesta inmediata resultan obvias en muchas tareas, al posibilitar tiempos de reacción más rápidos. Si bien como contrapartida y como consecuencia directa de la misma automatización, las posibilidades de cometer algún tipo de error también vayan en aumento.

De esta manera se puede explicar como los humanos somos capaces de ofrecer un mejor rendimiento en determinadas tareas que otros sistemas que tienen un banco de trabajo infinitamente más grande que el nuestro (por ejemplo, las máquinas que juegan al ajedrez); si bien ello cada vez se esté poniendo más en duda, tal y como se pudo comprobar con la máquina denominada “Deep Blue” que fue capaz de ganar al mismo Kasparov en 1996.

Otro de los aspectos en que se diferencian la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo es que mientras la memoria a corto plazo ha sido definida como un sistema de almacén transitorio de información, para diferenciarla del otro sistema de memoria permanente, memoria a largo plazo, en la memoria de trabajo la información puede durar horas e incluso hasta días (lo que pueda durar la ejecución de una tarea y siempre y cuando el material sea relevante y significativo). Trabajos de Brown (1958) y Peterson y Peterson (1959) calculan que el tiempo de retención oscila más o menos entre 15 ó 30 segundos como máximo en sus experimentos interfiriendo o impidiendo el repaso. Aquí nos estaríamos refiriendo a la información contenida en el almacén de memoria a corto plazo o en el buffer de un ordenador, información muy diferente de la que mantiene el ordenador hasta que lo desconectamos, o se produce un apagón o bien decidimos que queremos eliminar esa información, en este último caso nos estamos refiriendo a la anteriormente citada memoria RAM o memoria de trabajo.

Esta duración limitada puede ser aumentada a través del proceso de repetición (“rehearsal”). Ej. si se nos acaba de facilitar un número de teléfono y no disponemos en este momento de un papel donde anotarlo, para evitar que éste sea eliminado de la memoria a corto plazo, tendremos que estar constantemente repitiéndolo. La repetición o repaso suele ser un mecanismo de memoria explícita que utilizamos para recordar listas de datos no organizados. Para que su recuperación como un todo sea más eficaz tiende que adoptar un formato idéntico al empleado en la codificación, y consecuentemente aumentando con ello la probabilidad de que esta información pueda pasar a la estructura de memoria a largo plazo o bien simplemente permanecer en memoria de trabajo durante minutos, horas e incluso días, ya sea porque el paso del tiempo deteriore paulatinamente la información o por la interferencia de otros materiales previamente presentados, (interferencia proactiva), (Tehan y Humphreys,



1996) o posteriormente presentados (interferencia retroactiva), (Bower; Wagner; Newman; Randle y Hodges, 1996)

Directamente relacionado con lo anterior cabe comentar como Thapar, (1996), replicando unos trabajos realizados por Burns, demostró como el recuerdo libre de una segunda lista era mejor en una condición de interferencia (A-B, A-C) que en una condición control del tipo (D-B, A-C). Este cambio del tradicional efecto de interferencia fue denominado como efecto de interferencia inversa, (en Inglés, reverse-interference effect).

Una vez analizadas las diferencias observadas entre la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo, me voy a centrar única y exclusivamente en esta última para abordar las diferentes transformaciones que ha sufrido el modelo que ha tenido una mayor influencia en la aparición de la memoria de trabajo. En concreto me estoy refiriendo al modelo de working memory de Baddeley y Hitch (1974).

A partir de diferentes estudios (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 1982), se abandonó la idea de un único y unitario almacén de memoria a corto plazo que pudiese ejercer las funciones de una memoria de trabajo. Así, según Baddeley (1982, 1990), la memoria de trabajo está compuesta por tres subsistemas especializados en funciones diferentes.

- Un primer sistema, llamado “lazo articulatorio”, responsable de procesar la información de naturaleza verbal (Salame y Baddeley, 1982; Baddeley, Lewis y Vallar, 1984), de esta manera, la interrupción, bloqueo o sobrecarga durante la realización de tareas fuertemente cargadas por un componente verbal, mermarían considerablemente su aprendizaje.
  
- Un segundo subsistema, una “agenda visuoespacial”, está especializado en procesar información mayoritariamente de naturaleza espacial y no visual (Logie, 1995). Así si se impide funcionar correctamente a este sistema, mediante una tarea destructora o por sobrecarga del mismo, el rendimiento

en tareas que se requiera un alto componente espacial decae notablemente (Baddeley, 1990; Holding, 1985; Logie y Pearson, 1997).

- Por último, un tercer subsistema, el “ejecutivo central”, se encarga de gestionar y distribuir los recursos cognitivos disponibles asignándolos a los otros subsistemas (Baddeley, 1993), o en buscar información relevante dentro de la estructura de la memoria a largo plazo. Dado que es el responsable del control de los recursos cognitivos, lo que conocemos habitualmente como procesos de atención, su bloqueo reduce la efectividad del aprendizaje en muchas tareas, especialmente en aquellas que requieren comprensión (Baddeley, 1990).

Si bien desde el nacimiento del anterior modelo de memoria de trabajo han transcurrido casi 25 años, en la actualidad este modelo aún sigue activo, pues va sufriendo transformaciones a medida que se van obteniendo diferentes resultados empíricos. Entre ellos cabe destacar a Miller quien propone relacionar el modelo de Baddeley y Hitch con otros sistemas o funciones cognitivas o bien fraccionar alguno de los subsistemas; mientras que Logie (1995) propone dividir la agenda visuoespacial en dos componentes: un almacén temporal visual y un almacén temporal espacial; y el lazo articulatorio o bucle fonológico en un almacén fonológico y un procesador de repetición.

Otra concepción de memoria de trabajo es la propuesta por Baddeley (1994) como “memoria de trabajo general”, en el que se utiliza el concepto de memoria de trabajo como mantenimiento de la información mientras se procesa, si bien se considera la memoria de trabajo como un recurso único (Turner y Engle, 1989; Conway y Engle, 1996).

Para finalizar este apartado y aunque no sea un tema de especial interés para el presente trabajo, cabe decir que la memoria operativa o memoria de trabajo se ha convertido en los últimos años en un concepto central en la psicología cognitiva en diferentes áreas, en el área de la psicolingüística (Baddeley, 1986; Ericsson y Kintsch, 1995; Gathercole y Baddeley, 1993; Just y Carpenter, 1992; Service y Kohonen, 1995;

Service y Craik, 1993), en memoria y habilidades cognitivas (Kyllonen y Christal, 1990; Perlow, Jattuso y Moore, 1997), etc..

Asimismo reseñar que el modelo de Norman y Shallice (1986), obtenido a partir de los estudios realizados en neuropsicología (Norman y Shallice, 1986) facilitó a Baddeley que pudiera integrar los datos experimentales de que disponía y que no encajaban de manera satisfactoria en su propia formulación. Baddeley equipara el ejecutivo central con el sistema atencional supervisor (S.A.S.) de Norman y Shallice, y cuyas principales responsabilidades se relacionan con tareas como: planificación, toma de decisiones, manejo de situaciones que no requieren un gran entrenamiento y coordinación de las actividades desarrolladas por los otros componentes.

#### 4.4.3. MEMORIA A LARGO PLAZO

A diferencia de la memoria a corto plazo, que se define como un sistema limitado, la memoria a largo plazo se concibe como un sistema casi ilimitado en capacidad y duración. Mientras la memoria a corto plazo o bien la memoria de trabajo sería el sistema de la memoria donde se realizan muchas de las tareas y operaciones intelectuales, la memoria a largo plazo sería el sistema que contiene los recursos y conocimientos almacenados, que podemos recuperar para realizar estas tareas (Gagné, 1985).

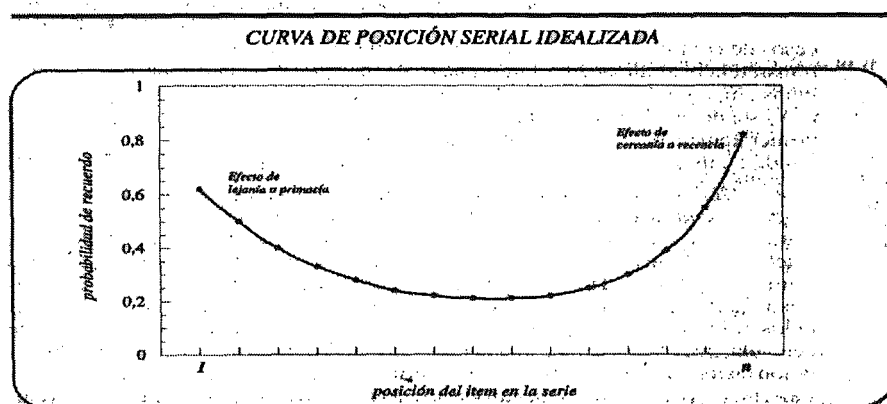
Como ya ha sido anteriormente comentado para que la información contenida a la estructura de memoria a corto plazo o en la memoria de trabajo pase definitivamente a la estructura de memoria a largo plazo es necesario que se produzca un determinado número de repeticiones o bien que la información esté cargada de un alto contenido semántico, es decir que sea información significativa.

De esta manera se desprende que en el almacén de memoria a largo plazo se tengan todos los conocimientos que acumulamos los individuos a lo largo de nuestra

vida para sólo recuperar de ella aquella información que exija cada una de las tareas con que nos debemos enfrentar continuamente.

En realidad la memoria a largo plazo no es una entidad unitaria, sino que está constituida por diferentes formas de memoria que almacenan diferentes tipos de conocimiento. Esta enorme complejidad y diversidad de la memoria a largo plazo ha llevado a algunos autores (Graf y Schacter, 1985; Schacter, 1987; Tulving, 1972, entre otros), a proponer diferentes sistemas de memoria a largo plazo. De las diferentes clasificaciones existentes, destacan las siguientes: a) Memoria semántica vs Memoria episódica; b) Memoria explícita vs Memoria implícita, y, c) Memoria declarativa vs Memoria procedimental; (puesto que estas clasificaciones no son de interés en este trabajo, para una explicación detallada de las mismas se remite al lector a ver entre otros a (Squire, Knowlton y Musen, 1993; Tulving, 1993; Schacter y Tulving, 1994).

Otro aspecto que distingue a la MCP con la MLP es el que se observa en la denominada curva de posición serial (Glanzer y Cunitz, 1966). En experimentos de recuerdo libre en los que se presentaban listas de estímulos que sobrepasan los límites del intervalo de memoria inmediata (ej: listas de 15, 20 ó más ítems) se descubre que los sujetos recuerdan mejor los primeros y últimos ítems de la lista que los situados en posiciones intermedias, ver siguiente gráfica.



Es lo que ha venido denominándose como “efecto de lejanía o primacía” y “efecto de cercanía o recencia” respectivamente. El motivo de que ello sea así tiene que ver con efectos estructurales de la memoria.

Así la mayor tasa de recuerdo de los primeros ítems se debe a que están siendo recuperados de la MLP (Murdock, 1962). Al ser los primeros ítems parece lógico pensar que, con objeto de asegurar su posterior recuerdo, los sujetos los repiten muchas más veces que los restantes, lo que ocasiona que sean transferidos al almacén a largo plazo.

Mientras que, la elevada tasa de recuerdo de los últimos ítems, efecto de recencia, es debida a que están siendo recuperados de la MCP, en donde todavía permanecen activos, pues están siendo repasados o repetidos mentalmente y todavía no han recibido interferencia de ningún tipo por parte de ítems posteriores (Glanzer, 1972; Baddeley y Hitch, 1993). Otros resultados en la misma línea son los aportados por (Carlesimo, Marfia, Loasses y Caltagirone, 1997) en un estudio realizado desde el campo de la neuropsicología con pacientes amnésicos, y cuyos resultados muestran como los sujetos amnésicos obtuvieron un efecto de recencia normal bajo el paradigma del recuerdo inmediato, (estructura de la memoria a corto plazo), y un efecto de recencia deficiente cuando el recuerdo era retardado, (estructura de la memoria a largo plazo).

El tema de los efectos de primacía y recencia ha estado un tanto descuidado durante los últimos años y las pocas referencias que se tienen sobre el han sido trabajadas al igual que el anterior trabajo comentado desde el ámbito de la Neuropsicología, (Godoy, Pérez, Sánchez-Barrera, Muela, Maribeffa y Puente, 1996; Korsnes y Reinvang, 1996; Cunningham, Turnbull, Regher, Marriot y Norman, 1997).

Del resto de trabajos no realizados desde el ámbito de la Psicología Clínica destacaría el efectuado por (DiGrirolamo y Hintzman; 1997). Estos autores en dos distintos experimentos intentaron demostrar el efecto de primacía después de que les fueran presentados a los sujetos diferentes cadenas de objetos, (uno de los cuales era presentado en forma de espejo de los otros o bien cambiaba de tamaño), y comprobar como cuando el objeto modificado (de orientación o de tamaño) se encontraba situado al principio de la secuencia eran más recordado, que cuando este se encontraba al final de la misma. Asimismo estos autores subrayan que los resultados obtenidos en estos experimentos son totalmente congruentes con la idea de que la primera representación

establecida para un estímulo está influyendo en el tipo de codificación de las consiguientes repeticiones o estímulos.

Directamente relacionado con lo acabado de exponer, (los efectos encontrados en la curva de posición serial y su dependencia de distintos almacenes de memoria) se desprende que el tipo de codificación empleado para cada una de las estructuras de la memoria, (memoria a corto plazo y memoria a largo plazo) es diferente. Actualmente se asume que el código que fundamentalmente prevalece en memoria a corto plazo es de naturaleza acústica y en el de la memoria a largo plazo de naturaleza semántica, es decir atendiendo al significado.

Posteriores estudios (Shand, 1982; Shulman, 1972) han evidenciado lo contrario, la utilización de códigos semánticos en memoria a corto plazo y la de códigos acústicos en memoria a largo plazo. Es lógico suponer y pensar que tradicionalmente fuera al revés si se tiene en cuenta el tipo de tareas que se empleaban para medir cada uno de los diferentes tipos de memoria. Así para la estructura de memoria a corto plazo se empleaban casi exclusivamente tareas que exigían la utilización de códigos eminentemente fonéticos

#### 4.4.4. COMENTARIO FINAL

Antes que nada me gustaría aclarar, sobretodo para aquellos no introducidos en el mundo de la informática, que cuando se habla de buffer, término propio de la informática, se hace referencia a una estructura de la memoria del ordenador con una capacidad limitada de información. Diferentes tipos de buffers son: el buffer del teclado, el buffer de un fichero, etc..

Una vez efectuada la aclaración y siguiendo el símil de la memoria de un ordenador con la memoria humana que se ha ido manteniendo a lo largo de este subcapítulo, mientras en un ordenador se puede encontrar una memoria RAM,

(memoria volátil), que perdura mientras el ordenador está activo y que a su vez puede contener diferentes buffers, (programas, instrucciones), etc., la mente humana también puede simultanear los dos tipos de memoria con capacidad limitada: la memoria de trabajo que puede contener diferentes almacenes de memoria a corto plazo. (Es como si en una misma mesa de trabajo se pudieran encontrar diferentes papeleras). Con ello quiero indicar que la memoria a corto plazo y la memoria de trabajo no tienen porque ser excluyentes la una de la otra, pueden estar actuando, como de hecho lo están haciendo de forma simultánea. Motivado fundamentalmente, tal como ha sido expuesto a lo largo de este subcapítulo, por su distinto carácter, (estructural de la memoria a corto plazo y funcional de la memoria de trabajo).

Cada vez va siendo más importante y decisivo, para la solución de determinados problemas, (como el del laberinto), el saber o poder emplear una determinada estrategia, ya que dependiendo de la estrategia a aplicar se empleará un diferente tipo de representación mental que exigirá un mayor o menor esfuerzo cognitivo de memoria.

Con ello no pretendo decir, que la solución de un problema, únicamente dependa de los recursos memorísticos empleados; ni mucho menos, ya que desde una perspectiva cognitiva, para que la solución de un problema sea más o menos efectiva intervienen muchos factores, (complejidad del problema, empleo de diferentes estrategias, de diferentes recursos cognitivos, etc.).

Es por ello que cada vez va siendo más necesario cuando se habla de un determinado recurso cognitivo, (como memoria), tener en cuenta todos los demás recursos que están interactuando con él, (atención, percepción, procesamiento, etc..) Así y tomando como ejemplo el problema planteado en este trabajo, (el del laberinto), no se puede caer en el error de afirmar que una determinada estrategia sería la más adecuada para la solución de laberintos en 3D sólo teniendo en cuenta los recursos memorísticos.

## 4.5. PROCESAMIENTO REPRESENTACIONAL

### 4.5.1. INTRODUCCIÓN

La Psicología Cognitiva asume que el conocimiento del mundo y sus propiedades se representan en la mente en un formato específico que permite la manipulación cognitiva. Representar = “volver a presentar”. Una representación es un modelo de la cosa o hecho que representa (Perner, 1994).

El primer paso cuando se va a intentar resolver un problema es construir una representación mental del mismo. Para ello es necesario identificar los rasgos del problema y codificarlos de tal manera que sean interpretables por el sistema de procesamiento de la información, a la vez que se separa la información relevante de la irrelevante (Zorroza y Sánchez-Cánovas, 1995), (Ej. en el problema de los laberintos: destacar el camino de solución, la forma del camino, etc. y despreocuparse del color del mismo, etc.). De ello se desprende que representarse mentalmente un problema no consiste simplemente en recuperar información de la memoria, sino que es necesario que se opere mentalmente con esta información almacenada en memoria para producir una respuesta.

Como ya vimos en el anterior capítulo, la resolución de problemas supone la elaboración de un espacio problema, es decir, de una representación, inicialmente incompleta o inconsistente, que el sujeto modifica hasta alcanzar una “meta” u “objetivo”, mediante el uso de diferentes estrategias. Así el uso de representaciones es la base del pensamiento en sus diferentes modalidades.

Una vez representado internamente un problema es sumamente importante la elección de la estrategia para intentar resolver este problema.



Logie (1995) afirma que la gente es mucho más flexible en el empleo de diferentes estrategias, que lo que los Psicólogos cognitivistas pensaban ante la resolución de una tarea, es decir, que los sujetos pueden actuar de diferente manera ante una misma tarea. Así, y según Fu (1995), a partir del empleo de una prueba de simulación por ordenador con el juego de “ajedrez en solitario”, planteó la posibilidad de determinar la mejor estrategia a seguir en la citada tarea, además de estudiar el empleo de diferentes representaciones mentales correspondientes a diferentes tipos de estrategias de solución. En concreto en este experimento se llegó a la conclusión de que el empleo de tres diferentes representaciones del problema desembocaba en tres diferentes estrategias de solución, (ensayo y error, concentración y descomposición), cada una de las cuales exhibían diferentes grados de efectividad.

De igual manera (LeFevre, Bisanz, Daley, Buffone y Cols, 1996) comprobaron como los sujetos empleaban diferentes estrategias para la solución de problemas de aritmética (multiplicación) dependiendo de ello el aprendizaje y la experiencia que los sujetos pudieran tener en tareas de este tipo.

Es por ello que lo que viene a continuación tenga una especial relevancia para uno de los grandes propósitos de este trabajo, como es conocer que tipo de representación mental emplean los humanos cuando se deben enfrentar con un determinado tipo de problema (laberintos en 3D), empleando diferentes tipos de estrategias de solución. En concreto me estoy refiriendo a dos grandes tipos de estrategias de solución correspondientes a diferentes representaciones mentales, (la analítica y la figurativa u holística).

Aún y siendo conscientes de que la representación mental analítica como tal no se corresponda de forma exacta con la representación mental proposicional que será descrita a lo largo de las siguientes páginas, hemos optado por el tratamiento de esta última por ser de todas las representaciones mentales tratadas la que comparte una mayor cantidad de características inherentes, (relaciones lógicas, etc..) con la representación mental analítica.

Diferentes formalismos intentan explicar la representación mental.

Los formalismos clásicos que se apoyan sobre la “metáfora del ordenador” que manipula símbolos, y es posible distinguir dentro de ellos los modelos proposicionales frente a los analógicos. La principal diferencia entre ambos se encuentra en que, mientras en los modelos analíticos el mundo representante no dispone de propiedades senso-perceptuales análogas al mundo representado (Anderson y Bower, 1973; Baylor, 1971; Kieras, 1978; Moran, 1973; Pylyshyn, 1973), en los modelos analógicos sí, puesto que entienden que es posible descubrir el conocimiento mediante imágenes mentales que conservan las propiedades métricas y espaciales de los objetos que representan, y directamente vinculados con procesos de naturaleza sensorial y perceptiva (Kosslyn, 1975, 1980, 1990; Shepard y Cooper, 1982).

Cada vez con más fuerza, alternativamente a los anteriores formalismos, aparecen los formalismos conexionistas, que sustentan su base en la denominada “metáfora cerebral”.

En las siguientes páginas sólo serán tratados los tipos de representación mental correspondientes al formalismo clásico o simbólico, por estar directamente relacionados con el objetivo de este trabajo.

#### **4.5.2. REPRESENTACIONES PROPOSICIONALES**

El formato de representación proposicional ha sido el más empleado por los modelos cognitivos computacionales actuales. A través del mismo se puede representar cualquier información que entre en el sistema cognitivo y que deba estar disponible para su posterior y eficaz recuperación. De Vega, (1984), entre otros mantiene que cualquier información puede especificarse mediante proposiciones, incluyendo las mismas situaciones en las que son descritos los programas de simulación por ordenador, de ahí

la enorme importancia del formalismo proposicional en la representación del conocimiento.

El concepto de proposición nació dentro de la Lógica simbólica y de allí pasó a la Psicología Cognitiva. Las proposiciones, de manera muy general, deben entenderse como enunciados con las siguientes características: a) su carácter abstracto, b) su valor de verdad, c) poseer sus propias reglas de formación explícitas, y d) su carácter analítico. Así, si decimos que Antonio es electricista, este enunciado puede tomar el valor de verdad o falso dependiendo de las condiciones del mundo.

Algunos modelos de representaciones proposicionales son: rasgos, redes semánticas, esquemas, guiones o scripts, etc... en todos ellos es posible encontrar o hacer una última descripción del conocimiento que representan recurriendo a proposiciones, cálculo de predicados y relaciones lógicas., si bien cada uno de ellos utiliza una manera diferente para describir el conocimiento almacenado en la Memoria a largo Plazo.

- Rasgos

Una de las maneras más sencillas de representar el mundo y su significado es recurriendo a listas de rasgos o atributos, es decir, características definitorias de un determinado concepto o categoría. Por ejemplo, la categoría “laberinto” puede describirse mediante una serie de rasgos como “tiene entrada”, “tiene salida”, “es de tal tamaño”, “es de tal color”, “tiene un camino de solución”, etc...

- Redes semánticas

La red semántica es un formalismo representacional que describe el conocimiento almacenado en la memoria recurriendo a estructuras gráficas constituidas por nodos y relaciones.

Estas redes fueron originalmente utilizadas por Quilliam (1968) en el diseño de programas de simulación de conductas por ordenador, (el programa TCL

Teachable Language Comprehender) y posteriormente desarrolladas por Collins y Loftus (1975).

- Esquemas

Los esquemas resurgieron a mediados de los años 70, pues ya habían sido previamente tratados por Barlett (1932) y por Piaget (1956) con la intención de aportar un modelo de representación del conocimiento que superase las limitaciones de los sistemas anteriores. Así los esquemas son estructuras organizadas generales y no puntuales, tal como sucedía con los anteriores (Zorroza & Sánchez-Cánovas, 1995)

Barlett (1932) desarrolló una serie de supuestos relativos a la intervención de los esquemas en el procesamiento. En este sentido, establece que toda información nueva interactúa con la información previa representada en los esquemas.

Este autor después de analizar varios protocolos, llegó a la conclusión de que los procesos activos, algunas veces, eran estrategias utilizadas por los sujetos, pero muy a menudo encontró que eran procesos activos inconscientes. Así, según la teoría de Barlett, los esquemas son estructuras mentales inconscientes.

Los esquemas fueron originalmente denominados marcos ("frames") y se utilizaron como conceptos computacionales en tareas de simulación por conductas de ordenador (Winston, 1975).

El mayor poder explicativo de los esquemas frente a los rasgos y redes semánticas como ya ha sido previamente comentado en este mismo párrafo ha permitido ampliar el modelo de los esquemas a lo que se ha denominado el modelo de los guiones o *scripts* (Schanck y Abelson, 1977).

- Guiones

Los guiones son esquemas que representan el conocimiento necesario concerniente a una secuencia reiterada de sucesos que tienen lugar habitualmente en la vida diaria. Los guiones, al igual que los esquemas, están constituidos por información constante y por variables que adquieren valores concretos una vez activados. De esta forma, podemos definir los guiones como escenas representacionales de carácter holístico que contienen multitud de información referida no tanto a hechos puntuales sino a secuencias de acción habitualmente repetidos. Esta última afirmación es importante para una teoría sobre la memoria, pues demuestra la enorme flexibilidad de esta estructura de almacenamiento en donde los contenidos no se reducen a simples hechos o significados concretos sino que incluyen también información general sobre acciones habituales de carácter general que se desarrollan a lo largo del tiempo (Crespo y Prado 1997). Por ejemplo, el guión “solucionar un laberinto” está constituido por una secuencia de acciones como “buscar el punto de entrada”, “buscar el punto de salida”, “encontrar el camino de solución”, “avanzar paso a paso”, etc..

### 4.5.3. REPRESENTACIONES ANALÓGICAS

Una representación es analógica cuando existe un parecido interno entre el fenómeno que se quiere representar y la representación mental. A continuación se tratarán las representaciones analógicas más conocidas: las imágenes mentales.

El significado de la palabra imagen fue delimitado por Boulding (1956), quien sugiere que los individuos desarrollan a lo largo de su vida, impresiones mentales del mundo a través de continuos contactos diarios con el ambiente. Destacando que son éstas y no el ambiente físico los determinantes de la conducta. Así la creación de la imagen mental es un proceso interactivo entre el observador y lo observado. Captamos la realidad pero la forma en que la interpretamos influye en lo que extraemos (Lynch,

1960). Como consecuencia de ello, la estructura básica de la imagen es un extracto simplificado de la realidad, mediatizado por procesos individuales.

El concepto de imagen mental ya fue tema de controversia entre los psicólogos de la primera psicología experimental (la de Wundt, Marbe, Külpe y otros), pues mientras el modelo wundtiano en Leipzig, preocupado por el contenido de nuestra conciencia, suponía que todos los procesos mentales van acompañados de imágenes, los miembros de la Escuela de Würzburg, a través de diversas pruebas experimentales, demostraron la existencia de un pensamiento sin imagen (Cladellas, 1996).

Con algunas excepciones europeas, durante la prevalencia del conductismo se excluyó la imagen del panorama psicológico (Caparrós, 1979).

La recuperación de la imagen mental, debe situarse dentro de la aparición de la psicología cognitiva que, como hemos tenido ocasión de ver en el capítulo 2, ésta retoma el estudio de los procesos cognitivos superiores, siendo actualmente la imagen mental un campo de estudio importante, sí bien no exento de polémica como posteriormente tendremos ocasión de comprobar.

El trabajo pionero de Paivio (1971) juntamente con el de Shepard y colaboradores, como posteriormente tendremos ocasión de comprobar, sirvieron para que fuera retomado el estudio de las imágenes mentales en Psicología.

Otro autor que cabe destacar es Kosslyn, (1975, 1980, 1990), con sus sofisticados modelos de imágenes mentales. Para esta autora las imágenes como conceptos representacionales son mucho mejor entendidas aplicando lo que ella denomina la “metáfora del tubo de rayos catódicos” (metáfora CRT): es decir, la imagen mental presenta una serie de características análogas a la imagen que aparece en un monitor de televisión, como, por ejemplo:

- a) la imagen conserva las propiedades métricas y espaciales del objeto que representa,

- b) existe la posibilidad de “desbordamiento”, es decir, el tamaño de la imagen no puede ser tan grande que sobresalga de nuestro hipotético CRT mental,
- c) al igual que ocurre en los monitores, existe un tamaño mínimo de textura o grano (píxeles) que constituyen la imagen mental, de tal manera que si el tamaño de la imagen disminuye se pierde nitidez, y
- d) Nuestro “tubo de rayos catódicos mental” necesita un periodo de refresco muy parecido a lo que sucede en un monitor real con objeto de asegurar la pervivencia en el tiempo de la imagen.

Asimismo, probablemente el modelo elaborado por Kosslyn y sus colaboradores (Kosslyn, 1980; Kosslyn y Cols.1979; Kosslyn y Shwartz, 1977) pueda considerarse la primera teoría explícita sobre las imágenes dentro del marco del procesamiento de la información. Esta teoría es interesante, fundamentalmente por dos motivos:

- 1) Su flexibilidad y generalidad, pues permite explicar la mayor parte de los datos sobre la imagen mental, y
- 2) Su precisión, ya que se ha desarrollado en un programa de simulación por ordenador que mimetiza las propiedades y el funcionamiento de los procesos implicados en las tareas imaginativas.

Otras ideas básicas obtenidas son: las imágenes no se recuperan globalmente, sino que se generan poco a poco, añadiendo detalles, prueba de ello es que se tarda más en elaborar una imagen compleja (más detalles) que una simple; o bien que se construyen en unidades gestálticas significativas o coherentes, no en trozos sin significado, así como Kosslyn argumenta que las imágenes no son subproductos colaterales de otros procesos psicológicos, sino entidades funcionales que se generan secuencialmente en unidades significativas sobre un determinado medio o espacio mental, utilizando para ello tanto información perceptiva (relativa a la apariencia de un

objeto) como información semántica o descriptiva. Las estructuras y los procesos representan los dos componentes básicos del modelo.

En cuanto a las estructuras, Kosslyn distingue entre lo que llama, representación profunda y representación superficial. La representación profunda se encuentra en la memoria a largo plazo y contiene la información necesaria para construir una imagen; mientras que la representación superficial tiene lugar en una estructura de memoria que Kosslyn denomina medio o (retén) buffer visual, (un equivalente a lo que hoy denominaríamos memoria de trabajo), y constituye el “espacio mental” en el que se forman las imágenes a partir de la información contenida en la representación profunda en la MLP.

De igual manera, Kosslyn postula también un conjunto de procesos que operan sobre la información contenida en el medio visual y/o en la memoria a largo plazo para producir la totalidad de fenómenos imaginativos (ej. Inspección, desplazamiento, rotación, etc..).

Así pues, el modelo de Kosslyn ha sido capaz de simular con eficacia muchas de las propiedades estructurales y funcionales de las imágenes sugeridas por la experimentación psicológica. Constituye además una formulación flexible e integradora, al asumir la existencia de representaciones analógicas y proposicionales y especificar la forma en que ambas pueden interactuar. Por último, tiene un gran valor heurístico, ya que ha propiciado numerosas investigaciones y nuevas formas de abordar conceptualmente la noción de imagen mental. Es por ello que muchas de las investigaciones recientes del estudio de la imagen mental hayan utilizado este modelo como marco de referencia obligado. Como ejemplo, Schwartz y Black (1996) con la construcción de un programa de simulación por ordenador en que intenta explicar las relaciones existentes entre conocimiento espacial y físico.

Un aspecto a destacar, puesto que ha sido objeto de enormes debates, es la forma en que se generan las imágenes mentales. Parece existir cierta unanimidad en que éstas surgen a partir de conocimientos que están almacenados en nuestra memoria en formato proposicional (analítico) que naturalmente no presenta las características perceptivas,



sensoriales y métricas de las imágenes. Los teóricos de las imágenes nunca han rechazado la existencia de conocimiento almacenado en formato proposicional, es decir, admiten que puedan coexistir las imágenes y las proposiciones (Paivio, 1986), coexistencia no muy compartida por los proposicionalistas (Anderson y Bower, 1973; Pylyshyn, 1973; 1981) puesto que rechazan el concepto de imagen.

El primer debate importante entre representaciones proposicionales y representaciones analógicas tiene su origen en la década de los 70, a partir de la aparición de algunas publicaciones como el artículo de Pylyshyn (1973) "What the Mind's Eye tells the Mind's Brain". A critique of mental imagery", o el libro de Anderson y Bower (1973) "Human associative memory". Estos autores defienden una postura unitaria al formular un único formato representacional de carácter proposicional y abstracto. Frente a esta postura, otros teóricos defienden una postura o enfoque "modular" (Finke, 1980; Kosslyn, 1980; Paivio, 1971), según el cual, las imágenes implican el uso de representaciones y procesos específicos (muchos de los cuales serían también utilizados en la percepción), más que estructuras conceptuales de carácter general.

Paivio con su teoría del código dual va más allá del valor funcional de las imágenes al declarar explícitamente una representación estructural y mental de las mismas.

Paivio postula la existencia de dos sistemas representacionales independientes: un sistema verbal y un sistema imaginativo. Si bien ambos sistemas estarían interconectados, cada uno de ellos se especializaría en la representación y el procesamiento de la información verbal y no verbal, respectivamente, por lo que tendrían propiedades estructurales y funcionales diferentes.

Tanto los estímulos verbales como los pictóricos pueden codificarse simultáneamente en imágenes y palabras (un concepto representado en forma de imagen puede convertirse en un código verbal y viceversa).

Según Paivio la probabilidad de que se active cada sistema depende del tipo de estímulo presentado: el dibujo de un concepto puede representarse fácilmente en ambos sistemas, mientras que una palabra sólo activaría el sistema imaginativo si es muy concreta o si se emplean instrucciones imaginativas. Cuantos más códigos se generen en la memoria sobre un estímulo, más probable será su recuerdo, por lo que aquellas situaciones que favorezcan una codificación dual, como presentar dibujos o palabras concretas con un alto contenido significativo (o instrucciones para formar imágenes), producirán siempre un mejor recuerdo.

Si asumimos que las imágenes son representaciones analógicas resulta lógico pensar que dichas imágenes puedan conservar o presentar las propiedades espaciales y métricas de los objetos que representan. Y es en este contexto donde se han realizado interesantes trabajos experimentales sobre rotación mental de imágenes y recorrido de escenas mentales.

Los siguientes trabajos presentan como característica común, que los diferencia claramente de los tradicionales estudios funcionales, el empleo de métodos cronométricos en los que se le exige al sujeto experimental algún tipo de operación o transformación de una imagen mental, actuando como variable independiente la magnitud de la transformación, (ej. Ángulo de rotación, distancia recorrida, etc..) y como variable dependiente el tiempo de reacción de la respuesta (De Vega, 1984). Estos trabajos pudieron ser llevados a cabo gracias al desarrollo experimentado en la metodología sobre cronometría mental por parte de psicólogos como Sternberg (1966, 1969) y Posner (Posner y Mitchell, 1967).

Cabe destacar dos grandes líneas de investigación en este contexto: una de ellas se centra en la naturaleza de la imagen mental y trata de verificar sus supuestas propiedades analógicas y pictóricas. La otra pretende demostrar la equivalencia estructural y funcional entre imagen y percepción. Como señala Farah (1988), ambos enfoques en principio resultan ser independientes, puesto que aunque la imagen y la percepción utilizaran un mismo tipo de representación, no necesariamente éste debería ser pictórico, (ej. Podría ser descriptivo), y de igual manera, aunque las representaciones

perceptivas y las que conciernen a la imagen pudieran tener un mismo formato pictórico, no necesariamente deberían reflejar una misma representación.

a) Rotación mental

Si rotar un objeto físico en el espacio requiere un cierto tiempo, se deduce que algo similar debe ocurrir con la imagen mental de dicho objeto. Varios investigadores han realizado trabajos interesantes sobre transformación de imágenes mentales (Shepard y Metzler, 1971; Cooper y Shepard, 1973; Cooper, 1975, 1976, 1990; Cooper y Podgorny, 1976, Shepard y Cooper, 1982; Corballis, 1991, Jolicoeur, Corballis y Lawson, 1996). En estos experimentos se le pedía al sujeto que juzgara lo más rápidamente posible si dos letras "R" mayúscula que le eran presentadas simultáneamente una junta a la otra eran iguales o diferentes (enantiomorfos, es decir, figuras en espejo). En estos experimentos se medía el tiempo de reacción (TR) o tiempo que tarda el sujeto en proporcionar la respuesta desde que se le ha presentado el estímulo.

Otras investigaciones complicaban la anterior sencilla tarea, puesto que las letras no aparecían verticalmente (posición normal) sino que también podían aparecer con cierto ángulo de rotación una respecto a la otra en diferentes intervalos progresivos de 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° y 180° (posición esta última que equivaldría a ser simétrica y reflejada en espejo).

Los resultados obtenidos en estos experimentos indicaban un incremento en el tiempo de reacción de los sujetos al aumentar la discrepancia angular entre las dos letras. La interpretación proporcionada es de que el sujeto genera una imagen mental visual de las letras presentadas y, en el caso de que exista discrepancia angular, ésta debe ser eliminada antes de emitir la respuesta. El incremento lineal que se obtiene en el tiempo de reacción conforme aumenta la discrepancia angular es un reflejo del proceso de normalización o equiparación de las dos letras (ambas deben estar en posición vertical antes de dar la respuesta), y este hecho teóricamente es interpretado como un proceso en el que el sujeto debe efectuar una rotación mental de la imagen hacia la vertical. Es por ello que estos trabajos parecen demostrar que es posible efectuar

transformaciones mentales sobre las imágenes de manera semejante a lo que sucede con los objetos que representan, demostrando que las imágenes poseen propiedades espaciales análogas.

Otros experimentos (Shepard y Metzler, 1988; Bauer y Jolicoeur, 1996), han sugerido que la rotación mental de figuras en 3 dimensiones comporta más tiempo que la rotación mental de figuras en 2 dimensiones, es decir la rotación mental de representaciones visuales es sensible a la dimensionalidad de los estímulos.

Asimismo existe una amplia variedad de artículos que intentan comprobar si existen diferencias entre sexos en tareas de rotación mental de objetos. Así mientras diferentes investigaciones parecen demostrar como los hombres obtienen una mayor actuación que las mujeres en ciertos tests de habilidad espacial (Halpern, 1992; Kimura, 1996), esta ventaja de los hombres frente a las mujeres parece destacar más en tareas de rotación mental (Campos y Cofan, 1986; Voyer, Voyer y Bryden, 1995). En la misma línea, Collins y Kimura, (1997) encontraron que las diferencias encontradas entre los dos sexos era independiente de que la tarea de rotación mental fuera efectuada en 2 y 3 dimensiones.

De todas maneras, De-Lisi y Cammarano, (1996) entre otros argumentan que estas diferencias entre sexos podían venir facilitadas por un mayor entrenamiento de los hombres con el tipo de tareas propuestas (ej: juegos de ordenador)

Otros experimentos (Kail, 1991) sugieren que el proceso de rotación mental es un proceso automático, puesto que los resultados obtenidos en tiempo de reacción eran iguales independientemente de que la tarea de rotación fuera realizada sola que cuando fuera efectuada acompañada de una tarea de memoria.

#### b) Exploración o desplazamientos imaginativos

Otros trabajos que también parecen poner de manifiesto la existencia de que las imágenes disponen de propiedades métricas de forma análoga con lo que sucede en los eventos que representan son los que constituyen la exploración de escenas mentales

(Kosslyn, Ball y Reiser, 1978). Destacando entre ellos el efectuado por Kosslyn y que consistía en presentar a los sujetos un mapa de una hipotética isla en donde aparecían marcadas e identificadas con símbolos una serie de siete localizaciones diferentes, (choza, árbol, lago, pozo,..). Una vez asegurada que los sujetos habían aprendido perfectamente el mapa con sus localizaciones, lo retiró de la vista y comenzó la tarea propiamente dicha. En ella los sujetos debían imaginar que se encontraban situados en un lugar concreto del mapa y tratar de llegar hasta otro diferente. Los resultados mostraron que cuanto mayor distancia existía entre dos diferentes localizaciones mayor era el tiempo que necesitaba el sujeto para “recorrer mentalmente el camino”.

Experimentos posteriores de desplazamiento mental han obtenido resultados similares utilizando descripciones verbales (en lugar de referentes visuales) para generar las imágenes (ejemplo, Denis y Cocude, 1989), o empleando configuraciones de objetos tridimensionales, lo que demuestra que las imágenes pueden contener información sobre distancias en tres dimensiones (ejemplo, Pinker, 1980; Pinker y Kosslyn, 1978).

### c) Inspección de imágenes con diferentes tamaños

Otros experimentos fueron los realizados por (Kosslyn, 1975; 1976), mediante los cuales intentaban constatar la existencia de los efectos de distancia simbólica y de congruencia.

El efecto de distancia simbólica se refiere a los hallazgos que indican que resulta más fácil a los sujetos experimentales seleccionar al mayor de dos objetos, cuanto más diferentes eran entre sí en cuanto a magnitud. Según este efecto, los sujetos ante la comparación de dos objetos, activan las representaciones analógicas almacenadas de cada objeto y se comparan entre sí. Esta comparación obviamente será más fácil y rápida en tanto que los objetos sean más distintos en cuanto a magnitud entre sí.

Si bien estos datos pueden parecer a primera vista muy concluyentes, el efecto de congruencia los pone en duda. El efecto de congruencia consiste en que a los sujetos les resulta más fácil decidir que objeto es mayor de dos objetos grandes, que cuál es

mayor de dos objetos pequeños. Estas diferencias sólo son explicables si recurrimos a modelos proposicionales de representación de la información de la memoria.

La conclusión fundamental que se desprende de los anteriores estudios es que la imagen consiste en una representación de carácter analógico y “cuasipictórico” que conserva distintas propiedades físicas de los objetos (vg. Distancia, tamaño, orientación) y que mantiene una estrecha correspondencia estructural y funcional con la percepción (Ortells, 1996, 1997).

A continuación y una vez analizada la naturaleza de la imagen mental y verificadas las supuestas propiedades analógicas y pictóricas de ésta, vamos a tratar los diferentes estudios realizados para demostrar la equivalencia estructural y funcional entre imagen y percepción. Para ello primero será tratada la equivalencia funcional entre imagen y percepción y a continuación, la equivalencia estructural entre imagen y percepción.

Se han realizado numerosos estudios que pretenden verificar la equivalencia funcional entre imagen y percepción, es decir, como la imagen mental puede reemplazar a un estímulo observado y producir efectos similares a los de la experiencia perceptiva. Uno de los experimentos más conocido es el de Podgorny y Shepard (1978). Los sujetos observaban una matriz de 5x5 formada por pequeños cuadrados en la que se presentaba una letra, (ej. una F), rellenando algunos de los cuadrados (condición perceptiva), o ésta debía ser imaginada por los sujetos como si se proyectara sobre la matriz que aparecía “vacía” (condición imaginativa). Una vez que el sujeto decía haber visto o imaginado la letra en la matriz, se presentaba el estímulo de prueba, que consistía en un punto azul que podía aparecer en alguna casilla de la matriz o fuera de la misma. La tarea del sujeto consistía en decidir de la manera más rápida posible (apretando una u otra tecla) si el punto formaba parte o no de la letra (real o imaginada).

Los resultados mostraron que el tiempo de reacción era menor cuando el punto aparecía en la intersección de las barras verticales y horizontales que formaban la letra F; asimismo el tiempo de reacción disminuía linealmente a medida que el punto aparecía más lejos de la letra F. No obstante, lo más interesante es que en la condición

perceptiva se obtuvieron idénticos resultados, lo que sugiere que la imagen y la percepción de una letra activarían efectos conductuales similares, lo que se ha venido denominando como equivalencia funcional.

En la misma línea Rouw, Kosslyn y Hamel, (1997) demostraron como no existían diferencias entre imagen y percepción para evaluar propiedades de bajo nivel con más facilidad que propiedades de alto nivel. Estos resultados sugieren que las imágenes mentales conservan relativamente características visuales de bajo nivel y no simples descripciones de un pattern. Es decir que las imágenes visuales y la percepción visual comparten mecanismos específicos.

Otros trabajos que también apuntan hacia una misma línea de investigación serían los realizados por Finke y sus colaboradores (ejemplo, Finke, 1980; Finke y Kosslyn, 1980; Finke y Kurtzman, 1981; Finke y Schmidt, 1977), y cuyo principal objetivo es demostrar que las imágenes pueden producir efectos perceptivos específicamente visuales y que tales efectos reflejan la actuación de procesos cerebrales y no periféricos.

Otros autores han pretendido demostrar la equivalencia estructural entre imagen y percepción, para ello se desarrollaron unos trabajos experimentales que empleaban tareas de "facilitación" o de "interferencia" (ejemplo, Brooks, 1968; Segal y Fusella, 1970; Farah, 1985; Ishai y Sagi, 1995). A modo de ejemplo, Brooks (1968) en un experimento solicitaba a los sujetos que visualizaran una letra en mayúsculas, (ej. una "H") y se fijaran en las esquinas siguiendo la dirección de las agujas del reloj por todo el alrededor de la letra. Si la esquina se encontraba en la parte exterior de la figura el sujeto debía responder "sí"; en caso contrario debía responder "no". En otro experimento se les presentaba una frase escrita y los sujetos debían responder de igual manera que en el anterior experimento. Se obtuvieron diferentes resultados en los dos experimentos, mientras en el primer experimento los sujetos obtenían peores resultados cuando debían responder señalando las palabras "sí" o "no" que cuando debían contestar verbalmente; en el segundo, los resultados obtenidos fueron en sentido contrario. Brooks interpretó estos resultados que cuando el tipo de respuesta era de la

misma entidad que el estímulo presentado, el rendimiento bajaba considerablemente, por estar empleando un mismo tipo de recursos cognitivos.

Ishai y Sagi (1995) en su estudio comprobaron que la detección de un target visual podía ser facilitador para rodear máscaras visuales. Similares resultados fueron obtenidos cuando los observadores imaginaban previamente las máscaras percibidas. Estos resultados indican la existencia de un bajo nivel de memoria que almacena un rastro sensorial durante varios minutos y permite la reactivación de tempranas representaciones para más altos procesos. Esta memoria, de naturaleza icónica, puede favorecer la interacción entre imágenes mentales y perceptos

Los resultados de los distintos trabajos parecían sugerir que la estructura representacional entre ambos sistemas tiene un formato analógico-espacial.

Finalmente y al igual que está sucediendo en otras áreas de la Psicología, como la atención, la percepción, el aprendizaje o la memoria, las aproximaciones actuales al tema de la imagen mental son más abiertas e interdisciplinarias; de esta manera cada vez son más los investigadores que tratan de descubrir la forma en que los procesos subyacentes a las imágenes se relacionan con aquellos implicados en otras funciones psicológicas, como la percepción (Finke, 1989; Saariluoma, 1992, Kosslyn, 1994), la memoria de trabajo (Hanley, Young y Pearson, 1991) o el pensamiento y la resolución de problemas (Antonietti, 1991).

Después de haber tratado los dos grandes tipos de representación mental: proposicional y analógica, y a pesar de la controversia existente entre ellos, diferentes estudios (Mani y Johnson-Laird, 1982; Franklin y Tversky, 1990; Carreiras y Codina, 1996), demuestran como los sujetos son capaces de construir representaciones mentales espaciales a partir de descripciones verbales.

Asimismo quisiera destacar una cuestión directamente relacionada con los propósitos de este trabajo, como es la incidencia que pueda tener la conversión de un mismo objeto visto en 2D a 3D dependiendo del tipo de representación mental empleado. Así en el problema planteado en este trabajo, (los laberintos previamente



presentados en 2D para intentar ser resueltos en 3D), cuando se emplea un tipo de representación mental analítica, la posterior conversión del objeto en 3D debería tener muy poca incidencia; muy diferente de lo que pueda pasar cuando se emplea un tipo de representación mental holística, puesto que en este último y a modo de ejemplo, la simple visualización del fondo del laberinto, (en imagen 3D), puede aportar valiosas pistas referentes a la dimensión de los diferentes segmentos.

Directamente relacionado con lo anterior y en contrapartida a las diferencias obtenidas por sexos durante el proceso de rotación mental, Schmitz (1997) no encontró diferencias entre hombres y mujeres en el número total de elementos que eran recordados en la representación de un laberinto en 3 dimensiones.

#### 4.5.4. MAPAS COGNITIVOS

Otras investigaciones sobre los estudios de conocimiento ambiental (Stokols, 1978; Evans, 1980) van más allá del análisis meramente formal de las representaciones en imágenes. En estos estudios se intenta analizar el conocimiento que tenemos del entorno físico o geográfico. En este sentido, el tema de imágenes mentales es planteado dentro de un contexto más ecológico, ya que se trata de describir cómo son los mapas cognitivos que elaboramos acerca de nuestra ciudad, nuestra casa, el país, etc.. y que nos permiten orientarnos o describir nuestro medio eficazmente.

El carácter multidisciplinario que ha ido adquiriendo esta área de estudio (Aragonés, 1983; Carreriras, 1986; Migueles y García Bajos, 1993) ha originado tal cantidad de resultados empíricos que ha impedido crear un marco teórico sólido que englobe los conocimientos acumulados (Downs y Stea, 1973). Como señala Kaplan (1976) la escasa coordinación entre geógrafos o arquitectos, más interesados en las características físicas del ambiente, y los Psicólogos, centrados en las representaciones y en las diferencias individuales ha impedido elaborar una perspectiva más funcional que abarque el conocimiento espacial de una manera coherente y unitaria.

Otra cuestión que ha dificultado el estudio de los mapas cognitivos es la diversidad de datos como consecuencia de la amplitud de su campo de acción. A partir de la obra pionera de Lynch (1960) *la imagen de la ciudad*, la investigación se ha centrado en espacios urbanos. Desde el interior de un pequeño apartamento (Rothwell, 1976), hasta todo un país (Cox y Zannaras, 1973).

Algunos autores proponen la existencia de tres tipos de conocimiento ambiental que difieren en cuanto a los aspectos del ambiente que representan, así como en cuanto a las tareas espaciales para las que son más útiles (Thorndyke, 1981; Thorndike y Hayes-Roth, 1982). Estos son: conocimiento de lugares de referencia, conocimiento secuencial o de rutas y conocimiento configuracional.

- Los lugares o puntos de referencia son patrones perceptivos que identifican una localización geográfica, predominantemente de carácter visual, y que son importantes para podernos orientar cuando nos movemos por el entorno. De esta manera, este tipo de conocimiento, muy parecido al de las escenas pictóricas o dibujo, contiene información acerca de los detalles visuales de lugares específicos y suele adquirirse bastante pronto (Appleyard, 1969; Evans, Smith y Pezdek, 1982; Allen, Siegel y Rosinski, 1978). Diversos estudios han mostrado el importante papel que desempeñan los lugares o puntos de referencia en la estructuración de la representación interna del ambiente de sujetos adultos (Sadalla y Cols., 1980; Golledge, 1978; Carreiras y de Vega, 1984) y de niños (Acredolo, Pick y Olsen, 1975; Matthews, 1992). Estos lugares de referencia son básicos para la orientación en ambientes de gran escala, pero insuficientes para podernos construir una representación espacial; a no ser que estos lugares o puntos de referencia formen parte de un programa de decisiones que sirva para ir de un lugar a otro.

- El conocimiento secuencial o de rutas, o también denominado sendas (Carreiras, 1986) supone la codificación de la relación espacial entre dos puntos que conforman una ruta, derivándose de la experiencia de ejecutarla

conductualmente, es decir una representación de secuencias de decisiones; incluyendo la representación explícita de los lugares presentes a lo largo de la ruta, donde están los cambios de dirección y la conducta a efectuar en cada uno (Clayton y Woodyard, 1981; Kuipers, 1978), además de la longitud de los tramos en la ruta, indicios locales de orientación y la ordenación de los puntos de referencia a lo largo del camino (Thorndyke y Goldin, 1983; Rieser, Lockman y Pick, 1980). Una vez adquirido, el conocimiento secuencial o de rutas este puede ser utilizado para desplazarse de nuevo por la ruta o bien para simular mentalmente el recorrido imaginando la secuencia de puntos de referencia y giros para ir desde el lugar de partida al de la meta. (ej. lugar A-girar a la derecha, lugar B-girar a la izquierda, lugar C-seguir de frente). Estas asociaciones se asemejan según Thorndyke (1981) a reglas de producción del tipo “si mi destino es “X” y estoy en “Y”, entonces ejecutar acción “Z”, o a lo que Clayton y Woodyard (1981) denominan grupos de “situación-acción-resultado”. Así pues, en la representación de caminos o rutas incorporamos una secuencia temporal de imágenes sensoriales y operaciones motoras mediante los cuales registramos la distancia recorrida y los giros entre segmentos de la ruta (Kuipers, 1978). El conocimiento secuencial o de rutas presenta grandes similitudes, en lo que concierne a las etapas iniciales, con el de “planes de desplazamiento” (Garling y Cols., 1984; Russell y Ward, 1982), derivado a su vez de la noción de planes de acción de (Miller, Galanter y Pribram, 1960). Al asumir Garling y colaboradores que los planes de desplazamiento consisten en grupos ordenados de lugares, las rutas o sendas constituirían planes o parte de ellos. En etapas más avanzadas, los planes se diferencian de las rutas o sendas por precisar de instrucciones más detalladas de cómo desplazarse durante su ejecución.

- El conocimiento configuracional o survey map (Hart y Moore, 1973) , o también llamado “mapa predominantemente espacial” (Appleyard, 1970) es muy parecido al anterior, diferenciándose en que éste se puede adquirir sin que forzosamente tenga que haber un contacto con el medio, (ejemplo puede adquirirse directamente estudiando un mapa). Aunque ello no excluya que

este conocimiento configuracional del espacio también puede ser adquirido con continuos y repetidos contactos con el medio (Siegel y White, 1975; Thorndike y Hayes-Roth, 1982). Este a diferencia del anterior conocimiento procedimental implica la representación de la localización de los lugares con respecto a un sistema de referencia global o local (Garling y Cols., 1984) e incluye la comprensión de distancias no experimentadas. El conocimiento configuracional va siendo posible a medida que aumentamos nuestra familiaridad con el ambiente o espacio físico en que nos encontramos, (ciudad, país, laberinto real, etc.). Kitchin (1997) en un estudio investigó las diferentes maneras en que la gente piensa acerca del espacio geográfico así formuló respuestas para tareas de mapas cognitivos para intentar descubrir que estrategias de pensamiento espacial eran empleadas en completar una tarea diseñada para medir el conocimiento configuracional. Después de analizar los diferentes protocolos verbales fueron encontradas 8 estrategias de pensamiento que variaban en su empleo. Una de las más populares estrategias empleadas por los sujetos fue utilizar la imagen mental de una de las dos siguientes maneras: 1) recordar un mapa que los sujetos habían visto, normalmente un mapa de inspección "survey map" o, 2) la construcción de mapas que contenían una mínima estructura o sólo contenían los detalles necesarios para completar la tarea.

Una vez descritos los diferentes tipos de conocimiento ambiental, y teniendo en cuenta que tanto en el aprendizaje como en el recuerdo de información ambiental pueden intervenir diferentes estrategias y procesos cognitivos, vamos a ver de que manera pueden ser examinadas las representaciones internas del espacio, (lo que Tolman (1948) acuñó con el término de mapa cognitivo en un polémico artículo titulado "Mapas cognitivos en ratas y hombres" y en el cual defendía la tesis de que las ratas aprenden a recorrer laberintos por la representación espacial o mapa cognitivo que hacen del laberinto y no por determinadas conexiones asociativas estímulo-respuesta). Si bien existen múltiples técnicas para ello como pueden ser: protocolos de recuerdo verbal, dibujo de mapas, estimaciones de distancias y direcciones, utilización de modelos y maquetas o la misma simulación por ordenador, existen discrepancias entre los diferentes autores de cual es la mejor: Así Rovine y Weisman (1989) indican que el

dibujo de mapas, que además presenta una correlación alta con otras tareas (Howard, Chase y Rothman, 1973; Rothwell, 1976), pueden ser más predictores que otras técnicas más complejas para estudiar el conocimiento espacial.

Otros autores han realizado sus investigaciones destacando el papel que juega el tipo de codificación en todo ello.

Así Weitzman (1981) vuelve a incidir en la vieja dicotomía entre codificación proposicional y analógica, este autor a través de dos experimentos, concluye que los sujetos que demostraron poca destreza de orientación basaban sus estimaciones en una codificación secuencial de rutas, lo que dificultaba su recuerdo en sentido contrario al del aprendizaje; mientras que los sujetos hábiles en orientación realizaban las estimaciones mediante un proceso de búsqueda cuasi-visual, lo que les permitía un acceso simultáneo a la información localizacional.

En la misma línea se encuentran los trabajos realizados por (Kulhavy y Cols., 1985; Schwartz y Kulhavy, 1988; Schwartz y Phillippe, 1991; Schwartz; Ellsworth; Graham y Knight, 1998), los cuales también pusieron de manifiesto la existencia de dos tipos de codificación de mapas geográficos: codificación verbal y codificación espacial. La codificación semántica es eficaz para el recuerdo de las características del mapa sólo cuando las características son recuperadas de la memoria discretamente y no en el contexto espacial del mapa. En cambio la codificación espacial permite el recuerdo de las localizaciones del mapa preservando en la memoria las relaciones espaciales entre los elementos del mapa.

En los anteriores experimentos se vuelve a incidir, pues ya ha sido anteriormente tratado en el anterior subcapítulo de memoria, en un aspecto de gran trascendencia en este trabajo como es el importante papel que juega el tipo de codificación en la representación y ejecución de una tarea. Así, y para obtener un rendimiento eficaz en una tarea, es necesario que el formato de codificación durante la representación y ejecución de la tarea sea el mismo, o sino, el más parecido posible. Aunque todo ello no resulte tan sencillo, pues también están interviniendo otros factores como lo demuestran los siguientes trabajos realizados por Thorndyke y Stasz (1980) en el aprendizaje de

mapas cartográficos, y por Thorndyke y Goldin (1983) en el aprendizaje experiencial de una ciudad. Después de analizar los diferentes análisis de protocolos de “pensar en voz alta” se observaron dos diferentes tipos de estrategia: una estrategia visual-perceptiva y otra verbal-analítica. Los autores después de realizar una serie de experimentos en los que intentaron aislar los factores responsables de ejecución de los dos grupos de sujetos, comprobaron que existe relación entre habilidades, elección de estrategias y tipo de conocimiento adquirido. La ejecución en tareas espaciales complejas depende de las habilidades espaciales, pero también de las estrategias adoptadas y de las demandas de la tarea. La selección de la estrategia adecuada para una situación particular se realiza en relación al tipo de información espacial adquirida o que se va a aprender, y de las capacidades cognitivas. Así, no todas las tareas espaciales requieren el mismo nivel de capacidad o habilidad espacial (Mayor y De Vega, 1992).

Y por último en un experimento realizado por (Postigo y Pozo, 1996) para observar las diferencias existentes entre expertos y novatos en el aprendizaje de distintos tipos de información en la codificación de mapas geográficos se variaba el tipo de instrucciones que eran facilitadas a los diferentes grupos (verbal, espacial, de recorrido o control) y el recuerdo libre era medido a través de preguntas verbales. Así los que reciben instrucciones verbales mostraron un rendimiento superior a los otros tres grupos. Este resultado concuerda con el esperado, pues los ítems verbales son lo que presentan una menor dificultad de los tres. Por otra parte a este resultado puede sumarse la tendencia por parte de los sujetos a procesar la información verbal por encima de otro tipo debido a la importancia que se le otorga desde el ámbito educativo. Este predominio de lo verbal en el estudio de mapas ha sido apuntado por algunos autores (ejemplo. Kinnear y Wood 1987; Schwartz y Kulhavy 1988; Thorndike y Stasz, 1980: ). Además este predominio de lo verbal también aparece en la adecuación de las distintas instrucciones para los distintos ítems, ya que los ítems verbales se ven favorecidos por las instrucciones verbales, aunque también por las espaciales, las de recorrido y control (aunque ésta última no de manera significativa).

#### 4.5.5. POSICIONES ANTIREPRESENTACIONALES

Actualmente existen posiciones detractoras en las que se asume lo innecesario que resulta recurrir a representaciones para describir el conocimiento del mundo y sus propiedades. Entre estas cabe destacar la del enfoque ecológico, siendo su máxima figura James J. Gibson. Este enfoque surge en psicología como reacción a las dificultades mostradas por el paradigma conductista y alternativa a los supuestos representacionales fundamentados en la metáfora del ordenador, como hemos tenido ocasión de ver en este mismo subcapítulo.

Según la teoría de la percepción gibsoniana, los sentidos no pueden ser considerados como simples receptores fisiológicos pasivos que responden a energías externas, sino que son considerados como sistemas perceptuales que captan directamente la información, los objetos del mundo y sus propiedades, así son sistemas de búsqueda activa de información que reflejan las cualidades de los objetos y son susceptibles de maduración y aprendizaje; comportando todo ello la innecesaria presencia de ejecutivos centrales u "ojos de la mente" que procesen y codifiquen la información en un formato representacional (Crespo y Prado, 1997).

Así la teoría de Gibson hace referencia a un tipo de procesamiento de bajo nivel, distribuido en las primeras capas perceptivas y no sensoriales. No es que no exista procesamiento, sino que este no está centralizado.

Aún y así, la representación existe, si bien se trata de un tipo de representación más sencilla, menos abstracta, ya que si no, no sería posible procesar la imagen.

#### 4.5.6. COMENTARIO FINAL

El tema de la representación mental cada vez va siendo más estudiado dentro de un contexto cognitivo, es decir, se intenta relacionar los procesos representacionales con otros mecanismos psicológicos, como la atención, la percepción y la memoria. De esta manera, y a modo de ejemplo, Kosslyn, (1991) ha sugerido la implicación de un foco atencional encargado, entre otras cosas, de guiar la exploración de la imagen activada sobre el medio visual y propiciar su identificación, o participar en la generación de imágenes complejas (cambiando el foco a diferentes partes del medio visual).

Bajo la perspectiva del procesamiento de la información, en los últimos años han aparecido una serie de estudios que demuestran lo que viene denominándose como economía cognitiva. Según este principio no codificamos la inmensa cantidad de relaciones espaciales existentes en el mundo externo, sino que nos servimos de una serie de heurísticos de codificación que simplifican y esquematizan la información. Esa estructura o esquema mejora el recuerdo, evita una sobrecarga innecesaria de memoria, pero introduce distorsión. Tversky (1981) justifica este tipo de errores mediante dos heurísticos de codificación, derivados de los principios de organización perceptiva: alineamiento y rotación. El primero de ellos distorsiona las relaciones espaciales al imponer más orden o regularidad de las que realmente existe; mientras que el segundo afecta a la relación figura-fondo, parte-todo.

En la misma línea, Migueles y García Bajos, (1993) en tres experimentos efectuados en el interior de un edificio llegaron a la conclusión que el conocimiento que tienen los sujetos del interior de un edificio es bastante global y fragmentario, pero suficiente para moverse en este medio sin dificultades. Las representaciones espaciales parecen seguir el mismo principio de economía descrito en el anterior párrafo, puesto que incluyen la información necesaria para desenvolvernos por el medio y los detalles o la información ambiental poco útil es filtrada para evitar sobrecargas de nuestra



memoria (Milgram, 1970). Así como que los mapas cognitivos se adquieren a través del contacto con el medio de un modo incidental. Para tener un conocimiento más preciso del ambiente es necesario un aprendizaje con más carga atencional y consecuentemente que se requiera una mayor cantidad de procesamiento. El mapa no es sólo una representación, sino un conjunto de heurísticos o reglas que permiten establecer inferencias. Navegar en alta mar u orientarse en la ciudad constituyen destrezas de resolución de problemas, además de un sistema de conocimientos conceptuales y representaciones analógicas. Es decir, la solución de un problema no consiste simplemente en capturar información almacenada en memoria, sino operar con esta información con el fin de alcanzar una solución.

Desde una vertiente mucho más ecológica han destacado los trabajos realizados con mapas cognitivos. Si bien desde el trabajo pionero de Lynch, gran parte de la investigación se ha centrado en la representación de los elementos físicos, otros estudios han intentado estudiar los procesos mentales, desde la percepción hasta la planificación, implicados en el análisis de un mapa cognitivo, permitiendo ello dar significado a las características físicas de los diferentes espacios o lugares, es decir información atributiva o contextual (Herzog, Kaplan y Kaplan, 1982).

De esta manera la habilidad para resolver problemas espaciales se basa en la manipulación conjunta de las informaciones localizacional y atributivo-contextual, siendo la clave de tal manipulación la formación y posterior ejecución de un plan. Entendiéndose por plan "la sucesión de una secuencia de acciones". Tanto la generación o formación de un plan, como su actualización a medida que lo vamos ejecutando en el ambiente presupone la posibilidad de realizar una serie de operaciones con la información almacenada en el mapa cognitivo. Como muy bien podría suceder en la resolución de un laberinto siguiendo una estrategia completamente figurativa o espacial. Dependiendo de la complejidad del laberinto la solución del mismo presentará más o menos dificultad, puesto que el sujeto sólo percibe directamente una pequeña parte del ambiente. El espacio es demasiado amplio y complejo para contemplarlo en su totalidad, es decir, para poder apreciar las relaciones espaciales entre todos los lugares. Además, durante la ejecución, las relaciones espaciales entre los diversos lugares implicados y la posición del sujeto cambian continuamente, a medida que éste se

desplaza. Así pues, considerando que el sujeto sólo tiene la posibilidad de ver una perspectiva en cada momento y que ésta cambia, para poder ejecutar y reestructurar el plan si es preciso sobre la marcha, ha de ser capaz de obtener una visión global del medio, poder rotar el mapa cognitivo y operar sobre el de forma que le permita apreciar el espacio desde una perspectiva múltiple. En definitiva, la información localizacional debe poder ser transformada para actualizar continuamente la representación de la posición del sujeto con respecto a la de los diversos lugares, especialmente la de la meta, dentro de un contexto tridimensional.

## **CAPÍTULO 5**

# **MODELIZACIÓN GENERAL DE LAS ESTRATEGIAS**

# **FIGURATIVA Y ANALÍTICA EN LABERINTOS**

5.1. Introducción

5.2. Representación figurativa

5.2.1. Preparación de la información

5.2.2. Diagrama de los procesos cognitivos empleados en la estrategia figurativa

5.3. Representación analítica

5.3.1. Preparación de la información

5.3.2. Diagrama de los procesos cognitivos empleados en la estrategia analítica



## 5.1. INTRODUCCIÓN

A continuación se expondrán de manera muy general, los modelos teóricos de las estrategias que, según el marco teórico visto en los anteriores capítulos, comúnmente se emplean ante la tarea de representarse el espacio y/o de resolver un laberinto elaborado por ordenador con un formato 3D, (3 dimensiones), después de haberlo estado visionando en un formato de 2 dimensiones.

Las dos estrategias se corresponden con los dos tipos de representaciones vistas en el anterior capítulo y que, según la mayoría de los autores, empleamos para representarnos o solucionar un determinado problema. Estas estrategias serían la estrategia figurativa, (emplear una representación visual, holística, figurativa, con leves substratos o apoyo de tipo analítico), una estrategia más acorde con la tarea de representarse espacialmente el laberinto; y la estrategia analítica, (basada como muy bien indica su nombre en proposiciones o formatos de tipo analítico), y más típica de la resolución de laberintos.

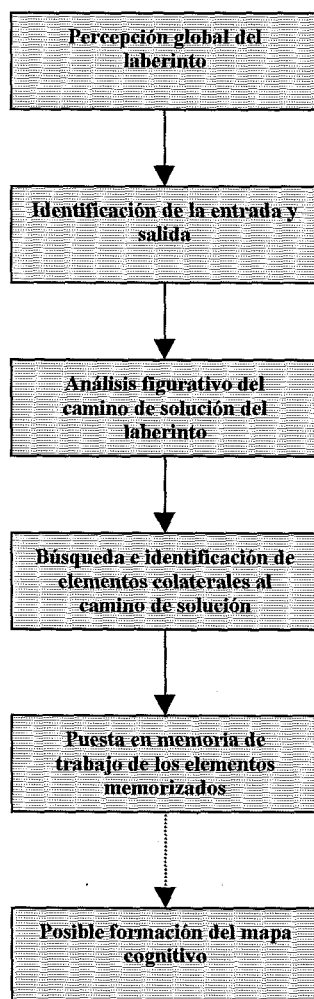
## 5.2. REPRESENTACIÓN FIGURATIVA

Se describirán los diferentes pasos que según los diferentes aspectos teóricos tratados en los anteriores capítulos y una secuenciación lógica, seguiría un individuo para representarse un laberinto con unas características muy parecidas a los que veremos con posterioridad en la parte empírica de este trabajo, (laberintos presentados por ordenador en un formato 2D y posteriormente en un formato 3D, intentando simular el efecto tridimensional del mismo.

### 5.2.1. PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- El sujeto en un primer momento efectúa una percepción global del laberinto, evaluando su complejidad, etc..
- El sujeto busca e identifica, a través de los mecanismos funcionales de atención selectiva focalizada, los patrones perceptivos que configuran la entrada y salida, para que una vez identificados éstos, poder situarse en el patrón de entrada y así recorrer e identificar visualmente el camino de solución del laberinto.
- Una vez identificado el camino de solución, el sujeto efectuará un análisis figurativo del camino, intentando destacar el patrón figurativo que constituye el camino de solución del laberinto con el resto de elementos que no forman parte del camino de solución del mismo; lo que los gestálticos denominan contraste figura-fondo. Durante el análisis figurativo del camino de solución, el sujeto intentará fijar su atención en todos aquellos elementos visuales que le puedan ser de máxima utilidad, (proporciones y distancias entre segmentos, cambios de dirección u orientación, etc..).
- Búsqueda e identificación del mayor número de elementos que interseccionan con el camino principal, intentando otorgarles un posible significado figurativo.
- Puesta en memoria de trabajo, tanto de la figura como de los diferentes elementos que ayudan a configurar la imagen del laberinto en su totalidad., es decir , posible formación del mapa cognitivo.

### 5.2.2. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA FIGURATIVA





## 5.3. REPRESENTACIÓN ANALÍTICA

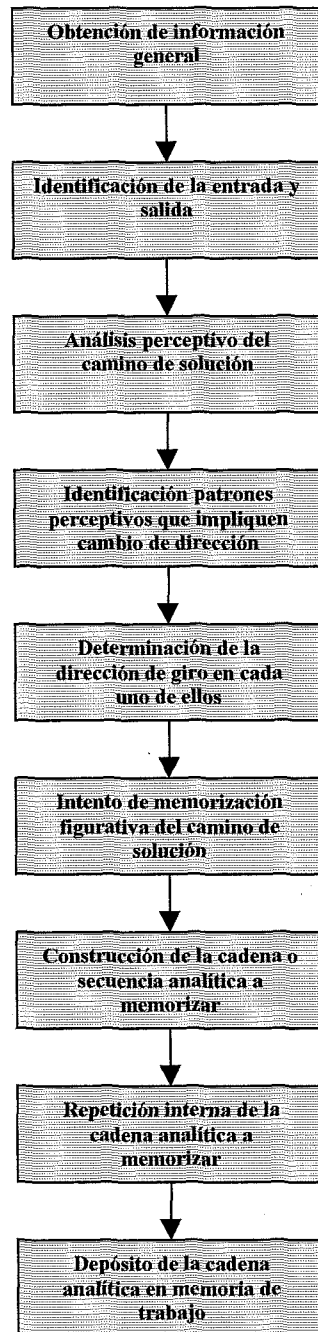
Se describirán aquellos pasos que según los diferentes aspectos teóricos tratados en los anteriores capítulos, seguiría un individuo para representarse y solucionar laberintos presentados por pantalla de ordenador en un formato 2D y posteriormente ser solucionados en un formato 3D, (efecto tridimensional).

### 5.3.1. PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN

- Atención global del dibujo en su totalidad. Análisis de la complejidad del laberinto, forma en general, etc., es decir, obtención de información general.
- Búsqueda y localización visual de los patrones perceptivos que configuran la entrada y salida.
- Análisis perceptivo del camino de solución, partiendo del patrón de entrada, recorrer el camino de solución hasta llegar al patrón de salida, (identificación visual del camino).
- Identificación de los patrones perceptivos que impliquen un cambio de dirección, (nodos de enlace entre dos segmentos del camino de solución en que se deba efectuar un giro).
- Orientación espacial de cada uno de estos patrones, (rotación espacial, etc.), para poder determinar la dirección de giro en cada uno de ellos.

- Intento de memorización figurativa del camino de solución, posible efecto de primacía, por ser la primera parte del camino la que más veces será recorrida por la vista en la búsqueda de patrones perceptivos “claves” en que se deba efectuar un cambio de dirección.
- Construcción de una cadena o secuencia analítica a memorizar, teniendo en cuenta la dirección de giro y el número de elementos que interseccionan perpendicularmente con cada segmento, y que no constituyen ninguno de los puntos en que se deba proceder a un cambio de dirección, (ej.2D, girar en la segunda intersección a la derecha)
- Repetición interna de la cadena hasta tener unas mínimas garantías de que esta se encuentra almacenada en memoria de trabajo
- Depósito de la cadena analítica en memoria de trabajo para poderla tener activa durante la realización de la tarea.

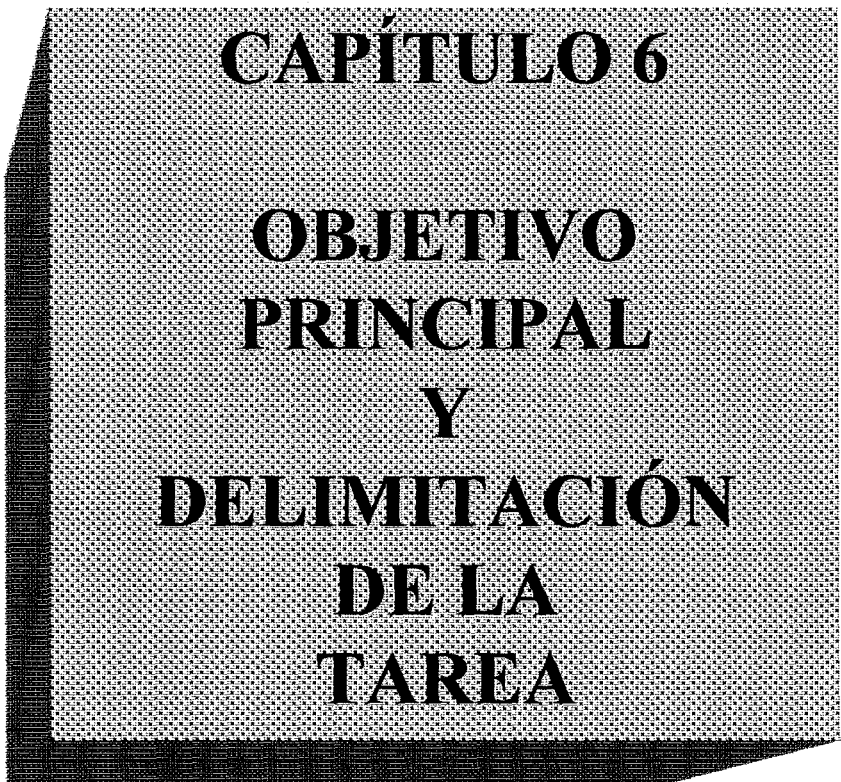
### 5.3.2. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA ANALÍTICA



P  
A  
R  
T  
E  
  
E  
M  
P  
Í  
R  
I  
C  
A

## **PARTE EMPÍRICA**

- 6. OBJETIVO PRINCIPAL Y DELIMITACIÓN DE LA TAREA**
  - 6.1. Objetivo principal
  - 6.2. Delimitación de la tarea
- 7. FASE PRE-EXPERIMENTAL O ESTUDIO PILOTO**
  - 7.1. Objetivos
  - 7.2. Método
  - 7.3. Comentario de los resultados
- 8. FASE EMPÍRICA 1**
  - 8.1. Objetivos
  - 8.2. Método
  - 8.3. Comentario de los resultados
- 9. MODELIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS ESTRATEGIAS ANALÍTICA SIMPLIFICADA, FIGURATIVA PURA, ANALÍTICA PURA Y FIGURATIVA-ANALÍTICA**
  - 9.1. Introducción
  - 9.2. Modelo específico para la estrategia analítica simplificada
  - 9.3. Modelo específico para la estrategia figurativa pura
  - 9.4. Modelo específico para la estrategia analítica pura
  - 9.5. Modelo específico para la estrategia figurativa-analítica
  - 9.6. Análisis de las pérdidas
- 10. ESTUDIO EMPÍRICO 2**
  - 10.1. Expectativas u objetivos
  - 10.2. Método
  - 10.3. Resultados
- 11. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**
  - 11.1. Discusión
  - 11.2. Conclusiones



**CAPÍTULO 6**  
**OBJETIVO**  
**PRINCIPAL**  
**Y**  
**DELIMITACIÓN**  
**DE LA**  
**TAREA**

- 6.1. Objetivo principal
- 6.2. Delimitación de la tarea

## 6.1. OBJETIVO PRINCIPAL

En este trabajo se propone observar que representaciones se formulan los humanos cuando se enfrentan con un tipo de problema, como puede ser la resolución de unos laberintos en un formato 3D por ordenador, entendiéndose por resolución, tanto la solución del mismo, es decir, llegar al punto de destino o meta, como el poder representarse espacialmente el laberinto, (ej, poderlo plasmar en un dibujo o conocer la ubicación de cada uno de los puntos que conforman el laberinto).

Y lo que es más importante, verificar o demostrar como ante un mismo problema existen diferentes maneras o estrategias para afrontarlo y resolverlo.

El objetivo principal de esta tesis sería la modelización de algunos de los procesos cognitivos que emplean los humanos en la solución de un laberinto, a partir del empleo de unas determinadas estrategias, con el fin de poder desarrollar un programa de simulación por ordenador. Para ello, los sujetos deben enfrentarse a un tipo de problema muy específico como es la representación espacial o resolución de unos determinados laberintos; si bien estos laberintos como tendremos ocasión de ver en próximos apartados tienen unas características especiales, que los distingue de cualquier laberinto o situación laberíntica con que nos podamos encontrar en el mundo real.

## 6.2. DELIMITACIÓN DE LA TAREA

A continuación se expondrán los diferentes elementos que forman parte de todos los laberintos creados para este trabajo, así como la visualización de estos elementos en dos diferentes formatos: un formato 2D, (2 dimensiones) y un formato 3D, (3



Dimensiones). Se acompaña a este trabajo un CD con el programa, (laber.scm), para que con la integración de imagen y sonido se pueda ejecutar lo expuesto en este capítulo.

Todos los laberintos contruidos para esta tesis tienen una serie de características comunes: tienen una única entrada y salida, es decir un único punto de partida y de llegada o meta, y el trayecto o camino de solución también es único, es decir, la resolución sólo es posible a través de un sólo camino. Con ello y repasando las diferentes clasificaciones que hemos visto en el capítulo 3 de este trabajo, el problema a resolver se enmarcaría dentro del tipo de problemas bien definidos, pues todos los laberintos creados para este trabajo, tienen un estado inicial y un estado final, y en el mismo se pueden llevar a cabo un conjunto de procesos, (normalmente llamados operadores), que pueden transformar un estado en otro.

Otras características comunes que llevan de manera implícita todos y cada uno de los laberintos creados para este trabajo, son las siguientes:

- Se trata de laberintos con elementos ortogonales, es decir no contienen ningún tipo de elemento circular o ángulo no recto. Presentan única y exclusivamente líneas verticales y horizontales o “paredes” y “pasillos” conectados entre sí formando diferentes ángulos rectos de 90° de maneras diferentes.

Vuelvo a insistir en que puede que no se traten de laberintos completamente iguales a los que nos podemos encontrar en la vida real, pero si suficientemente valiosos para lo que se pretende obtener en este trabajo y, lo que es más importante, para que se puedan extrapolar algunos de los resultados encontrados a diferentes situaciones reales.

- Alrededor del camino de solución del laberinto se encuentran diferentes “ramificaciones” o caminos anexos, con la finalidad de aumentar la aparente complejidad del mismo. Todo ello le confiere al laberinto un aspecto visual complejo, pero pensamos que necesario, para que el sujeto experimental se tome el problema con la debida seriedad.

Para la fase empírica de este trabajo ha sido empleado un total de 9 laberintos. Dos de los cuales, con muy poca dificultad, han sido empleados únicamente para unas funciones muy concretas como son: el aprendizaje de las diferentes teclas a manipular y familiarizarse con la propia situación experimental. Los siete laberintos restantes están formados por una serie de atributos que les confiere a todos ellos una enorme similitud.

- El número de pasos entre el punto de partida y el de llegada, es decir lo que constituye el camino de solución, oscila entre 127 y 129.
- El número de segmentos en que está fragmentado el camino de solución, entendiéndose por segmento aquel trazo comprendido entre dos puntos en que deba efectuarse un cambio de sentido o giro, oscila entre 8 y 11.
- Con ello y como simple deducción del punto anterior, el número de nexos entre dos segmentos oscilará entre 8, (en los casos en que el total de segmentos es 9) y 10, (cuando el número de segmentos es 11), ya que el primer segmento parte de la salida y el último acaba en la llegada.
- En todos los laberintos, 5 de los nexos están formados por patrones con forma de cruz, (+) o "T", si bien ésta puede encontrarse orientada hacia la derecha, izquierda o invertida, siendo el resto de nexos patrones sencillos con un sólo ángulo de 90°, es decir lo que denominaremos como codos. (ver figura 6.1)
- El número de ramificaciones, líneas o trazos horizontales y verticales perpendiculares al camino de solución y anexados al mismo es de 6, constituyendo lo que en este trabajo denominaremos como ramas. (ver figura 6.1. que corresponde al laberinto denominado "LAB007.LAB" del trabajo).

A continuación y tomando como ejemplo, el laberinto que se empleó para obtener los diferentes resultados estadísticos, el denominado "LAB007.LAB", se pueden

observar los diferentes aspectos a tener en cuenta o aspectos “relevantes” en cada uno de los laberintos empleados.

Para ello y como medida para una mejor comprensión y aclaración de las diferentes partes que configuran cualquier laberinto empleado en este trabajo, cada una de ellas ha sido marcada en la siguiente figura con una letra distinta.

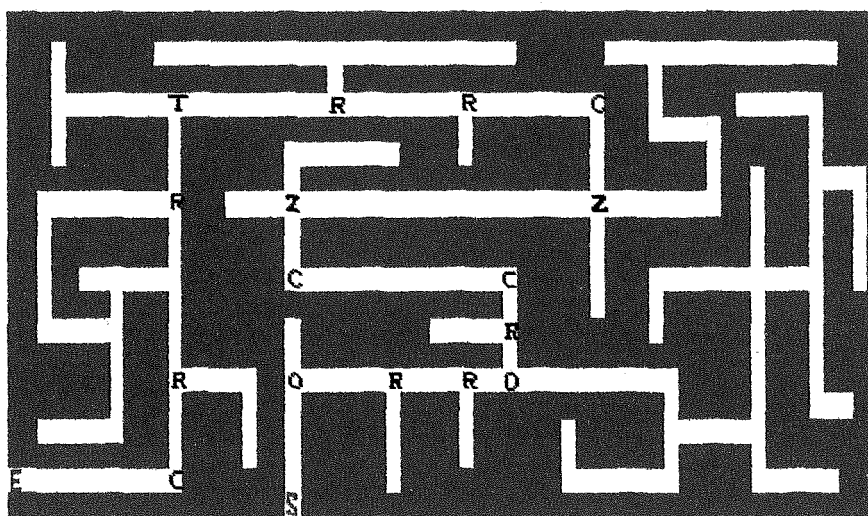


Figura 6.1. perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 2D

- El punto de entrada identificado con la letra E.
- El punto de salida o meta con la letra S.
- Cada rama con la letra R, situada en su punto de inicio.
- Los diferentes codos con la letra C.
- Un patrón en forma de T, pero sin orientación alguna, con la letra T.
- Un patrón en forma de T, pero con algún tipo de orientación, con la letra O.

- Un patrón en forma de Cruz con la letra Z.
- Un segmento estaría constituido por el trazo existente entre la E de entrada y la primera C. Otro segmento por la distancia comprendida entre la primera C y la primera T, y así sucesivamente.

Los sujetos deberán solucionar el laberinto en un formato 3D, (3 Dimensiones), formato diferente del que se les presenta en una primera instancia, 2D (2 dimensiones). Es por ello que considero necesario una breve explicación de como se presentan los laberintos en un formato 3D y como se reflejan cada uno de los aspectos vistos en la figura 6.1 en un formato 3D. Aún y siendo plenamente conscientes de que no se trata de una situación 3D como tal, si se asemeja bastante a ella, pues intenta simular el efecto de ir avanzando por el interior de un laberinto.

El sujeto en todo momento dispondrá por pantalla de la información sobre el lugar en que se encuentra ubicado, “rectángulo horizontal marcado en color marrón”, y de los próximos 5 pasos a realizar si avanza en línea recta, cada uno de ellos claramente diferenciados por un rectángulo horizontal que tiene su prolongación en dos rectángulos verticales. Cuando el sujeto se va desplazando por el laberinto, con la ayuda de las pertinentes teclas, los diferentes rectángulos verticales ubicados en cada lateral avanzarán un paso, simulando de esta manera, el efecto de ir andando por el interior del laberinto.

Antes de proseguir en la explicación me gustaría indicar que hemos considerado más oportuno emplear la palabra “rectángulo” para referirnos a los diferentes elementos que se observan desde una perspectiva del laberinto en formato 3D, por creer que se entendería mejor lo que estábamos comentando, aún y siendo conscientes de que no se tratan de “rectángulos” como tales sino de “prismas”.

Los diferentes rectángulos verticales negros representan una “pared”, los rectángulos verticales blancos representan un “pasillo” o lugar por donde el sujeto podrá seguir desplazándose y, el cuadrado blanco del fondo de la imagen representa que,

después de efectuar 6 pasos en línea recta, el sujeto podrá seguir avanzando en la misma dirección, es decir, que continúa habiendo camino libre o “pasillo”.

Con la siguiente figura se puede observar lo explicado anteriormente.

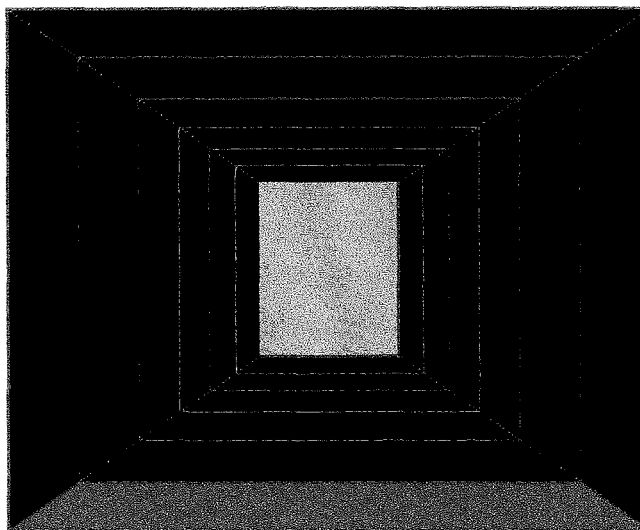


Figura 6.2 Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D

La figura 6.2. correspondería al aspecto con que el sujeto experimental se encontraría inmediatamente después de haber pasado de un formato 2D a un formato 3D. Analizando cada una de las diferentes partes de la figura, nos encontramos en primer término con un rectángulo horizontal marrón que destaca del resto de rectángulos que contiene la figura; este rectángulo representa donde se encuentra ubicado el sujeto experimental. Conectados a este rectángulo horizontal marrón se encuentran dos rectángulos negros verticales, uno situado en cada lateral y con el efecto de simbolizar dos paredes, es decir, espacio cerrado por donde el sujeto no se podrá desplazar. Si el sujeto persistiera en su intento, se escucharía un ruido, emulando el efecto de que está tropezando con un objeto, en este caso una pared.

Asimismo en la figura 6.2. se observan diferentes líneas verdes que delimitan cada uno de los diferentes espacios físicos por donde el sujeto puede moverse. Observando la figura se pueden divisar un total de 6 rectángulos horizontales con sus respectivas prolongaciones verticales. Este número de rectángulos simbolizan la información que

dispone el sujeto en la realización de los próximos 5 pasos, es decir, su ubicación actual y la de otros cinco posibles pasos a efectuar.

Otro aspecto a tener en cuenta es el color del cuadrado del fondo de la figura, ya que este puede tener dos colores: blanco como corresponde a la figura 6.2, indicando que después de efectuar seis pasos, sigue habiendo espacio abierto o “pasillo”; o en caso contrario, en negro con la consiguiente indicación de que después de efectuar los siguientes seis pasos, nos encontramos con una “pared” o lugar cerrado por donde el sujeto no podrá continuar avanzando.

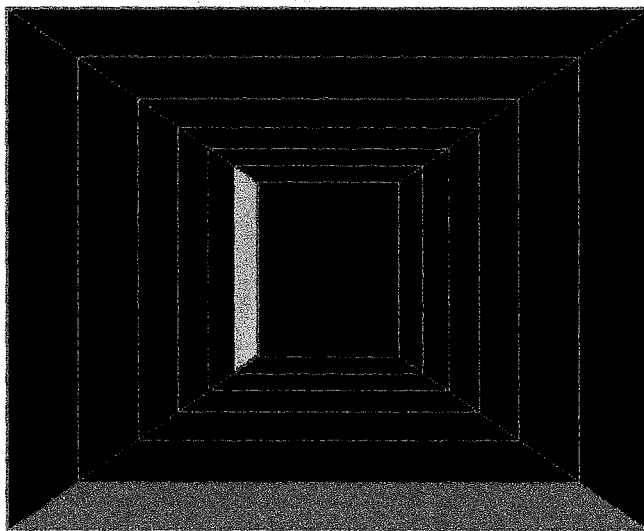


Figura 6.3 Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D

La figura 6.3 corresponde a la pantalla que se le presenta al sujeto que ha avanzado un paso. En ella se observa como el cuadrado del fondo es de color negro, ello indica que después de efectuar 6 pasos el sujeto se encontrará con espacio cerrado o “pared”. Asimismo se introduce un nuevo elemento como es, encontrarse un rectángulo vertical de color blanco. Este rectángulo, tal y como se encuentra ubicado en la figura 6.3, indica que después de efectuar cinco pasos el sujeto podrá girar a su izquierda, pues existe espacio abierto o “puerta”. Teniendo en cuenta la figura en su totalidad, el sujeto después de haber efectuado 6 pasos, sólo podrá efectuar un cambio de dirección hacia su izquierda o un giro de 180° si quiere seguir desplazándose, (es decir volver sobre sus pasos).

Vamos a simular todo lo anteriormente explicado con lo que el sujeto observaría al ir avanzando paso a paso.

Para el siguiente paso o paso número 2 correspondería la siguiente figura 6.4.

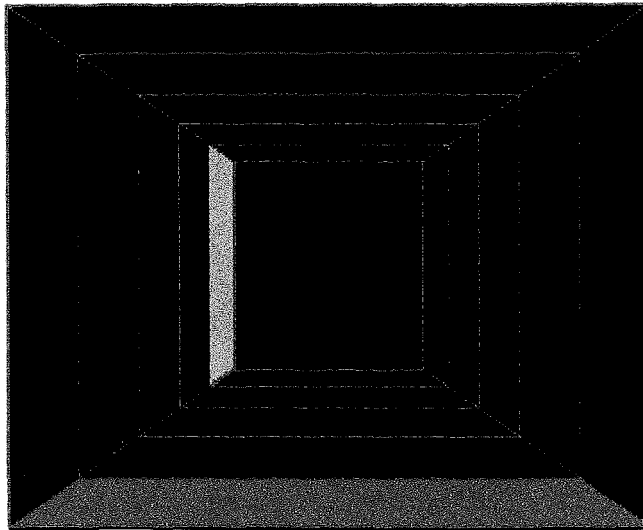


Figura 6.4. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D

Para el paso número 3 la figura 6.5.

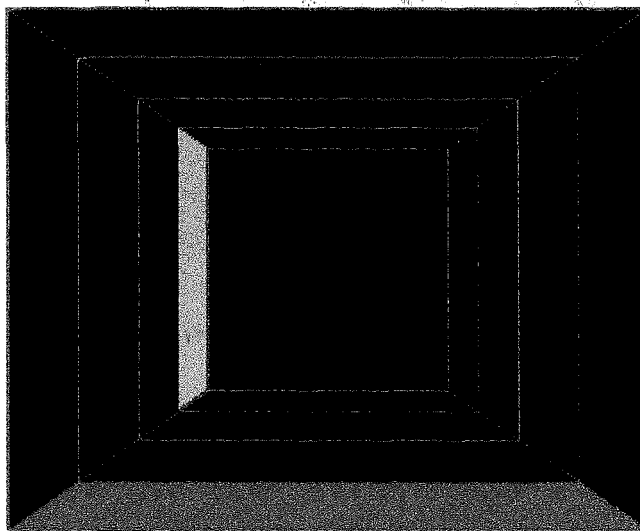


Figura 6.5. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D.

Para el paso número 4 la figura 6.6.

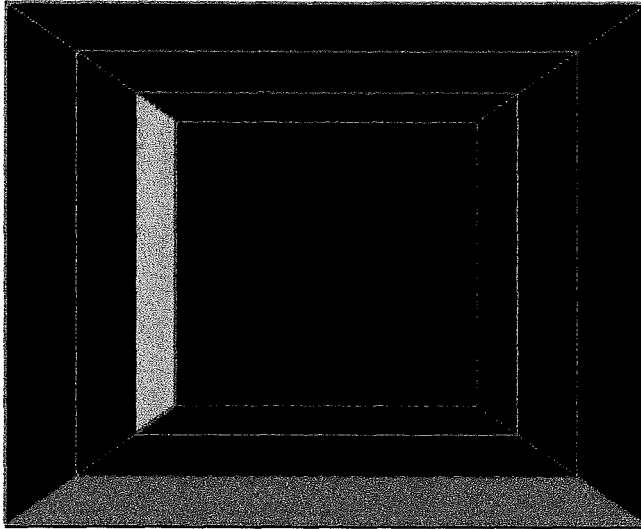


Figura 6.6. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D.

Para el paso número 5 la figura 6.7.

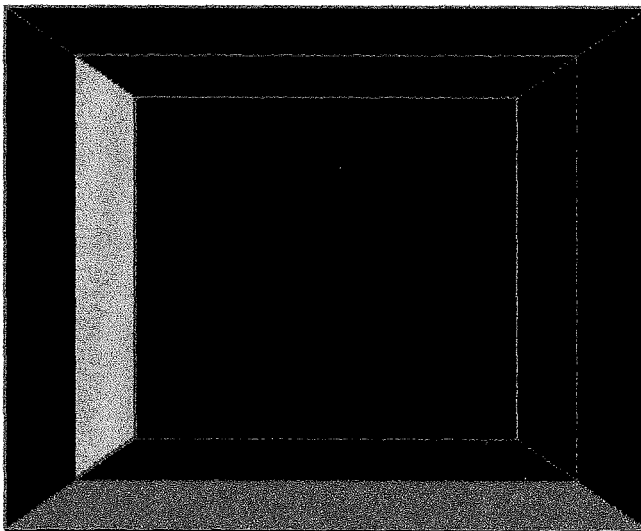


Figura 6.7. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D.



Para el paso número 6 la figura 6.8.

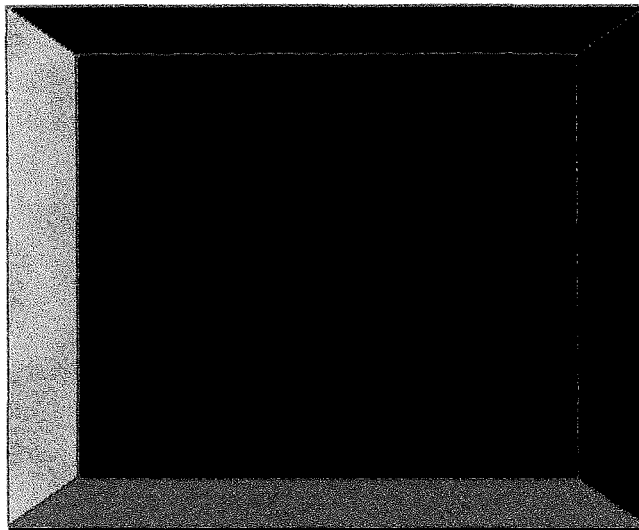


Figura 6.8. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D.

Con la exposición de estas últimas 6 figuras se puede fácilmente observar como la información que tiene el sujeto va disminuyendo paso a paso, llegando a la figura 6.8 con una mínima información que se correspondería con que el sujeto sólo puede girar hacia su izquierda o efectuar un cambio de sentido, pues si el sujeto intenta avanzar o girar hacia la derecha se va a encontrar con espacio cerrado o “pared”.

Otra situación con que el sujeto se puede encontrar es cuando se observan dos rectángulos verticales blancos ubicados a la misma altura, tal y como puede observarse en la figura 6.9, simbolizando ello que, puede efectuar un giro indistintamente hacia la izquierda o derecha.

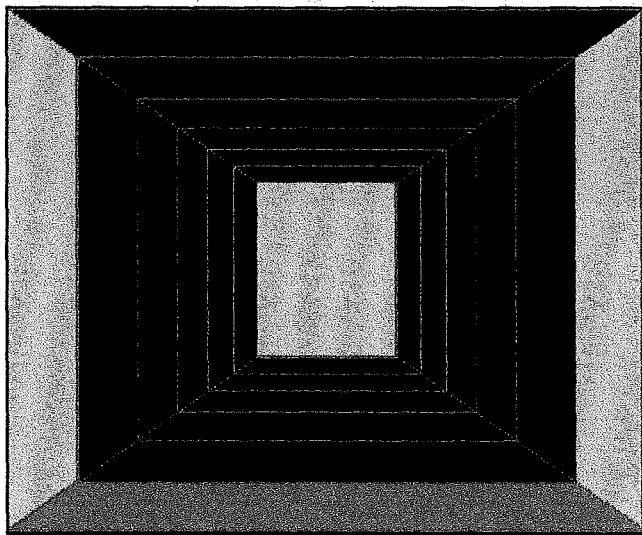


Figura 6.9. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D.

Además este gráfico nos muestra como además de poder girar en un próximo paso hacia la derecha o hacia la izquierda, el sujeto puede continuar avanzando, pues dispone al menos de seis pasos de “pasillo”.

Para terminar este capítulo y a modo de resumen, intentando aunar la información que tiene el sujeto cuando está observando el laberinto en formato 2D con la que dispone cuando la representación del mismo es en 3D, se presentan una serie de figuras, ilustrando cada una de ellas diferentes situaciones con los dos tipos de representación. (el rectángulo amarillo de la figura de la derecha correspondería al lugar en que se encuentra ubicado el sujeto)

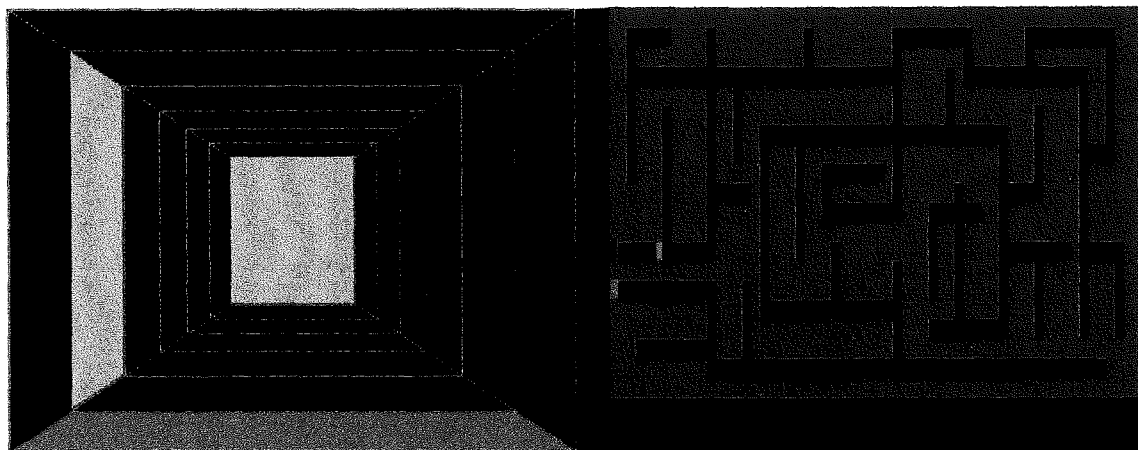


Figura 6.10. Perspectiva del laberinto LAB004.LAB en formato 3D y 2D.

Observando las dos figuras podemos ver como el sujeto al efectuar el siguiente paso hacia adelante se encontrará con una “puerta” en el lateral izquierdo, que en el dibujo en formato 2D correspondería a una rama ubicada a la izquierda del camino de solución. Además de indicar la presencia de “pasillo” después de efectuar los próximos seis pasos

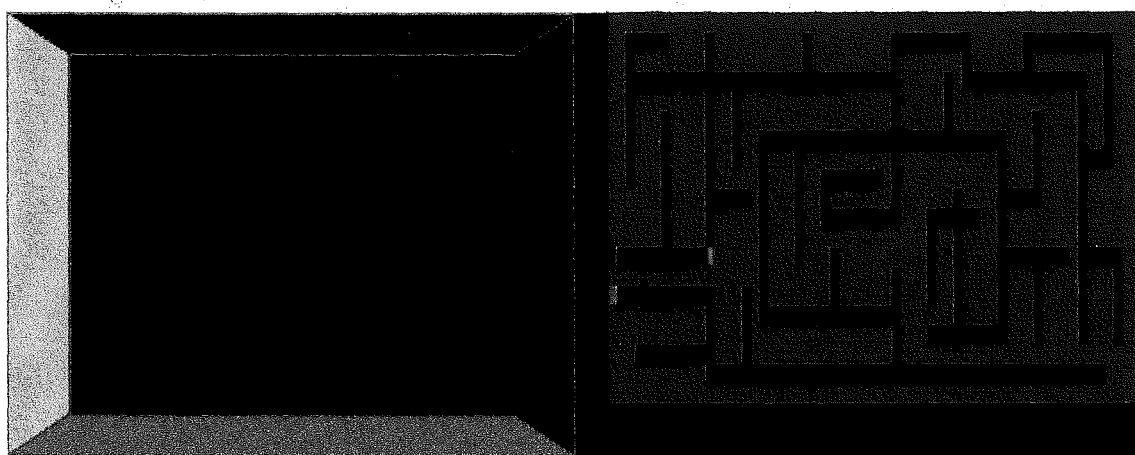


Figura 6.11. Perspectiva del laberinto LAB004.LAB en formato 3D y 2D.

La figura 6.11 correspondería a lo que denominamos como “codo” y que consiste en que teniendo pared enfrente y en el lateral izquierdo, como se observa en la anterior figura, el sujeto se ve obligado a efectuar un giro hacia la izquierda, pues es el único sitio en que se encuentra camino libre o “pasillo”.

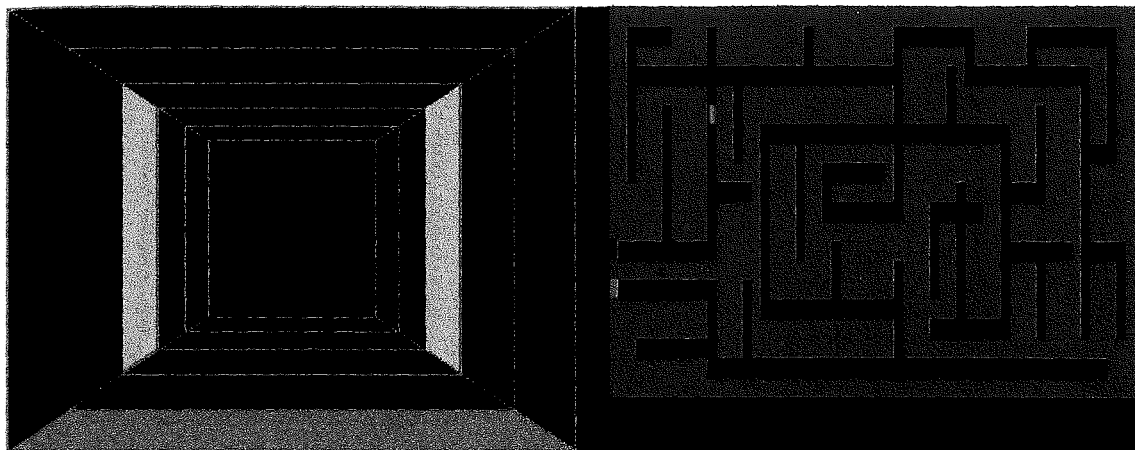


Figura 6.12. Perspectiva del laberinto LAB007.LAB en formato 3D y 2D.

La figura 6.12 representa que el sujeto avanzando dos pasos, podrá escoger entre la opción de girar a la derecha o girar a la izquierda, o que si continuara avanzando hacia adelante, después de efectuar 2 nuevos pasos se encontraría con camino cerrado o “pared”.

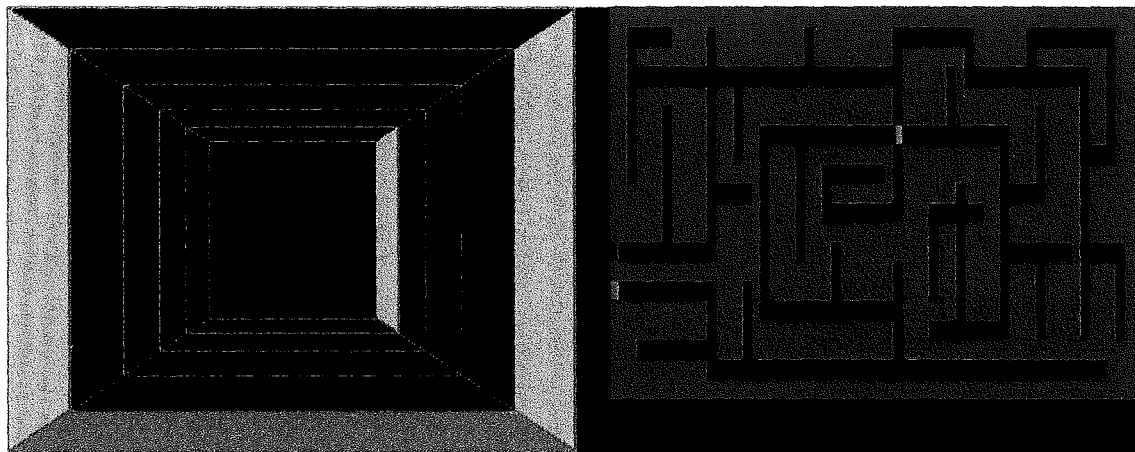


Gráfico 6.13. Perspectiva del laberinto LAB004.LAB en formato 3D y 2D

Con la figura 6.13 observamos que el sujeto se encuentra en lo que hemos decidido denominar como “cruz”. Un punto en el que el sujeto puede avanzar hacia adelante, o girar hacia uno de los dos lados. También vale la pena comentar que en caso que el sujeto decidiera avanzar, después de efectuar 4 nuevos pasos, debería obligatoriamente girar hacia la derecha o retroceder.

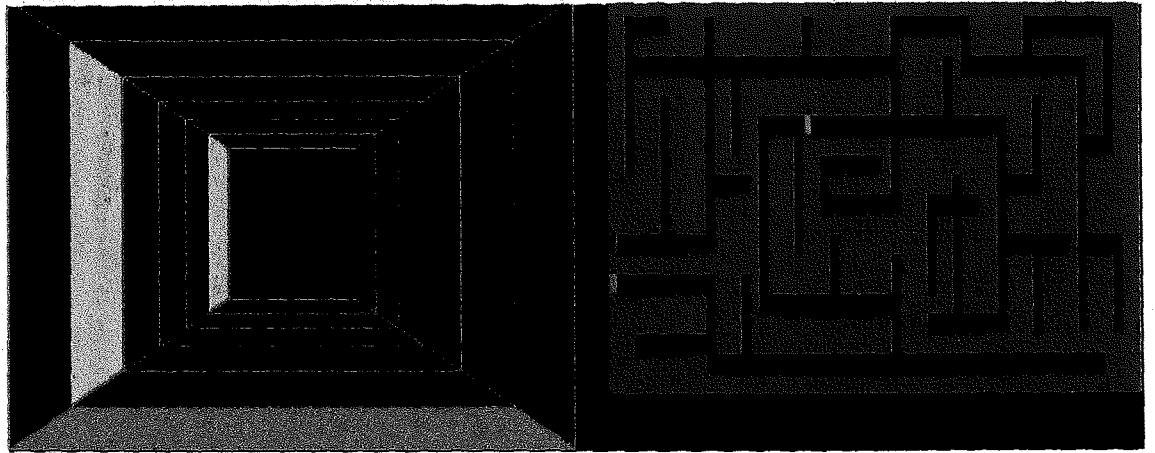


Figura 6.14. Perspectiva del laberinto LAB004.LAB en formato 3D y 2D.

En la figura 6.14. observamos que en el siguiente paso a efectuar nos encontramos con una “rama”, o “puerta” ubicada a lo largo del camino de solución, así como que si seguimos avanzando, después de efectuar otros tres pasos más, nos vamos a encontrar con un “codo”, habiendo de girar obligatoriamente hacia la izquierda.

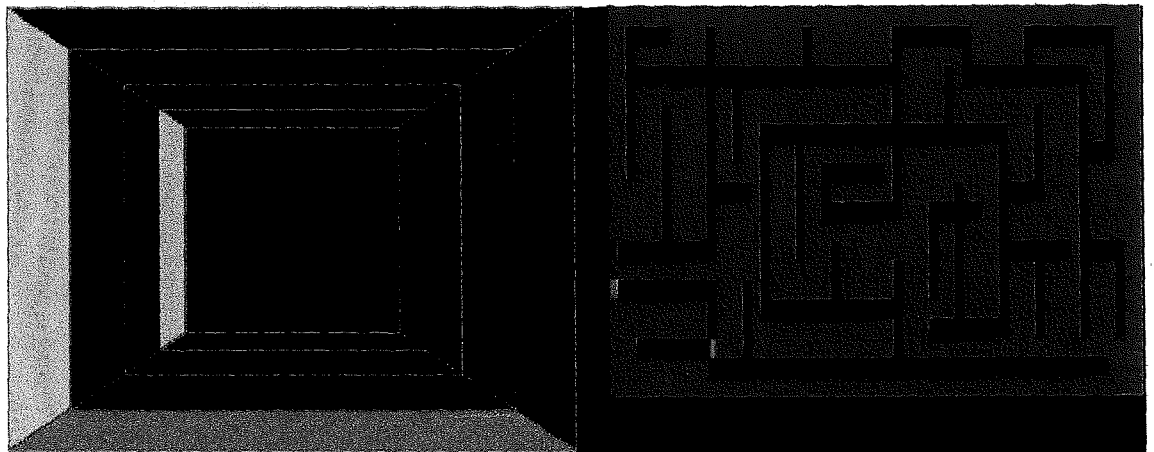


Figura 6.15. Perspectiva del laberinto LAB004.LAB en formato 3D y 2D.

En la figura 6.15 podemos observar como a la izquierda del sujeto se encuentra ubicada una “puerta”, con lo que está en disposición de poder girar hacia este lado, y que avanzando tres pasos más se encontrará con un “codo”, debiendo de girar obligatoriamente a la izquierda.

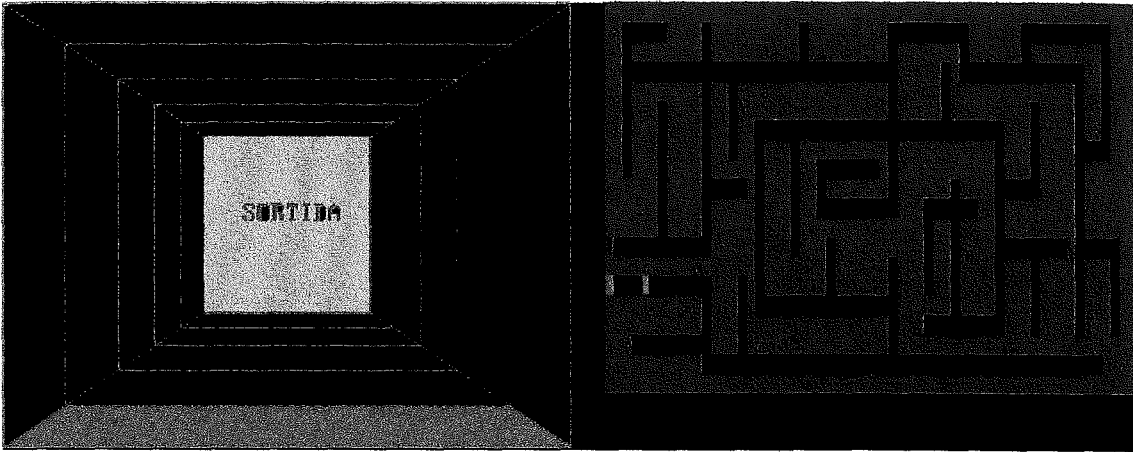


Figura 6.16. Perspectiva del laberinto LAB004.LAB en formato 3D y 2D.

En la figura 6.16 podemos ver como avanzando cinco pasos, (hacia la izquierda en formato 2D), el sujeto habrá llegado a la meta del laberinto, dando de esta manera por finalizada y solucionada la tarea.