



**CAPÍTULO 4**  
**RECURSOS**  
**COGNITIVOS**

- 4.1. Introducción
- 4.2. Mecanismos atencionales
  - 4.2.1. Introducción
  - 4.2.2. Atención y otros procesos
  - 4.2.3. La atención como actividad cognitiva
  - 4.2.4. Factores influyentes en la atención
  - 4.2.5. Tipos de atención
    - 4.2.5.1. Atención selectiva
    - 4.2.5.2. Atención dividida
    - 4.2.5.3. Atención mantenida
  - 4.2.6. Comentario final
- 4.3. Procesos perceptivos
  - 4.3.1. Patrones perceptivos
    - 4.3.1.1. Formación de patrones perceptivos
    - 4.3.1.2. Funcionamiento de los patrones perceptivos
  - 4.3.2. Reconocimiento a través de patrones perceptivos
    - 4.3.2.1. Comparación de plantillas
    - 4.3.2.2. Análisis de características
    - 4.3.2.3. La teoría computacional
  - 4.3.3. El contexto en el reconocimiento de patrones
  - 4.3.4. La organización perceptiva
  - 4.3.5. Percepción de la distancia
  - 4.3.6. Comentario final
- 4.4. Memoria
  - 4.4.1. Introducción
  - 4.4.2. Memoria a corto plazo y memoria de trabajo
  - 4.4.3. Memoria a largo plazo
  - 4.4.4. Comentario final
- 4.5. Procesamiento representacional
  - 4.5.1. Introducción
  - 4.5.2. Representaciones proposicionales
  - 4.5.3. Representaciones analógicas
  - 4.5.4. Mapas cognitivos
  - 4.5.5. Posiciones antirepresentacionales
  - 4.5.6. Comentario final



## 4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se intentará explicar los diferentes mecanismos o procesos cognitivos implicados en la representación y solución de un laberinto, si bien de forma genérica, pues el tratamiento de cada uno de ellos por separado podría ser objeto de estudio de diferentes tesis. De esta manera sólo se hará referencia a aquellos puntos más directamente involucrados o relacionados con la representación y/o solución de un problema-laberinto de las características comentadas en el anterior capítulo.

En concreto se abarcarán los mecanismo atencionales, los procesos perceptivos, los procesos relacionados con la memoria y, por último, aquellos elementos relacionados con el procesamiento, (imágenes mentales, tipo de representación mental, rotación de imágenes, etc..).

Cada uno de estos apartados será tratado de forma independiente, aunque es obvio suponer que se hará referencia de un proceso mientras se está tratando otro, pues todos ellos se encuentran sumamente interrelacionados.

En la solución de un laberinto real toma especial importancia el sentido denominado cinestésico o vestibular, cargado de un alto componente de motricidad, pues los diferentes movimientos que se producen al avanzar o girar proporcionan o pueden proporcionar pistas relacionadas con la propia solución del laberinto. Este sentido queda minimizado cuando se debe solucionar un laberinto a través del ordenador; y es entonces cuando juega un papel destacado el efecto motriz consistente en la pulsación de diferentes teclas, ya sea para ir avanzando por el laberinto o para efectuar algún giro. Por tanto, también en estos casos se produce o se debe tener en cuenta un efecto motriz; si bien en unas condiciones totalmente diferentes al efecto motriz resultante de solucionar un laberinto en que debamos desplazarnos in situ por él.

## 4.2.MECANISMOS ATENCIONALES

### 4.2.1 INTRODUCCIÓN

Los seres humanos somos capaces de ajustarnos continuamente al medio ambiente mediante las conductas y actividades mentales que desarrollamos. Ello es posible gracias a la acción conjunta e interactiva de diversos mecanismos, procesos y operaciones: percepción, representación, atención, aprendizaje, memoria, procesamiento, inteligencia, etc..

Estos procesos tienen una función específica y concreta. De esta manera a través de los procesos perceptivos recibimos información del medio ambiente y la procesamos para darle una significación concreta; mediante los procesos de memoria retenemos nuestras experiencias y conocimientos, y somos capaces de evocarlos bajo ciertas circunstancias; etc. En todos estos procesos u operaciones juega un papel destacado la atención, de ahí su enorme importancia.

A pesar de que existen diversos modelos de atención, (modelo de filtro de Broadbent, el modelo de recursos atencionales de Kahneman, los modelos de automaticidad, etc..), en términos generales se puede definir la atención como un mecanismo que pone en marcha una serie de procesos u operaciones y que gracias a las cuales, tal como ya se ha indicado anteriormente, somos activamente receptivos a los sucesos del ambiente y así poder llevar a cabo una gran cantidad de tareas de forma más eficaz.

Estos procesos gestionados por la atención pueden ser de tres tipos:

- 1) Los procesos selectivos, que se activan cuando debemos dar respuesta a un solo estímulo o tarea en presencia de otros estímulos o tareas variados y diversos.
- 2) Los procesos de distribución, que se ponen en marcha cuando el ambiente exige atender a varias cosas a la vez y no, como en el caso anterior, centrarnos en un único aspecto del ambiente.
- 3) Los procesos de mantenimiento o sostenimiento de la concentración, que se produce cuando tenemos que concentrarnos en una tarea durante períodos de tiempo relativamente amplios.

De esta manera se puede definir la atención como el *mecanismo implicado directamente en la activación y el funcionamiento de los procesos y/u operaciones de selección, distribución y mantenimiento de la actividad mental.*

Para que estos mecanismos atencionales se activen, es decir, se desarrollen de forma adecuada y estén sometidos al control del sujeto, es necesario que utilicemos unos determinados pasos y/o procedimientos que se suelen conocer con el nombre de estrategias atencionales.

La capacidad o habilidad para saber utilizar dichas estrategias es una de las diferencias individuales existentes en nuestra capacidad para atender. Ahora bien, estas estrategias no son innatas, sino aprendidas, ello implica que se puedan modificar y mejorar con la práctica. Esta posibilidad de automodificación se conoce con el nombre de meta-atención, y las estrategias destinadas a conocer y desarrollar mejor estos componentes se denominan estrategias meta-atencionales (García, 1997).

Así, a la hora de hablar de atención cabe distinguir entre:

- a) La atención entendida como un mecanismo que activa determinadas operaciones o procesos de funcionamiento

- b) La atención como una habilidad que se compone de una serie de estrategias encaminadas a la optimización del uso de dichos procesos.

Para el propósito de este trabajo nos vamos a centrar en la primera de las dimensiones, sin descuidar del todo la segunda.

#### 4.2.2. ATENCIÓN Y OTROS PROCESOS

La atención no funciona ni tiene sentido entenderla de manera aislada, sino que se relaciona directamente con otros procesos psicológicos, siendo ello un poderoso motivo para pensar que la atención no pueda entenderse como un proceso, tal y como concebimos la percepción, el aprendizaje, la memoria, el pensamiento, etc... Se ha empezado a concebir la atención, creo que de manera acertada, como un mecanismo "vertical", que activaría o inhibiría los procesos propiamente dichos, orientados "horizontalmente". Esta activación o inhibición sería efectuada por el mecanismo atencional según las propias necesidades del organismo, actuando así como una especie de mecanismo de control responsable de la secuenciación de los procesos que elaboran la información. La atención en sí no constituye un proceso, puesto que, en sentido estricto, no recibe un input informacional, lo elabora por medio de unas operaciones intermedias y emite un output transformado, como ocurre con los denominados procesos cognitivos. Así la función de la atención sería simplemente de sistema de activación/inhibición del verdadero procesamiento de la información que, desde el input hasta el output, tendría lugar en esos procesos horizontales.

El proceso que más estrechamente se ha vinculado con la atención ha sido la percepción, motivo por el que varios aspectos relacionados con la atención serán por primera vez tratados o abordados en el próximo apartado de este capítulo y que hace referencia a la percepción. La atención se ha concebido en muchas ocasiones como una propiedad o atributo de la percepción gracias al cual seleccionamos más eficazmente la

información que es relevante para el sistema cognitivo. Esta propiedad selectiva de la percepción tiene como resultado los dos siguientes efectos:

- 1) Que se perciban los objetos de atención con mayor claridad, es decir aislándolos de los restantes. Postura vigente en buena parte de modelos teóricos, sobre todo en el ámbito de la atención visual (Goldsmith, 1998).
- 2) Que la experiencia perceptiva no se presente de forma desorganizada sino que, al excluir y seleccionar datos, éstos se organicen en términos de fondo y figura (Beltrán, 1988).

La atención también se relaciona con la inteligencia o procesamiento, así algunos autores como (Stankov, 1983, 1987) argumentan que la capacidad que un sujeto tiene de reorientar con cierta rapidez su atención y la capacidad de atender a más de un estímulo a la vez son considerados componentes importantes de la inteligencia, además de que:

- 1) Los procesos atencionales no sólo seleccionan la información perceptual, sino que también intervienen en el procesamiento activo de ésta, lo que se podría denominar como “atención interna” (Carr, 1984).
- 2) Atención e inteligencia se definen en términos de habilidad para manejar gran cantidad de información. Carr (1984), por ejemplo, afirma que la atención es un proceso ejecutivo implicado en la selección de metas, la planificación de las secuencias de las operaciones necesarias para alcanzar dichas metas y en la ejecución de esas secuencias.

Esta idea es importante de señalar puesto que indica que la atención actúa a lo largo de todas las etapas del procesamiento de la información, y no sólo en las primeras fases.

Este es el punto de vista de las concepciones más actuales de la atención, según las cuales ésta actúa como un mecanismo vertical que activa o inhibe los distintos



procesos psicológicos y que ejerce una función de control sobre ellos (Tudela, 1992; Roselló, 1996; Ruiz-Vargas y Botella, 1987). Las repercusiones más importantes de dicho mecanismo serían las siguientes:

- 1) Ser más receptivos a aquellos sucesos del ambiente que dedicamos más atención.
- 2) Facilitar un análisis de la realidad
- 3) Ayudar a ejecutar las tareas de forma más eficaz, sobre todo aquellas que exigen esfuerzo.

#### 4.2.3. LA ATENCIÓN COMO ACTIVIDAD COGNITIVA

Una actividad cognitiva es aquella que el sujeto desarrolla ante determinadas tareas en que se encuentran implicados ciertos procesos y o mecanismos mentales. Una de las formas de inferir la actividad cognitiva, puesto que nunca la podremos medir directamente, es a través del rendimiento o producto alcanzado en la realización de dicha tarea. Algunas de las tareas más utilizadas para ello son:

- 1) Aquellas tareas que implican tiempo de reacción, es decir, tareas en que se precise responder lo más rápidamente posible ante la presencia de un estímulo.
- 2) Detección, que consiste en percibir la presencia/ausencia de un estímulo previamente indicado.
- 3) Discriminación, que consiste en percibir la diferencia entre un par de estímulos

4) Identificación. Se presentan dos o más estímulos y el sujeto ha de decidir si ambos estímulos son iguales en función de un criterio preestablecido (por ejemplo, si son dibujos, en su significado; si son palabras, en su rima). A veces esta tarea también recibe el nombre de tarea de juicios igual-diferente.

5) Búsqueda. El sujeto ha de reconocer, entre un conjunto amplio de información, si se encuentra aquella que ha aprendido y memorizado previamente.

Las tareas cognitivas, por ser las que mejor permiten hacer inferencias sobre los mecanismos de funcionamiento de la atención, son las que han sido utilizados con una mayor frecuencia en el ámbito de la investigación; aunque no por ello estos estén totalmente exentos de problemas de interpretación. Como ha sido apuntado con anterioridad, si la atención no funciona de forma aislada sino que está estrechamente relacionada con otros procesos, es importante tener en cuenta que el resultado que se obtiene en las tareas cognitivas está directamente relacionado con el funcionamiento de otros procesos psicológicos. Si bien en ocasiones es relativamente fácil aislar unos procesos de otros, no siempre resulta así. De hecho el problema de la validez de las tareas experimentales es uno de los temas más discutidos actualmente (García, 1997).

Este enfoque cognitivo incluye diversas líneas de pensamiento y de investigación, imperando por encima de todas ellas la conocida con el nombre de teoría del procesamiento de la información (TPI). Tal y como ya ha sido apuntado en el capítulo 2 de este trabajo, esta corriente consideró la mente humana como un sistema representacional y computacional que procesa y manipula información (De Vega, 1985).

El concepto de procesamiento de información hace referencia a la actividad o secuencia de actividades que un sujeto lleva a cabo para emitir una determinada respuesta. Para ello, representan la información mediante símbolos, manipula dichas representaciones para posteriormente poder llevar a cabo o no una determinada acción. Todo este proceso tiene lugar mediante la acción de una serie de procesos cognitivos. Ej. los diferentes procesos cognitivos, (representación mental, memoria, patrones

perceptivos, procesamiento, etc.), que emplea un ser humano desde que observa un laberinto en un formato 2D hasta que intenta solucionarlo en un formato 3D

Este procesamiento de la información tiene lugar en diferentes fases o etapas. Cada etapa transforma la información y la pone a disposición de la siguiente. Entre etapa y etapa se emplea una determinada cantidad de tiempo que suele ser de milisegundos; si bien algunas veces puede llegar a ser incluso de días.

El procesador, es decir, la persona que recoge la información, la elabora, transforma y finalmente toma una decisión, tiene una capacidad finita que provoca una serie de limitaciones al procesamiento de la información.

Si bien la TPI se interesó por todos los procesos o aspectos implicados en la cognición, de todos ellos la atención conjuntamente con la memoria fueron los más investigados, el primer modelo de procesamiento general de la información que se elaboró fue el de Broadbent en 1958. En este modelo la estructura más estudiada era el mecanismo atencional. Aunque existen diferentes razones para explicar este fenómeno (Dember y Warm, 1990; Gotor, Miralles y Perea, 1990; Marrero y Torres, 1986), cabe destacar tres razones fundamentales:

- 1) A partir de la teoría de la comunicación de Shannon el procesamiento de la información fue concebido como un canal de capacidad limitada que recibe y transmite información.
- 2) La aparición de los estudios sobre la activación, que muy pronto van a ser relacionados con ciertos componentes atencionales (Easterbrook, 1959; Eysenck, 1982).
- 3) La necesidad de dar solución a problemas prácticos; por ejemplo, los que se originan en los centros de control de tráfico aéreo, donde los operadores tienen que manejar elevados porcentajes de flujo de información y un error humano puede tener consecuencias desastrosas.

Al igual que otros procesos y/o actividades psicológicas, la atención no se manifiesta directamente, sino que es a través de ciertos indicios. Dichos indicios nos permiten hacer inferencias sobre los mecanismos de funcionamiento de la atención. Las más importantes son:

- 1) En primer lugar, la propia actividad generada por el sistema nervioso. Dichas actividades suelen ser internas o externas. Las primeras se las conoce como fisiológicas; mientras que las segundas se denominan: conductas motoras.
- 2) Un segundo tipo de actividad es el rendimiento mostrado por el sujeto en una serie de tareas en las que se supone que están implicados de forma más o menos importante los mecanismos atencionales. Las actividades implicadas en este tipo de tareas reciben el nombre de actividades cognitivas.
- 3) Finalmente, la atención va acompañada en la mayoría de los casos de una experiencia subjetiva de que “prestamos atención”.

#### **4.2.4. FACTORES INFLUYENTES EN LA ATENCIÓN**

Bajo el término de factores influyentes en la atención se incluyen todas aquellas variables o situaciones que influyen directamente sobre el funcionamiento de los mecanismos atencionales.

Ellos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a) Características físicas de los objetos

El efecto que las dimensiones físicas de los objetos tienen sobre la fase de captación y mantenimiento de la atención ha sido uno de los aspectos más estudiados. Estos trabajos si bien se comenzaron a realizar a finales del siglo XIX, no tuvieron su máximo auge hasta las primeras décadas del siglo XX (Brandt, 1945; Rudolph, 1947). Las tareas que llevaban a cabo eran fundamentalmente de memoria inmediata, (Ej. mirar una escena, una página de diario, y tener que describir los aspectos que más destacaban o bien recordar o reconocer ciertos elementos); si bien ya en estos momentos también se estudiaban aspectos más fisiológicos como el movimiento de los ojos y las fijaciones oculares. A partir de estudios e investigaciones posteriores (Berlyne, 1966; Butler, 1953), podemos concluir que algunas de las dimensiones físicas de los objetos que mejor captan y mantienen nuestra atención son:

- 1) El tamaño. Normalmente, los objetos de mayor tamaño llaman más la atención. Por ejemplo el doblar el tamaño aumenta el valor de la atención en, aproximadamente, un 42-60%
- 2) La posición. La parte superior atrae más; la mitad izquierda más que la mitad derecha. Por lo tanto, la mitad superior izquierda de nuestro campo visual es la zona que antes capta nuestra atención, (cabe comentar la incidencia que pueda tener la cultura occidental en ello; por ejemplo, solemos leer de arriba abajo y de izquierda a derecha).
- 3) El color. Los estímulos en color suelen llamar más la atención del sujeto que los que poseen tonos en escala de grises.
- 4) La relevancia del estímulo. También conocido con el nombre de significación del estímulo, se considera que un estímulo es significativo cuando provoca cambios estímulares importantes para el organismo. Un estímulo puede adquirir un poder significativo de diferentes maneras: por las instrucciones de realizar una respuesta motora ante ese estímulo (Luria, 1974; Maltzman, 1977), por la propia historia del sujeto (Stern, 1972), etc..

Cabe destacar el hecho de que algunos de los factores analizados anteriormente no puedan ser definidos exclusivamente por las propiedades de los estímulos. Algunas características de los objetos exceden el ámbito de las dimensiones físicas estimulares, y están más relacionadas con juicios subjetivos que el individuo hace del objeto. Este fenómeno se observa en factores determinantes tales como la novedad, la complejidad o la relevancia. En concreto:

- 1) Los estímulos complejos captan más la atención. Ahora bien, los objetos que son excesivamente complejos no captan tanto la atención como aquellos que sufren ciertas modificaciones con respecto a otros objetos que sí nos son familiares. De hecho, la función que normalmente relaciona la complejidad con la atención tiene forma de U invertida; es decir, parece que el nivel más óptimo estaría en patrones de complejidad media (Berlyne, 1966).
  
- 2) Los estímulos más novedosos o inusuales atraen más la atención que los familiares. Si bien esta relación no siempre es tan sencilla, pues la concepción de hasta qué punto un objeto es novedoso para un individuo depende de la experiencia previa de dicho sujeto.

En todos estos casos, hay que considerar la novedad y la complejidad en términos de interacción entre el estímulo, su contexto y el perceptor.

b). El nivel de activación fisiológica

El factor determinante más importante desde el punto de vista fisiológico es el nivel de activación o arousal. El arousal se ha relacionado con diversos procesos psicológicos, pero de manera muy especial con los procesos atencionales y emocionales. En el caso que nos interesa se ha observado que cuando nos encontramos activados:

- 1) Poseemos unos niveles altos de atención y somos capaces de concentrarnos mejor = intensidad.

2) Somos más capaces de dar respuesta a una gran cantidad de información o desempeñar tareas que exigen distintas habilidades = diversificación

3) Mantenemos mejor la atención durante períodos de tiempo relativamente largos = mantenimiento.

Es decir, el arousal fisiológico incide directamente sobre los tres mecanismos básicos de la atención.

c) Intereses y expectativas

Desde un punto de vista psicológico diferentes aspectos como: los intereses del sujeto y las expectativas a las que se ve sometido éste, han jugado un papel importante en la atención voluntaria.

En lo que se refiere a los intereses del propio individuo, los estímulos que se hallan dentro del campo de interés de una persona se perciben antes y mejor que aquellos otros que, en igualdad de circunstancias, son neutros para el sujeto.

Asimismo también es un factor importante las expectativas que el sujeto tiene en un momento determinado sobre las características de la información que va a recibir o sobre la tarea que va a llevar a cabo (Rotkhopf y Billington, 1979). Este fenómeno se conoce como *set mental*, o set atencional. Los principales efectos de tener expectativas son:

a) Facilitar el proceso exploratorio al reducir su ámbito al de lo esperado

b) Reducir las alternativas de interpretación

c) Sostener la actividad atencional cuando dichas expectativas no son confirmadas.

d) Alertar al individuo.

En definitiva, podemos afirmar que los efectos de la anticipación suelen ser normalmente positivos (Posner, 1978), pero no siempre es así. Cuando no se cumplen los acontecimientos previstos los efectos son negativos. En estos casos, normalmente, el sujeto ha de centrar su atención hacia aquellos objetos y/o tareas a las que en un principio no estaba atendiendo, y esto obviamente deteriora el rendimiento.

#### **4.2.5. TIPOS DE ATENCIÓN**

En este apartado se tratarán aquellos tipos de atención que hacen referencia a cada uno de los tres apartados de que se compone la definición de atención tratada en este mismo capítulo.

##### **4.2.5.1. ATENCIÓN SELECTIVA**

Se puede decir que la atención selectiva es la actividad que pone en marcha y controla los procesos y mecanismos mediante los cuales el organismo procesa tan sólo una parte de toda la información, y/o da respuesta tan sólo a aquellas aspectos del ambiente que el individuo considere interesantes e importantes.

Así nos encontramos que la selectividad atencional implica dos aspectos: a) la selección de los estímulos que se presentan en el ambiente, y b) la selección del proceso(s) y/o respuesta(s) que se van a realizar. Esta diferenciación es importante porque, si bien la mayor parte de los estudios sobre atención selectiva se han centrado en el procesamiento selectivo de la información, dicho procesamiento también puede tener lugar en la fase de respuesta.



En cualquier caso, existe una clara función adaptativa en ambas fases. En la primera de ellas, porque el procesamiento selectivo de la información nos permite que no se produzca una sobrecarga (overlap) del sistema cognitivo ante la gran riqueza y complejidad de la información entrante (Broadbent, 1958); y en la segunda, porque la selección de la respuesta y/o tarea más adecuada, una vez procesada la información, facilita, entre otras ventajas, que no se produzca una parálisis del organismo cuando el medio ambiente requiere simultáneamente que tengan lugar respuestas incompatibles (Posner, 1978; Shallice, 1972).

La selección atencional, ya sea en las primeras fases del procesamiento de la información o en la fase de respuesta, conlleva dos aspectos distintos que tienen lugar de forma conjunta.

1) El fenómeno denominado como focalización, es decir centrarse específicamente en ciertos aspectos del ambiente y/o en las respuestas que se han de ejecutar. Según Kahneman (1973), los procesos de atención selectiva focalizada son aquéllos por los que *“los organismos atienden selectivamente a un estímulo o a algún aspecto del mismo, con preferencia sobre otros estímulos”*.

2) Ignorar cierta información o no llevar a cabo ciertas respuestas. Este aspecto es importante en aquellas situaciones en que haya una sobrecarga de información a nuestro alrededor o cuando el ambiente nos exija muchas respuestas al mismo tiempo.

En la mayoría de los casos es el propio organismo el que decide qué información y/o respuestas son las más importantes y, en función de sus metas o prioridades, decide atender a cierta información o llevar a término ciertas respuestas y no otras. En la mayoría de los casos, cuando al sujeto se le exige que lleve a cabo una tarea de atención selectiva, se le pide explícitamente que se centre en una determinada información y que ignore otra; es decir, se le pide que ejerza un control selectivo de la atención. Para ello existen diferentes estrategias, siendo las más efectivas las siguientes:

- a) Orientar los receptores sensoriales hacia la fuente de estimulación
  
- b) En el caso de que hayan diversos estímulos en el ambiente, es necesario llevar a cabo una exploración de éste, buscando aquellos estímulos que se considera que son relevantes. Ello es posible gracias a que la atención se desplaza u oscila con rapidez de un campo a otro de toda la información que se presenta.
  
- c) Una vez localizada la información relevante, el organismo ha de centrar la atención, es decir, focalizarla en la información relevante.
  
- d) En el caso de que haya distractores y éstos hayan influido sobre el individuo, el organismo ha de reorientar la atención mediante oscilaciones lo más rápidas posibles a la información o actividad sobre la que realmente debemos focalizar nuestra atención..

En uno de sus estudios, Thorndike y Stasz (1980) demostraron la existencia de dos grandes modalidades o técnicas de atención selectiva: la fragmentación más combinación, y la exploración. Así compararon las estrategias de adultos que eran rápidos o lentos en aprender información de mapas. Para efectuar la prueba cada sujeto debía reproducir el mapa que había estudiado. Los dibujos eran puntuados por el número de elementos (edificios, calles) y el número de relaciones correctas entre elementos.

Los protocolos en voz alta revelaban dos grandes técnicas. Una llamada de fragmentación, por la que los sujetos dividían el mapa en pequeños cuadrados (por ej. el cuadrante superior izquierdo) y se centraban en esta unidad hasta que la dominaban. Y una segunda denominada exploración que podía subdividirse en:

- a) Exploración al azar (mover el foco al azar sobre el mapa)
  
- b) Exploración situacional (moverlo hacia un elemento adyacente)

- c) Exploración sistemática (moverlo de acuerdo con alguna regla)
- d) Exploración dirigida por la memoria (moverlo hacia elementos no aprendidos)

Los resultados mostraron que los sujetos más rápidos eran aquellos que emplearon la estrategia de fragmentación; si bien las diferencias encontradas no eran significativas con respecto a las obtenidas por los sujetos que emplearon la estrategia de exploración.

Y entre los sujetos que emplearon la estrategia de exploración, se comprobó que los más rápidos eran los que emplearon la técnica de exploración sistemática y la dirigida por la memoria; mientras que los más lentos eran los que emplearon la técnica de exploración al azar.

A partir de los años 70, los estudios sobre atención selectiva se centraron en la atención visual, basada en la metodología del paradigma de búsqueda visuoespacial, de manera que el concepto de filtro, tema de estudio en las primeras investigaciones de la atención selectiva, como tema de estudio es sustituido por el de foco. En este caso el interés radica en cómo actúa el foco para centrarse en aquella información relevante (Barriopedro, 1994).

No deben descartarse otras líneas de investigación llevadas a cabo, como puede ser qué tipo de procesamiento tiene la información que no es atendida, o bien analizar el papel negativo que tienen los estímulos distractores sobre el proceso de focalización, etc, pero que por ser temas no directamente relacionados con el propósito de este trabajo no serán tratados.

## ■ LA ATENCIÓN VISUAL

La atención visual puede ser definida como un mecanismo de capacidad limitada que se puede distribuir de forma selectiva a lo largo del campo visual. Así dicha selección posibilita que algunas áreas o localizaciones del campo visual reciban más atención que otras (Eriksen y St.james, 1986; LaBerge y Brown, 1989; Shih y Sperling, 1996).

Cuando la atención se dirige a una localización específica se facilita el procesamiento de aquellos estímulos que se hallan cercanos a dicha localización. Desde esta perspectiva, el estudio de la atención en el espacio visual se ha interesado por establecer una analogía sobre la naturaleza y funcionamiento del foco atencional. Las analogías más importantes han desembocado en dos modelos: el modelo de foco de luz (spotlight) y el modelo de lente "zoom".

A continuación se podrán ver las ideas más relevantes de ambos modelos.

### a) Modelos de foco de luz

Según esta analogía, la atención actuaría como un foco de luz que se desplaza por el campo visual y que permite el procesamiento de aquella información que se encuentre dentro del área iluminada por él.

Así y según este modelo,

- 1) El foco tiene un tamaño específico; en concreto, un diámetro de un grado de ángulo visual
- 2) El procesamiento de los estímulos que caen dentro de este foco es más rápido y eficaz, mientras que los que caen fuera de este foco no obtienen facilitación atencional.

3) Cuando el estímulo objetivo aparece en un área no atendida, el foco tiene que desplazarse hacia donde se encuentra dicho objetivo.

Es de destacar la similitud de este modelo con la fisiología del ojo humano, así el punto 1 equivaldría a la fovea; el punto 2 a la retina con sus correspondiente células receptoras, (bastones y conos); y el punto 3 a los movimientos sacádicos del ojo. Este último punto ha sido investigado recientemente por Deubel y Schneider, (1996)

#### b) Modelos de lente zoom

En los años 80 tuvo lugar la aparición de unos modelos totalmente alternativos a los modelos de foco. Para estos modelos, (los modelos de lente), la atención funciona como una lente zoom que tiene distintos niveles de resolución (Eriksen y St.James, 1986; Eriksen y Yeh, 1985; Jonides, 1983; Treisman y Schmidt, 1982). Según esta analogía, cuando el ámbito de visión del foco es muy amplio, su poder de resolución es pequeño, por lo que los objetos que caen dentro del campo de la atención no reciben un procesamiento especialmente significativo. Por el contrario, cuando el poder de resolución de la mente aumenta, el campo de visión se limita. En estos casos, los objetos que caen dentro del campo de la atención pueden ser analizados con mucho mayor detalle y precisión que los que están fuera del campo. Los principales postulados de estos modelos son los siguientes:

- 1) La atención puede actuar en distintas áreas del campo visual. Si bien, los estímulos que reciben una mayor atención son aquellos que se encuentran contiguos en el espacio a la lente zoom.
- 2) La lente zoom no tiene un tamaño fijo sino variable.
- 3) La facilitación atencional es inversamente proporcional al tamaño de la lente zoom: a medida que disminuye la concentración espacial, aumenta la concentración de recursos y el procesamiento de los estímulos que caen dentro del campo atencional es más rápido, preciso y detallado.

4) La información que queda fuera de la lente zoom no es completamente desatendida.

Aunque para este modelo haya sido empleado el término foco, no confundirlo con el empleado para el anterior modelo.

Entre los dos modelos propuestos existen puntos en común y puntos discordantes, destacando como puntos en común entre los dos modelos:

- El procesamiento de los estímulos que caen dentro del campo atencional es más rápido y detallado que aquellos estímulos que caen fuera del campo.

Mientras que como puntos divergentes se puede observar:

a) Para el modelo de foco de luz el foco tiene un tamaño fijo, no así para el modelo de lente zoom, puesto que para este el foco tiene un tamaño variable.

b) Para el modelo de foco de luz la información que queda fuera del foco es totalmente desatendida, no siendo así en el modelo de lente.

Parece que los mecanismos de selección y procesamiento de la información son diferentes en tareas simples y complejas. Al menos, lo son en el sentido de que en una tarea compleja no intervienen de forma exclusiva un sumatorio de procesos simples, sino que es sumamente importante tener en cuenta como estos mecanismos simples se relacionan e interactúan entre sí.

Ahora bien, no todos los procesos selectivos tienen la misma eficacia; así serán más eficaces los procesos selectivos cuando tenemos una predisposición previa a atender ciertos estímulos y no otros, ya que la predisposición a percibir cierta información implica centrarnos en unos estímulos e ignorar los restantes. En el caso de los indicios espaciales muchos estudios han evidenciado los efectos fundamentalmente facilitadores que dichos indicios tienen, (Hede, 1981; Neumann, van der Heijden y

Allport, 1986; Nissen, 1985; Posner, 1980; Posner y Henik, 1983; Posner, Snyder y Davidson, 1980). La mayor parte de estos estudios se han llevado a cabo en el campo de la atención visual.

Asimismo la mayor parte de las investigaciones de disposición selectiva visual se han centrado en analizar qué características de los indicios son más influyentes en los procesos de orientación, detección y focalización. Las principales variables analizadas son las siguientes:

. Lugar y frecuencia de aparición de la señal

Indicar el lugar de aparición del estímulo parece ser determinante para lograr facilitación (Posner, Snyder y Davidson, 1980). Dicho efecto facilitador es incluso mucho mayor en aquellas ocasiones en las que el preindicio aparece un determinado porcentaje de ocasiones.

. Poder predictivo de los indicios

Esta variable hace referencia a la probabilidad que el indicio tiene de que aparezca la señal que hay que reconocer en la posición preindicada (Posner, Nissen y Ogden, 1978).

. Lugar en el que aparece el indicio

Diferentes investigaciones han demostrado que la presentación de indicios periféricos tiene efectos totalmente distintos que la presentación de indicios centrales (Briand y Klein, 1987; Jonides, 1981; Koshino, Warner y Juola, 1992; Müller y Rabbit, 1989; Warner, Juola y Koshino, 1990). Parece que el efecto facilitador de los primeros es mayor que el de los segundos. Jonides (1981), por ejemplo, ha evidenciado que:

- 1) Los indicios periféricos captan la atención del sujeto incluso cuando no son esperados, cosa que no ocurre con los centrales.

2) El foco de atención tiene mayores probabilidades de cambio con señales periféricas que con señales centrales.

3) En situaciones de doble tarea, la presencia de señales periféricas no producen el deterioro sobre el rendimiento de la tarea concurrente, mientras que las señales centrales si interfieren.

. Tiempo que transcurre entre indicio y señal

También conocida con el nombre de tiempo de preindicio, esta variable es manipulada con el efecto de conocer en qué momento del intervalo temporal entre indicio y señal es óptimo el efecto de facilitación. La mayor parte de las investigaciones (Colegate, Hoffman y Eriksen, 1973; Eriksen y Collins, 1969) indican que el efecto de facilitación empieza a producirse con intervalos de 50 milisegundos, y se mantiene hasta los 200 milisegundos oculares, ya que la latencia de éstos es de 250 milisegundos. Diversos autores (para una revisión, véase Eriksen, 1990) concluyen que durante las SOA (stimulus onset asynchrony) que oscila entre 50 y 200 milisegundos la atención se va concentrando en aquella zona del campo visual donde va a aparecer el estímulo. No obstante cabe destacar que el efecto de esta variable suele estar relacionado con otras variables. Así cuanto mayor es el número de estímulos distractores que aparecen en la pantalla, mayor será el tiempo de reacción, y así se necesitará que las SOA sean algo menores a 200 milisegundos para que sean efectivas (Colegate, Hoffman y Eriksen, 1973).

A continuación se tratarán los otros dos grandes tipos de atención reconocidos por la inmensa mayoría de autores, si bien de forma muy rápida y superficial por no tratarse del tipo de atención que más interviene en los diferentes procesos implicados en la ejecución experimental de este trabajo, (la resolución de laberintos en formato de 3 dimensiones).



#### 4.2.5.2. ATENCIÓN DIVIDIDA

La atención dividida hace referencia a la actividad mediante la cual se ponen en marcha los mecanismos que el organismo utiliza para dar respuesta a las múltiples demandas del ambiente. A diferencia del anterior tipo de atención, en esta no se deben seleccionar aspectos específicos de la información, sino de atender a todo lo que se pueda al mismo tiempo.

A diferencia de la atención selectiva, para la atención dividida no tienen importancia los detalles, sino el aspecto global, (de ahí que también se la conozca como atención global); no busca la intensidad sino la amplitud, ya que por encima de todo, destaca la estructura organizada de los datos frente a las características particulares de cada uno de ellos.

El hecho de tener que atender a tantas cosas al mismo tiempo da lugar a que la atención dividida tenga que desarrollar unas estrategias que le hagan actuar de forma eficaz. Dichas estrategias son las siguientes:

- 1) En ocasiones podemos conseguir que nuestra atención oscile rápida e intermitentemente, es decir, se desplace de una información/tarea a otra. Este desplazamiento de la atención se produce principalmente en aquellos casos en que tenemos que atender a dos o más cosas en las que está implicada la misma modalidad sensorial: mirar dos objetos que no están en el mismo campo visual, etc..
- 2) Cuando tenemos que atender de forma simultánea y continuada a dos cosas al mismo tiempo, la atención se distribuye, sin necesidad de estar sufriendo continuos desplazamientos. Este ha sido el supuesto fundamental de buena parte de los modelos teóricos actuales de la atención: entender que el organismo, cuenta con una serie de recursos atencionales que se

distribuyen en función de las demandas exigidas en un momento determinado, como por ejemplo con la conducción.

3) Por último, la práctica favorece que las dos estrategias anteriores se lleven a cabo con mayor eficacia. Así se puede dar el caso de necesitar concentrarnos más en tareas de un nivel de dificultad medio o medio-alto, pero poco practicadas, que en tareas difíciles, pero con un gran índice de práctica. De este modo, en aquellas tareas en que se tenga más práctica se requerirá menos atención.

#### 4.2.5.3. ATENCIÓN SOSTENIDA

La atención sostenida se define como la actividad que pone en marcha los procesos y/o mecanismos por los cuales el organismo es capaz de mantener el foco atencional y permanecer alerta ante la presencia de determinados estímulos durante periodos de tiempo relativamente largos. Así y desde este punto de vista, hablar de atención sostenida y de persistencia de la atención es lo mismo (Parasuraman, 1984).

Al tratarse de una actividad en la que se requiere que el sujeto deba efectuar esfuerzo, se produce una disminución del rendimiento en la ejecución. Dicho deterioro puede venir expresado de dos maneras:

- 1) Por el deterioro progresivo de la actuación de la tarea a lo largo del tiempo. Es lo que se conoce como decremento de la vigilancia o función de decremento. Dicho declive se acentúa entre los 20 y 35 minutos después del comienzo de la vigilancia.
- 2) Por el deterioro que sufre el nivel de ejecución de la tarea considerada en su conjunto y no a lo largo del tiempo; es lo que se conoce con el nombre de nivel de la vigilancia.

#### 4.2.6. COMENTARIO FINAL

El estudio de la atención no ha sido un campo fácil, puesto que la propia metodología empleada para el estudio de la atención cambia según la modalidad sensorial empleada. Así nos encontramos con sujetos con una gran destreza atencional en la modalidad visual, pero cuya ejecución en tareas de atención auditiva es mala. Con ello se demuestra como los diferentes paradigmas experimentales utilizados para investigar el mecanismo atencional auditivo y visual no hacen referencia a un único proceso, sino que están interviniendo diferentes procesos.

En este apartado referente a la atención sólo han sido tratados aquellos aspectos relacionados con el mecanismo atencional visual, puesto que para el problema expuesto en este trabajo, “la solución de un laberinto en tres dimensiones”, es necesario un mecanismo de atención visual, en concreto de un proceso de atención visual selectiva focalizada.

La mayor o menor focalización sobre determinados aspectos, aquellos aspectos más relevantes, dependerá del tipo de estrategia empleada para intentar solucionar los laberintos, ya que para una estrategia los aspectos relevantes pueden ser muy distintos a los considerados como significativos por otro tipo de estrategia. Además, de depender directamente del resto de procesos cognitivos implicados en la resolución de laberintos, tal y como tendremos ocasión de ir viendo a lo largo de este capítulo.

### 4.3. PROCESOS PERCEPTIVOS

En este capítulo se analizarán algunos aspectos del funcionamiento visual, especialmente aquellos relacionados con los medios por los cuales extraemos patrones y formas.

Para ello creemos necesario empezar este apartado explicando que se entiende por patrones perceptivos, así como la formación de éstos y su funcionamiento de una manera general, para posteriormente adentrarnos en aquello referente al reconocimiento de patrones, la percepción de formas y la percepción de la profundidad.

Este próximo apartado intentará explicar diferentes aspectos relevantes implicados en la tarea que se propone en este trabajo, como bien podría ser: como los sujetos emplean determinados patrones perceptivos para detectar determinada información, es decir como comparan la información externa con patrones internos (esquemas, referencias) que permiten identificar segmentos de la información –externa– como significativos.

#### 4.3.1. PATRONES PERCEPTIVOS

Los patrones son conjuntos de información, que ha sido reunida por el sistema cognitivo o que ha sido transmitida de forma genética y que se encuentran conectados a muchos de los procesos que puede llevar a cabo el sistema cognitivo (Wickens, 1992). De esta manera y dependiendo del proceso implicado, podremos encontrar patrones perceptivos (Wickens, 1992; Carswell y Wickens, 1996), patrones nmémicos (Tadahiko Fukuda, 1992), patrones de atención, etc..

La presencia de estos patrones permite al sistema cognitivo actuar con una alta velocidad y precisión que difícilmente se podría alcanzar sin su presencia.

Todos los procesos en que intervienen algún tipo de patrones se desarrollan de forma automática, y como consecuencia de ello, requieren menos recursos por parte del sistema cognitivo que aquellos procedimientos en los cuales no se ha desarrollado algún tipo de patrones.

Existen dos tipos de patrones perceptivos:

Los patrones que denominaremos como perceptivos de bajo nivel y los patrones perceptivos de alto nivel.

Los patrones perceptivos de bajo nivel son los patrones determinados y transmitidos de forma genética. Estos son los primeros con los que trabaja el sistema cognitivo en cualquier proceso de percepción. Los patrones perceptivos de bajo nivel son genéricos para cada tipo de sensor de los que dispone el sistema cognitivo para llevar a cabo el proceso de percepción. Es decir, existen unos patrones perceptivos de bajo nivel específicos para la vista, para el oído, para el tacto, para el olfato y para el gusto.

La utilización de los patrones perceptivos de bajo nivel se ve obligada por el propio funcionamiento del sistema en todos los procesos de percepción, además de presentar una serie de ventajas.

- Son poco numerosos. El sistema que actúa de forma automática, no debe decidir entre un elevado número de posibilidades, permitiendo ello que la actuación automática sea rápida.
- Los patrones perceptivos de bajo nivel son unos patrones que están implicados en procesos de análisis-comparación realizados con poco detalle (Hildreth, y Ullman, 1989), esto permite que dicho trabajo sea efectuado de

forma rápida, y consecuentemente poder efectuar un análisis de una mayor cantidad de información por unidad de tiempo (Wickens, 1992).

- Y por último, al tratarse de patrones generales, se permite un cierto grado de flexibilidad, pues no están especificados de forma detallada para cada conjunto de información y mucho menos contextualizados (Hildreth y Ullman, 1989).

Es precisamente esta última característica de los patrones de bajo nivel la que conlleva una serie de implicaciones muy importantes para el funcionamiento general de todo el sistema.

En primer lugar, esta flexibilidad permite que un mismo patrón pueda ser activado en un mayor número de situaciones y así poder obtener un mayor provecho, es decir hacerlo más rentable para el sistema.

En segundo lugar, tanto el hecho de que sean flexibles como el que se puedan activar en un mayor número de situaciones permite que el número total de patrones sea mucho menor.

De esta manera, la existencia de un menor número de patrones repercute en que estos ocupen menos espacio en memoria, disponiendo en contrapartida de un mayor espacio de almacenamiento y que la memoria sea más fácilmente gestionable, proporcionando todo ello que el sistema pueda gestionar su funcionamiento con una mayor velocidad. Aunque cabe considerar que, el espacio ocupado en memoria tendrá distinta importancia: poca importancia cuando se traten patrones determinados genéticamente, ya que independientemente de que estén actuando o no, igualmente están ocupando parte del cerebro. Y si será relevante considerar el espacio de memoria que ocupan cuando se trate de patrones adquiridos.

Un segundo grupo de patrones son los patrones de alto nivel. Este tipo de patrones son más específicos que los de bajo nivel y trabajan con aspectos de detalle.

A diferencia de los patrones de bajo nivel, los patrones de alto nivel pueden o no ser específicos de cada tipo de sensor, ya que en algunos de ellos se reúnen factores e informaciones referentes a más de un tipo de sensor.

Otro aspecto que diferencia estos patrones con los anteriormente tratados, es que y a pesar de que la actuación de los patrones de alto nivel también se realiza de forma automática, son más lentos, puesto que están implicados en un análisis-comparación más detallado.

Asimismo el hecho de que sean mucho más numerosos que los patrones perceptivos de bajo nivel, hace que (a pesar de que este proceso sea automático) su puesta en marcha y funcionamiento sea más lenta ya que el sistema dispone de un mayor número de posibilidades dentro de cada clase, es decir, el sistema en cada momento debe escoger entre unos cuantos patrones.

Asimismo y como consecuencia del anterior punto, los patrones de alto nivel permiten analizar un número más limitado de información por unidad de tiempo que en el caso de los patrones perceptivos de bajo nivel.

Los patrones de alto nivel sólo pueden participar en procesos de análisis-comparación de informaciones referentes a una tipología concreta y específica en la cual están especializados.

Una vez analizados los dos tipos de patrones, y para una mejor aclaración de lo expuesto hasta ahora, considero necesario categorizar algunos de los patrones perceptivos que se encuentran presentes en un laberinto como el propuesto para este trabajo. Así, los ángulos de 90°, líneas, contraste figura-fondo y contraste entre colores serían considerados como patrones perceptivos de bajo nivel; mientras que patrones en forma de T ó +, figura en forma de letra, etc.. serían tratados como patrones perceptivos de alto nivel. Si bien es cierto que para algunos autores, (Rouw, Kosslyn y Hamel, 1997), la identificación de una T podría ser considerada como patrón de bajo nivel, por las características y pretensiones de este trabajo, pensamos que es más apropiado

considerar la T como un patrón perceptivo de alto nivel, puesto que la diferenciación entre bajo y alto nivel depende del total de patrones que deban ser tratados.

Vuelvo a insistir en que la principal diferencia entre ambos tipos de patrones radica en que, los patrones perceptivos de bajo nivel son un tipo de patrones muy simplistas, muy poco elaborados, patrones que ya forman parte de la vida de un niño con muy poca edad.

Ya con el tratamiento de los patrones de forma general, podemos decir que la utilización de patrones perceptivos para el sistema cognitivo, está fundamentalmente vinculada con la selección y calificación (en el proceso de percepción) de la información que es adquirida por el sistema cognitivo (Spiro y Cols. 1987).

Con la realización de un proceso de comparación de la información respecto al patrón perceptivo que es más apropiado, el sistema cognitivo puede de forma muy rápida, rechazarla o aceptarla, y así codificarla. Este proceso incluiría otras funciones muy útiles para todo el sistema y que redundan en un mejor funcionamiento general de éste como a continuación tendremos ocasión de observar.

- 1) En este proceso se selecciona información, del conjunto de toda la disponible y ello es posible gracias a que este proceso está basado en detalles o características específicas del estímulo. En este proceso se destacarán detalles de la información disponible, convirtiendo a ésta en significativa. Como consecuencia de ello el sistema debe efectuar un menor esfuerzo cognitivo, pues sólo va a trabajar con parte del conjunto de la información disponible y dentro de esta información seleccionada, únicamente con los detalles más significativos.
- 2) En este proceso se codifica la información, que llega vía percepción, sin tener que realizar un análisis detallado del estímulo, permitiendo al sistema un considerable ahorro de recursos y una mayor velocidad de actuación.



3) Se economiza memoria y recursos de procesamiento ya que, tal y como ya ha sido apuntado con anterioridad, se minimiza la cantidad de información que entra al sistema.

4) Y por último, permite tener expectativas sobre aquello que será percibido, mejorando así la velocidad perceptiva y de procesamiento posterior.

La existencia de un instrumento o criterio pre-elaborado (ya que esto es lo que puede representar para el sistema cognitivo cada patrón perceptivo) permite que el proceso de aceptación o rechazo y calificación posterior de la información, pueda ser realizado de forma rápida y precisa (Early y Tang, 1991).

#### **4.3.1.1. FORMACIÓN DE PATRONES PERCEPTIVOS**

Para que el sistema pueda disponer de una amplia variedad de patrones que se ajusten a las necesidades requeridas ante determinadas situaciones, es necesaria la existencia de un proceso que se encargue de incorporar dichos patrones.

Si bien no es un aspecto clave para el funcionamiento de los patrones donde estos se encuentran almacenados, (si en un dispositivo de almacenaje general o de almacenaje específico), sí que es fundamental que el acceso a estos patrones pueda ser ejecutado de forma rápida.

Una vez los patrones han sido generados, estos pueden ser utilizados en cuantos procesos se requieran. Si bien la forma en que el sistema cognitivo accede a dichos patrones puede ser realizada de varias maneras.

Un primer procedimiento es la implantación directa de estos patrones en el dispositivo de almacenaje general. Este procedimiento es el que se utiliza con toda

aquella información transmitida por vía genética. Este proceso es el que da origen, tal y como hemos visto con anterioridad, a la totalidad de los patrones de bajo nivel. También algunos de los patrones de alto nivel son implantados de esta forma, ya que de lo contrario sería imposible dar ningún tipo de respuesta precisa y veloz ante una determinada situación sin un mínimo y previo aprendizaje. Cabe constatar que dicha situación no tiene lugar en las actuaciones propias de los individuos muy jóvenes, en los que apenas se han podido producir aprendizajes.

El otro procedimiento para que el sistema pueda adquirir patrones y por tanto se pueda dar origen a ellos, es el de la generación o formación de patrones por parte del mismo sistema (Rodrigo, y Cols. 1992). Este proceso es el que da origen a la mayoría de los patrones de alto nivel.

Cabe insistir en que este proceso es únicamente válido para patrones perceptivos de alto nivel, puesto que los patrones perceptivos de bajo nivel vienen determinados de forma genética y se encuentran limitados por la capacidad de captación de información de los sensores, que al no ser variable obliga que dichos patrones perceptivos de bajo nivel también sean estables.

El sistema cognitivo, con la combinación de información almacenada en el dispositivo de almacenaje general (memoria) y una base genética, es capaz de formular un modelo de patrón apropiado para una situación.

Para que se pueda llevar a cabo este proceso, es necesario que el sistema seleccione del conjunto de información disponible en memoria, aquella y sólo aquella que va a constituir el patrón. Ello será posible gracias a la codificación que se ha realizado de la información antes de ser almacenada. A través de esta codificación se podrá seleccionar de la memoria aquella información que va a formar parte del patrón. La otra parte estará constituida por una base genética ligada al patrón de bajo nivel que se correspondería con el patrón de alto nivel en elaboración.

Este proceso tiene lugar de esta manera porque sólo unos detalles característicos constituyen el patrón. Estos detalles serán los que deben ser identificados y

seleccionados a la hora de constituir el patrón. Pero también serán estos detalles los que deberán ser identificados y seleccionados del conjunto del estímulo, cuando se activa el patrón. Se tratará, pues, de un proceso (a pesar de su velocidad general) relativamente lento y más o menos consciente.

De los resultados obtenidos una vez puesto el modelo en práctica, se van a recoger una serie de informaciones complementarias que servirán para elaborar un nuevo patrón o retocar y mejorar el existente.

Para finalmente y una vez comprobada la buena actuación de dicho patrón, consolidarlo como patrón perceptivo bueno.

Con el patrón consolidado, éste se pone en funcionamiento de forma continuada cada vez que llega información al sistema, del tipo al que pertenece el patrón.

No obstante, estos patrones están en un continuo proceso de adaptación (Adelman y Bresnick, 1992). Los patrones deberán ir adaptándose a los diferentes contextos que pueden ir variando a lo largo de la evolución y desarrollo del sistema. Probablemente la progresiva abstracción o ajuste a los detalles fundamentales y esenciales sea el proceso más adecuado y general de ajuste a nuevos entornos.

Esta contextualización se realiza incorporando información nueva del contexto al sistema, que reformulará para ese momento aquellos aspectos del patrón a los que afecte dicha contextualización.

Ello no quiere decir que el núcleo básico del patrón se modifique. Por el contrario, el núcleo seguirá siendo el mismo, lo que ocurre es que como ya apuntábamos al principio de este apartado, el patrón dispone de una cierta flexibilidad, gracias a que los detalles de actuación puntual no forman parte del patrón, sino que en función de las informaciones de cada momento se modifica o la percepción o la respuesta.

Existe un patrón que es específico de una tipología de situaciones e informaciones, pero los parámetros de esa situación cambiarán, dependiendo del

momento. El patrón deberá estar en consonancia con los parámetros de dicha situación, para que la adecuación de éste, (el patrón) a la situación sea óptima. De esta manera, los parámetros se incorporarán en cada situación puntual para optimizar la acción en la que esté implicado el patrón, que será similar a otra situación de la misma tipología de la que únicamente se distinguirá por los parámetros puntuales.

Suele ocurrir que los detalles situacionales no patroneados, es decir los datos complementarios, sean tratados por acción directa sobre el dispositivo perceptivo. De hecho, el patrón ahorra mucho trabajo al sistema, permitiendo así que se concentre en estos datos complementarios.

Probablemente los detalles complementarios también estén almacenados en memoria y permitan optimizar las expectativas de percepción.

Este proceso se llevaría a cabo de la siguiente manera.

Una vez determinada la necesidad de un patrón de alto nivel inexistente (Hildreth y Ullman, 1989), el dispositivo procesador (u órgano central de procesamiento de la información) utiliza información almacenada en el dispositivo de almacenaje general (memoria) referente o en relación a la que está trabajando.

El procesador reclamará del dispositivo de almacenaje de patrones (que no es más que una parte especializada del dispositivo de almacenaje general) los patrones que estén más próximos a las necesidades que existen. Estos pueden ser de los que forman la base genética, por estar incluidos dentro de la información transmitida genéticamente y de los cuales dispone el sistema desde el primer momento, o bien patrones construidos por el sistema con anterioridad a la situación que se está dando. Resultando estos últimos patrones, los patrones de alto nivel más próximos a las necesidades existentes, que el dispositivo procesador solicitará del dispositivo de almacenaje general en lugar del dispositivo de patrones.

Una vez el procesador dispone de este conjunto de información, formula un modelo de patrón.

El modelo de patrón que ha sido confeccionado, es activado en el dispositivo de almacenaje de patrones, desde donde participará en aquellos procesos por los cuales ha sido confeccionado, es decir, aquellos procesos en los que se reclame su participación y para los cuales el sistema puso en marcha su construcción.

Una vez puesto en práctica dicho modelo de patrón, el sistema recoge información de sus resultados. Esta información va a servir para elaborar un nuevo patrón, siguiendo el mismo proceso de construcción que el descrito con anterioridad; si bien este nuevo patrón contendrá información diferente, tanto del dispositivo de almacenaje general como del dispositivo de patrones. También puede servir para retocar y mejorar el patrón ya existente (si la información aportada así lo aconseja), proceso en el cual también se repetirá lo anunciado anteriormente, si bien con la única diferencia de añadir la información procedente de los resultados de la actuación que está ligada al patrón.

Una vez repetido todo el proceso, el patrón se volverá a poner en funcionamiento en todas aquellas ocasiones en que sea requerido. Si se consolida el patrón como bueno, cada vez que llegue al sistema nueva información en la que tenga que participar el patrón, únicamente será necesario recurrir al dispositivo de almacenaje general para recuperarlo e insertarlo en el dispositivo de almacenaje de patrones para que pueda ser empleado por los diferentes procesos que lo requieran.

Cuando al sistema llega información nueva inscrita en un contexto, ésta es almacenada en la memoria de trabajo. El procesador reclama del dispositivo de almacenaje general el patrón que fue consolidado en su momento, recupera de la memoria de trabajo la información nueva y con ambos elementos, información contextualizada y patrón, contextualiza éste último (mediante las informaciones puntuales y concretas que han llegado al sistema) para que se adapte al contexto de la situación determinada en la que va a trabajar.

Una vez contextualizado el patrón, se devuelve el modelo de patrón al dispositivo de almacenaje general, el patrón contextualizado es enviado al dispositivo de

almacenaje de patrones (desde donde operará) y la información contextualizada a la memoria de trabajo.

Desde el dispositivo de almacenaje de patrones, el patrón contextualizado podrá actuar en aquellos procesos en que sea necesaria su intervención.

Funcionamiento este último muy parecido a como se entrena una red neuronal, de forma especial cuando se emplea el algoritmo de backpropagation.

#### **4.3.1.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS PATRONES PERCEPTIVOS**

La secuencia del funcionamiento contempla siempre la actuación de los patrones perceptivos de bajo nivel, que se ponen en funcionamiento para cada tipo de sensor que le son específicos. Una vez el sensor ha recogido una información se activa el patrón perceptivo de bajo nivel adecuado que servirá para analizar y calificar esa información (Navon, 1989).

A partir de este momento, se puede producir o no la activación del patrón de alto nivel dependiendo de la intervención del patrón perceptivo de bajo nivel. Sólo en aquellos casos en que sea necesario analizar y calificar con un mayor detalle la información, es cuando se activará el patrón perceptivo de alto nivel (Wickens, 1992; Carswell y Wickens, 1996).

En los dos casos, tanto si sólo se activa el patrón perceptivo de bajo nivel como si se activa también el patrón perceptivo de alto nivel, una vez el patrón perceptivo haya participado en el proceso, la información pasará al sistema poniéndose en marcha una serie de procesos cognitivos entre los cuales puede estar la actuación de patrones de respuesta. Superar los patrones perceptivos no es un requisito imprescindible para que la información pase al sistema. Cuando no se coincide con algún patrón, también es

posible que la información pase al sistema, pero el sistema seguramente deberá dedicar muchos más esfuerzos para otorgarle un significado a la información.

Tanto en el caso de los patrones perceptivos de bajo nivel como en el caso de los patrones perceptivos de alto nivel, la intervención que llevan a cabo consiste en participar en el proceso de comparación de la información que ha llegado procedente de los sensores, con aquella otra que se encuentra establecida en el patrón. Puede ocurrir que se correspondan o no, es decir que la nueva información reúna la calidad requerida o que no la reúna. En función de las diferentes posibilidades, se pondrán en funcionamiento unos u otros procesos.

La principal diferencia entre el funcionamiento de los patrones de alto nivel y de bajo nivel consiste en que mientras con los patrones perceptivos de bajo nivel se analizan y comparan parámetros de la información más generales e imprecisos, el análisis y comparación que tiene lugar en los patrones de alto nivel se corresponde a parámetros más específicos y precisos.

#### **4.3.2. RECONOCIMIENTO A TRAVÉS DE PATRONES PERCEPTIVOS**

Una vez visto y analizado en el anterior apartado, los dos grandes grupos de patrones perceptivos, a partir de éste momento nos centraremos única y exclusivamente en un único tipo de patrones, los patrones visuales, poniendo especial énfasis en aquellos que tengan relación directa con las letras del abecedario, por ser este tipo de patrones uno de los que más intervienen en el diseño empírico de este trabajo.

Si bien en la vida cotidiana pueda parecer que reconocer aquello que nos rodea es una actividad que hacemos de manera inmediata y sin esfuerzo, es decir, que se lleva a cabo con la realización de operaciones poco complejas, ello no es así como se podrá contemplar a lo largo del presente trabajo.

En la capacidad para detectar o para estimar de forma correcta un determinado objeto en una escena visual pueden influir los elementos que rodean a éste, es decir lo que se conoce como contexto. Este contexto es creado por la experiencia del observador y aporta información adicional a la meramente sensorial. Ello ha permitido hablar de los diferentes enfoques de la percepción de la forma, distinguiendo entre procesos dirigidos por la información (procesos de abajo-arriba) y procesos dirigidos por conceptos (procesos de arriba-abajo).

El procesamiento dirigido por la información depende de la llegada de información a los receptores sensoriales. La información llega y pone en funcionamiento el proceso de reconocimiento de diversas formas, los cuales enfatizan la importancia del estímulo y de los sistemas sensoriales.

Con el proceso dirigido por conceptos se enfatiza la importancia de los conceptos del observador en la percepción de la forma. En el procesamiento dirigido por conceptos, los observadores tienen expectativas y conceptos acerca de cómo está organizado el mundo. Creen que es probable encontrar ciertos objetos en ciertas situaciones. Estas expectativas y conceptos son los que promueven el proceso de reconocimiento de diversas formas.

Al procesamiento dirigido por información también se le conoce como procesamiento de abajo-arriba, o guiado por los datos. Nosotros reconocemos características de bajo nivel, simples, y la combinación de estas características nos permite reconocer formas completas, más complejas, Ej. a partir de la combinación de varias líneas somos capaces de reconocer diferentes patrones con ángulos y significado. Por otro lado, el procesamiento dirigido por conceptos puede también llamarse procesamiento de arriba-abajo. Cuando el reconocimiento depende más del conocimiento del mundo que tenemos que de los datos sensoriales. El contexto, las expectativas, el conocimiento y la memoria "dirigen" el proceso de reconocimiento. El reconocimiento del todo nos permite identificar los elementos más simples que se encuentran presentes.



Cualquier teoría del procesamiento perceptual debe contener interacciones de estos dos tipos de procesos. Los actuales modelos interactivos intentan explicar la percepción como producto de la interacción de los procesos dirigidos por los conceptos con los procesos dirigidos por los datos (Matlin y Foley, 1996), tal como se piensa que ocurre en la lectura de un texto.

A continuación me centraré en el estudio del reconocimiento a través de patrones, sobretodo de letras, por la incidencia directa que ello tiene en el presente trabajo, como un proceso que comienza con los datos sensoriales y continúa con la obtención de características a un nivel cada vez más complejo, es decir lo que se ha denominado como procesamiento guiado por los datos o de abajo-arriba.

Un primer problema fundamental en el proceso de reconocimiento de caracteres, es el que podemos denominar como equivalencia de estímulos, es decir el problema que conlleva al proceso de tener que reconocer una misma letra a partir de innumerables estímulos físicos e imágenes retinianas diferentes (Fuentes, 1992). Las diferentes imágenes de una letra debidas al tipo de letra, a su tamaño, a la orientación o al ángulo desde el que se mira, han de tener algo en común que las hace equivalentes en su efecto.

El reconocimiento de patrones es esencial para una gran parte de actividades que emplean los seres vivos (Uttal, Baruch y Allen, 1997) El modo de reconocer las personas, las caras de las personas, los objetos, etc.. forma parte de una cuestión más amplia referente a cómo percibimos y como interactuamos con el medio.

Si bien el estudio del reconocimiento de los patrones ha variado a lo largo del tiempo, en los últimos años, el reconocimiento de patrones ha sido estudiado desde el punto de vista del procesamiento de la información. Según esta perspectiva, los estímulos son codificados por medio de una serie de operaciones realizadas sobre ellos en distintas etapas de procesamiento. La característica más importante desde este punto de vista es que el reconocimiento implica la comparación de las propiedades sensoriales, extraídas a partir del estímulo, con alguna representación del mismo almacenada en la memoria.

A continuación se expondrán algunas de las diferentes maneras que se han formulado para explicar el reconocimiento de patrones.

#### 4.3.2.1. COMPARACIÓN DE PLANTILLAS

La teoría de igualación de plantillas es la más simple de todas y su característica fundamental es que debe de haber un modelo o plantilla, almacenado en la memoria, correspondiente a cada forma que podamos reconocer. El reconocimiento consistiría en superponer el input retiniano con las diferentes plantillas almacenadas en memoria, y aquella que presente un mejor ajuste es la que identificará el objeto que se ha presentado. Esta comparación se produce de forma simultánea, es decir en paralelo.

Ahora bien, ¿cómo se podría explicar cualquier reconocimiento en que hubiera por medio algún cambio en la posición, tamaño u orientación de un objeto, o para reconocer formas nuevas o deterioradas?

Para ello los autores han propuesto dos posibles soluciones a la pregunta. En primer lugar, podría existir una gran variedad de plantillas almacenadas que se corresponderían con todas las posibles variables de posición, rotación y tamaño, y combinaciones entre ellas, por lo que nuestro cerebro debería disponer de un número infinito de plantillas (Pinker, 1984).

Mientras que una segunda solución consiste en considerar la existencia de un nivel de análisis “extra” antes de la comparación. En este procedimiento, denominado por Neiser (1967) “preprocesamiento”, los patrones serían sometidos a un proceso de normalización para reducirlos a un formato estándar que constituya una réplica de los procesos almacenados. De esta manera si una letra (con una rotación de 45°) se somete primero a un ajuste de orientación, previamente al proceso de comparación con el modelo, el proceso de reconocimiento operará solamente a partir de esta imagen “normalizada” resultando así indiferente a los cambios de orientación del objeto.

Otro inconveniente de esta teoría es que los modelos de plantilla funcionan sólo con letras aisladas y otros objetos simples que se presentan en su totalidad.

A pesar de las numerosas críticas recibidas, este modelo ha sido y está siendo utilizado en el campo de la criminología para comparar huellas dactilares encontradas en algún objeto con las que contiene la policía, así como en el reconocimiento de los números y claves grabados en las tarjetas de crédito y en los cheques bancarios.

Una explicación relacionada pero más viable, es la conocida como teoría de igualación de prototipos. Esta teoría sugiere que comparamos automáticamente cada letra, (y quizá cada palabra) con representaciones abstractas de estos estímulos en nuestra memoria, conocidas como prototipos. Cabe destacar que a diferencia de la anterior teoría, el prototipo no es una igualación o plantilla de un estímulo visual, sino un patrón general que nos permite reconocer una letra incluso cuando ésta aparece distorsionada.

#### 4.3.2.2. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS

La poca flexibilidad presentada por los anteriores modelos puede ser evitada si en lugar de copias exactas, tenemos en cuenta las características que conforman el patrón, teoría mucho más afín con la teoría de igualación de prototipos que con la de comparación de plantillas.

La explicación más aceptada para ello es el análisis de características de Treisman. En el caso de las letras, habrían un conjunto de detectores encargados de las líneas, unos de líneas verticales, otros de líneas horizontales y otros de líneas oblicuas. Un segundo conjunto correspondería a los ángulos: unos a los ángulos rectos, otros a los agudos, etc.. Por último, un tercer conjunto correspondería a las líneas curvas: unos a las continuas y otros a las discontinuas.

El supuesto básico de este modelo es que el sistema identificador (o reconocedor) está organizado jerárquicamente en niveles de procesamiento. En un primer nivel actuarían los detectores de características específicas, como barras, líneas rectas, líneas curvas, ángulos, etc... En un segundo nivel actúan los detectores cognitivos de caracteres o letras, que resultan de la combinación de características, para finalmente producir la identificación del carácter como tal en un nivel más alto, en el nivel de decisión. Así el reconocimiento de una letra como la F, por ejemplo, ha de ser precedido por la detección de una recta vertical en intersección con dos rectas horizontales, y previamente, cada una de las rectas ha sido objeto de análisis en el nivel de detectores de características.

Cada uno de estos niveles correspondería a los distintos *demonios* que configuran el modelo clásico del Pandemonium de Selfridge (1959). En un inicio, el pandemonium se concibió como un programa de ordenador para reconocer señales del código Morse, pero más tarde se popularizó como un modelo de reconocimiento alfanumérico en la teoría psicológica gracias a la obra de Neisser (Neisser, 1967) y a la de Lindsay y Norman (1977).

Como ya ha sido apuntado, este sistema se compone de una serie de *demonios* que tienen funciones diferentes

El esquema del Pandemonium es similar al esquema de comparación de plantillas, pues cada característica funcionaría como una miniplantilla. Sin embargo, mientras que la comparación de plantillas es más adecuada para un sistema de reconocimiento de todo-o-nada, la información parcial es más fácilmente explicable a través del análisis de características.

El modelo de Pandemonium es un modelo flexible, ya que permite un análisis de características en paralelo y además un modo de procesamiento organizado jerárquicamente. Por una parte, los analizadores de características se pueden concebir como "paralelos espacialmente" (Neisser, 1967), es decir un detector de líneas rectas respondería a la línea en cualquier punto dentro de un área funcional del campo visual; y por otra parte, cabe suponer que los detectores de características operan

simultáneamente e independientemente unos de otros, es decir, son “operacionalmente paralelos” (Neisser, 1967), es decir un demonio de líneas verticales operaría independientemente de otro de líneas horizontales e independientemente de un demonio de líneas curvas. El concepto opuesto se denomina “procesamiento secuencial”. La extracción de características sería un proceso secuencial si el resultado de analizadores previos determinan cuáles van a aplicarse posteriormente.

Lindsay y Norman (1977) proponen siete características para identificar cada una de las letras, (líneas verticales, líneas horizontales, líneas oblicuas, ángulos rectos, ángulos agudos, curvas continuas y curvas discontinuas).

Según estos autores, cuando el demonio de la imagen detecta una letra, los siete demonios de características comienzan a buscar sus correspondientes rasgos, para seguidamente, los demonios cognitivos comienzan a contar el número de características que se ajustan a la letra que representan y “gritar” en función del número de rasgos contabilizados.

No obstante, ¿qué pasaría en aquellos casos en que las letras difieren entre sí en un solo rasgo?. Lindsay y Norman (1977) proponen la siguiente solución: Un demonio cognitivo “gritará” con su tasa máxima siempre y cuando estén presentes todas las características que busca, ni más ni menos. Así, si presentamos la letra P el demonio cognitivo correspondiente a la letra R “gritará” fuerte, pero la ausencia de la barrita inclinada en el patrón inhibirá su capacidad máxima de respuesta. Por el contrario, si presentamos la letra R, el demonio de la P “gritará” menos fuerte debido a la presencia adicional de la barrita.

Un inconveniente importante de esta teoría es que el análisis de características no explica cuales son las relaciones estructurales entre los rasgos que forman el patrón, es decir, no especifica como están localizados y orientados unos con respecto a otros, sino sólo si sus características están presentes o no, y cuantas veces.

De esta manera, el Pandemonium sería incapaz de poder distinguir entre una letra y su imagen en espejo. Tampoco distingue entre los diferentes ejemplos de un

mismo patrón. Y por último, parece ser que el Pandemonium sólo funciona bien cuando los patrones pertenecen a una categoría con un pequeño número de elementos, como en el caso de las letras del alfabeto, que además pueden ser representadas por una lista de características que permita discriminar entre ellas cuando se dé el más mínimo contraste.

Intimamente ligada con la anterior teoría se encuentran las descripciones estructurales, que si bien por si solas no constituyen una teoría, se encargan de especificar el formato de representación utilizado en el proceso de comparación. Esta representación es simbólica y consta de una serie de proposiciones acerca del estímulo. Por una parte, las proposiciones describirían qué características están presentes y cómo están conectadas entre sí. Es decir, las unidades de las descripciones estructurales son objetos, partes de objetos y relaciones entre ellos. De esta manera, las descripciones estructurales superan algunas de las dificultades que presentaba el análisis de características. Por ejemplo, en el caso de la letra T, las proposiciones indicarían que el patrón consta de dos partes: una línea horizontal y una línea vertical, y además que la línea vertical sirve de soporte de la línea horizontal a la cual corta en algún punto, excepto en los extremos, pero no habrá problemas por rechazar otras configuraciones que están formadas por los mismos rasgos que la letra T, como ocurría en el análisis de características.

Larsen y Bundesen (1996), exploraron un modelo de ordenador para el reconocimiento de patrones visuales que combina características de las teorías de comparación de plantillas y de análisis de características. Este modelo efectuado desde el ámbito de los sistemas expertos y denominado *template-matching pandemonium*, (traducción literal en inglés), fue entrenado para reconocer totalmente dígitos escritos a mano. Con una media de 37 plantillas por tipo de dígito, este programa alcanzó un índice de reconocimiento del 95.3%; mientras que la actuación de los humanos fue de sólo un 2-3%

Asimismo, Winston (1973) presentó un programa de ordenador en el que utilizó las descripciones estructurales para el reconocimiento de objetos. A medida que se le

van proporcionando ejemplos, el programa aprende a reconocer estructuras simples como un arco, un pedestal y una casa.

Si tomamos de forma conjunta el ejemplo de la letra T y el ejemplo del pedestal, vemos que las descripciones estructurales son muy similares, a excepción de que en el primer caso se trata de un objeto bidimensional, y en el segundo de un objeto tridimensional. El reconocimiento de una T sólo necesita descripciones en el dominio del dibujo; mientras que en el reconocimiento de un pedestal se necesitan descripciones dentro del dominio del objeto. El primero supone un nivel preliminar del segundo, ya que al fin y al cabo cada parte del pedestal se compone de elementos más simples, como líneas horizontales y verticales similares a las que forman las letras (Foley y Chen, 1997).

El gran inconveniente del programa de Winston es que sólo trabaja bien con objetos geométricos. Así las descripciones estructurales no sirven de base para el reconocimiento de objetos del medio que nos rodea. La teoría de Marr y Nishihara (1978) es un intento de solucionar este problema.

#### 4.3.2.3. LA TEORÍA COMPUTACIONAL

Marr (1982) y Marr y Nishihara (1978) han intentado explicar el modo en que un patrón estimular se transforma en una representación simbólica en la que se explicitan las posiciones, orientaciones, formas, movimientos, etc.. de los objetos del mundo real que nos rodea, es decir como logramos la representación tridimensional. Esto se consigue mediante un proceso que se puede dividir en varias etapas. La primera de ellas, denominada bosquejo o esbozo original, tiene por finalidad crear una representación en la que la imagen se describe como una serie de cambios de intensidad que representan bordes, manchas, barras, así como sus localizaciones y orientaciones. El resultado es una representación de estructuras más globales, como gradientes de densidad, contornos y texturas de la superficie de los objetos. Esta etapa es una

representación (centrada en el observador) de las superficies visibles en el campo visual. También se la conoce como bosquejo 2.5D porque no capta completamente toda la información 3D, ni es completamente bidimensional. Esto significa que cuando el observador o el objeto se mueven uno con respecto al otro, la representación del objeto en el esbozo 2.5D cambia, y por tanto, no es posible un ajuste entre esta representación y algún modelo almacenado del objeto. Como consecuencia de ello, este esbozo es todavía una representación inadecuada para la comparación con un modelo almacenado en la memoria y por tanto para el reconocimiento de patrones.

El reconocimiento del objeto se consigue cuando se produce un ajuste entre la descripción tridimensional derivada de la imagen y una descripción también tridimensional de las muchas que están almacenadas en la memoria correspondientes a objetos conocidos. Estas a su vez pueden estar organizadas jerárquicamente en función del grado de complejidad. Por ejemplo, la descripción 3-D de la figura humana puede compararse con un modelo de más alto nivel que represente de forma genérica a los bípedos, o también con un modelo más específico que represente a un humano. Esta organización modular de las descripciones presenta la ventaja de que si no se produce un ajuste con un modelo de bajo nivel, pero sí con uno de alto nivel, es posible clasificar la forma percibida como correspondiente a una clase determinada, por ejemplo, un bípedo.

Ahora bien, si para reconocer un objeto necesitamos disponer previamente de una representación centrada en él mismo. ¿Cómo es posible obtener los ejes de una imagen sin conocer de antemano el objeto que dicha imagen representa?. Este es uno de los problemas más importantes con que se encuentra la teoría de Marr y Nishiara. Los autores se han centrado sólo en aquellos objetos que pueden ser descritos mediante conos generalizados. Un cono generalizado es aquel cuya superficie se crea al mover una sección transversal a lo largo de un eje sin que se produzcan alteraciones bruscas. La sección transversal puede cambiar en tamaño, pero no de forma

¿Cómo derivar descripciones 3D a partir del esbozo primario 2.5D?. Si bien este constituye el aspecto de la teoría menos desarrollado, Marr sugiere que empleamos de



forma inconsciente tres supuestos que nos permiten interpretar una silueta como una forma tridimensional.

- 1) Cada línea de visión desde el observador hasta el objeto debe tocar la superficie de éste en un punto, es decir, los puntos que forman la silueta deben corresponderse con los que forman la superficie percibida. A este conjunto de puntos de una superficie que se proyecta hacia el límite de la silueta en la imagen se denomina generador de contorno.
- 2) Los puntos cercanos en el contorno de una imagen surgen de puntos cercanos en el generador de contorno del objeto percibido.
- 3) Todos los puntos que forman el generador de contorno se encuentran en un plano. Este supuesto es el que nos permite distinguir entre segmentos cóncavos y convexos en el proceso de interpretación, pero en ausencia de información adicional puede llevarnos a una conclusión equivocada. Por ejemplo, si consideramos sólo el contorno oclusivo de un cubo, la interpretación es que se trata de un hexágono, no obstante, la información proporcionada por las líneas interiores lo transforman en un cubo.

Desafortunadamente, las teorías de abajo-arriba basadas en el análisis de rasgos no explican bien la forma en que la gente percibe los estímulos ambiguos, ya que los rasgos del estímulo real permanecen constantes.

No será tratado en este trabajo el análisis de Fourier, no porque su trabajo no sea interesante, sino porque el análisis de Fourier no es más que un instrumento que nos permite describir un patrón estimular en términos de sus componentes sinusoidales; ubicándose sus principales aportaciones en el campo de la Psicofísica y en el que sugieren que el sistema visual contiene canales específicos a un cierto rango de frecuencias espaciales.

### 4.3.3. EL CONTEXTO EN EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES

Cuando la experiencia juega un papel importante en el proceso de reconocimiento de patrones, decimos que el procesamiento está guiado conceptualmente o bien se trata de un proceso de arriba-abajo.

A continuación se verá como se combina la información que procede de los sentidos con la información que proporciona el contexto en el proceso de reconocimiento. Entendiéndose por contexto todos los conocimientos y experiencias que el sujeto ha adquirido a lo largo de su vida y que contribuyen de forma importante en la interpretación de los datos sensoriales. Como ya apuntamos al principio de este apartado referente a la percepción, nos vamos a centrar solamente en aquello relacionado con el reconocimiento de letras, por ser ello un aspecto clave en el desarrollo de este trabajo.

De acuerdo con lo que ha venido denominándose como efecto de la superioridad de la palabra, las letras se perciben mejor cuando aparecen en palabras que en conjuntos de letras no relacionadas (Taylor y Taylor, 1983). Así es más fácil percibir la letra R cuando se presenta en la palabra TIGRE, que cuando aparece en la combinación GIRTE.

El efecto de la superioridad de palabras fue demostrado por primera vez en 1886 por Catell y ha sido verificado por numerosos estudios subsecuentes utilizando una gran variedad de condiciones experimentales y estímulos.

Entre ellos cabe destacar a Reicher quien en 1969 volvió a trabajar sobre el tema. En sus diversos estudios, Reicher demostró que los observadores eran más precisos en la identificación de una única letra cuando formaba parte de una palabra que cuando aparecía sola, efecto llamado letra-palabra. Ello viene a reafirmar los resultados mostrados por Pomerantz, Sager y Stoever (1977) en que demostraron que una línea diagonal era más fácil de reconocer si estaba dentro de un ángulo recto que si se

mostraba de manera independiente. Así el contexto parece ayudar a las etapas perceptuales del reconocimiento tanto de letras como de formas.

Otros estudios efectuados con posterioridad a Reicher, y en el que se han servido del paradigma denominado Reicher-Wheeler, han demostrado que las palabras nos proporcionan un contexto útil para el reconocimiento de letras, ya sea en una tarea de identificación (Jordan y Bevan, 1996; Hooper y Paap, 1997), de igualación (Silverman, 1985), o de búsqueda (Staller, 1982).

Asimismo, se ha demostrado el efecto de superioridad de la palabra cuando se presenta en una mezcla de mayúsculas y minúsculas, como CaSa (Taylor y Taylor, 1983), cuando el estímulo consiste en fragmentos de letras (Solman, May y Schwartz, 1981), o la importancia de rellenos en el reconocimiento de las palabras durante la lectura (Epelboim, Booth, Ashkenazy; Taleghani y Steinman, 1997)

La importancia de la experiencia es más evidente cuando identificamos objetos ambiguos, así la presencia de objetos que tenían una única interpretación mejoraban la identificación de objetos ambiguos, es decir, objetos ambiguos eran reconocidos de forma más rápida y con menos errores cuanto estos formaban parte de una escena con objetos reconocidos claramente que cuando los mismos objetos ambiguos eran presentados en solitario. (Bar y Ullman, 1996). Lo mismo ocurre cuando vemos objetos con una orientación poco usual. Cuando un objeto es visto con una orientación inusual, tal como una rotación de 180°, es mucho más difícil procesarlo (Rock, 1988; Moses, Ullman y Edelman, 1996). Así cuando un texto está invertido, somos menos capaces de detectar desigualdades que cuando es percibido en su orientación normal (Rock, 1988). El impacto de invertir una imagen no se limita a la dificultad de notar discrepancias, de hecho, con algunas formas, una inversión produce una interpretación o significado totalmente diferente.

Aunque generalmente el contexto resulta útil en la percepción de formas, los contornos ilusorios y otras ilusiones, demuestran que el contexto puede causar percepciones erróneas.

#### 4.3.4. LA ORGANIZACIÓN PERCEPTIVA

La organización perceptiva nos permite captar con sentido el mundo que nos rodea. El proceso “organizativo” conlleva la agrupación de pequeños elementos en una forma mayor. Este proceso da paso a otro, e íntimamente relacionado con él y que lo completa: es el reconocimiento, o proceso mediante el cual la forma adquiere significado para el sujeto que la percibe. Los aspectos de la organización perceptual fueron estudiados a principios del siglo XX por los psicólogos de la Gestalt, interesados en percibir patrones sensoriales como totalidades bien organizadas y no como partes aisladas o separadas. El modo más primitivo de organización perceptiva consiste en destacar una figura sobre un fondo. Normalmente, reconocemos los objetos y acontecimientos de nuestro alrededor con tal rapidez y facilidad aparente, que se da por supuesto que las operaciones involucradas son simples y directas. Pero la experiencia ha demostrado todo lo contrario, es por ello que este campo se ha convertido en uno de los más interesantes en el terreno de la percepción. De hecho en el campo de la organización perceptual ha habido, como indica Chater (1996) dos principios: el principio de probabilidad defendido por Von Helmholtz (1910/1962) y en el que propone que la organización perceptual se corresponde con la presentación más probable y el principio de la simplicidad, y que no es otro que el propuesto por la Psicología de la Gestalt, en que sugiere que la organización perceptiva debe ser tan simple como sea posible.

Una definición de forma es extremadamente problemática (Uttal, 1988). Según Hoffman y Singh, (1997), para que sobresalga una parte del resto depende al menos de tres factores: su tamaño relativo respecto a la totalidad del objeto, el grado en que éste sobresale, y la longitud de sus bordes. Para nuestro propósito podemos considerar a la forma como un área que sobresale del resto de lo que estamos viendo debido a que tiene un borde o bordes contiguos.

Ahora bien, ¿qué se entiende por borde?. Sin querer ahondar en demasía sobre el término, por no considerarlo de suficiente interés en el presente trabajo, si conviene aclarar el concepto.

Un borde o contorno, puede concebirse como el sitio donde existe un cambio repentino en la brillantez, luminosidad o color. Ello nos reporta tener que diferenciar entre brillantez y luminosidad (Jacobsen y Gilchrist, 1988, Rock, 1975). La brillantez se refiere a la intensidad percibida de la energía luminosa que se refleja en una superficie. Por ejemplo, una fuente luminosa (como un foco o el sol) puede ser brillante o de poca intensidad pero no negra, blanca o gris. La luminosidad se refiere al reflejo acromático (sin color) percibido de la superficie: tonos de blancos, negros y sombras de gris.

De esta manera cuando dos áreas comparten un límite común, la figura es la forma distintiva de bordes claramente definidos. El fondo es lo que sobra, lo que permanece por detrás.

Edgar Rubin, fue uno de los primeros en intentar poner en claro lo que constituye la figura, en oposición al fondo. Llegando de esta manera a cuatro conclusiones acerca de figura y fondo.

1. Mientras que la figura parece tener una forma definida, el fondo no. La figura es una "cosa" mientras que el fondo sólo es una sustancia.
2. El fondo parece continuar detrás de la figura.
3. La figura parece que está más cercana a nosotros, con una clara localización en el espacio. Por el contrario, el fondo se encuentra más distante y no tiene una localización bien definida, simplemente se encuentra en la parte posterior.
4. La figura domina sobre el fondo; se recuerda mejor y se asocia con un mayor número de formas. Como señala Rubin, parece que la figura domina

el estado de conciencia. Por otro lado, el fondo parece formar parte del espacio general.

Así pues y para que tenga lugar cualquier tipo de reconocimiento de una forma, se debe disponer de una figura y de un contorno o fondo; si bien ello no siempre resulte fácil, pudiendo haber serias dificultades en aquellos casos en que es posible tener dos experiencias perceptivas diferentes a partir de un único estímulo físico, o como familiarmente se conocen cuando disponemos de figuras ambiguas o reversibles. Las relaciones ambiguas figura-fondo son situaciones en las que la figura y el fondo se invierten de vez en cuando; la figura se convierte en fondo y luego vuelve a ser la figura. Estas conversiones si bien aparecen de forma espontánea también se pueden forzar, concentrándose para ver bordes destacados en el fondo.

Las configuraciones como un todo se perciben mejor y antes que las diferentes partes constituyentes de este todo, a la vez que adquieren una forma o gestalt que no les proporciona la suma de las diferentes partes.

En una serie de experimentos muy interesantes, Rubin demostró que, desde un punto de vista psicológico, percibir puede ser considerado básicamente como la discriminación de una figura respecto de un fondo o sobre un fondo. Ahora bien, ¿Cómo se determina este fondo?. De los experimentos descritos habría que distinguir 4 casos:

a) En el caso que se tenga que observar material construido de forma muy sencilla, frecuentemente la primera reacción es asignar un nombre. Parece ser un proceso tan inmediato que sólo puede explicarse diciendo que el patrón visual “encaja” de inmediato con algún patrón previamente formado, que se considera operativo o preparado para operar mentalmente. El nombre otorgado de forma irreflexiva puede decidir lo que se percibe, como se demuestra en muchos casos.

b) Con objetos bastante más complejos, especialmente cuando son relativamente poco familiares, se procede a una búsqueda de material análogo. Cuando se encuentra, se procede como en el anterior caso a dar un

nombre, que opera de forma similar. No obstante, todo el proceso se vuelve más intencional.

c) En otros casos, el marco o fondo se da en respuesta a un esquema u orden de colocación. En estas circunstancias no se da ningún nombre al material y puede ser un proceso tan inmediato e irreflexivo como el anteriormente comentado.

d) Con material representativo muy complejo pueden aparecer dudas, pero surge de inmediato una imagen sensorial precisa que constituye el fondo necesario.

En el primer y tercer caso no está presente una imagen sensorial; en el segundo puede estarlo y en el cuarto, por definición, siempre lo está.

Así podemos figurarnos que el marco o el fondo, cuando existe, tiene mucho que ver con cualquier proceso de recuerdo subsiguiente.

La Gestalt propuso unas leyes de organización perceptiva, a partir de las cuales tiene lugar el agrupamiento de pequeños elementos en un “todo”; y así intentar explicar por qué parece que ciertos elementos van juntos en lugar de aislados o independientes. Así entre otros, (Trick y Enns, 1997) proponen que la agrupación y la formación de la forma no sólo implican diferentes procesos perceptuales; sino que juegan diferentes papeles funcionales en la visión, es decir la agrupación precede a la forma en la organización perceptual, y (Kimchi, 1998) que la agrupación de elementos dentro de una configuración global implica un tipo de atención focalizada.

Directamente relacionado con lo anterior Koffka, uno de los máximos representantes de la escuela de la Gestalt, describió la ley de Prägnanz como “de diversas organizaciones geométricas posibles, la más adecuada es la que posee la forma más estable, más simple y mejor” (Koffka, 1935,p.138).

Asimismo, Hatfield y Epstein (1985) sugieren que las representaciones más simples requieren menos fuentes cognitivas, es decir un menor esfuerzo cognitivo. Así estos autores encontraron que es más fácil que la gente recuerde buenas figuras (Howe y Brandau, 1983; Howe y Jung, 1986), además de proponer que las buenas figuras, comparadas con malas, son más fáciles de codificar en la memoria.

Hatfield y Epstein (1985) concluyen que la ley de Prägnanz o la tendencia a la simplificación, es válida para la percepción de formas, si bien bajo ciertas condiciones. Así, mientras algunos teóricos argumentan que el contexto desempeña un mínimo papel y recayendo todo el peso en la simplificación (Leeuwenberg y Boselie, 1988), otros sostienen que el conocimiento es importante para determinar la similitud de las interpretaciones particulares de la información visual (Pomerantz y Kubovy, 1986).

Como Grosberg y Mingolla (1985) observaron, uno de los grandes logros de la Gestalt fue sugerir una pequeña lista de reglas para la organización perceptual, así como haber reconocido la tendencia de los sujetos a organizar la estimulación, que implica la posibilidad de agrupar la experiencia, en lugar de analizar cada vez el patrón, lo cual sería antieconómico y poco adaptativo. También ha sido objeto de numerosas críticas, sobre todo por cognitivistas actuales que les cuesta admitir que muchas de las raíces existentes hoy en día en Psicología Cognitiva provienen de la Gestalt; pero ello no ha sido obstáculo para que la Psicología de la Gestalt continúe teniendo un impacto considerable sobre diversas áreas de la Psicología, principalmente sobre la percepción de formas (Pomerantz y Kubovy, 1981; 1986; Rock y Palmer, 1990). De hecho es de recalcar como los principios organizacionales de la Gestalt juegan un importante papel en el enfoque computacional, visto con anterioridad en este mismo apartado de Percepción.



### 4.3.5. PERCEPCIÓN DE LA DISTANCIA

Hemos decidido introducir este apartado referente a la percepción de la distancia, si bien de forma muy breve, por considerarlo relevante a la hora de intentar solucionar el laberinto en un formato 3D, siguiendo fundamentalmente una estrategia figurativa u holística, por la importancia que pueda tener una buena percepción de la distancias comprendidas entre los diferentes segmentos que conforman el laberinto.

La percepción de la distancia es importante en tres clases de situaciones.

- a) La distancia egocéntrica: designa la distancia de un objeto desde el observador. Cuando se calcula en un laberinto que lejos de la meta se está, se está juzgando la distancia egocéntrica.
- b) La distancia relativa: se refiere a la distancia comprendida entre dos objetos.
- c) La percepción de la profundidad: cuando se perciben objetos tridimensionales; los objetos tienen profundidad y grosor además de altura y ancho. Así, algunas partes de un objeto se ven más alejados que otras.

Una de las formas en que el cerebro puede obtener información sobre la profundidad es a través del conocimiento de los objetos (Braunstein y Andersen, 1984). Esta fuente de información surge del efecto de profundidad cinética, que es la profundidad aparente que depende del movimiento de los objetos. Así una figura que se ve plana cuando está sin movimiento, parece tener profundidad una vez que se desplaza. Este efecto fue demostrado por primera vez con las sombras de objetos en rotación y ha sido explicada en muchos otros estudios. Así, Wallach y O'Connell (1953) descubrieron que con la proyección bidimensional de bloques sólidos, figuras alargadas, varillas rectas y otros, éstos se veían planos cuando estaban inmóviles y tridimensionales cuando

rotaban. De igual manera que una esfera transparente con puntos en la superficie se ve sólida cuando gira, (Braunstein y Andersen, 1984).

Investigaciones más recientes sobre el efecto de la profundidad cinética suelen servirse, para la información del movimiento, de las computadoras (Sperling, Landy, Doshier y Perkins, 1989). Oyama (1997) en dos diferentes estudios presenta el movimiento aparente como un ejemplo de estabilidad perceptiva., Concepción en línea con las constancias perceptivas y en que se pone en evidencia una tendencia perceptual general para hacer cambios perceptuales tan pequeños como sea posible. Así como en este trabajo se podrá observar un intento de demostrar cómo a partir de un objeto en 2D se puede conseguir una apariencia de perspectiva de movimiento en un objeto 3D, (Castelló y Cladellas, 1997).

La perspectiva de movimiento, componente importante de la teoría de Gibson, se refiere al cambio continuo en la forma en que se ven los objetos mientras el observador se mueve. Así conforme nos acercamos a un punto justo al frente, los objetos de todos los lados parecen alejarse de ese punto. La importancia de la perspectiva del movimiento en la percepción ha sido demostrada experimentalmente (Braunstein y Andersen, 1981). Además existe un método computacional capaz de medir el flujo óptico (Bülthoff, Little y Poggio, 1989).

#### 4.3.6. COMENTARIO FINAL

En el siguiente comentario y continuando con lo adelantado en el anterior párrafo dedicado a la atención, como es la enorme interactividad existente entre el mecanismo atencional y el proceso perceptivo.

El papel de la atención en la percepción de objetos no ha sido destacado por todas las teorías es por ello que considero importante apuntar las aportaciones efectuadas por la teoría de la integración de características de A.Treisman (1987) y

Kimchi, (1992), y según la cual en el reconocimiento de objetos primero se produce un procesamiento simultáneo y automático (previo a la concentración de la atención) de un pequeño número de características extraídas por el sistema visual : color, tamaño, contraste, inclinación, curvatura y extremos de línea, utilizando para ello un procesamiento paralelo por campo visual. Un procesamiento paralelo es aquel que permite que todos los objetivos sean procesados simultáneamente. Cabe advertir la similitud entre esta etapa y el bosquejo original del enfoque computacional. La concentración de la atención actúa en una segunda etapa. El foco de la atención, incluye la identificación de objetos por medio del procesamiento seriado. De esta manera selecciona e integra las características, que en último término, resultaron comparadas (ya integradas en registros de objetos perceptibles) con descripciones almacenadas en el conocimiento del observador que ya contiene los atributos, comportamiento, nombres y significado de los objetos familiares. Es decir, la atención focalizada se describe como el “instrumento” que une las características separadas para dar como resultado un solo objeto.

De la misma manera Hogeboom y Van-Leeuwen, (1997), estudiaron las interacciones existentes entre el perfil de búsqueda visual (serial vs no serial) y tipo de organización perceptual (local vs global). Después de evaluar el tiempo de reacción y la cantidad de errores, estos autores llegaron a la conclusión de que una búsqueda serial iba asociada a una organización local y que una búsqueda en paralelo a una organización global. Demostrando una vez más la interactividad existente entre organización perceptual y búsqueda visual.

## 4.4. MEMORIA

### 4.4.1. INTRODUCCIÓN

Como ya ha sido comentado en el capítulo 2 de este trabajo, después de la segunda guerra mundial se produjo un desarrollo de las nuevas tecnologías de la información que conllevó un incremento por el interés y la preocupación por los procesos mediante los que se codifica, transmite y recibe esa información; muy diferente de lo que había estado ocurriendo hasta este momento, en que las estructuras intermedias existentes entre estímulos y respuestas no tenían ninguna importancia; postura claramente propia del conductismo.

La memoria ya había sido tema de interés en tiempos de una concepción mentalista; si bien con la aparición del procesamiento de la información este interés se ha centrado en las representaciones y la forma en que los sistemas de conocimiento las adquieren, almacenan y recuperan.

Así en la nueva sociedad de la información y la representación, la memoria resurge como una forma de reconstruir o imaginar el mundo más que de registrarlo o reproducirlo, concepción totalmente acorde con las teorías del procesamiento de la información.

De esta forma se desprende que en muchos de los problemas el concepto de memoria sea uno de los aspectos claves a tener presente; y más teniendo en cuenta que con la concepción cada vez más funcional de la memoria, esta se encuentra sumamente interrelacionada con otros aspectos como procesamiento, (aritmética, rotación, imagen mental, etc..)

Un claro ejemplo de ello lo constituye el problema presentado en este trabajo, (la presentación de laberintos en formato 2D para tener que ser solucionados en un formato 3D). La memoria en este tipo de problemas es importante por varias razones:

- 1) Para almacenar la información, (ya sea analítica u holística) captada en dos dimensiones necesaria para poder solucionar los laberintos en 3D.
- 2) Dependiendo de la complejidad de los laberintos, (número de nexos, etc..) o de la estrategia a seguir para intentar la solución de los mismos, se necesitará una mayor o menor cantidad de información almacenada en memoria.
- 3) Directamente relacionada con el procesamiento, para manipular y trabajar con cierta información es necesaria que esta pueda ser fácilmente recuperada de la memoria.

Según la concepción clásica del procesamiento de la información, la mente humana estaría formada por dos sistemas de memoria interconectados, con características y funciones diferentes: una memoria de trabajo (durante mucho tiempo y aún hoy, por muchos autores (ejemplo, Weiskrantz, 1989), denominada memoria a corto plazo, por su carácter transitorio y una memoria a largo plazo. Existiría un tercer sistema de memoria más elemental, de carácter sensorial, cuya función estaría ligada más a la percepción y al reconocimiento de los estímulos, por lo que no se volverá a incidir en ella pues indirectamente ya ha sido tratada en anteriores subcapítulos de este mismo capítulo.

A lo largo de los últimos 40 años el concepto de memoria se ha ido modificando, pasando de una concepción estructural, (de almacenamiento) a una concepción más funcional, (de trabajo). Como punto de partida y desde una concepción clásica destaca el modelo de Atkinson y Shiffrin, el cual estaba formado por un registro sensorial, un almacén a corto plazo que mantendría la información entre 15 ó 20 segundos y un almacén a largo plazo con capacidad prácticamente ilimitada y con una duración permanente. En el almacén a corto plazo si no se retiene la información, por medio de la repetición, esta desaparece por desplazamiento. Dependiendo del número de

repeticiones, del tiempo que permanezca la información en el almacén a corto plazo o del nivel de significación que pueda tener la información almacenada en memoria, ésta podrá ser transferida al almacén a largo plazo.

Una de las alternativas propuestas a los modelos multimacén, fue la presentada por Craik y Lockhart (1972) en su artículo "Levels of processing: a framework for memory research". En él los autores, además de criticar las teorías multimacén, ofrecen como alternativa el marco de los niveles de procesamiento, situando el tipo de codificación como el punto de interés central, fundamentalmente de tipo verbal. El punto clave se sitúa en el nivel de profundidad a que se procesa la información (Aparicio y Zaccagnini, 1980).

Craik y Lockhart (1972) proponen un procesamiento tipo I (repetición de mantenimiento) que tendría unas características similares al repaso o repetición de los modelos multimacén, tal y como hemos tenido ocasión de ver con anterioridad. Este procesamiento tipo I sólo mantiene la información en estado activo, en contraposición, a un procesamiento de tipo II (repetición de elaboración), que implica un análisis más profundo del estímulo.

A pesar de las estadísticas que se generaron en torno al modelo de los niveles de procesamiento, de su interés y de ser un gran propulsor de investigaciones (Algarabel, 1985; Bernia, 1980, 1981; González y Valle, 1984; Aparicio y Zaccagnini, 1980; entre otros) este modelo tampoco ha conseguido resolver de manera satisfactoria el marco explicativo de la memoria. Por un lado han aparecido críticas que van desde el planteamiento de algunas inconsistencias explicativas a la invalidación del modelo (Baddeley, 1978; Eysenck, 1978; Nelson, 1977), y por otro, los propios autores, especialmente Craik, han reformulado en diferentes ocasiones algunos de los aspectos de su teoría principal (Craik y Tulving, 1975; Jacoby y Craik, 1979). Sus explicaciones ya no son únicamente en términos de profundidad, sino que han introducido mecanismos adicionales, (elaboración, distintividad) y han descartado, en cierta manera, la jerarquización de los niveles. A pesar de todo ello, es justo reconocer la trascendencia que ha tenido esta teoría en la aparición de numerosas investigaciones en las que se destaca al sujeto como agente activo delante del material a aprender. "El énfasis en la

flexibilidad y funcionabilidad de la codificación es seguramente una aportación de gran valor” (De Vega, 1984, p.190).

Otra de las alternativas propuestas como intento de solución a las deficiencias presentadas por el modelo multimacén de Atkinson y Shiffrin lo constituye el modelo de working memory o memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974). Baddeley y Hitch intentaron verificar si el almacén a corto plazo del anterior modelo modal de Atkinson y Shiffrin funcionaba realmente como una memoria de trabajo, tal y como habían formulado estos autores en más de una ocasión. Estos autores realizaron diferentes experimentos sobre memoria de trabajo con el paradigma de la tarea dual. Normalmente la tarea empleada solía ser la de recuerdo serial de dígitos.

De lo comentado anteriormente y a modo de resumen se puede desprender que en los años 60 el modelo multimacén de Atkinson y Shiffrin proporcionó un marco teórico que resultó útil para la teoría y la investigación de la memoria. En la década de los 70 destaca la profunda crisis existente en este tipo de modelos con un aumento considerable de interés hacia otras perspectivas teóricas. En esta fase se consideró que la división de la memoria en almacenes era una visión simplista de cómo el sujeto maneja, elabora, transforma y utiliza esa información (Garzón y Seoane, 1982). Incluso los mismos autores de modelos multimacén (Atkinson y Shiffrin, 1971; Shiffrin y Schneider, 1977; Schneider y Shiffrin, 1977) muestran su poco interés hacia las estructuras para dar un mayor énfasis a los procesos de control, es decir, el interés en la naturaleza de los procesos que hacen posible la recuperación de la información en la memoria más que en las estructuras que la componen, es decir son procesos que actúan sobre la memoria, pero no son memoria, o dicho de otra forma, intentan relacionar la memoria con procesos mucho más relacionados con la inteligencia, (dispositivo procesador)

Asimismo señalar que según el “principio de la codificación específica” (Tulving y Thomson, 1973), el éxito de la recuperación estaría supeditado a que el proceso cognitivo empleado en la recuperación sea lo más parecido posible al que se ha empleado en la fase de codificación.

Así y según el principio de Tulving y Thomson, dependiendo del tipo de estrategia empleada para solucionar los laberintos propuestos en este trabajo, aquellas estrategias en que exista una mayor coincidencia entre el formato de codificación y recuperación tendrán un mayor número de probabilidades de éxito para solucionar los laberintos. Teniendo en cuenta que la resolución de los laberintos propuestos en este trabajo se debe realizar con un formato analítico, (términos de derecha, izquierda), la estrategia que para codificar la información también emplee un mismo formato analítico dispondrá de una mayor garantía de éxito.

#### 4.4.2. MEMORIA A CORTO PLAZO Y MEMORIA DE TRABAJO

Como ya ha sido anteriormente apuntado, el concepto de memoria de trabajo está siendo empleado actualmente en sustitución del término de memoria a corto plazo, confundándose los dos términos por muchos autores para referirse a una misma definición.

La concepción de la MCP como memoria operativa surge alrededor de los años 70 a partir de los trabajos de (Baddeley y Hitch ,1974; Hitch, 1978)

La principal diferencia entre ambos es que, mientras que la memoria a corto plazo se concibe como un almacén en que se conserva transitoriamente la información, es decir, como una papelerera o bolsa de basura con una capacidad limitada y que se debe de estar vaciando continuamente para que quepan nuevos elementos; la memoria de trabajo puede considerarse como un proceso funcional de distribución de recursos, es decir, como una mesa de trabajo, en la que debemos disponer de todas las herramientas y materiales necesarios para construir nuestro conocimiento (Gagne, 1985). Así pues en lo que concierne a la memoria de trabajo, vale la pena volver a incidir en que ésta a lo largo de los años, (sobre todo a partir de los trabajos de Craik y Lockhart, 1972; Craik y Tulving, 1975), ha ido pasando de un simple papel de almacenamiento a una



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).