

**MODELIZACIÓN DE PROCESOS  
COGNITIVOS IMPLICADOS EN LA  
SOLUCIÓN DE LABERINTOS: UNA  
PROPUESTA ORIENTADA A LA  
SIMULACIÓN POR ORDENADOR**

Universitat Autònoma de Barcelona  
Servei de Biblioteques



1500459073

**RAMON CLADELLAS PROS**

**1999**

**Ramon CLADELLAS PROS**

**MODELIZACIÓN DE PROCESOS  
COGNITIVOS IMPLICADOS EN LA  
SOLUCIÓN DE LABERINTOS: UNA  
PROPUESTA ORIENTADA A LA  
SIMULACIÓN POR ORDENADOR**

**Tesis Doctoral dirigida por  
los Doctores: Antoni Castelló y Santiago Estaún**

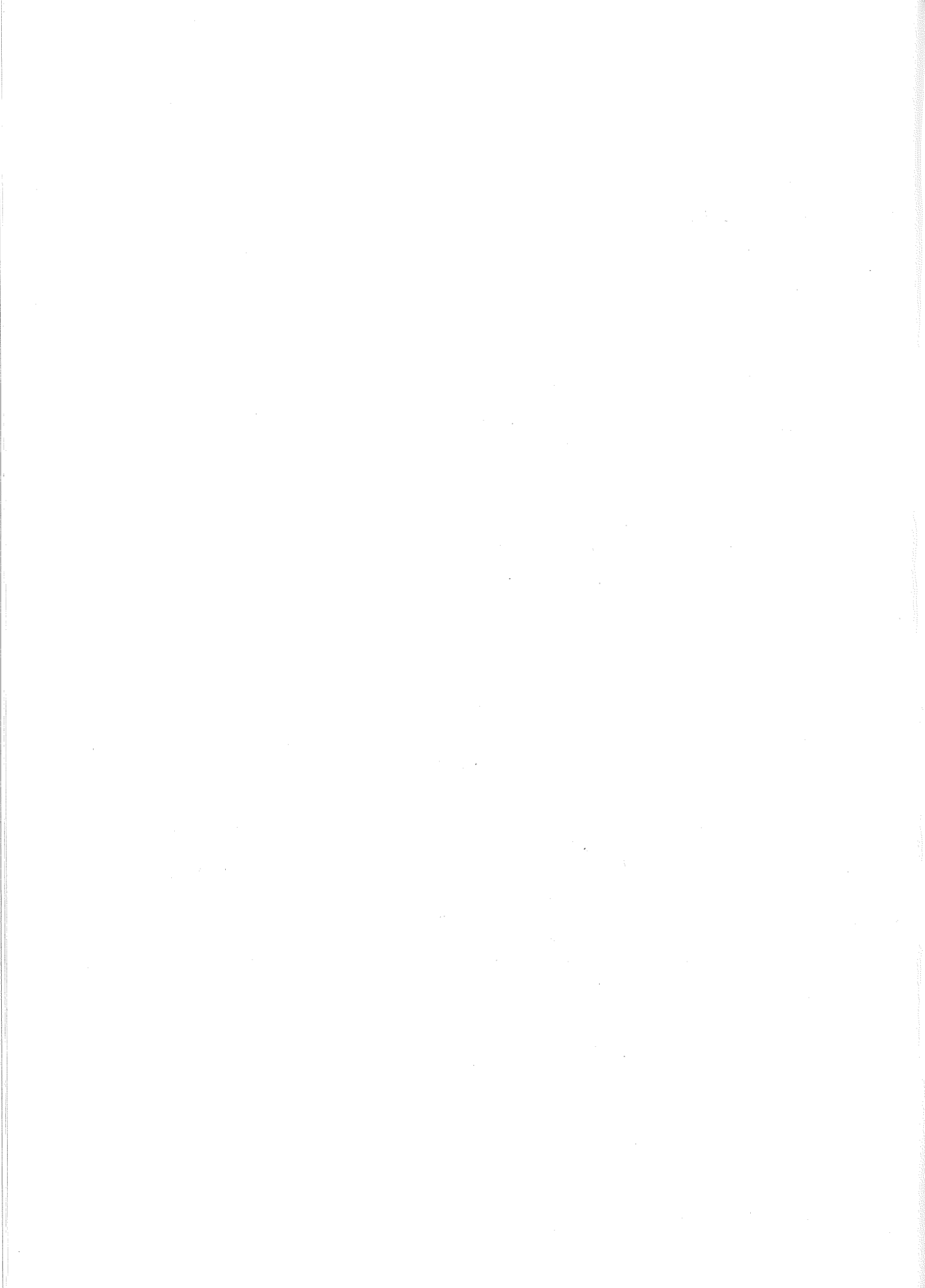
**Departamento de Psicología de la Educación**

**Facultad de Psicología**

**Universidad Autónoma de Barcelona**

**1999**

**A la Rosa Maria,  
pel seu amor i la seva increïble paciència**



## AGRADECIMIENTOS

Cuando se trata de otorgar agradecimientos siempre corres el riesgo de dejarte a alguien, es por ello que de antemano pido disculpas a todo aquel que me pueda olvidar.

Este trabajo ha sido posible gracias a la colaboración de muchas personas.

Quiero resaltar mi especial agradecimiento a los directores de esta tesis, los doctores Antoni Castelló y Santiago Estaún de los que he aprendido, aprendo y espero seguir aprendiendo mucho.

Al Doctor Antoni Castelló por estar siempre a mi disposición para aclarar y resolver cuantas dudas pudiera tener, por los buenos y sabios consejos que siempre me ha proporcionado en todas las reuniones de trabajo que hemos mantenido a lo largo de la realización de este trabajo y por haberme ayudado en la realización del programa de ordenador empleado en la fase empírica de este trabajo

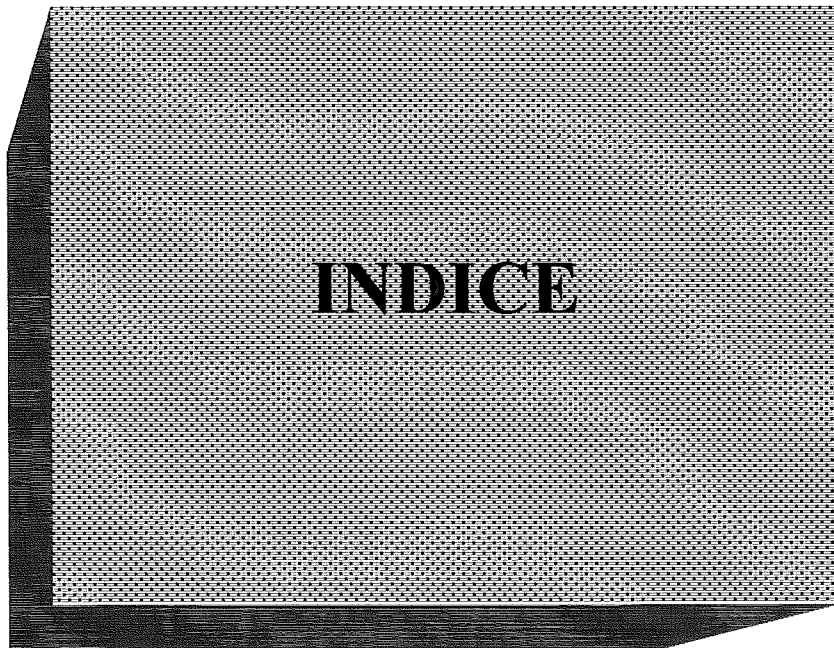
De la misma manera quisiera agradecer la amabilidad y predisposición mostrada por el Doctor Santiago Estaún para resolver cuantas cuestiones le planteara y por sus siempre oportunos y correctos comentarios.

Se merece un apartado especial el soporte de Rosa María por su optimismo y por su apoyo, en especial en aquellos momentos más delicados o difíciles, así como porque me ha prestado tiempo, mucho tiempo, que es el bien más íntimo y preciado. Por todo ello mi más sincera gratitud.

También he de destacar y agradecer la ayuda prestada por Olga Soler y Enric Cladellas por haberme ayudado en la aplicación de alguna de las pruebas en la fase empírica, a Antonio Martín-Avila por asesorarme en cuestiones de informática y a los diferentes compañeros del departamento por su constante aliento y soporte.

Sería totalmente injusto no agradecer el comportamiento totalmente voluntario y desinteresado de los sujetos que actuaron en la fase empírica de este trabajo y que posibilitaron que se pudiera llevar a término buena parte de esta tesis.

Y por último agradecer a mis padres que siempre me han orientado en el buen camino del estudio y trabajo.



<b>INDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>0. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>PARTE TEÓRICA</b> .....	<b>25</b>
<b>1. INFORMÁTICA Y PSICOLOGÍA</b> .....	<b>27</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>29</b>
<b>1.2. DEFINICIÓN DE INFORMÁTICA Y ORDENADOR</b> .....	<b>31</b>
<b>1.3. LA REVOLUCIÓN INFORMÁTICA</b> .....	<b>35</b>
1.3.1. DIGITALIZACIÓN: IMAGEN Y SONIDO .....	<b>36</b>
1.3.2. ANIMACIÓN DE IMÁGENES .....	<b>36</b>
1.3.3. LA COMPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	<b>37</b>
1.3.4. INCORPORACIÓN DE IMAGEN Y SONIDO INTEGRADOS A LA INFORMÁTICA .....	<b>38</b>
1.3.5. MULTIMEDIA .....	<b>40</b>
1.3.6. REALIDAD VIRTUAL .....	<b>41</b>
<b>1.4. INFORMÁTICA Y PSICOLOGÍA</b> .....	<b>42</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO DE LA SIMULACIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>47</b>
<b>2.2. GRANDES PARADIGMAS DE LA PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL</b> ...	<b>48</b>
<b>2.3. PSICOLOGÍA COGNITIVA</b> .....	<b>50</b>
2.3.1. MARCO HISTÓRICO .....	<b>52</b>
2.3.2. SUPUESTOS FUNDAMENTALES DE LA PSICOLOGÍA COGNITIVA	<b>55</b>
2.3.3. TÉCNICAS DE LA PSICOLOGÍA COGNITIVA .....	<b>57</b>

<b>INDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>0. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>PARTE TEÓRICA</b> .....	<b>25</b>
<b>1. INFORMÁTICA Y PSICOLOGÍA</b> .....	<b>27</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>29</b>
<b>1.2. DEFINICIÓN DE INFORMÁTICA Y ORDENADOR</b> .....	<b>31</b>
<b>1.3. LA REVOLUCIÓN INFORMÁTICA</b> .....	<b>35</b>
1.3.1. DIGITALIZACIÓN: IMAGEN Y SONIDO .....	<b>36</b>
1.3.2. ANIMACIÓN DE IMÁGENES .....	<b>36</b>
1.3.3. LA COMPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	<b>37</b>
1.3.4. INCORPORACIÓN DE IMAGEN Y SONIDO INTEGRADOS A LA INFORMÁTICA .....	<b>38</b>
1.3.5. MULTIMEDIA .....	<b>40</b>
1.3.6. REALIDAD VIRTUAL .....	<b>41</b>
<b>1.4. INFORMÁTICA Y PSICOLOGÍA</b> .....	<b>42</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO DE LA SIMULACIÓN</b> .....	<b>45</b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>47</b>
<b>2.2. GRANDES PARADIGMAS DE LA PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL</b> ...	<b>48</b>
<b>2.3. PSICOLOGÍA COGNITIVA</b> .....	<b>50</b>
2.3.1. MARCO HISTÓRICO .....	<b>52</b>
2.3.2. SUPUESTOS FUNDAMENTALES DE LA PSICOLOGÍA COGNITIVA	<b>55</b>
2.3.3. TÉCNICAS DE LA PSICOLOGÍA COGNITIVA .....	<b>57</b>



<b>2.4. CIENCIA COGNITIVA.....</b>	<b>59</b>
2.4.1. MARCO TEÓRICO DE LA CIENCIA COGNITIVA.....	61
2.4.2. METODOLOGÍA.....	62
2.4.3. CARACTERÍSTICAS DE LA CIENCIA COGNITIVA.....	62
2.4.4. PSICOLOGÍA COGNITIVA Y CIENCIA COGNITIVA.....	63
<b>2.5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....</b>	<b>65</b>
<b>2.6. PSICOLOGÍA COGNITIVA, CIENCIA COGNITIVA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....</b>	<b>68</b>
<b>2.7. SIMULACIÓN.....</b>	<b>70</b>
2.7.1. ORIENTACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	70
2.7.2. SIMULACIÓN POR ORDENADOR.....	76
2.7.2.1. SIMULACIÓN Y MODELO DE SIMULACIÓN.....	78
2.7.2.2. ETAPAS EN LA ELABORACIÓN DE UNA SIMULACIÓN .....	79
2.7.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SIMULACIÓN.....	81
2.7.3. EXPERIMENTACIÓN Y SIMULACIÓN.....	84
2.7.4. SIMULACIÓN EN PSICOLOGÍA .....	87
2.7.4.1. SIMULACIÓN DE PROCESOS COGNITIVOS.....	93
<b>3. LABERINTOS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....</b>	<b>95</b>
<b>3.1. LABERINTOS.....</b>	<b>97</b>
<b>3.2. PROBLEMA Y TIPOS DE PROBLEMAS.....</b>	<b>102</b>
3.2.1. INTRODUCCIÓN.....	102
3.2.2. DEFINICIÓN DE PROBLEMA.....	103
3.2.3. MODELOS TEÓRICOS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ...	104

3.2.4. TIPOS DE PROBLEMAS.....	108
3.2.5. MÉTODOS DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	111
3.2.5.1. MÉTODOS DE BÚSQUEDA ALGORÍTMICA.....	112
3.2.5.2. MÉTODO HEURÍSTICO.....	112
3.2.6. EL PROBLEMA DEL LABERINTO Y CLASES DE LABERINTOS.....	120
3.2.6.1. PROCESOS COGNITIVOS EN LA SOLUCIÓN DE UN LABERINTO.....	125
<b>3.3. COMENTARIO FINAL.....</b>	<b>128</b>
<b>4. RECURSOS COGNITIVOS.....</b>	<b>131</b>
<b>4.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>133</b>
<b>4.2. MECANISMOS ATENCIONALES.....</b>	<b>134</b>
4.2.1. INTRODUCCIÓN.....	134
4.2.2. ATENCIÓN Y OTROS PROCESOS.....	136
4.2.3. LA ATENCIÓN COMO ACTIVIDAD COGNITIVA.....	138
4.2.4. FACTORES INFLUYENTES EN LA ATENCIÓN.....	141
4.2.5. TIPOS DE ATENCIÓN.....	145
4.2.5.1. ATENCIÓN SELECTIVA.....	145
4.2.5.2. ATENCIÓN DIVIDIDA.....	154
4.2.5.3. ATENCIÓN SOSTENIDA.....	155
4.2.6. COMENTARIO FINAL.....	156
<b>4.3. PROCESOS PERCEPTIVOS.....</b>	<b>157</b>
4.3.1. PATRONES PERCEPTIVOS.....	157
4.3.1.1. FORMACIÓN DE PATRONES PERCEPTIVOS.....	162

4.3.1.2. <i>FUNCIONAMIENTO DE LOS PATRONES PERCEPTIVOS</i> .....	167
4.3.2. RECONOCIMIENTO A TRAVÉS DE PATRONES PERCEPTIVOS. . .	168
4.3.2.1. <i>COMPARACIÓN DE PLANTILLAS</i> .....	171
4.3.2.2. <i>ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS</i> .....	172
4.3.2.3. <i>LA TEORÍA COMPUTACIONAL</i> .....	176
4.3.3. EL CONTEXTO EN EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES. ....	179
4.3.4. LA ORGANIZACIÓN PERCEPTIVA. ....	181
4.3.5. PERCEPCIÓN DE LA DISTANCIA.....	186
4.3.6. COMENTARIO FINAL.....	187
<b>4.4. MEMORIA</b> .....	<b>189</b>
4.4.1. INTRODUCCIÓN.....	189
4.4.2. MEMORIA A CORTO PLAZO Y MEMORIA DE TRABAJO.....	193
4.4.3. MEMORIA A LARGO PLAZO.....	200
4.4.4. COMENTARIO FINAL.....	203
<b>4.5. PROCESAMIENTO REPRESENTACIONAL</b> .....	<b>205</b>
4.5.1. INTRODUCCIÓN.....	205
4.5.2. REPRESENTACIONES PROPOSICIONALES.....	207
4.5.3. REPRESENTACIONES ANALÓGICAS.....	210
4.5.4. MAPAS COGNITIVOS.....	222
4.5.5. POSICIONES ANTIREPRESENTACIONALES.....	228
4.5.6. COMENTARIO FINAL.....	229
<b>5. MODELIZACIÓN GENERAL DE LAS ESTRATEGIAS FIGURATIVA Y ANALÍTICA EN LABERINTOS</b> .....	<b>233</b>

<b>5.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>235</b>
<b>5.2. REPRESENTACIÓN FIGURATIVA.....</b>	<b>235</b>
5.2.1. PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	236
5.2.2. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATAEGIA FIGURATIVA.....	237
<b>5.3. REPRESENTACIÓN ANALÍTICA.....</b>	<b>238</b>
5.3.1. PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	238
5.3.2. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA ANALÍTICA.....	240
<b>PARTE EMPÍRICA.....</b>	<b>241</b>
<b>6. OBJETIVO PRINCIPAL Y DELIMITACIÓN DE LA TAREA.....</b>	<b>243</b>
6.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	245
6.2. DELIMITACIÓN DE LA TAREA.....	245
<b>7. FASE PRE-EXPERIMENTAL O ESTUDIO PILOTO.....</b>	<b>261</b>
7.1. OBJETIVOS.....	263
7.2. MÉTODO.....	263
7.2.1. SUJETOS.....	263
7.2.2. MATERIAL E INSTRUMENTOS.....	264
7.2.2.1. MATERIAL INFORMÁTICO.....	264
7.2.2.2. MATERIAL NO INFORMÁTICO.....	265
7.2.3. PROCEDIMIENTO.....	267

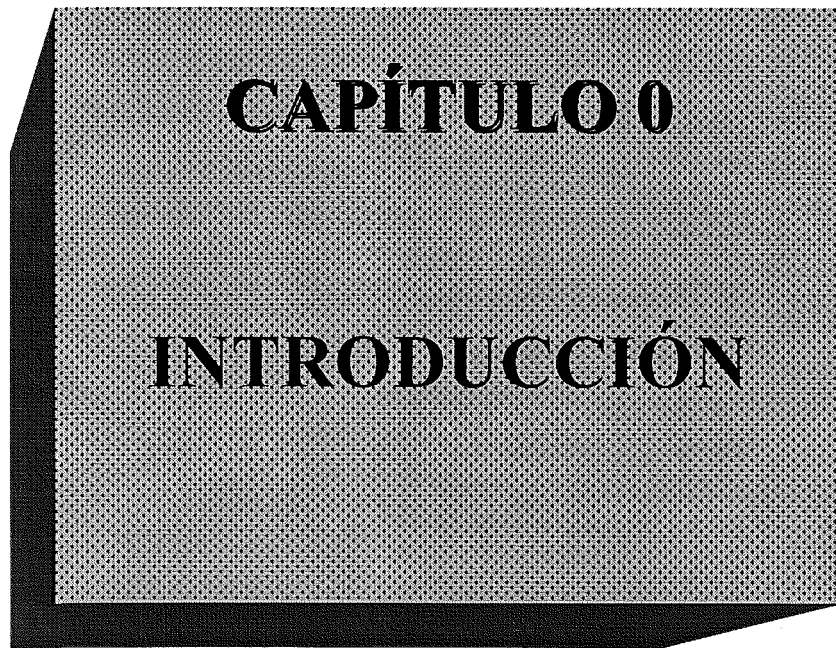
7.3. COMENTARIO DE LOS RESULTADOS .....	269
<b>8. FASE EMPÍRICA 1 .....</b>	<b>271</b>
8.1. OBJETIVOS .....	273
8.2. MÉTODO .....	273
8.2.1. SUJETOS .....	273
8.2.2. MATERIAL E INSTRUMENTOS .....	275
8.2.2.1. MATERIAL INFORMÁTICO .....	275
8.2.2.2. MATERIAL NO INFORMÁTICO .....	276
8.2.3. PROCEDIMIENTO .....	276
8.3. COMENTARIO DE LOS RESULTADOS .....	279
8.3.1. FASE DE ENTRENAMIENTO .....	283
<b>9. MODELIZACIÓN ESPECÍFICA DE LAS ESTRATEGIAS ANALÍTICA SIMPLIFICADA, FIGURATIVA PURA, ANALÍTICA PURA Y FIGURATIVA-ANALÍTICA .....</b>	<b>287</b>
9.1. INTRODUCCIÓN .....	289
9.2. MODELO ESPECÍFICO PARA LA ESTRATEGIA ANALÍTICA SIMPLIFICADA .....	290
9.2.1. FASE DE PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	290
9.2.2. FASE DE SOLUCIÓN DEL LABERINTO EN FORMATO 3D .....	295
9.2.3. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA ANALÍTICA SIMPLIFICADA .....	299
9.3. MODELO ESPECÍFICO PARA LA ESTRATEGIA FIGURATIVA PURA .....	304
9.3.1. FASE DE PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	304

9.3.2. FASE DE SOLUCIÓN DEL LABERINTO EN FORMATO 3D.....	307
9.3.3. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA FIGURATIVA PURA.....	309
<b>9.4. MODELO ESPECÍFICO PARA LA ESTRATEGIA ANALÍTICA PURA .</b>	<b>312</b>
9.4.1. FASE DE PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	312
9.4.2. FASE DE SOLUCIÓN DEL LABERINTO EN FORMATO 3D.....	320
9.4.3. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA ANALÍTICA PURA.....	325
<b>9.5. MODELO ESPECÍFICO PARA LA ESTRATEGIA FIGURATIVA- ANALÍTICA .....</b>	<b>331</b>
9.5.1. FASE DE PREPARACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	331
9.5.2. FASE DE SOLUCIÓN DEL LABERINTO EN FORMATO 3D.....	336
9.5.3. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS COGNITIVOS EMPLEADOS EN LA ESTRATEGIA FIGURATIVA-ANALÍTICA.....	340
<b>9.6. ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS .....</b>	<b>346</b>
 <b>10. FASE EMPÍRICA 2 .....</b>	 <b>349</b>
<b>10.1. EXPECTATIVAS U OBJETIVOS.....</b>	<b>351</b>
<b>10.2. MÉTODO.....</b>	<b>356</b>
10.2.1. SUJETOS.....	356
10.2.2. MATERIAL E INSTRUMENTOS.....	357
10.2.2.1. MATERIAL INFORMÁTICO.....	357
10.2.2.2. MATERIAL NO INFORMÁTICO.....	358
10.2.2.3. LABERINTOS.....	358
10.2.3. DISEÑO Y VARIABLES.....	361
10.2.3.1. PROCEDIMIENTO.....	361

10.2.3.1.1. FASE DE ENTRENAMIENTO .....	365
10.2.3.2. VARIABLES .....	370
10.2.3.2.1. VARIABLES CONTROLADAS .....	370
10.2.3.2.2. EXPECTATIVAS DE RESPUESTA Y VARIABLES RELACIONADAS .....	371
<b>10.3. RESULTADOS .....</b>	<b>384</b>
<b>11. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>419</b>
<b>11.1. DISCUSIÓN .....</b>	<b>421</b>
<b>11.2. CONCLUSIONES .....</b>	<b>428</b>
11.2.1. COMENTARIOS FINALES .....	428
11.2.2. APORTACIONES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS .....	429
11.2.3. PROPUESTA DE SIMULACIÓN .....	431
11.2.3.1. ESTRATEGIA ANALÍTICA SIMPLIFICADA .....	433
11.2.3.2. ESTRATEGIA FIGURATIVA PURA .....	437
11.2.3.3. ESTRATEGIA ANALÍTICA PURA .....	439
11.2.3.4. ESTRATEGIA FIGURATIVA-ANALÍTICA .....	446
11.2.3.5. EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN .....	449
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>453</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>505</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>507</b>

**ANEXO B..... 509**  
**ANEXO C.....511**  
**ANEXO D.....517**





**CAPÍTULO 0**  
**INTRODUCCIÓN**

Los laberintos han sido abordados o tratados en numerosos estudios y experimentos dentro del ámbito de la Psicología. Han sido empleados sobre todo bajo el paradigma de la Psicología Conductista en experimentos con animales, fundamentalmente con ratas, o bien desde el ámbito social o clínico, (ejemplo los laberintos que forman parte del test que lleva el nombre de su autor, Porteus), para ahondar o profundizar en cuestiones relacionadas con conductas socialmente inadaptativas. El siguiente trabajo gira alrededor de unos laberintos, si bien se tratan de unos laberintos claramente innovadores en el ámbito de la Psicología y muy diferentes a los empleados hasta el presente.

A puertas del siglo XXI, cada vez se pone más de manifiesto o de relieve como la vida misma constituye una auténtica situación laberíntica en que cada vez se hace más necesario el conocimiento de ciertas herramientas o mecanismos que nos ayuden a movernos y consecuentemente adaptarnos al entorno social en que vivimos, tomando como ejemplos lo que nos sucede en cualquier ciudad o centro comercial en que para movernos o desplazarnos de un punto a otro debes pasar por más o menos verdaderas situaciones laberínticas, o bien lo que está sucediendo con el actual fenómeno de Internet, ejemplo muy claro de un auténtico laberinto.

Únicamente teniendo en cuenta el título de esta tesis, el lector ya puede obtener una mínima idea de que a lo largo de este trabajo intervendrán muchos elementos o aspectos distintos que por sí sólo ya le confieren un carácter marcadamente *multidisciplinar*, con la consecuente dificultad que ello entraña.

El primer paso a realizar en esta tesis era encontrar un problema de los considerados bien definidos, es decir con una entrada, salida y un conjunto de operadores que nos permitieran pasar de un estado a otro, para posteriormente averiguar posibles estrategias de solución que en consecuencia nos ayudaran a comprobar las diferencias existentes entre los procesos cognitivos, (atención, percepción, memoria, representación, etc..) empleados por los humanos utilizando una u otra estrategia. Para finalmente definir unos modelos de actuación para cada una de las estrategias que pudieran llegar a ser simulados por ordenador.

Después de barajar distintos problemas, al final nos decantamos por el problema del laberinto por varias razones:

- a) Por tratarse de un problema bien definido
- b) Por tratarse de un problema fácilmente extrapolable a la vida real
- c) Por tratarse de un problema que puede ser abordado, a través del ordenador en dos diferentes formatos: 2 y 3 dimensiones
- d) Por tratarse de un problema que nos permite estudiar de forma conjunta la actuación de diferentes procesos cognitivos complejos
- e) Y por último y como dato anecdótico, por tratarse de un problema empleado durante mucho tiempo en Psicología, pero no desde el mismo punto de vista ni con el mismo propósito que en este trabajo.

Empleando los laberintos, el motivo principal de esta tesis ha sido averiguar cuales pueden ser las diferentes vías o estrategias de solución de los mismos, así como observar como el empleo de una u otra estrategia puede simplificar considerablemente un mismo problema, pasando todo ello por el empleo de diferentes recursos cognitivos que incidan en un menor coste mental. Ello dentro del marco de la *flexibilidad cognitiva* que tenemos los humanos en la realización de la mayoría de las tareas. En muchas ocasiones el resolver o no un problema depende más de una correcta elección de los diferentes recursos cognitivos de que disponemos que del grado de dificultad del mismo problema.

Las diferentes estrategias para la resolución de un problema, aunque la mayoría de los sujetos adopten o prefieran unas determinadas estrategias coincidentes con las diferentes maneras que tenemos los humanos de representarnos la información (analítica o proposicional y holística o figurativa), pueden ser fácilmente sustituidas por otras estrategias que pueden ser obtenidas por la combinación de las anteriores, siendo necesario únicamente para ello un pequeño entrenamiento en el empleo de unos determinados recursos cognitivos.

En concreto para este trabajo se han empleado 4 diferentes estrategias. Quizás se podría haber empleado alguna más, aunque ello no ha sido considerado necesario, ya que no disponíamos de plenas garantías de obtener más información de la que tenemos.

El estudio de la mente humana ha sido un tema que ha fascinado a lo largo de muchos años, pues ya los filósofos antes de que la Psicología fuera considerada como una ciencia ya se preocupaban o pretendían estudiar el tema. A lo largo de este siglo ha continuado siendo objeto de estudio, fundamentalmente durante la prevalencia de los paradigmas introspeccionista y paradigma cognitivista o del procesamiento de la información, en el que ha sido cuando se ha convertido en cuestión relevante y prioritaria de estudio, y disponiendo este último a diferencia del primero de la metodología necesaria para poder investigar sobre los procesos cognitivos subyacentes a la resolución de cualquier problema.

Para que a mediados de siglo ello fuera posible ha sido necesaria la interacción de diferentes aportaciones presentadas por varias ciencias, (Psicología, Informática, Filosofía, Lingüística, Antropología, etc.) naciendo un nuevo campo de investigación de carácter *interdisciplinario* que se ha llamado Ciencia Cognitiva. Todas las ciencias que conforman la Ciencia Cognitiva comparten un mismo objeto de estudio: el sistema cognitivo. Cabe comentar como con el transcurso del tiempo, la palabra mente, ha ido pasando de una concepción más mentalista con clara referencia a la distinción entre ánima y mente a un tratamiento de la misma desde un punto de vista más cognitivo, (donde tienen lugar el estudio de los diferentes procesos cognitivos)

Dos de las ciencias anteriormente comentadas, (la Psicología y la Informática: Inteligencia Artificial) conforman la base sobre la que se sustenta el presente trabajo, compartiendo ambas una de las metodologías, (la Simulación por ordenador), inexistente a principios de siglo cuando todavía no disponíamos de los ordenadores. Dentro de este contexto el ordenador se ha constituido en la herramienta que más ha facilitado que puedan ser estudiados diferentes temas relacionados con la manera en que trabaja la mente ante la resolución de determinados problemas.

De esta manera cabe considerarse como clave la invención del ordenador para que la gente pensara de una forma nueva sobre la mente y pudiera hablarse de una ciencia de la mente.

En realidad, la analogía entre la mente humana y los sistemas artificiales de cómputo, (los ordenadores) fue ya propuesta antes de que se inventaran los ordenadores. El matemático Turing (1937) describió una máquina con la que pretendía demostrar como ésta podía simular cualquier cómputo, incluidos los comportamientos inteligentes humanos, hasta el punto de poder llegar a engañar a un observador en sus respuestas. La mente y el ordenador son sistemas de procesamiento de información: ambos codifican, almacenan y operan con símbolos y representaciones internas. Esta similitud entre los ordenadores y la mente humana ha sido explotada en dos direcciones. Los teóricos de la informática, fundamentalmente los teóricos de la Inteligencia Artificial tratan de trasladar sus ideas sobre el funcionamiento mental al campo del ordenador; mientras que los psicólogos cognitivos toman como modelo el ordenador para plantear hipótesis y teorías psicológicas.

Y es en este último punto donde radica el principal interés de este trabajo: la *modelización de diferentes procesos cognitivos en la resolución de laberintos* para que en un futuro pueda ser posible la realización de un programa de simulación por ordenador, que nos permita contrastar los resultados empíricos obtenidos con humanos en la resolución o representación de unos determinados laberintos en un formato tridimensional..

Así en este trabajo se presentan las diferentes modelizaciones correspondientes a cada una de las estrategias empleadas por los humanos a un muy bajo nivel, para que la simulación como tal pueda llegar a ser una realidad con un mínimo esfuerzo, ya sea por parte de un equipo de informáticos, (con ello no pretendo ni mucho menos restar méritos a los informáticos), de los mismos autores del material empleado para la fase empírica de esta tesis, (aunque sí que ello sería mucho más costoso), o bien a través de la actuación conjunta de psicólogos e informáticos. De todas formas todo ello formará parte de posteriores investigaciones.

A continuación se procederá a analizar de forma resumida cada una de las diferentes partes sobre las que se sustenta dicha tesis, pero no sin antes declarar que se trata de una tesis no muy habitual en la que no ha sido imprescindible efectuar una exhaustiva revisión teórica de un tema muy específico ni se ha centrado en la revisión de un experimento concreto. En cualquier caso, los aspectos teóricos y empíricos aportados en este trabajo son lo bastante importantes como para justificar, por sí solos, la realización de un trabajo como el presentado.

El presente trabajo ha sido dividido en dos partes claramente diferenciadas: una parte teórica y una parte empírica.

## **PARTE TEÓRICA**

Esta parte está compuesta por cinco capítulos en que se parte de una concepción holística o general para cada vez tratar aquellos aspectos más específicos, es decir sería como una especie de embudo. Se ha considerado que ésta era la forma más correcta para poder entender una tesis en que se abordan multitud de temas y conceptos variados.

Se parte de una concepción tan genérica que, para aquellos lectores mínimamente familiarizados en temas o cuestiones de informática, pueden empezar la lectura por el segundo capítulo.

Resulta obvio comentar que se ha decidido introducir este primer capítulo para que todas aquellas personas con escasos o nulos conocimientos de informática puedan tener una visión amplia y general de cómo pueden estar interactuando dos de las ciencias sobre las que se sustenta este trabajo, así como conocer cuales han sido los avances de la Informática desde que aparecieron los primeros ordenadores hasta la actualidad. (definición muy ambiciosa teniendo en cuenta la enorme rapidez con que se van produciendo los diferentes avances en el campo de la Informática).

El segundo capítulo del presente trabajo estaría compuesto por todos aquellos aspectos relacionados con la Simulación por ordenadores, es decir su marco teórico. Así en un primer momento se abordan los diferentes paradigmas habidos en Psicología

desde que esta fuera considerada como una ciencia, (Introspeccionismo, Conductismo y Psicología Cognitiva), para centrarnos seguidamente en el tercer gran paradigma: procesamiento de la información o paradigma cognitivista, pues ha sido en éste donde el estudio de la mente se ha constituido como objeto prioritario y durante el cual ya se disponían de las herramientas o metodología apropiada para ello: la propia simulación por ordenadores.

A continuación se tratan las ciencias denominadas como Ciencia cognitiva e Inteligencia Artificial, así como la interacción existente entre las tres, para finalmente tratar y profundizar en diferentes aspectos relacionados con la propia Simulación por ordenadores, haciendo especial hincapié en que el objetivo prioritario de la Simulación por ordenador a diferencia de la propia Inteligencia Artificial consiste en la reproducción fidedigna de los procesos cognitivos durante la resolución de problemas, es decir que la máquina tenga el mismo comportamiento y siga los mismos procesos internos que los seres humanos en la resolución de diferentes tareas.

El tercer capítulo empieza por un tratamiento a modo de introducción de los laberintos. Que se entiende por laberinto, así como diferentes referencias existentes sobre los mismos. A continuación se procede a definir que se entiende por problema, diferentes tipos de problemas y tipos de estrategias de solución, (fundamentalmente desde la perspectiva de la Inteligencia Artificial), para poco a poco tratar de forma particular el problema del laberinto. El capítulo termina con una breve exposición y de forma muy genérica de los diferentes recursos cognitivos que intervienen en la resolución de laberintos.

Con el cuarto capítulo se tratan de forma mucho más profunda, la forma de actuación de diferentes aspectos de los recursos cognitivos, (atención, percepción, memoria y representación), que intervienen en la representación o solución del problema planteado para este trabajo. En concreto en este capítulo se incluyen únicamente aquellos aspectos directamente relacionados con la forma de solución de los diferentes laberintos, sin pretender bajar al mínimo detalle por dos razones fundamentales:

- 1) Por tratarse de procesos suficientemente complejos que para su estudio no es necesario tener que bajar al mínimo detalle, y
- 2) Como consecuencia de lo anterior, por considerar que un tratamiento profundo de cada uno de los recursos tratados podría por sí solo ser objeto de estudio de diferentes tesis.

Aún así pienso que no está mal el nivel de profundidad alcanzado en muchos de los aspectos tratados en este capítulo, totalmente inevitable para poder entender como funcionamos mentalmente los humanos cuando resolvemos unos laberintos como los propuestos en este trabajo.

En un principio se destaca la atención como un mecanismo funcional, a diferencia de los otros tres recursos cognitivos que sí son tratados como procesos, por considerar que la atención es la encargada de poner en marcha una serie de procesos u operaciones. Así la atención actuaría como un mecanismo “vertical” que activaría o inhibiría los demás procesos considerados como “horizontales”.

Aunque son tratados diferentes tipos de atención, es la atención selectiva por estar directamente relacionada y vinculada con el propósito de este trabajo, la que más ha sido tratada.

En el apartado referente a percepción destaca el tratamiento efectuado sobre los patrones perceptivos, en especial sobre patrones perceptivos de letras del abecedario y del contraste entre fondo y figura.

Referente al proceso de la memoria se enfatiza la diferencia existente entre memoria a corto plazo y memoria de trabajo, de un carácter mucho más estructural la primera y funcional la segunda. Además de tratar todos aquellos procesos subyacentes a los diferentes tipos de memoria contemplados, (memoria a corto plazo, memoria de trabajo y memoria a largo plazo), como pueden ser: efecto de primacía y recencia, niveles de procesamiento, etc..

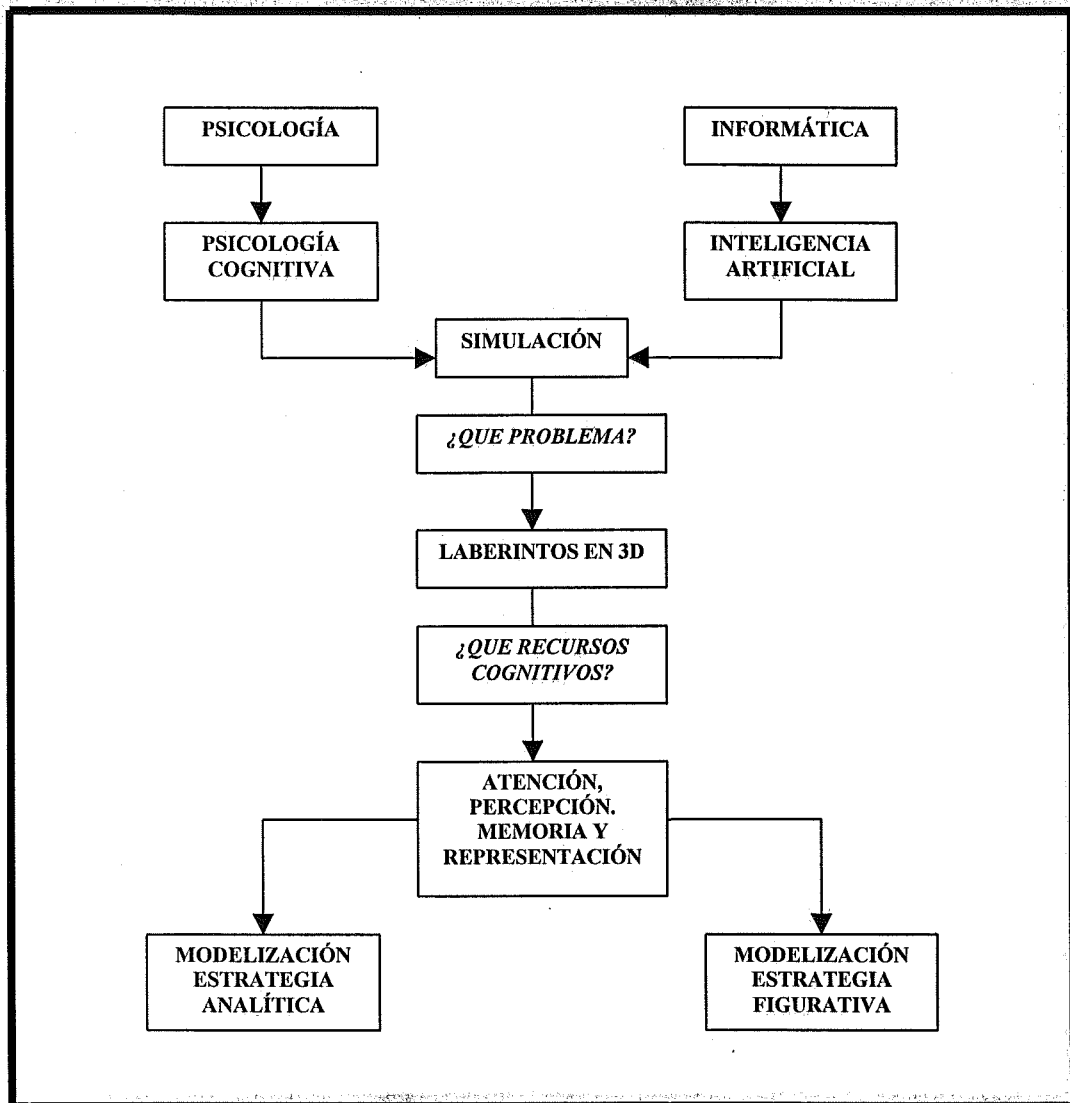


Y como parte final de este capítulo se abarcan los dos tipos de representación mental correspondientes al formalismo clásico o simbólico: las representaciones proposicionales o analíticas defendidas entre otros por Pylyshyn y Anderson y las representaciones analógicas o figurativas defendidas por Kosslyn.

En este mismo apartado también son analizados los mapas cognitivos en comparación con las imágenes mentales, así como aquellos procesos directamente relacionados con éstas como pueden ser: rotación mental de figuras, etc..

Finalmente, como quinto y último capítulo se ejemplifica una primera modelización general de los dos tipos de representaciones comentadas en el anterior capítulo 4.

En resumen y para un mejor entendimiento de lo enunciado al principio de la introducción de esta parte teórica, véase el esquema presentado en la siguiente página.



Esquematización de la parte teórica

## PARTE EMPÍRICA

El segundo gran bloque de esta tesis lo conforma la parte empírica.

En un primer capítulo se presenta el objetivo principal de esta tesis y el tipo de tarea a realizar por los sujetos.

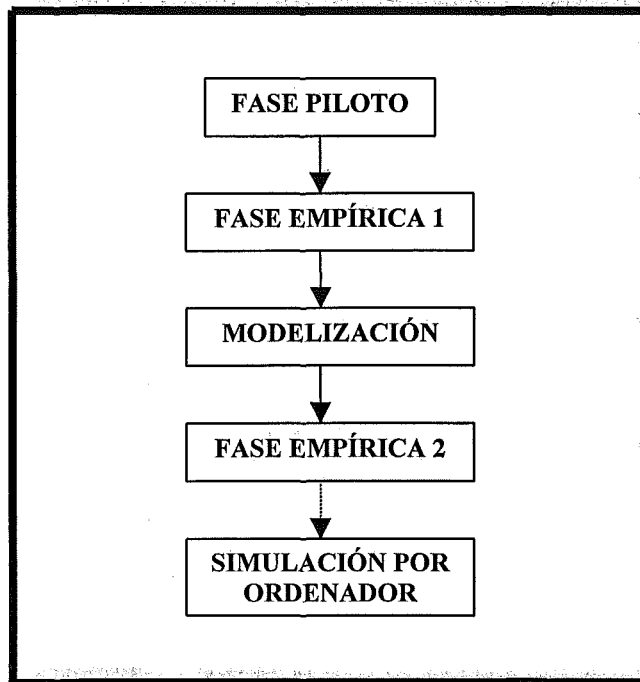
Con este trabajo se pretende averiguar las diferentes representaciones que se formulan los humanos cuando se enfrentan con un tipo de problema, como puede ser la resolución de unos laberintos en un formato 3D por ordenador, entendiéndose por resolución, tanto la solución del mismo, es decir, llegar al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

Y lo que es más importante, verificar o demostrar, tal y como ya ha sido expuesto al principio de esta introducción, como ante un mismo problema existen diferentes maneras o estrategias para afrontarlo y resolverlo.

El objetivo principal de esta tesis sería la modelización de algunos de los procesos cognitivos que emplean los humanos en la solución de un laberinto, a partir del empleo de unas determinadas estrategias, con el fin de poder desarrollar un programa de simulación por ordenador. Para ello, los sujetos deben enfrentarse a un tipo de problema muy específico como es la representación espacial o resolución de unos determinados laberintos en un formato tridimensional.

En la segunda parte de este capítulo se explica en que consiste la tarea que deberán efectuar los sujetos, tratándose de forma minuciosa las diferentes partes que conforman los laberintos y la equivalencia de cada una de estas partes en los dos diferentes formatos de representación: 2 y 3 dimensiones.

El resto de la parte empírica ha sido desarrollada con el consiguiente orden, tal y como queda plasmado en el siguiente esquema:



Esquematación de la parte empírica

Un primer estudio piloto con el objetivo de poner a prueba el software desarrollado para la fase empírica de este trabajo y conocer cuales son los tipos de representación mental que emplean los humanos para resolver unos laberintos en tres dimensiones.

Una primera fase empírica con el objetivo de averiguar que clase o tipo de estrategias, de forma espontánea, emplean los humanos cuando se enfrentan con el problema de un laberinto en formato 3D después de haberlo estado visionando en un formato 2D.

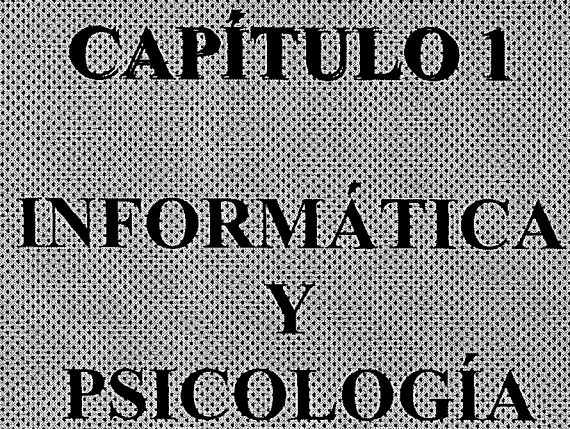
La consiguiente modelización, (a un muy bajo nivel), propuesta para cada una de las cuatro estrategias resultantes del estudio empírico 1.

Un segundo estudio empírico para averiguar si se cumplen los diferentes pasos propuestos para cada una de las estrategias en humanos y de esta manera en una futura investigación pueda ser completado el programa de simulación por ordenador con el objetivo de ver si existen o no discrepancias entre el funcionamiento humano y el

funcionamiento de los ordenadores ante un mismo problema, y consecuentemente conocer un poco más el entrañado mundo cognitivo en la resolución de problemas análogos a los planteados en este trabajo.

P  
A  
R  
T  
E  
  
T  
E  
Ó  
R  
I  
C  
A





**CAPÍTULO 1**  
**INFORMÁTICA**  
**Y**  
**PSICOLOGÍA**



- 1.1. Introducción
- 1.2. Definición de Informática y ordenador
- 1.3. La revolución informática
  - 1.3.1. Digitalización: imagen y sonido
  - 1.3.2. Animación de imágenes
  - 1.3.3. La compresión de la información
  - 1.3.4. Incorporación de imagen y sonido integrados a la informática
  - 1.3.5. Multimedia
  - 1.3.6. Realidad virtual
- 1.4. Informática y Psicología

## **PARTE TEÓRICA**

### **1. INFORMÁTICA Y PSICOLOGÍA**

**1.1. Introducción**

**1.2. Definición de Informática y de ordenador**

**1.3. La Revolución informática**

**1.4. Informática y Psicología**

### **2. MARCO TEÓRICO DE LA SIMULACIÓN**

**2.1. Introducción**

**2.2. Grandes paradigmas de la Psicología experimental**

**2.3. Psicología Cognitiva**

**2.4. Ciencia Cognitiva**

**2.5. Inteligencia Artificial**

**2.6. Psicología Cognitiva, Ciencia Cognitiva e Inteligencia Artificial**

**2.7. Simulación**

### **3. LABERINTOS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**3.1. Laberintos**

**3.2. Problema y tipos de problemas**

**3.3. Comentario final**

### **4. RECURSOS COGNITIVOS**

**4.1. Introducción**

**4.2. Mecanismos atencionales**

**4.3. Procesos perceptivos**

**4.4. Memoria**

**4.5. Procesamiento representacional**

### **5. MODELIZACIÓN GENERAL DE LAS ESTRATEGIAS FIGURATIVA Y ANALÍTICA EN LABERINTOS**

**5.1. Introducción**

**5.2. Representación figurativa**

**5.3. Representación analítica**

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Esta tesis si bien va dirigida a Psicólogos, se encuentra enmarcada como se podrá observar a lo largo de este trabajo, dentro de la ciencia de los ordenadores. Es por ello que considero necesario incluir un capítulo introductorio propio de informática.

En este capítulo intentaré ofrecer una visión general de algunos conceptos que irán apareciendo a lo largo de este trabajo, así como algunos de los avances acaecidos en informática, sin pretender enumerarlos todos, pues el capítulo sería interminable; también intentaré exponer algunas de las relaciones existentes entre los dos campos (Informática y Psicología) sobre los que se sustenta este trabajo.

La informática es una de las ciencias que más ha colaborado a configurar la Psicología que hoy conocemos (Algarabel y Sanmartín, 1990). No sólo porque el ordenador es ya casi imprescindible para realizar las búsquedas bibliográficas, (como yo mismo he tenido la oportunidad de experimentar a lo largo de este trabajo), para diseñar, realizar y controlar un experimento, para almacenar, depurar y analizar los datos, sino también porque cada vez más se está abriendo camino como herramienta interactiva para la enseñanza (Norton, 1995; Ureña y Cols, 1997), aplicación de tests y elaboración de diagnósticos (López y Cols., 1990)

Además, la informática trata algo que es propio a una de las formas con las que el ser humano se relaciona con su entorno: el procesamiento de la información que recibe de éste. Esta coincidencia temática ha servido para que muchas de las concepciones teóricas sobre el funcionamiento de algunos procesos psicológicos empleen elementos informáticos en forma de analogía. Además, el hombre ha tenido la primera oportunidad de experimentar manipulando los elementos internos de la “caja negra” que procesa la información, con un aparato distinto de sí mismo: el ordenador. Evidentemente, experimentar con un modelo que intenta imitar alguna de las características del hombre no es en absoluto concluyente, tal como tendremos ocasión de ver a lo largo de este trabajo, pero sí que pone en manos del investigador unas

posibilidades de manipulación que son irrealizables con sujetos y que pueden aportar nuevas pistas para la comprensión de los complejos procesos psicológicos. Hay que recordar que el hombre no llegó a profundizar, por poner un ejemplo, en los secretos del vuelo por la simple observación de las aves. Tuvo que realizar modelos artificiales, con alas rígidas y sin plumas, para poder experimentar, manipulando y aislando los componentes más elementales de tan complicado proceso (Algarabel y Sanmartín, 1990).

Por otro lado, el rigor y formalismo de la ciencia ha tenido tradicionalmente su más elevado exponente en el establecimiento de las relaciones funcionales de forma matemática (Sanmartín, 1986). Probablemente la Física sea el más claro ejemplo de una ciencia que debe gran parte de su éxito a la formalización de modelos matemáticos. Algunos de los éxitos de la Psicología también se orientan en esta dirección, pero muchos de sus complejos temas parecen escapar, al menos hoy por hoy, a este tipo de formalización. Ello ha motivado que en ocasiones se utilicen los propios lenguajes de programación como formalización de modelos psicológicos, utilizando las técnicas de simulación para derivar predicciones contrastables empíricamente, de forma similar a como se derivan predicciones por deducción matemática. Aunque esta alternativa no ha ofrecido tampoco resultados demasiado concluyentes, sí que ha propiciado el desarrollo de procedimientos en los que se combinan ambos tipos de formalización y de derivación. Los modelos de redes neuronales que están surgiendo en los últimos años combinan de forma bastante prometedora la formulación matemática de sus supuestos fundamentales con técnicas de simulación con ordenador para la puesta en funcionamiento del modelo y derivación de predicciones. Quizás con ello, como no se había hecho hasta ahora, se combinan diferentes conceptos procedentes de la Fisiología (estructuras neuronales), con problemas informáticos (el procesamiento en paralelo a partir de redes de procesadores) con el fin de intentar dar explicación a grandes problemas que, además de los fisiológicos e informáticos, son fundamentalmente psicológicos como: la percepción, la memoria, el aprendizaje (Algarabel y Sanmartín, 1990).

Es en este marco donde es necesario que el psicólogo disponga de una buena preparación informática, ya sea como investigador o como profesional, de forma más

amplia y consistente, si cabe, que la de otros investigadores y profesionales tradicionalmente familiarizados con la informática, como los propios físicos o ingenieros.

## 1.2. DEFINICIÓN DE INFORMÁTICA Y ORDENADOR

De la misma manera que no considero necesario definir lo que es la Psicología en el marco de una tesis encaminada a psicólogos, pues en todo caso diferentes aspectos de la misma serán tratados en próximos capítulos de este trabajo, concretamente todo aquello concerniente a la Psicología Cognitiva, sí que puede ser de obligatoria necesidad detenerse brevemente en los conceptos de “informática” y “ordenador”.

El término Informática aparece en Francia en 1962 como síntesis de las primeras sílabas de la palabra información y las últimas de automática, y como traducción de la expresión inglesa “data processing”. Normalmente se entiende por Informática el conjunto de conocimientos, científicos y técnicos, que se ocupan del tratamiento de la información por medios automáticos, principalmente mediante equipos electrónicos de procesos de datos (Pardo, 1984; Alcalde y García, 1994; Urefía y Col., 1997).

Existen muchas definiciones de ordenador. Una de estas sería la de que son instrumentos que posibilitan la integración de sistemas simbólicos y de interacción (Sarramona, 1991). Otra posible definición es la de que el ordenador es una máquina que elabora información, es decir, que recibe información, la almacena, la transforma y la presenta de nuevo en un formato diferente a través de la manipulación de símbolos (Delval, 1986; Martí, 1992). Si bien las definiciones de ordenador son múltiples, todas ellas presentan como característica más destacada la realización de muchas operaciones simples en poco tiempo para que sea posible la ejecución de operaciones complejas, además de poder manejar grandes cantidades de información de forma rápida y sin errores. Esta información puede ser de varios tipos y su naturaleza no tiene que estar prefijada de antemano.

Un ordenador es una máquina que puede servir para muchas diferentes cosas, pero que hemos de preparar, o programar, para que haga aquello que nosotros queramos (Ureña y Col.,1997). Así, se distinguen cuatro grandes elementos que conforman un sistema informático:

1. La base física o hardware
2. Las instrucciones, órdenes, programas que se denominan software
3. Personal informático
4. El firmware, conjunto de instrucciones que las computadoras llevan prefabricadas de fábrica en su propia circuitería.

Para poder realizar sus funciones, todo ordenador necesita:

1. Un elemento que permita introducir los datos, la información de partida, generalmente un teclado y un ratón. Los actuales teclados tienden a ser muy parecidos a las máquinas de escribir sí bien existen muchos que, además, tienen otras teclas: unas para realizar funciones especiales y otras para introducir números de una manera más cómoda cuando se utilizan mucho los datos numéricos.

Cabe destacar que la información no sólo puede ser introducida por medio de un teclado o ratón sino a través de un escáner de imágenes, un sistema de reconocimiento de voz o bien de algún sistema de almacenamiento como un diskette, cintas magnéticas, CD's, etc

2. Una unidad que elabora la información, la unidad central o CPU. En ella se encuentra el microprocesador, una memoria sólo de lectura (ROM) que contiene instrucciones que son leídas cuando la máquina se pone en marcha, y una memoria de acceso aleatorio (RAM) que se puede leer, modificar o borrar. La memoria RAM es un sistema que permite almacenar datos o instrucciones que se necesitan en un determinado momento.

3. Dispositivos o unidades de memoria en los cuales son almacenados los datos y que son medidos en bytes ya que los datos que se entran en el ordenador se borran en el momento en que se apaga la máquina. Por ello, es necesario utilizar sistemas de almacenamiento de datos que permitan conservarlos de forma más permanente. Los sistemas más extendidos suelen ser los discos magnéticos flexibles que generalmente son de 3,5 pulgadas, discos fijos, cintas y CD-ROMS (discos capaces de almacenar más de 600 Mb de información). El sistema de almacenamiento en disco tiene una gran ventaja sobre el de cinta y es que el acceso de datos es mucho más rápido. Aunque la capacidad de almacenamiento de los discos flexibles sea grande, puede ser necesario o cómodo disponer de más memoria al mismo tiempo; por ello existen los denominados discos duros.

4. Otros mecanismos por los cuales sale la información o que ejecutan las órdenes que se les ha dado, como pantallas, impresoras, plotters, etc..

La pantalla es un sistema muy cómodo para ver aquello que se está haciendo, los datos que se introducen, el programa, el estado del mismo, el estado de la impresora, es decir el estado de las diferentes configuraciones, etc...

La impresora es un periférico de gran utilidad que permite transferir al papel datos, instrucciones, gráficos, dibujos, etc., que se encuentran en el disco o en la pantalla. Existen muchos tipos de impresoras: las matriciales para escribir utilizan una serie de agujas, cada una de las cuales pinta un punto de los que se compone un carácter. Como consecuencia de ello, la calidad del carácter depende del número de agujas o puntos que produce el capsal y, cuantos más puntos tenga mejor será la calidad. Otros tipos son las láser, las de inyección de tinta, las técnicas, etc.. Finalmente, se puede decir que continuamente aparecen nuevos tipos de impresora que tratan de obtener mejores velocidades y más calidad.

Como ya he comentado anteriormente el avance de lo anteriormente presentado es vertiginoso ya que las innovaciones que aparecen en este campo son continuas y espectaculares, por lo que a veces es difícil seguir la evolución de lo que está pasando. La velocidad de los cambios técnicos es tan grande que cualquiera que escriba sobre el futuro de la informática corre el riesgo de quedarse descolgado antes de hora (Obrist, 1983; Ureña y Cols., 1997). Por esta razón voy a señalar algunos puntos de interés de los que se puede considerar los inicios o acontecimientos que la han caracterizado:

La informática se ha ido desarrollando a través de casi un siglo, partiendo de una serie de trabajos de índole diversa que han ido generando el ambiente propicio y adecuado para su posterior desarrollo. Si bien muchos han sido los que han contribuido a tal objetivo, sólo citaré algunos de los investigadores más importantes (Bishop, 1992; Ureña y Cols. 1997; Trillas, 1998), (para una revisión más amplia ver: Castelló, 1988; Cladellas, en prensa).

- Charles Babbage (1791-1871) desarrolló lo que probablemente se puede considerar el primer ordenador mecánico y de él partió la idea de programa como un conjunto de instrucciones que controlan las operaciones de un ordenador.
- George Boole (1815-1864) es el fundador de la teoría de la lógica matemática y desarrolló un álgebra para representar cantidades lógicas que ha sido la base teórica para el diseño de circuitos digitales y para muchas técnicas de programación.
- Alan Turing (1912-1954) formuló el concepto general de máquina informática en forma abstracta y matemática, que tiene un especial valor para entender las capacidades y limitaciones del ordenador y de su programación y en el desarrollo de la Inteligencia Artificial, (IA).
- John Von Neuman (1903-1957) colaboró en el diseño y desarrollo de los primeros ordenadores, esbozando los principios generales del diseño de un ordenador. Ideó una máquina controlada por un conjunto de



instrucciones que se almacenaban en forma de programa en código binario, al igual que los datos.

### 1.3. LA REVOLUCIÓN INFORMÁTICA

La irrupción del ordenador en la vida diaria de nuestra sociedad representa un salto cualitativo en las posibilidades de comunicación y de gestión de la información (Huydobro, 1993; Obrist, 1983).

Los últimos pasos dados en el terreno de la informática han allanado su utilización, y han permitido a buena parte de la sociedad acceder directamente a sus beneficios. La aparición en el mercado de consumo del ordenador personal, probablemente ha tenido mucho que ver con este hecho.

En los últimos años, el acceso de personal no experto en informática a técnicas antes reservadas a profesionales altamente cualificados y dotados de material sofisticado, ha sido uno de los fenómenos más importantes en este sentido (McNeill y Freiberg, 1993).

A continuación se expondrán de forma resumida algunos de los avances que más contribuyen al impulso actual de esta tecnología.

Un paso digno de mención, aunque previo a los últimos avances a los que nos referimos, ha sido la aparición de las pantallas video-terminales capaces de mostrar la información en modo gráfico, (para una mayor profundización sobre el tema se remite al lector a Ureña y Cols, 1997).

### 1.3.1. DIGITALIZACIÓN: IMAGEN Y SONIDO

La tecnología de la digitalización hace posible que la información gráfica o sonora (así como cualquier señal electromagnética, que es continua o analógica) sea transformada en unidades concretas –discontinuas- traducibles al código binario utilizado por el ordenador. De este modo es posible su introducción en un medio informático para su almacenamiento y manipulación, procesos que, en muchos casos, se simplifican considerablemente. Actualmente existe una tendencia hacia el paso de la digitalización, por varios motivos: la señal analógica ocupa mucho espacio y tiene un tope fijado por la anchura de banda; la señal digital es más rápida; y por último la información digital, ofrece sobre la analógica, la ventaja de evitar las pérdidas de datos que se producen durante la manipulación de la señal analógica.

El desarrollo de sistemas de almacenamiento más capaces y resistentes, especialmente los soportes para lectura óptica (videodisco, disco compacto o CD y CD-ROM), están revolucionando la industria informática. La incorporación de imágenes procedentes de fotografías o radiografías por ejemplo, resulta en los últimos tiempos un proceso relativamente simple, mediante la utilización de lectores digitalizadores de imágenes o escaners (Robles, 1992; Corral, 1992; Prieto y Cols, 1995).

### 1.3.2. ANIMACIÓN DE IMÁGENES

Las posibilidades de inclusión en algunos programas, de secuencias de imágenes animadas, creadas con ayuda del propio ordenador, han enriquecido también las capacidades de este medio, permitiendo transmitir informaciones que difícilmente se pueden expresar mediante textos (Casey, 1994).

En general se debe recurrir a programas específicos que, simplifican la manipulación de gráficos generados previamente. Así, el proceso de la animación se

convierte en algo relativamente sencillo, si se compara con el seguido en la primitiva industria del dibujo animado.

Uno de los problemas de la incorporación de imágenes a un ordenador personal, es el espacio requerido para su almacenamiento. Así, para mostrar una imagen en un monitor de un ordenador con la calidad similar a la de un televisor, se necesita un adaptador de vídeo en color de 24 bits y una resolución de 640x480 píxeles. Esto supone 921.600 bytes por imagen, por lo que, por ejemplo un disco duro de 60 Mb tan sólo podría almacenar 65 imágenes. Teniendo en cuenta la frecuencia de recambio de imágenes normal en cinematografía (de 24 a 40 por segundo), la totalidad del disco tendría una capacidad de emisión de poco más de dos segundos de película. A esto hay que añadir también el tiempo necesario para el flujo de cantidades tan grandes de información entre el sistema de almacenamiento y la pantalla. La manera de superar estas dificultades ha sido, además del mencionado progreso en las técnicas de almacenamiento y del incremento en la potencia de los microprocesadores, la elaboración y mejora del software capaz de comprimir la información (McQuillin, 1991; Ureña y Cols, 1997).

### 1.3.3. LA COMPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN

La compresión de la información en el medio informático se basa en programas que codifican los datos, consiguiendo que puedan comunicarse haciendo uso de un menor número de unidades de información. Un ejemplo de compresión de un texto, sería la sustitución de todos los espacios en blanco por una marca o cifra indicativa del número de espacios sustituidos; este proceso conseguiría que en un mismo espacio cupieran muchas más palabras, y conseguiría que su transporte fuera más fácil.

Existen muchas técnicas de compresión, todas ellas basadas en algoritmos matemáticos más o menos complejos. Algunas de ellas consisten en asignar un indicador más corto a los datos más frecuentes, otros esquemas de compresión extraen las redundancias; otros en fin, utilizan algoritmos matemáticos como la transformada

discreta en cosenos o, más recientemente, fórmulas derivadas de la teoría de los fractales (Swaine, 1992).

Todos estos sistemas consiguen que imágenes y sonidos que ocuparían grandes espacios de memoria, puedan guardarse en entornos limitados y transmitirse en menor tiempo.

#### **1.3.4. INCORPORACIÓN DE IMAGEN Y SONIDO INTEGRADOS A LA INFORMÁTICA**

En la última mitad del siglo veinte se ha producido un estallido en el desarrollo de los medios de comunicación. La televisión y el vídeo han adquirido una presencia casi universal, y, en los llamados países desarrollados, el ordenador está alcanzando niveles similares de difusión. La integración de la televisión y el vídeo con el ordenador constituye un paso lógico en la evolución tecnológica y puede tener un impacto excepcional al proporcionar interactividad a aquel medio actualmente pasivo. La fusión de vídeo y ordenador no sólo puede transformar el aspecto formal de las telecomunicaciones, sino multiplicar sus potencialidades (García, 1992).

Las dificultades más importantes en el logro de esta fusión de medios han provenido del modo en que ambos manejan los datos: la televisión y el vídeo en forma analógica y el ordenador en forma digital. Así, el paso previo para la utilización de la señal de vídeo por parte de un ordenador es su transformación en información digital. Inversamente, la incorporación de gráficos generados mediante ordenador a un vídeo requiere su previa transformación en señal analógica. Parte de este proceso ha sido posible gracias al desarrollo de aparatos conocidos como tarjetas digitalizadoras, capaces de transformar la información analógica procedente de vídeo –sonido e imagen en movimiento- en información digital.

Uno de los factores que ha dificultado este proceso de integración ha sido la enorme cantidad de datos en que se transforma una secuencia de vídeo al ser digitalizada. Esta cantidad es mayor cuando mejor es el proceso de digitalización, es

decir, cuantos más datos se han recogido de la imagen original. La información una vez transformada debe ser almacenada y para su reproducción en la pantalla del ordenador debe ser transformada de nuevo en imagen analógica. Estas son otras de las claves de la dificultad que entraña este proceso: han sido necesarias las mejoras tecnológicas en los sistemas de almacenamiento, en los programas de compresión y descompresión, y un incremento notable en la potencia de los microprocesadores, para hacer posible a los ordenadores manejar una cantidad tan enorme de información (McQuillin, 1991; Beekman, 1995).

Una vez salvadas las dificultades técnicas de la digitalización y posterior manejo de grandes cantidades de datos, tal y como ya ha sido comentado en este mismo capítulo, las ventajas teóricas del vídeo digital respecto el tradicional analógico son muchas: la completa fidelidad de las copias, estabilidad y ausencia de pérdidas generacionales y rapidez de acceso. En efecto, el vídeo analógico no puede copiarse salvo mediante técnicas industriales- para producir modelos idénticos; en cambio este proceso es sencillo. Por ejemplo, el patrón electromagnético en que queda grabada una secuencia de vídeo, constituye una onda cuyas características dependen directamente de la forma e intensidad de la señal original. Cada vez que es copiada, la onda pierde parte de su información y las copias de copias poseen una calidad cada vez menor. Por el contrario, las grabaciones digitales, son series de impulsos en código binario cuya forma e intensidad son prácticamente irrelevantes a los efectos considerados aquí, y cuyas copias reproducen el original de forma idéntica. El tercer aspecto mencionado es la velocidad de acceso. Una grabación de vídeo queda almacenada en cinta magnética en forma lineal; la búsqueda de un segmento concreto consume un tiempo que puede ser diferente según el lugar donde esté localizado el punto de partida. En un medio digital la búsqueda de la información se produce de un modo no secuencial llamado acceso aleatorio. Esto facilita enormemente el procesado de la información y permite aplicaciones interactivas mucho más rápidas.

El progreso de los últimos años en el desarrollo de los microordenadores ha hecho que actualmente sea ya posible en un ordenador personal el almacenamiento, manipulación y reproducción, en tiempo real, de imágenes y sonido integrados (Pereña, 1992).

La fuente de vídeo a incorporar al ordenador puede ser la señal proporcionada por un televisor, por un aparato de vídeo de acceso secuencial doméstico o profesional, como la procedente de un disco óptico de acceso aleatorio (videodisco, CD-ROM).

La mejora de los programas de manejo de estas imágenes y la de los discos duros u otros sistemas de almacenamiento, permitirán en muy poco tiempo guardar películas de larga duración, visionarlas y manipularlas sin salir del ordenador personal (García, 1992). De hecho, ello ya es posible actualmente.

### 1.3.5. MULTIMEDIA

Este es el término que se ha acuñado en los últimos años para definir uno de los aspectos de la evolución de la informática que más va a acercarla a la población general: la integración de todas las posibilidades esbozadas en los párrafos anteriores.

En realidad el término multimedia se está utilizando de modo no unívoco para designar diversos procesos relacionados. Desde un punto de vista puramente tecnológico, se entiende por Multimedia la integración de todas las posibles formas de presentar una información en un mismo contexto, de manera seriada o simultánea. Es decir, la fusión, en un mismo entorno, de métodos de comunicación estáticos y dinámicos (Summers, 1996). Los medios estáticos constituyen el modo tradicional de comunicar de los ordenadores, e incluyen texto, gráficos, tablas e imágenes fijas. Por medios de comunicación dinámicos se entienden aquellos tipos de información dependientes de la variable tiempo, es decir, el sonido, el texto, las imágenes animadas y el vídeo. Para este fin, se requiere la integración de diversos sistemas de hardware y software en una única estación de trabajo u ordenador (De Bustos, 1996; Crabb, 1990).

Desde un prisma más amplio, Multimedia es una nueva herramienta de comunicación basada en la tecnología descrita. Representa una auténtica revolución

tanto en el aspecto formal de presentar la información, como en la estructura misma de la comunicación.

Su enorme potencial de comunicación radica, no sólo en la capacidad de involucrar varios sentidos de una manera realista –eso lo puede hacer también la televisión- sino especialmente en la interactividad que permite mantener con la información suministrada.

Las perspectivas que actualmente se vislumbran para la tecnología Multimedia son enormes: el abaratamiento y facilidad en el procesamiento de la información que produce, está abriendo nuevas rutas en campos como la producción de vídeo, la industria publicitaria, los medios de comunicación, (teleconferencias virtuales) y la enseñanza (Casey 1994; Ureña y Cols, 1997), resultando cada vez más difícil concebir cualquier aspecto de nuestra vida sin la intervención de un ordenador.

### 1.3.6. REALIDAD VIRTUAL

La realidad virtual ha sido definida de varias maneras, por ejemplo, como una combinación de la potencia de una computadora sofisticada de alta velocidad, con imágenes, sonidos y otros efectos. Otras definiciones son:

Un entorno en tres dimensiones sintetizado por computadora en el que varios participantes acoplados de forma adecuada pueden atraer y manipular elementos físicos simulados en el entorno y, de alguna manera, relacionarse con las representaciones de otras personas pasadas, presentes o ficticias o con criaturas inventadas (Nugent, 1991). O bien como un sistema interactivo computarizado tan rápido e intuitivo que la computadora desaparece de la mente del usuario, dejando como real el entorno generado por la computadora (Goldfarb, 1991).

Así por realidad virtual se entiende un modo de representar la realidad en la que las imágenes adquieren la tridimensionalidad y donde es posible incorporar, además de la vista y el oído, otros sentidos como el tacto a la experiencia del aprendizaje. Este es el caso de las cabinas de simulación de vuelo, en las que todo el entorno del usuario se asemeja a la realidad de una cabina de pilotaje. En algunos casos como el mencionado, la utilización de medios sofisticados para presentar la realidad no es sólo un recurso espectacular o motivacional, sino que responde a la naturaleza eminentemente mecánica del proceso a enseñar.

#### 1.4. INFORMÁTICA Y PSICOLOGÍA

Tres son los tipos de relación entre Informática y Psicología, si consideramos a ambas ciencias tanto desde el punto de vista de su uso instrumental mutuo, como desde la formulación de problemas e intereses comunes.

1. La informática como disciplina instrumental para la investigación y aplicación psicológica (Cleary, 1978). De hecho, es instrumental y metodológica respecto del resto de ciencias incluyendo la Psicología, como en algunos aspectos lo vienen siendo las Matemáticas, y la Lógica entre otras.
2. La Psicología como disciplina instrumental para el desarrollo de aplicaciones informáticas. La investigación se centra sobre dos tipos de usuario: el profesional que requiere una serie de herramientas de desarrollo de aplicaciones (Schneiderman, 1980; Weinberg, 1971; Zaccagnini y Adarraga, 1994) y el usuario que requiere una serie de condiciones que le faciliten el uso de tales aplicaciones (Dillon, 1983; Schneiderman, 1986).
3. Psicología e Informática como disciplinas que comparten una serie de intereses y objetivos. Tradicionalmente han sido disciplinas relacionadas



con aspectos en común y cuya interacción, junto con la contribución de otras ciencias, posibilitó que apareciera una nueva disciplina que se viene denominando Ciencia Cognitiva (Pylyshyn, 1984; Adarraga, 1991; Zaccagnini y Adarraga, 1994; Bajo y Cañas, 1991). La informática tiene por objeto algo que es, a su vez, fundamentalmente psicológico: el conocimiento, en su representación, y la inteligencia (artificial) en su formalización. Desde hace unos años, pero cada vez con más insistencia, psicólogos e informáticos se empeñan en comprender y sistematizar, respectiva pero interactivamente, algunos de los procesos básicos inherentes a la conducta humana: percepción, atención, aprendizaje, memoria, lenguaje, razonamiento.

Desde este punto de vista el ordenador puede ser contemplado como un intento de réplica del cerebro basándose en circuitos y procesadores (hardware), en el que cabe en cierto momento su particularización (software) para realizar múltiples y diversas tareas. En este sentido, el ordenador, al igual que el cerebro humano, no es una estructura rígida y completamente determinada desde el momento de su fabricación (Massaro, 1986). Esto significa que el output (comportamiento) de un ordenador no puede predecirse únicamente por su estructura física (hardware) y por su input inmediatamente anterior (datos), sino que hay que considerar, además, la historia de inputs anteriores (Software) que configuran la forma en que va a operar sobre datos concretos. Este planteamiento nos llevaría a pensar que tanto la psicología como la informática son, en gran medida, ciencias del software, frente a la fisiología y la electrónica, que lo serían del hardware, a pesar de que esta dicotomía no debería tomarse como algo excluyente que incite a una ignorancia mutua.

- 2.1. Introducción
- 2.2. Grandes paradigmas de la psicología experimental
- 2.3. Psicología Cognitiva
  - 2.3.1. Marco histórico
  - 2.3.2. Supuestos fundamentales de la Psicología Cognitiva
  - 2.3.3. Técnicas de la Psicología Cognitiva
- 2.4. Ciencia Cognitiva
  - 2.4.1. Marco teórico de la Ciencia Cognitiva
  - 2.4.2. Metodología
  - 2.4.3. Características de la Ciencia Cognitiva
  - 2.4.4. Psicología Cognitiva y Ciencia Cognitiva
- 2.5. Inteligencia Artificial
- 2.6. Psicología Cognitiva, Ciencia Cognitiva e Inteligencia Artificial
- 2.7. Simulación
  - 2.7.1. Orientaciones de la Inteligencia Artificial
  - 2.7.2. Simulación por ordenador
    - 2.7.2.1. Simulación y modelo de Simulación
    - 2.7.2.2. Etapas en la elaboración de una Simulación
    - 2.7.2.3. Ventajas y desventajas de la Simulación
  - 2.7.3. Experimentación y Simulación
  - 2.7.4. Simulación en Psicología
    - 2.7.4.1. Simulación de procesos cognitivos



**CAPÍTULO 2**

**MARCO  
TEÓRICO  
DE LA  
SIMULACIÓN**

## 2.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se van a establecer cuales han sido las bases del marco teórico en que ha tenido desarrollo el modelo de Simulación en ordenadores.

Para ello este capítulo ha sido dividido en dos grandes partes: Una primera referente a las disciplinas íntimamente relacionadas con la simulación, como son: la Psicología Cognitiva, la Ciencia Cognitiva y la Inteligencia Artificial; y una segunda en que se abarca de forma exclusiva la simulación por ordenadores, sobre todo aquello concerniente a la Psicología.

Si la parte correspondiente a la inteligencia artificial ha sido fuertemente estudiada e incluso explotada, sobre todo por parte de los informáticos, no ocurre lo mismo con la simulación, que ha sido bastante menos tratada, sobre todo desde el ámbito de la Psicología. Es por ello que el tema de esta tesis constituye un campo novedoso, con todo lo que ello supone; por un lado no deja de resultar curioso y atractivo, mientras que por otro lado toda novedad conlleva una serie de riesgos, que por supuesto asumimos con este trabajo.

Si bien la simulación como definición proviene de forma directa de la ciencia denominada inteligencia artificial, creo conveniente englobar en este marco teórico, además de la ya citada IA, dos de las disciplinas que han tenido y siguen teniendo un estrecho contacto con la IA, como son la Psicología Cognitiva y la Ciencia Cognitiva. Todas ellas juntamente con otras disciplinas como la Cibernética, teoría de autómatas, ciencias de la computadora, etc.. han contribuido a lo que viene denominándose enfoque cognitivo (Seoane, 1995). Si bien en este capítulo se harán breves referencias a cada una de ellas, las ciencias que serán tratadas de forma más o menos exhaustiva serán las más interesantes desde el punto de vista psicológico, que no son otras que la Psicología Cognitiva, la Ciencia Cognitiva y la Inteligencia Artificial.



Como podremos ver a lo largo de este capítulo, los orígenes de las 3 disciplinas son comunes y muchas de las áreas y conceptos que son tratados por cada una de ellas se entremezclan hasta el punto de que puedan llegar a confundirse. Es por ello que no ha sido fácil tratar, en un principio, por separado cada una de ellas, para exponer finalmente de forma conjunta aquellos aspectos afines o diferentes relativos a las tres disciplinas.

Los sistemas de procesamiento de información representan un modelo de actuación, el cual a partir de unos pocos elementos primitivos es capaz de interactuar simbólicamente con el entorno. Es capaz de comparar ocurrencias de símbolos y de estructuras simbólicas y clasificarlas; es igualmente capaz de almacenar y recuperar estos símbolos y estructuras simbólicas, además de crear otras nuevas después de modificar las existentes (Delclaux & Seoane, 1982).

La idea central del procesamiento de información es el considerar los procesos cognitivos humanos consistentes en una manipulación de símbolos y susceptibles de ser analizados como sistemas procesadores de la información.

## **2.2. GRANDES PARADIGMAS DE LA PSICOLOGIA EXPERIMENTAL**

Las primeras tensiones aparecidas en la primera mitad del siglo veinte facilitaron que se produjera un nuevo movimiento en Psicología que primero adoptó el nombre de procesamiento de información y después paso a concretarse como la moderna Psicología Cognitiva (Mandler, 1981).

Pienso que muchos psicólogos estarían de acuerdo conmigo que desde el momento en que la Psicología fuera considerada como una ciencia experimental, han habido tres grandes paradigmas: el paradigma de introspección, el del Conductismo y el de la Psicología del procesamiento de la información o de la Psicología Cognitiva. e

incluso para algunos autores (ejemplo, Schneider, 1987) actualmente se podría ya estar hablando de un cuarto paradigma: el conexionismo. De ninguna de las maneras, la aparición de un nuevo paradigma deba suponer la desaparición del existente hasta este momento, pueden coexistir como de hecho lo están haciendo en la actualidad, (el del conductismo y el de la Psicología Cognitiva, e incluso el del conexionismo), pero siempre hay un dominio de un paradigma sobre el otro u otros.

También soy consciente, tal y como dice (Carpintero, 1996) que hay autores que argumentan que lo primero que se debería hacer es preguntarse si realmente han habido o no paradigmas a lo largo de la Psicología Contemporánea.

De todas formas lo que si es innegable es que la Psicología del procesamiento de la información empieza a formarse en Gran Bretaña y Estados Unidos en el periodo comprendido entre 1920 y 1960, destacando para su nacimiento, y posterior consolidación, los acontecimientos acaecidos en los últimos veinte años de dicho periodo (1940-1960) (Grande y Rosa, 1993).

No deja de ser curioso que un mismo sistema de conocimiento se desarrolle a lo largo de una misma época histórica en dos lugares, en que hasta bien entrados los años cincuenta los psicólogos de ambos países adscritos a este enfoque, apenas tuvieron contacto.

La explicación de ello viene determinada por la situación histórica del momento en que vivían ambos países; pues exhibían un alto grado de desarrollo científico-tecnológico e industrial y participaron activamente en la segunda guerra mundial, y fue, precisamente, la introducción de la nueva tecnología en las fábricas y el ejercito los que propiciaron que aparecieran nuevos problemas relacionados con el manejo de las máquinas por parte del operador humano, y en definitiva, a la forma en que los seres humanos procesan la información.

Así los intereses comunes, el dominio de un mismo idioma, los lazos históricos entre las dos potencias y su lucha conjunta durante la segunda guerra mundial fueron

factores que fomentaron la colaboración entre psicólogos británicos y norteamericanos (Mora y Grande, 1990).

Puede afirmarse que, en 1956, finalizó la etapa de gestación de la Psicología del Procesamiento de la Información y el asentamiento de las bases para su desarrollo y expansión a múltiples ámbitos, teniendo como consecuencia el énfasis en el establecimiento de analogías (o bien, metáforas) entre la mente humana y el ordenador, (De Vega, 1984), y la introducción de un nuevo método como es el de la Simulación por ordenador.

### 2.3. PSICOLOGÍA COGNITIVA

La psicología cognitiva, como cualquier otra área de la psicología científica, intenta comprender y explicar la actividad humana desde planteamientos estrictamente científicos. Si bien su desarrollo se ha producido de forma muy rápida; no por ello, éste ha sido fácil y salvo de problemas, sobre todo en lo concerniente a la definición de su propia identidad como disciplina científica.

De manera muy general, el objetivo de la Psicología Cognitiva es comprender la naturaleza y el funcionamiento de la mente humana. Su objeto de estudio se concreta en el estudio de procesos cognitivos propiamente humanos tales como percepción, memoria, aprendizaje, solución de problemas, razonamiento o lenguaje, con el fin de comprender como actúa la conducta humana.

Por tanto podemos decir que la Psicología Cognitiva es el estudio de los procesos cognitivos, utilizando fundamentalmente la metodología experimental, pues también se pueden emplear otras metodologías como las correlacionales o cualitativas.



Quiero subrayar que he escogido esta definición, obtenida a partir de las definiciones formuladas por diversos autores, porque como a continuación veremos engloba de forma general los diferentes aspectos tratados en Psicología Cognitiva.

Por ello a continuación se va a examinar de forma detallada esta afirmación, dividiéndola en tres partes:

1) Hace referencia al “como” de la Psicología Cognitiva. Sólo puede utilizar métodos de la ciencia. Esto quiere decir, por ejemplo, que los datos que utilizamos deben ser públicos, para que cualquier investigador pueda conseguir los mismos resultados siguiendo un mismo procedimiento. Por ello la Psicología Cognitiva no aceptará las creencias e intuiciones personales que podamos tener acerca de cómo trabaja la mente, a menos que se pueda formular una predicción que sea directamente observable por los demás. Por esta razón, los psicólogos cognitivos tienen que diseñar métodos científicos para observar la vida mental de forma indirecta. Las principales técnicas de la Psicología Cognitiva, como veremos posteriormente, son técnicas de análisis que permiten dividir las actividades mentales en componentes que se puedan medir.

2) La parte que hace referencia a los procesos y estructuras mentales hace hincapié al “que” de la Psicología Cognitiva. Su objeto de estudio es la actividad mental humana. La Psicología Cognitiva estudia lo que ocurre “dentro de la cabeza” de una persona cuando realiza una determinada tarea, es decir, los denominados procesos mentales, (ej: codificación, etc.), y la manera en que la persona almacena y utiliza su conocimiento para realizar la tarea, es decir, lo que denominamos estructuras mentales, (ej: memoria a corto y largo plazo).

3) Y la última parte de la definición se refiere al “por que” de la Psicología Cognitiva. El objeto de la Psicología Cognitiva es describir con total precisión y claridad los procesos cognitivos, para predecir y comprender mejor la conducta humana. Por ejemplo, podríamos estudiar los procesos

que se producen en la resolución de laberintos para posteriormente poder predecir y comprender mejor por qué unos sujetos son capaces de resolver los laberintos y otros no; o bien porque algunos son capaces de resolverlo de forma más eficaz que otros.

### 2.3.1. MARCO HISTÓRICO

Se suele considerar a Wundt como el fundador de la Psicología Científica, y de hecho ejerció una gran influencia en este campo durante más de una generación. Wundt fundó en 1874 un laboratorio de Psicología en la Universidad de Leipzig y, con él, un enfoque original de la Psicología, el Estructuralismo. Recibió este nombre, porque su objetivo era estudiar y analizar los distintos componentes de la consciencia humana. Tanto él como sus discípulos empleaban el método de la introspección. A principios de siglo apareció un movimiento opuesto al Estructuralismo de Wundt, denominado Conductismo y liderado por John Watson en América. El conductismo llegó a ser la fuerza dominante en Psicología durante los años veinte y, como ocurrió con el Estructuralismo, se mantuvo como principal paradigma durante otras tres décadas. Desapareció el método de la introspección y aparecieron estudios de laboratorio muy rigurosos y controlados hasta el más mínimo detalle. La conciencia también desapareció como tema de estudio, debido a su carácter poco claro. El único campo de la Psicología debía ser la conducta por ser lo únicamente observable.

Paralelamente a la reacción conductista en América, en Europa existía otra reacción: la Psicología de la Gestalt. Esta, a diferencia del Conductismo siguió considerando que los procesos y las estructuras mentales eran dignos objetos de conocimiento para la Psicología. Pero también compartía con el Conductismo el interés por el empleo de métodos científicos más rigurosos y potentes que la introspección. Desgraciadamente para los cognitivos, los instrumentos de análisis científico todavía no estaban al alcance de los psicólogos de la Gestalt.. Si bien hay muchos psicólogos que coinciden en afirmar que la Psicología de la Gestalt fue el precursor de la Psicología

Cognitiva, sí que es verdad que fue uno de los precursores, pero de ninguna de las maneras el único.

La enumeración de estos temas pone de manifiesto que la Psicología Cognitiva no parece un enfoque o una “escuela de pensamiento” nueva, y mucho menos un paradigma nuevo de la Psicología. Los filósofos y pensadores de todos los tiempos, llevan ocupándose del tema de la cognición humana, desde hace más de dos mil años; sin embargo, sólo desde hace poco más de 100 años se está estudiando ésta científicamente, y siendo más precisos, desde la década de los sesenta, como ya hemos tenido ocasión de ver en este mismo capítulo, se considera que la Psicología Cognitiva reaparece como un paradigma dominante. Por lo tanto, ésta no debe considerarse, ni como una teoría nueva ni como una disciplina que tiene por objeto de estudio algo que no ha sido estudiado previamente.

Aunque se hable de “revolución cognitiva” se entiende que el “resurgimiento de la Psicología Cognitiva” (Anderson, 1990; Howes, 1990) no supuso la destrucción ni del Conductismo (Leahey, 1982, 1992), ni de la Psicología de la Gestalt, sino que éstas sirvieron de inspiración tanto a nivel de datos experimentales como a nivel conceptual, a los psicólogos cognitivos (Ruiz Vargas, 1994)

Hacia el año 1950 se notó un cambio. El dominio del Conductismo sobre la Psicología americana comenzó a debilitarse, después de haber estado reinando durante 30 años. Había nacido la era electrónica y con ella un instrumento que ejercería una poderosa influencia en la Psicología: el ordenador.

A finales de los años 50, la Psicología estaba recibiendo influencias, al menos de 3 fuentes diferentes. En primer lugar empezó a notarse el impacto de los ordenadores. Los ordenadores podían hacer muchas cosas que también hacían los humanos, aprender, almacenar, manipular y recordar información, y además utilizaban un lenguaje, resolvían problemas y razonaban. Aquí cabría indicar que no estoy totalmente de acuerdo en ello, pues si los ordenadores son capaces de aprender o razonar sería en una época mucho más reciente, ni mucho menos en aquella época donde los primeros ordenadores se limitaban a reproducir diferentes operaciones lógicas.

Artículos como “Elements of a theory Problem Solving” (Newell, Shaw y Simon, 1958) y obras como “Perception and communication” (1958) prepararon el terreno para reformular problemas antiguos de la Psicología, pero esta vez utilizando las modernas analogías con el ordenador. Volvió a aparecer el interés por los procesos y las estructuras internas, porque ahora podían especificarse exactamente en programas de ordenador. En segundo lugar, en el campo de la Lingüística se estaba operando un alejamiento de las posiciones y teorías conductistas y un acercamiento al análisis de emisiones (Chomsky, 1957). La tercera fuente de influencia fue el impacto cada vez mayor de la obra de Piaget (ejemplo, De Vega, 1984; Rodrigo, 1996). En estos tres enfoques, el del ordenador (o de la denominada posteriormente IA) de Simon y Newell, el Psicolingüístico de Chomsky y el biológico de Piaget, había un interés común por la descripción de procesos y estructuras cognitivas internas.

En Psicología Experimental, por ejemplo, el enfoque cognitivo es el que domina por completo en el modo en que comprendemos, percibimos, aprendemos y razonamos los humanos. En Psicología Evolutiva, el desarrollo cognitivo de los humanos se ha convertido en el tema fundamental. Después de la obra de Piaget, los estudios evolutivos han estudiado cada vez con más profundidad los cambios que se producen con el desarrollo, tanto en los procesos cognitivos como en la representación del conocimiento.

Así es fácil concluir que resultaba imposible dar sentido a estos fenómenos sin tener en consideración los procesos mentales. Tras la guerra, esta tendencia aumento considerablemente gracias a la importación en masa de ideas procedentes de otras disciplinas: los cibernéticos estaban estudiando el papel de la retroalimentación en la consecución de metas. Los neurofisiólogos desarrollaron teorías sobre la lógica de los circuitos de células nerviosas. Los técnicos de la información proporcionaron una medida estadística de la cantidad de información transmitida a través de un canal de comunicación como puede ser la línea telefónica. George Miller examinó la capacidad de los seres humanos para procesar información. Y Broadbent a analizar la mente como un canal de comunicación.