

100
2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

**LA REPRESENTACION ESPACIO-TEMPORAL
EN EL DESPLAZAMIENTO AL CAMINAR**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
LICENCIATURA EN PSICOLOGIA**

P R E S E N T A N :

**GLORIA MARMOLEJO ESTRADA
ERNESTO OCTAVIO LOPEZ RAMIREZ
MIGUEL ANGEL ALVAREZ TORRES**

MEXICO, D. F.

JULIO DE 1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Lista de apéndices	vi
Lista de tablas	vii
Prólogo	viii
CAPITULO I. ANTECEDENTES GENERALES; APORTACIONES HISTORICAS Y DE DIVERSOS ENFOQUES AL ESTUDIO DE LA REPRESENTACION DEL MOVIMIENTO EN PSICOLOGIA	1
1.1. Antecedentes al estudio del movimiento humano en Psicología	4
1.2. Enfoque conductual	9
1.3. Incorporación del procesamiento de información subyacente al movimiento	10
Teorías de circuito-cerrado	12
Teorías de circuito-abierto y programas motores .	14
Confluencia de modelos: La teoría de Adams	16
1.4. Extrapolación de la noción de olvido en material verbal al movimiento	18
1.5. Algunas aportaciones ulteriores del enfoque cibernético	21
1.6. Contribuciones del Análisis de Movimiento	23
1.7. Surgimiento de la noción de esquema motor	24
CAPITULO II. LA REPRESENTACION EN EL COMPORTAMIENTO MOTOR	31
2.1. La representación de la información: qué es y cómo se manifiesta	32
2.2. Representación procedural: el por qué de la representación del movimiento	42
CAPITULO III. LOS PARAMETROS ESPACIO-TEMPORALES SUBYACENTES AL MOVIMIENTO	51
3.1. Concepciones acerca del espacio y del tiempo en la ciencia y en el lego	52
3.2. El estudio del espacio y del tiempo en Psicología	54
3.3. La representación espacio-temporal en el comportamiento motor	70
3.4. Utilización de parámetros espacio-temporales en el desplazamiento al caminar	82
CAPITULO IV. SECCION EXPERIMENTAL	87
4.1. Experimento 1	94
A. Descripción general	94
B. Método	94
C. Resultados	97
D. Discusión	119
4.2. Experimento 2	

A. Descripción general	129
B. Método	129
C. Resultados	131
D. Discusión	141
CAPITULO V. SECCION SIMULACIONAL	149
5.1. La simulación computarizada	150
5.2. La simulación en Psicología	152
5.3. Niveles de interpretación	155
5.4. Limitantes de la simulación	159
5.5. Inteligencia Artificial y Psicología	160
5.6. Descripción del programa MOVI	164
CAPITULO VI. IMPLICACIONES PRACTICAS DE LOS ESTUDIOS SOBRE REPRESENTACION MOTORA EN PSICOLOGIA	174
6.1. Implicaciones en la danza y el deporte	176
6.2. Implicaciones en el desplazamiento de los - invidentes	179
6.3. Aportaciones prácticas de esta línea de in- vestigación en particular	183
CAPITULO VII. CONCLUSIONES	185
Apéndices	191
Referencias bibliográficas	205

LISTA DE APENDICES

APENDICE A.	Descripción del error absoluto (EA), del error constante (EC) y del error variable (EV)	192
APENDICE B.	Tablas de los análisis de varianza del experimento 1, fases 1 y 2	193
APENDICE C.	Valores del ajuste a la mejor función en el experimento 1, fases 1 y 2.....	195
APENDICE D.	Tablas de los análisis de varianza del experimento 2	196
APENDICE E.	Valores del ajuste a la mejor función en el experimento 2	197
APENDICE F.	Listado del programa computacional MOVI ..	198
APENDICE G.	Abreviaturas	204

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	Resumen de resultados por variable de cada fase del experimento 1	120
TABLA 2.	Resumen de resultados por variable del experimento 2	140
TABLA 3.	Frecuencia de reporte de las estrategias utilizadas en el desplazamiento durante el experimento 2	142

Prólogo

El presente trabajo, dista de ser exclusivamente una labor de tesis. Por el contrario, es una representación plástica que refleja nuestra trayectoria de estudio, trabajo y formación; es además, un producto que presenta nuestra concepción y forma de hacer investigación, desarrollada a través de los años, por medio de experimentación, de recopilación documental, de intercambios académicos y de la consolidación de ideas. Todo esto, finalmente integra el basamento sobre el cual descansan las ideas preteóricas, y el tipo de investigación propuesto en este trabajo.

La investigación que aquí se plantea, surge como resultado de una serie de estudios y reflexiones emanadas de algunos años de trabajo en el tema de la representación del mundo, tópico que por sus hallazgos, cantidad de investigaciones, impacto en diversas áreas (tanto básicas como aplicadas) y por sus promesas de estudio y explicación del mundo psicológico, ha asumido un lugar que la ubica como uno de los temas centrales en la Psicología contemporánea. En el presente trabajo se enfatiza su estudio a través de un área que no ha recibido mucha atención bajo esta perspectiva, pero cuya potencialidad e interés no pueden seguir escapando al conocimiento actual: el movimiento del humano y sus procesos subyacentes. De este último, el desplazamiento mediante el caminar y la representación subyacente a este, enmarcada en sus procesos y manifestaciones, conforman el tema de interés de esta tesis; aunando a ello, una inquietud por la búsqueda de una relevancia en el contexto actual de la Psicología en sus aspectos de concepción, teoría y metodología.

Para dar fundamento a la descripción anterior, se redactaron tres capítulos de contenido documental, en los que se revisan, analizan y discuten aquellas concepciones, investigaciones y modelos, que ya sumados plantean la relevancia actual que tiene nuestro tema, enmarcan el nivel de investigación y concepción manejado en el presente trabajo, y además hacen factibles y claras las vertientes sobre las cuales se puede trabajar el tema. También se precisa dentro de ellos, la pregunta de investigación y su ubicación dentro del contexto respectivo, para posteriormente hacer posible el planteamiento de los lineamientos a seguir en esta investigación.

En el siguiente apartado se enuncian las especificaciones, objetivos, métodos, tratamientos, resultados, tablas, gráficas e interpretaciones correspondientes a la parte experimental.

Posteriormente, se anexan dos capítulos en los cuales se presenta un programa computacional de matiz heurístico a esta línea de investigación, su fundamento teórico, su utilidad, y sus perspectivas. Además, se enuncian someramente, las implicaciones prácticas del estudio y las áreas con las cuales se relaciona.

Por último, se presentan las conclusiones de los hallazgos generales y una serie de apéndices con material aclaratorio en cuanto a la precisión de algunos conceptos, al procesamiento de los datos y al programa computacional.

Si uno pudiera describir los Principios organizativos
que Permiten a los organismos hacer modificaciones rápidas
Pero funcionalmente apropiadas de los Patrones de movimiento
entonces uno habría comenzado a describir
las bases físicas de la inteligencia.

F.C. Bartlett
"Thinking"

A nuestros Queridos Padres,
como cosecha a sus esfuerzos y a su cariño
y

A todos aquellos
a quienes inquieta el conocimiento
de las maravillas del universo.

Agradecemos

A nuestros padres:

Gloria Estrada, Lic. Antonio Marmolejo, Alicia Ramírez, Marcelino López, Ma. Dolores Torres y Ascensión Álvarez, por haber entregado gran parte de su vida a apoyarnos y a impulsarnos a la consecución de nuestras metas.

A los familiares

que nos apoyaron y a los que nos ayudaron a conseguir el equipo, con su aporte y con su tiempo.

Al Dr. Jesús Figueroa Nazuno,

quien nos introdujo en los placeres de la comprensión del mundo a través de la ciencia, y nos enseñó a mezclar la intuición y el análisis, con el estudio constante y la experimentación cuidadosa.

Al Dr. Serafín Mercado Domenech,

por su apoyo incondicional y su impulso a lo largo de nuestros estudios.

A nuestros sinodales,

por sus muestras de apoyo e interés.

Al personal del U.S.A.I. de la Facultad de Psicología, y al Ing. Ricardo González Moreno de la UAM Ixtapalapa, por las facilidades de cómputo que nos brindaron, para el procesamiento de los datos.

Al Sr. José Rentería Álvarez,

por su participación en la elaboración de una maqueta complementaria a la tesis.

Al Dr. George E. Stelmach, al Mtro. Masataka Watanabe, al Dr. T.W. Calvert, al Dr. Ian M. Franks y a la Dra. Dona Mauri, por la valiosa literatura que generosamente nos enviaron.

A los compañeros que participaron en los experimentos, por su entusiasta colaboración.

CAPITULO I

ANTECEDENTES GENERALES:

APORTACIONES HISTORICAS Y DE DIVERSOS ENFOQUES AL ESTUDIO DE LA REPRESENTACION DEL MOVIMIENTO EN PSICOLOGIA

Haz de saber Sancho; si no lo sabes,
que entre los amantes, las acciones
y movimientos exteriores que muestran ...
...son certísimos correos que traen la nueva
de lo que allá en el interior del alma Pasa.

Miguel de Cervantes Saavedra
"Don Quijote de La Mancha"

Marmolejo, Alvarez, López.

I. ANTECEDENTES GENERALES:

APORTACIONES HISTÓRICAS Y DE DIVERSOS ENFOQUES AL ESTUDIO DE LA REPRESENTACIÓN DEL MOVIMIENTO EN PSICOLOGÍA

En nuestra vida diaria, percibimos el presente en medio del pasado y el futuro, pasamos del cansancio al descanso, y experimentamos el día y la noche, y entre todos estos acontecimientos o puestos, existe un sentido de movimiento. Aún en medio de una aparente quietud, planetas, átomos, seres y humanidades forman parte de un universo palpitante.

Quizás uno de los fenómenos en donde la movilidad se expresa en su máximo esplendor y de más variadas formas, sea el movimiento del cuerpo humano. Desde los movimientos rítmicos del corazón, hasta las manifestaciones artísticas y deportivas, éste acompaña al hombre en todos los momentos de su vida. Nos movemos para lanzar una pelota, para tocar el piano, para escribir una carta y para caminar hacia una meta, y a todas estas actividades subyace una preparación, una iniciación y una secuencia de movimientos. Pero la pura fuerza muscular no es suficiente; el verdadero poder para conseguir un objetivo radica en la movilidad de secuencias ordenadas de los factores del movimiento (Bartenieff, 1980).

Pero ¿cuáles son estos factores del movimiento? ¿qué sucede en el proceso de ir de un lugar a otro? ¿qué componentes del proceso pueden ser identificados? ¿cómo se relacionan uno con otro? y ¿cómo los experimentamos y observamos?

Afortunadamente, se ha ido dando respuesta a algunas de estas cuestiones por parte de diversas disciplinas y enfoques a lo largo de la historia. Además, debido a que en los últimos años se ha experimentado un mayor interés en el trabajo interdisciplinario por parte de algunos investigadores, se han abierto los canales de comunicación entre disciplinas como las neurociencias, la cibernética, la Inteligencia Artificial (IA), el arte y la Psicología experimental, y se ha favorecido el enriquecimiento y crítica mutua, y por ende, probablemente una mayor posibilidad de avanzar en la comprensión del movimiento a través de sus diversos enfoques y niveles de explicación (Stelmach y Hughes, 1983).

Dentro de algunos de ellos, tal vez, una de las contribuciones más fructíferas y prometedoras ha sido la del enfoque cognoscitivista, ya que promete llenar algunos de los huecos existentes en otras aproximaciones. Este, ligado a una apertura interdisciplinaria, toma en cuenta tanto la parte externa observable y configuracional de la ejecución, como el conocimiento y procesos subyacentes a su organización y producción, y hace alusión a constructos teóricos tales como el de sistema motor, representación procedural, esquema y programa, y establece diferencias entre los movimientos deseados y los movimientos ejecutados. Aunque aún quedan gran cantidad de interrogantes por resolver y de lagunas por salvar, esta aproximación ha probado tener un gran valor potencial no sólo por aportar conocimientos acerca del fenómeno de movimiento, sino también, y lo más importante, porque su concepción tan particular del sistema humano permite llegar a las bases mismas del pensamiento humano.

La razón que sostiene dicha implicación radica en que una de las

Principales bases sobre las cuales se construye el conocimiento y el pensamiento de los seres humanos, es precisamente la del movimiento, por ser una de sus primeras posibilidades de interacción, construcción y representación del mundo, la cual, mas tarde, da pie a representaciones lingüísticas y no lingüísticas de mayor complejidad y alcance (ver Fig.1.1).

No obstante, los elementos que conforman esta aproximación y la posición sustentada en este trabajo, no son del todo nuevos; proceden de orígenes y tiempos diversos, cuya comprensión es importante si se desea dar un juicio y valoración del estado actual del campo y del presente estudio.

1.1. ANTECEDENTES AL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO HUMANO EN PSICOLOGIA

Los primeros esfuerzos por decifrar la naturaleza del movimiento se dieron en el campo de la física, con respecto a los objetos inanimados. Por ejemplo, los griegos de la antigüedad sostenían que los cuerpos pesados caían al suelo porque los movía un "deseo interno de buscar sus lugares". Aristóteles hablo de un "motor inmóvil" afanado en mantener en movimiento a los planetas, y siglos después se dio por cierto que todo movimiento exigía una fuerza continua que lo mantuviera (M. Wilson, 1980).

En el siglo XVII, algunos matemáticos como Descartes, Newton, Leibniz y Huygens, sentaron las bases de la concepción del movimiento como el cambio de lugar que experimenta un cuerpo; Leibniz encontró la fórmula para medir la energía del movimiento, Huygens sentó

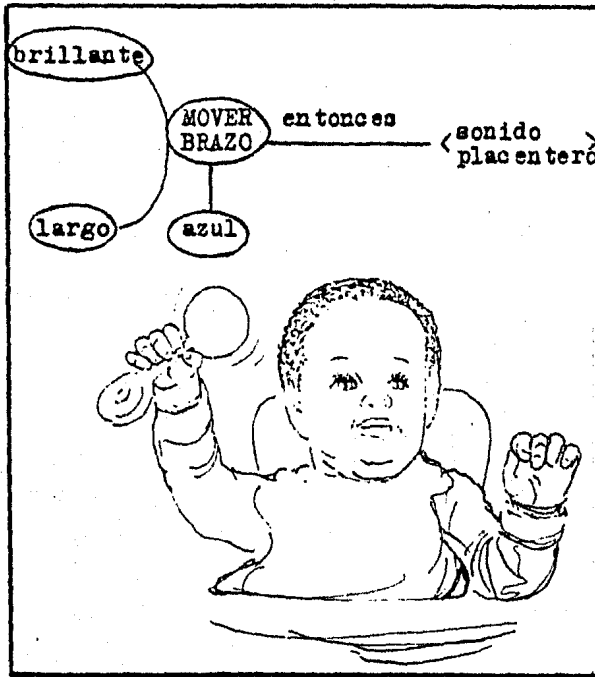


Fig. 1.1. Construcción de conocimiento a partir de actividades motoras en el bebé. (Tomado de Lindsay y Norman, 1977)

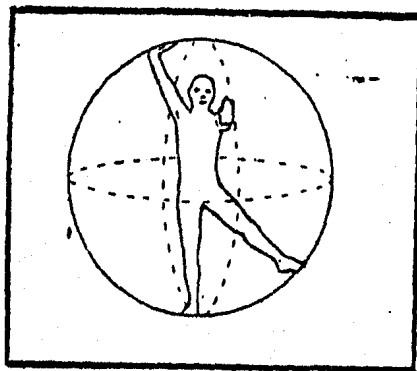


Fig. 1.2. Kinesfera en el humano. (Tomado de Bartenieff, 1980)

algunas de sus propiedades, y Newton involucró los conceptos de móvil, trayectoria, velocidad, distancia y tiempo del movimiento (Rocha y Rincon, 1975; White, 1965), conceptos básicos no solo dentro de la física contemporánea, sino dentro de todas aquellas áreas que más tarde se relacionaron con el estudio del movimiento, en cualquiera de sus manifestaciones.

No obstante, era evidente que aún cuando el universo entero se hallaba en continuo movimiento, los movimientos de los animales diferían enormemente de los movimientos de los objetos inanimados, pero se sabía muy poco acerca de sus características. Tan sólo se especulaba que en ellos subyacía la presencia de procesos de naturaleza no-física. El mismo término de "animal", derivado de la palabra griega "animos" (viento), a través del latín "anima", denota un principio insustancial que se consideraba presente en los animales y les permitía moverse y que estaba ausente en los objetos ordinarios del mundo físico (Gallistel, 1980).

A fines del Renacimiento, esta atracción por el movimiento humano y animal llevó a muchos hombres ingeniosos y artesanos a construir los famosos "autómatas de reloj", que eran unas máquinas que realizaban movimientos intrincados parecidos a los de los seres vivos, porque se llevaban a cabo en ausencia de fuerzas externas aparentes; pero como sus movimientos estaban dados tan sólo por engranajes, péndulos y poleas, estos eran fijos, monótonos e inmodificables.

Sin embargo, la curiosidad que estas máquinas despertaron en Descartes, originó un salto en la concepción del ser humano y su movimiento, ya que él consideró que al menos algunos aspectos del

movimiento animal Podían ser explicados en base a Principios y causalidad física semejante a la de los autómatas; lo que sí quedaba fuera, eran las acciones más inteligentes, aquellas que estaban moldeadas Por el Pensamiento (como el jugar ajedrez), ya que éstas Presentaban Principios que requerían de un dominio más que el Puramente físico, es decir, de un dominio "mental" (Gallistel, 1988). Con esto, Descartes dio la Posibilidad de sentar el estudio del movimiento bajo un sustrato de investigación seria, metódica y antidogmática, con un nivel de análisis muy Particular, y ligada al mismo tiempo, al desarrollo científico en sus diferentes campos.

Precisamente, una de las características de la acción humana que Parecía implicar la Presencia de un Proceso inteligente, era la extraordinaria flexibilidad que manifiestan las habilidades motoras (skills). He aquí donde llegamos al Punto central donde radica la Peculiaridad y unicidad del movimiento humano (y Por ende la importancia de su estudio), ya que como dijera Bartlett (1958): Si uno Pudiera describir los Principios organizativos que Permiten a los organismos hacer modificaciones rápidas Pero funcionalmente apropiadas de los Patrones de movimiento en curso, uno habría comenzado a describir las bases físicas de la inteligencia.

Los inicios del estudio del movimiento animal se dieron en el campo de las neurociencias alrededor del siglo XVII. Sin embargo, gran Parte de las bases del conocimiento actual es atribuída a Sherrington y a sus colegas, quienes a Principios del Presente siglo lograron escudriñar dentro de la numerosa variedad de movimientos y postular una unidad del comportamiento a Partir de la cual se construía toda acción coordinada: el reflejo. Por la misma época,

Lashley (1917) reportó la idea de que el cerebro estaba directamente involucrado en la Producción de las acciones, porque éstas se lograban gracias a un conjunto de comandos musculares que estaban almacenados centralmente.

Alrededor de los años 30's, Bernstein (1934, 1957; y 1967 en versión para el mundo occidental) estaba postulando la regulación del movimiento humano por medio de la retroalimentación sensorial y sentando los Principios básicos de los sistemas auto-regulativos. Lo que Bernstein y sus colegas (Gelfand, Gurfinkel, Tseltin y Shik, 1971) promovieron fue la idea de que el control del sistema humano no era producto y responsabilidad de una sola estructura ejecutiva autosuficiente (como el cerebro), sino que existía una organización de niveles múltiples, con lo cual, la carga de los movimientos complejos no era sentida por ninguna estructura en particular, sino que era repartida. La influencia supraespinal o de niveles superiores (corticales) cubría la iniciación de la acción y el control de los subsistemas de nivel más bajo, pero la acción propiamente dicha, se daba por el arreglo y funcionamiento de estos subsistemas (redes neuronales de la médula espinal y fibras musculares) (Stelmach y Hughes, 1983). De ahí que cualquier pretensa explicación y aún descripción, debía tomar en cuenta, de ahora en adelante, la múltiple participación de estructuras y/o procesos.

Todos estos aportes fructificaron en un mayor interés por el estudio del movimiento bajo diferentes enfoques y en diversas disciplinas, en todas las cuales se reflejaba un interés por explicar la interacción de las diferentes partes de su producción. Se hizo obvio que el movimiento visto como el resultado de procesos

anatomo-fisiológicos, no era la única (ni tal vez la más Prometedora) forma de abordarlo, como tampoco lo sería el considerar que la comprensión de una máquina computadora, por ejemplo, está dada únicamente por el conocimiento de su hardware o parte física. Así, surgieron niveles de explicación o abstracción (Pylyshyn, 1978), en los que aunque no se niega la importancia del sustrato físico del movimiento, se enfatizan ya sea procesos observables de ejecución en el medio, o bien procesos lógicos y de manejo de información.

1.2. ENFOQUE CONDUCTUAL

Desde el punto de vista del movimiento como conducta motora, hubo una tendencia inicial muy fuerte a enfatizar las teorías globales del aprendizaje motor o a no enfatizar ninguna teoría en absoluto.

Algunos investigadores como Hull (1943), Pavlov (1849-1936), Skinner (1938) y Watson (1930), mostraron que la conducta motora podía no sólo describirse y clasificarse, sino cuantificarse, modificarse, y hasta producirse o eliminarse, tan sólo recurriendo a las respuestas (R) observables emitidas por los organismos y a la asociación de estas con estímulos (E) placenteros, aversivos, discriminativos o neutros. El área estuvo dominada por experimentadores que intentaban probar los efectos de gran cantidad de variables independientes (VI) en el aprendizaje global y en la ejecución de tareas motoras. A pesar de esto, el registro se hacía generalmente en base a algún índice de R muy grueso, como dar o no dar un número específico de R, y había poco interés en los eventos que se daban y que se transformaban durante el aprendizaje de una tarea.

motora, dentro del individuo (Schmidt, 1975).

Las nociones "mentalistas" invocadas para explicar la acción, tales como las de conocimiento, propósito, intención, representación mental, etc., sólo tenían sentido si se referían a alteraciones en la probabilidad de emitir ciertas R. (Skinner, 1938), o en el mejor de los casos, saber acerca de algo quería decir tan sólo el tener un sistema motor dispuesto a responder de cierta manera en la presencia de ese algo, porque la experiencia previa con el algo, había ya alterado la estructura del sistema motor (Hull, 1943).

1.3. INCORPORACION DEL PROCESAMIENTO DE INFORMACION

SUBYACENTE AL MOVIMIENTO

A partir de los años 60's, comenzó a darse un giro en los intereses y concepciones dentro del estudio de las habilidades motoras. Los investigadores comenzaron a plantearse preguntas acerca de los procesos que ocurren cuando las personas ejecutan y aprenden una R motora, y acerca del cómo es que el conocimiento puede controlar la acción. Las tareas utilizadas tendieron a cambiar de aquellas que podían solamente ser registradas con medidas globales, a aquellas que permitían el aislamiento de varios procesos y estrategias, y que proporcionaban información acerca de las contribuciones de varios subsistemas.

Una de las razones de este cambio de concepción fue la incapacidad de las teorías anteriores para proporcionar explicaciones razonables de la ejecución y aprendizaje motor, lo cual condujo en una pérdida sustancial del interés en estos puntos de vista y en una búsqueda de

nuevas direcciones que proporcionarían explicaciones alternativas. Pero quizás la influencia más radical la ejerció el advenimiento de una serie de desarrollos científicos y tecnológicos que se dieron desde la época anterior a la Segunda Guerra Mundial, pero que ejercieron sus efectos en la Psicología y en específico, en el estudio de las habilidades motoras, hasta hace poco más de dos décadas: el desarrollo de la lógica matemática, de la cibernética, de la computación y de las ideas del procesamiento de información (Schmidt, 1975). La existencia de máquinas que forman y hacen uso de información almacenada internamente, removió el estigma del "mentalismo"; había misiles que almacenaban en su memoria copias o representaciones de la ruta hacia una meta, y que hacían uso de este conocimiento para llegar a ella. Esta utilización del conocimiento para generar comportamiento nuevo pero apropiado, también fue observado claramente en estudios acerca del camino que recorrían los animales en territorios familiares hacia alguna meta, ya que a pesar de las múltiples circunstancias o localizaciones en las que el animal se encontrara, era capaz de llegar a la meta, gracias al uso de las "representaciones" territoriales por parte del sistema generador de acción (Gallistel, 1980).

En un principio, este viraje de concepciones se diversificó en el surgimiento de varias subdisciplinas, tales como la solución de problemas, la organización de la información en redes, etc., pero su aplicación al control motor como herramienta conceptual en particular, quedó inicialmente restringida a las teorías basadas en la retroalimentación negativa y positiva, e incorporó, sobre todo, los términos de sistema, información, comunicación, programa motor, y

retroalimentación, y el considerar al sistema motor, como un conjunto de subsistemas con ciertas relaciones input-output (de entrada y salida) entre ellos, haciendo alusión tanto a procesos externos como internos (fisiológicos e informacionales).

Teorías de circuito-cerrado

Algunas de las teorías que surgieron de esta intersección fueron las teorías de circuito-cerrado. Varias de ellas tenían en realidad raíces bastante antiguas en la teoría de Bernstein (1934, 1957), pero algunas otras fueron de nueva creación. Entre las más conocidas se encuentran los modelos de Anokhin (1969), Konorski (1967) y Sokolov (1969), más el trabajo de Adams (1971) y el de Lazlo (1967), los cuales aunque difieren grandemente entre sí, mantienen en común las características esenciales de una teoría de circuito-cerrado. Estas podrían resumirse en que postulan que el movimiento se da básicamente por la recepción de retroalimentación, y la comparación de ésta contra algún referente de "acierto", de la cual, cualquier discrepancia resultaría en un error a corregir subsecuentemente.

Esta aproximación dominó el estudio del comportamiento motor durante muchos años, pero al extenderse al comportamiento motor humano en psicología, sufrió modificaciones y adaptaciones (Anokhin, 1969; Chase, 1965; Sokolov, 1969), que en resumen se traducen en haber resaltado la importancia de algunos requerimientos necesarios para la regulación del movimiento: la retroalimentación, la detección de errores y la corrección de estos. Su planteamiento general se desarrollaba así: Para producir una acción, primeramente se da el comando motor que especifica la R a ser generada; a continuación, la

información sensorial producida por el movimiento vía los receptores propioceptivos, es retroalimentada al Sistema Nervioso Central (SNC); entonces, la información proveniente de la retroalimentación es comparada con un referente interno para checar las discrepancias entre el output especificado y el movimiento producido (detección del error). Los errores son evaluados y el organismo intenta minimizar el tamaño del error (corrección del error). En los movimientos que se encuentran bajo control de un circuito-cerrado, los parámetros del movimiento son especificados por adelantado, pero están sujetos a modificaciones durante y después de la realización del movimiento. Algunos ejemplos de movimientos que de alguna manera se ajustan actualmente a estos modelos, son las secuencias lentas que toman un tiempo considerable para completarse, presentes en habilidades tales como la caminata, la escritura y la natación (Stelmach, 1985).

Sin embargo, aunque recientemente han habido evidencias en favor de estas teorías, relacionadas con la contribución de la retroalimentación para la precisión y temporalidad del movimiento (auditiva: Kalmus, Denes y Fry, 1975; Fairbanks, 1955; y Yates, 1963; visual: Craske, 1975; Held, 1967; Kohler, 1947; Pick, Warren y Hay, 1968; Glencross, 1977); y con si cambios en la retroalimentación producen cambios correctivos predecibles en algún aspecto observable de la R motora (Adams y Creamer, 1962; Burke y Gibbs, 1965; Holland y Noble, 1963; Ellis, Schmidt y Wade, 1968; y Schmidt, 1976); en realidad, la mayoría de ellas se concretan a ser diagramas visualizadores con los clásicos cajones etiquetados, representando procesos de la ejecución motora, interconectados con flechas, y por ende, no ligados a datos experimentales para su formación, ni para su

confrontación entre ellos (Schmidt, 1975).

Teorías de circuito abierto y los Programas motores

En contraposición a las teorías de circuito-cerrado, surgen las llamadas teorías de circuito-abierto. Éstas postulan que el movimiento es regulado por una fuente central, más que periférica; que tanto en humanos como en otros organismos, los mecanismos sensoriales periféricos detectan las condiciones del ambiente; esta información es almacenada y evaluada para ayudar a determinar la R adecuada a esas condiciones, y una vez especificada, es ejecutada. No existen mecanismos para detectar los cambios que pueden ocurrir debidos a la R generada por el sistema, por lo que en su forma pura, no hay mecanismos de retroalimentación para checar lo adecuado de la R, y por tanto, dá pie a que los posibles errores no sean ni detectados, ni corregidos.

Lo que estas teorías han aportado al conocimiento del movimiento humano en específico, es la introducción del concepto de Programa motor como una forma de explicar la capacidad de los organismos para planear los movimientos por adelantado, es decir, para establecer sus parámetros aun antes de iniciarlo, y para ejecutarlo aún en ausencia de retroalimentación aparente. Un Programa motor vendría siendo entonces, en términos más precisos, "una secuencia de comandos almacenados, que es estructurada antes de que el movimiento comience, y que permite a la secuencia entera el ser llevada a cabo sin ser afectada por ninguna retroalimentación periférica" (Keele, 1968, pág. 387), ni por ningún mecanismo de regulación de errores (Stelmach, 1985).

Los partidarios de estas teorías han buscado evidencias, sobre todo, en estudios con organismos infrahumanos, con movimientos rápidos (Higgins y Angel, 1970); MeGaw, 1972; Schmidt y Gordon, 1977), y con movimientos bajo técnicas de desafrentación previas (Stein y Carpenter, 1965; Taub, 1976; Taub y Berman, 1968; D.M. Wilson, 1961); y recientemente, en estudios que utilizan técnicas de reducción de la retroalimentación periférica en humanos (Kelso, 1977).

Aunque durante varios años esta posición de control central cayó en desuso, su posterior reformulación ha vuelto a atraer la atención, debido a que elimina el enorme problema de almacenamiento que se generaría si para cada acción por ligeramente diferente que fuera, hubiera un programa motor separado asociado con ella (el número de programas almacenados sería casi infinito). En su lugar, actualmente se postulan más bien programas motores generalizables a toda una clase de movimientos; por ejemplo, podría haber un sólo programa para las múltiples formas de lanzar una pelota de baseball (Schmidt, 1975). Se asume que estos programas motores generalizados son capaces de presentar los comandos pre-estructurados para varios movimientos, si se proporcionan las especificaciones de R particularmente apropiadas, siendo estas especificaciones, como una especie de parámetros que pueden ser variados antes de que empiece el movimiento, para permitir la ejecución del programa a diferentes velocidades, con diferente fuerza, etc.

También se ha abierto el criterio respecto a la interacción de conceptos de las teorías de circuito-abierto con los de las teorías de circuito-cerrado. Así, Mac Neillage y Mac Neillage (1977) postulan

que a medida que las personas van aprendiendo ciertas habilidades motoras, se pasa de un control dado por la retroalimentación recibida, al control dado por los programas de circuito-abierto que se van desarrollando, es decir, que "la necesidad de retroalimentación sensorial puede ser considerada como inversamente proporcional a la habilidad del SN para determinar predictivamente cada aspecto esencial de los actos subsiguientes" (pág. 424).

Como ha podido observarse a partir de los diversos detalles mencionados, cada modelo da cuenta de ciertas clases de comportamiento, ya que el sistema humano es capaz de operar bajo ambas formas de control (Stelmach, 1985), pero cada uno de ellos considerado por separado, presenta serias limitaciones si pretende dar cuenta de toda clase de comportamiento motor. De aquí que una opción interesante fue la de desarrollar ideas o modelos con propósitos integrativos de ambas teorías.

Confluencia de modelos: La teoría de Adams

Un intento importante de esclarecer las condiciones bajo las cuales prevalece cada modalidad de control ha sido la teoría de Adams (1971). Ésta propone una estructura de circuito-abierto para la generación de los movimientos, y una estructura de circuito-cerrado para su regulación. Además de esto, constituye tal vez, la primera consolidación organizada de la consideración (para entonces reciente) de que el aprendiz no es un organismo pasivo (como había propuesto el conductismo), sino un agente catalizador activo que controla, manipula y genera comportamiento. Y para lograr una continua detección y corrección de errores bajo esta perspectiva, enfatiza

también la importancia de la memoria y el almacenamiento de la información.

Los dos mayores constructos dentro de esta teoría Proviene de la consideración de que el aprendizaje motor depende de dos estructuras de memoria: el denominado "trazo de memoria" y el "trazo Perceptual". El Papel del trazo de memoria es el de seleccionar e iniciar la R deseada. Por medio de Procesos volitivos del aprendiz, como una especie de Programa sencillo que no utiliza retroalimentación; y se refiere a la capacidad aprendida Para dar una R. El trazo Perceptual, Por su Parte, es un constructo que evalúa lo correcto o incorrecto de la R mientras es ejecutada Por el trazo de memoria, sobre la base del conocimiento de los resultados que ha sido recibido, como una referencia Para ajustar los movimientos subsiguientes (Stelmach, 1985).

El soporte empírico a favor de sus Postulaciones se relaciona con el auténtico mejoramiento en la ejecución: con un conocimiento cuantitativo (mayor) o cualitativo (menor) de los resultados (Trombridge y Cason, 1932); con un intervalo interensayo suficiente Para el Procesamiento cognitivo y sin interferencias (durante la etapa verbal-motora) (Boucher, 1974); y con mayor retroalimentación (Adams y Goetz, 1972). También ha sido confirmado hasta cierto grado, el modelo de aprendizaje de dos etapas que Postula (Newell, 1974) (ver Stelmach, 1985), Pero ha tenido que modificarse respecto a algunos aspectos, tales como el referente a la influencia de las diversas modalidades sensoriles (kinestésica, auditiva y visual) en el desarrollo del trazo Perceptual (Adams, Gopher y Lintern, 1977).

1.4. EXTRAPOLACION DE LA NOCIÓN DE OLVIDO EN MATERIAL VERBAL AL MOVIMIENTO

El énfasis de la teoría de Adams acerca de un modelo standard interno contra el cual comparar la retroalimentación sensorial, tiene una relevancia crucial en el desarrollo de la concepción que se sustenta en este trabajo de tesis, debido a que contribuyó a generar investigación acerca de la forma en la que la información sobre movimiento es representada en memoria. La diferencia estriba en que el primer interés que generó, se abocó a cuestiones de memoria más que de representación en sí, y más aún, al estudio de la noción de olvido más que a la de recuerdo. De cualquier forma, su consideración es importante porque los estudios de memoria motora a corto plazo (MMCP) constituyen uno de los primeros intentos de ligar los procesos motores con otros procesos inteligentes, tales como el pensamiento y el lenguaje.

Las interrogantes más sobresalientes dentro de esta línea se expresaban en preguntas como: ¿cómo es debilitada o fortalecida la información sobre movimiento? (Stelmach, 1987); ¿estaría representada en un almacén de modalidad específica?; ¿se daría el olvido de movimientos a la misma velocidad y bajo las mismas características que en el material verbal?, es decir, ¿habría la posibilidad de extrapolar los hallazgos hasta entonces vigentes, acerca de memoria a corto plazo (MCP), al movimiento?, y ¿qué características particulares presentaría?

Respecto al aprendizaje y memoria verbal, se sabía que a mayor paso del tiempo y a menor práctica, mayor olvido, tanto en cuestión de días (Ebbinghaus, 1885) como aún de ses (Brown, 1958; Peterson y

Peterson, 1959). La metodología usada para la obtención de estas curvas de olvido consistía en la Presentación de ciertos ítems, como sílabas, Palabras, etc. (en Pares o en listas), seguida Por un intervalo de retención, generalmente ocupado con tareas de interferencia (tales como un conteo decreciente de tres en tres), al final del cual, el sujeto (S) debía recordar los ítems.

Los estudiosos del comportamiento motor quisieron saber si el olvido de movimientos ocurriría tan rápido como el verbal. El Primer intento Por responderlo fue el de Adams y Dijkstra (1966), quienes demostraron dos de los efectos más robustos dentro de la literatura sobre MMCP. Su Procedimiento comprendía el mover el brazo de los S a un punto, y después de un intervalo (de 0 a 120 seg), Pedirles que trataran de reProducirlo. Sus resultados mostraron que los errores en la reproducción del movimiento, incrementaban hasta doblarse en los Primeros 80 seg, de manera semejante a como ocurría el olvido rápido de materiales verbales.

Este hallazgo tuvo una importancia crucial, debido no sólo a que se consolidó en posteriores investigaciones (e.g. Stelmach, 1969), sino Porque los datos sobre comportamiento motor no eran ya más datos aislados de otros procesos psicológicos., sino que convergían con aquellos que habían sido encontrados en los sistemas visual, auditivo y táctil, lo cual sugería la posible existencia de propiedades funcionales comunes a todos estos sistemas, (incluyendo el motor) (ver Adams, 1976, Para una revisión).

El deseo Por comprender la razón Por la que ocurría tal fenómeno, generó investigación sobre dos teorías inicialmente Propuestas en memoria verbal, a saber, la teoría del decaimiento del trazo y la

teoría de la interferencia, sólo que ahora referidas al movimiento. La teoría del trazo de memoria proponía que cuando se realizaba un acto, se formaba un trazo que decaía espontáneamente al Paso del tiempo, originando así, una discriminación más difícil entre los trazos, y por ende, mayor error en el recuerdo (Adams y Dijkstra, 1966) o mayor variabilidad (Laabs, 1973). La teoría de la interferencia, por el contrario, veía el olvido como el resultado de R competitivas aprendidas ya sea después (proactiva; Ascoli y Schmidt, 1969; Stelmach, 1973) o antes de la realización del movimiento a recordar (retroactiva), las cuales generaban un mayor olvido, manifiesto en una mayor variabilidad (Stelmach, 1974), o en una mayor proporción de errores. Otra de las variantes, consideró que la interferencia causaba una "asimilación" del movimiento competitivo por parte del movimiento criterio (ver Laabs y Simmons, 1981), o bien una "interacción de trazos", es decir, que el movimiento recordado que resultaba era la combinación promedio de ambos movimientos, el criterio y el de interferencia (Laabs, 1973; Pepper y Herman, 1970).

Ambas teorías constituyeron probablemente uno de los primeros pasos en la consideración del movimiento como un producto que requiere de la participación de procesos cognitivos diversos. Y aunque esta postulación no surgió sino hasta después de que ambas teorías probaron ser demasiado estáticas, de hecho constituyó el impulso para abordar ya no el cómo y por qué se daba el olvido de material motor, sino como podía evitarse, es decir, qué factores son los que fortalecen su recuerdo (Stelmach, 198), y ligado a esto, determinar cuál es su representación y los mecanismos cognitivos participantes en S activos que, más que simplemente almacenar información, la

Procesan y transforman, no sólo Para reproducir, sino también Para producir, crear y anticipar movimientos.

1.5. ALGUNAS APORTACIONES ULTERIORES DEL ENFOQUE CIBERNETICO

Paralelamente a estos desarrollos, algunas otras aproximaciones como la cibernética y el Análisis de Movimiento estaban sentando más bases Para esta concepción moderna sobre representación de movimiento.

Así tenemos que dentro de los estudios más relevantes en cibernética relacionados con el estudio del movimiento, se ha evidenciado que tal vez éste constituye un fenómeno más complejo de lo que se suponía, ya que aún a niveles jerárquicos muy bajos dentro del sistema motor, se ha demostrado la existencia de procesos muy elaborados. Ejemplificando lo anterior, Wieneke (1974), en sus trabajos, muestra que es posible realizar movimientos correctivos hacia una trayectoria determinada, sin necesidad de que la persona lo dirija voluntariamente. Aún más, evidencias al respecto las encontramos en las llamadas conductas reflejas, donde es posible hallar un alto grado de categorización y de generalización, aun cuando en estas se hace uso de un almacén simple de muy corto plazo. Lo anterior se ve corroborado por el ingenioso estudio de Raibert (1978), en el que un brazo totalmente mecánico llamado VIC/ARM y equipado con circuitos simples equiparables a los existentes en médula y cerebelo, es capaz de aprender una serie de movimientos y en base a ellos, generalizar los parámetros necesarios Para ejecutar movimientos similares, sin restar valor a la importante

participación y la gran influencia del Procesamiento central y la retroalimentación Periférica (Sakitt, 1980).

Otra de las aportaciones de los estudios cibernéticos, es la distinción entre los denominados "movimientos deseados" o los movimientos que intentan llevarse a cabo, y los llamados "movimientos realizados", que son los que en realidad lograron conformarse en Patrones físicos de movimiento ejecutado, y el esclarecimiento de algunos de los Procesos intermedios Para llegar de los unos a los otros. En ellos, un código abstracto se transforma en un código muscular que lleva consigo información acerca tanto de Propiedades intrínsecas del sustrato muscular, las Propiedades del movimiento a ejecutar (direccionalidad, miembro que va a moverse, etc.), como de las características del medio externo (campo en el que se lleva a cabo el movimiento) (van Dijk, 1978).

Por último, cabría señalar el intento realizado Por Benati, Gaglio, Morasso, Tagliasco y Zaccaria (1980), en el cual se enfatiza la elaboración de modelos matemáticos que se ajusten a las Posibilidades de movimiento que tiene un brazo, haciendo inoPie' en las articulaciones (muñeca, codo y hombro), en los puntos de gravedad de los elementos del brazo (mano, antebrazo, brazo) y en ejes fijos que vendrían siendo el del tronco del cuerpo y el del ambiente hacia el que se dirige la extremidad.

Estos estudios cibernéticos aportan elementos valiosos en la comprensión del movimiento, ya que ellos Posibilitan la construcción de modelos, que ayudarían a ver en dinámica Principios emanados de investigaciones experimentales (Raibert, 1978), y a su vez, Permiten relacionar niveles superiores e inferiores de Procesamiento de

información relacionados con el movimiento y sus procesos subyacentes, como la memoria y la representación, con los basamentos corporales (estructuras musculares) (van Dijk, 1979). Además, abren la Puerta a la cuantificación de las configuraciones o Patrones de movimiento a Partir del uso de modelos matemáticos (Benati et al., 1980); esto, basado en una concepción de la Producción del movimiento, como un sistema que relaciona lo representado con lo ejecutado (van Dijk, 1978).

1.6. CONTRIBUCIONES DEL ANÁLISIS DE MOVIMIENTO

La colaboración de los estudios basados en el Análisis de Movimiento, están centrados en las aportaciones implícitas en la teoría de Bartenieff (1980), la cual procede de la coreografía y la danza, intentando dar explicación al movimiento. Bartenieff destaca la importancia de considerar al movimiento como el producto de tres factores interdependientes, manifestados en la secuencia de movimientos que conforman realizaciones específicas. Para él, el primer factor está constituido por las partes del cuerpo con sus funciones e interrelaciones que guardan, aún a pesar de una separación física considerable. En segundo término, está el espacio en el que se mueve el cuerpo y las configuraciones que se conforman, delineadas por la extensión de los ejes del cuerpo hasta sus límites (de longitud, anchura, y profundidad), es decir, por su "kinesfera" o rango espacial donde la persona puede moverse (ver la figura 1.2). Esta kinesfera se caracteriza por ser diferente a la de otros animales y por permitir un manejo más fácil en algunos de sus puntos

que en otros; Por ejemplo, es mas sencillo mover los brazos hacia adelante que hacia atrás. Por último, se encuentra el factor del "esfuerzo", el cual comprende la Preparación interna (dependiendo de la intención del movimiento) respecto a cualquier manifestación de movimiento visible; tomando en consideración el Peso del Propio cuerpo y su balance, la velocidad y el flujo del movimiento, y el esfuerzo que debiera Ponerse, etc.

En resumen, esta aproximación resalta algunos de los componentes que Participan ya sea antes o durante la experiencia del movimiento, teniendo en consideración Parámetros de la Persona (Preparación interna), Parámetros del entorno (espacio o kinesfera), Posibilidades de acción (otorgados por la estructura del cuerpo) y sobre todo, la interrelación de estos, en un Proceso de interacción dado por las capacidades del S y la realización de sus acciones.

1.7. SURGIMIENTO DE LA NOCIÓN DE ESQUEMA MOTOR

Tal vez una de las características que fueron resaltándose cada vez más entre las últimas aproximaciones y modelos, fue el hecho de que a pesar de la enorme variedad de movimientos de que el hombre es capaz, Pueden extraerse ciertos Parámetros que se mantienen más o menos constantes dentro de ciertas categorías de movimiento, y que estos mismos, al variarse y combinarse, permiten darle a éste, diferentes matices y utilidades.

Dentro de este contexto, surge la noción de esquema aplicada a la conducta motora, en la que se desarrolla y se delinea la Participación de la cognición en el movimiento humano, esto es, del

Papel activo que juega el conocimiento de condiciones, metas, Parámetros consecuencias y abstracciones. El Primer manejo del concepto de esquema en la literatura se remonta a Head (1926) y a la modificación hecha por Bartlett (1932) en su libro "Remembering". Originalmente establecida respecto a la Percepción, se definió como "una característica de alguna Población de objetos (O), consistente en un conjunto de reglas que funcionan como instrucciones para producir un Prototipo de la Población (el concepto)" (Evans, 1967, pag. 87). Por ejemplo, a través de nuestra experiencia pasada en ver "perros", almacenamos estos E en la memoria de reconocimiento y abstraemos de estos, un concepto relacionado con la categoría de "perro", o una regla para determinar si cualquier otro E se clasificará o no como tal; este concepto forma las bases de un esquema, el cual es también almacenado, sólo que en un apartado diferente. Así, para reconocer a un animal como "perro", no necesitamos haberlo visto a él precisamente con anterioridad, sino que basta con usar el esquema para identificarlo.

Un ejemplo claro que ilustra este concepto se halla si se observa la figura 1.3, en la que si se trata de encontrar la imagen de un perro, lo más seguro es que bastarán unos cuantos segundos para detectar a un dalmata en la parte central inferior, caminando en una plazuela y rastreando el suelo con el hocico (Frisby, 1979). Lo más sorprendente es que para reconocer al perro, no tuvo que tenerse trazado en su totalidad, sino que bastaron unas cuantas manchas para "reconstruirlo". En otras palabras, no fue necesario extraer el total de la información del exterior, sino que sólo se requirió de las claves más significativas y el resto de la información fue deducido o



Fig. 1.3. Reconstrucción de un perro a partir de manchas y de esquemas. (Tomado de Frisby, 1979)

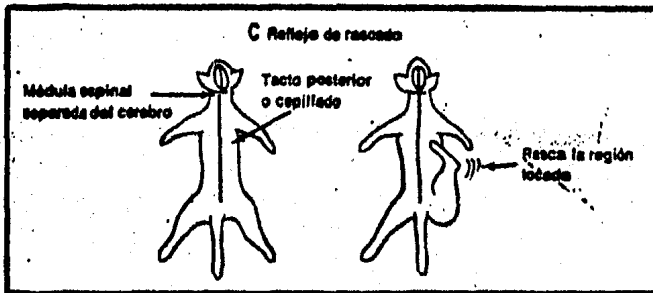


Fig. 1.4. Conducta de rasquido en un gato decerebrado. (Tomado de Thompson, 1973)

construido a partir de la información almacenada en memoria. Esto hace posible que pueda prescindirse de mucha información para reconocer hechos, objetos y personas, la cual, de lo contrario, ocuparía tanta capacidad de memoria, que la dotación biológica y las capacidades de procesamiento, no alcanzarían a satisfacer. Otro hecho sorprendente que ilustra esta figura, es que uno sabe que esas manchas conforman a un perro y no a un mono ni a un ave, lo cual habla de la existencia de un increíble y complejo organizador de la información.

En medio de la tradición conductual, estas ideas resultaban ser, sin embargo, demasiado mentalistas, y por no haber hecho intentos por operacionalizarlas, permanecieron latentes hasta que investigadores como Edmons y Evans (1966), Edmons, Evans y Muller (1966), Edmons y Muller (1966), Edmons, Muller y Evans (1966), Evans (1967a, 1967b), Evans y Edmons (1966) y Posner y Keele (1968, 1970), invocaron la noción de esquema para explicar el reconocimiento de patrones sin sentido y proporcionaron definiciones operacionales y pruebas del concepto.

A pesar de lo que podría pensarse, sin embargo, el manejo de esquemas no indicaba solamente la participación de procesos cerebrales muy complejos para actuar sobre los sistemas perceptuales, sino que esos procesos comenzaron a hacerse evidentes en otros fenómenos como la conducta motora, no sólo del hombre, sino incluso de organismos infrahumanos, aunque claro está, con sus respectivas variantes y limitantes.

Un ejemplo de lo anterior es uno de los experimentos reseñados por Thomposon (1973), en el que a un gato decerebrado se le daban

Piquetes en diversas Partes de su cuerpo, Para Probar si aún en ausencia de la Participación del cerebro, Podía darse la conducta de rasquido (ver la figura 1.4). Lo que Thompson obtuvo fue que efectivamente, el Gato era capaz de rascarse precisamente en el lugar en el que se le Picaba. Para muchos investigadores, esto constituyó un ejemplo más de reflejo, Pero otros tantos más observadores, Pronto comenzaron a cuestionarse acerca de ciertos hechos que no se habían tomado en cuenta, tales como ¿cómo es que el Gato Pudo identificar en dónde había sido Picado, si ya no recibía fibras de corteza?; ¿cómo fue capaz de mostrar una coordinación adecuada de su miembro con respecto a un espacio tridimensional?

Para muchos amantes de la IA y de la cibernética, es obvio que este "simple reflejo" requeriría de una alta tecnología Para Poder simularlo en un robot. En otros términos, lo que se quiere dar a entender es que a nivel medular, existen muchos de los Procesos llamados superiores, en los cuales, la utilización de esquemas o de representaciones es quizás, el punto central en la ejecución motora, la cual Probablemente, Podría ser la clave en dar respuesta a Preguntas como las anteriormente mencionadas, y la herramienta que utilice el sistema motor humano Para Producir una cantidad casi infinita de secuencias de movimiento, sin la necesidad de una memoria con capacidades infinitas. Así, de esta forma, uno es capaz de firmar bajo diferentes circunstancias y empleando diferentes músculos y hasta Partes del cuerpo completamente diferentes también, usando una hoja, en un Pizarrón, o con los Pies sobre la arena, Porque a este acto subyace una representación o esquema general (Schmidt, 1975).

La extensión del esquema a las R motoras, se vislumbra Por vez

Primera en Bartlett (1932): "Cuando hago un saque (de tenis), en realidad, no produzco algo completamente nuevo, y nunca repito meramente algo viejo (Pág. 202).

Sin embargo, es obvio que la noción de esquema, como una abstracción en un conjunto de E, requirió de algunas modificaciones para aplicarse a la producción de R. Según Pew (1974) y Schmidt (1975), cuando un S produce varios movimientos de un tipo, comienza a abstraer información, no exactamente acerca de los puntos en común que comparten los diferentes parámetros del movimiento almacenados (como sucedería si se tratara de esquemas perceptuales), sino acerca de la relación que guardan estos parámetros. Según Schmidt (1975), los cuatro parámetros que involucra el esquema motor son: A.) las condiciones iniciales del movimiento, que comprenden la información acerca del estado pre-respuesta del sistema muscular del S y del ambiente en el que se va a mover; B.) las especificaciones de R o variaciones posibles del patrón básico y general, en términos de velocidad, fuerza, etc.; C.) las consecuencias sensoriales, consistentes en retroalimentación sensorial visual, auditiva, propioceptiva, etc.; y D.) la R generada o grado de éxito de la R en relación a la R originalmente deseada.

Schmidt (1975) establece entonces, que cuando un S hace una R de un tipo para el cual ya tiene desarrollado un esquema, comienza alimentando al esquema con dos inputs: el objetivo deseado de movimiento y las condiciones iniciales. A partir de la relación entre las R pasadas y las especificaciones de R (esquema de recuerdo), determina que especificaciones lograrán el objetivo deseado, y después de esto, el S ejecuta el programa motor con su conjunto

particular de especificaciones.

La aparición del concepto de esquema es importante no sólo por la cantidad y variedad de trabajo que ha generado (ver por ejemplo Norman, 1981), sino porque constituye un paso previo a la consideración del movimiento como un puente en el estudio de la representación de la información y del mundo en el humano, desde una perspectiva poco explotada, pero no menos rica que las que enfatizan la parte lingüística (e.g. Anderson, 1975; Collins y Quillian, 1969; Norman y Rumelhart, 1975; Shanks, 1975, 1981; Smith, Shoben y Rips, 1974) y de imaginaria (e.g. Kosslyn, 1980; Metzler y Shepard, 1974).

CAPITULO II

LA REPRESENTACION EN EL COMPORTAMIENTO MOTOR

Para volar tan rápido como el pensamiento
y a cualquier sitio que exista -dijo Chiang-
debes empezar por saber que ya has llegado.

Richard Bach
"Juan Salvador Gaviota"

II. LA REPRESENTACION EN EL COMPORTAMIENTO MOTOR

2.1. LA REPRESENTACION DE LA INFORMACION: QUE ES Y COMO SE MANIFIESTA

¿Cómo es que se representan el mundo los humanos?

Alrededor de esta cuestión, ha existido una larga trayectoria que encuentra su raíz en el Pasado de estudios, investigaciones y especulaciones realizadas en diferentes disciplinas de la ciencia. Tema tratado por filósofos, pregunta que se han hecho fisiólogos, sociólogos y cibernetas, pero tal vez el mayor énfasis en la cuestión lo encontramos en la Psicología, cuyo interés durante siglos se ha concentrado en decifrar y entender la relación que guarda el mundo que rodea a las personas, los procesos psicológicos inherentes a los mismos y las teorías que emanan de dicha interacción.

Sin embargo, el desarrollo de trabajos referidos propiamente a la representación humana, se hizo posible gracias al auge de diversas disciplinas sumadas en un esfuerzo interdisciplinario, en el cual se han conjugado conocimientos de anatomía y fisiología, matemáticas, IA, computación y Psicología. Algunos ejemplos de modelos acerca del fenómeno representacional bajo esta concepción son el de Minsky (1981), el de Newell (1981), y el de Simon (1981).

En la actualidad, la importancia que ha ido adquiriendo el concepto de representación y por igual, la forma como las personas almacenan y utilizan su conocimiento, han llegado a connotarse como

dos cuestiones centrales en el estudio de cualquier fenómeno cognitivo, y han llegado a constituir dos de los aspectos más controvertidos en la Psicología contemporánea (Rumelhart y Norman, 1983).

Por otra parte, dos son las interrogantes básicas por las que se preocupan los estudios e investigaciones actuales: ¿qué es la representación? y ¿cómo se manifiesta? (Rumelhart y Norman, 1983).

En forma resumida, la respuesta dada a la primera cuestión se muestra paradójica, ya que aunque por el momento es difícil definir de manera precisa lo que es la representación, los estudiosos de esta área poseen una noción de lo que no es, es decir, "no se sabe que es en sí la representación, pero sí se sabe que no es".

No obstante, aún así es posible saber a qué se hace alusión cuando se hace referencia a este término. Un acuerdo general es el siguiente: una representación es algo que toma el lugar de otra cosa, esto es, una clase de modelo de la cosa que representa (Hofstadter, 1980). Así, las abstracciones que los individuos realizan de los principios y características definitorias o relevantes de los objetos y fenómenos, substituyen a la realidad externa a la persona. Dentro de esta interacción se pueden distinguir las tres instancias esquematizadas en la figura 2.1: las dos primeras son, el mundo a representar y el mundo representado por la persona, entendiendo por el mundo representado, todas aquellas abstracciones que la persona hace de su mundo externo, y por el mundo a representar, aquellos objetos del medio ambiente de la persona. La tercera instancia se refiere a la representación que se hace en las teorías dedicadas al estudio del fenómeno de la



Mundo a representar	Mundo representado				Representación en teorías			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Objetos:  	A		15	7				
Propiedades: altura Relaciones: a más alto que b					no directamente representado	largo de la línea	valor numérico	valor numérico
					más alto que (A,B)	más largo que	más grande que	menor que

Fig. 2.1. Diferenciación esquemática entre lo que se representa, lo representado en el S, y lo que se representa en las teorías. (Modificación del esquema de Rumelhart, 1983)

representación, en donde las abstracciones de la persona pasan a ser el mundo a representar y las teorías son el mundo ya representado, es decir, son una representación de la representación (Rumelhart y Norman, 1983).

Reiterando la noción que enuncia a la representación como el proceso de tomar el lugar de, es decir, como un proceso de simbolización, surge la duda de qué aspectos de la realidad serán representados y de qué manera se manifestarán dichas representaciones. Al respecto se han hecho algunas consideraciones. En su caso, Palmer (1978), ha enlistado cinco características que han de tenerse en cuenta al estudiar el sistema representacional:

- a.) Lo que es el mundo representado.
- b.) Lo que es el mundo a representar.
- c.) Los aspectos del mundo a representar que pueden ser modelados.
- d.) Los aspectos del mundo representado que pueden ser modelados.
- e.) La correspondencia entre estos dos mundos.

De acuerdo a Rumelhart (1983), lo anterior nos llevaría a suponer que para comprender el sistema de representación del mundo, hay que tener en consideración que las personas se enfrentan a cuatro aspectos importantes:

- a.) Un medio ambiente en el cual existen objetos y eventos.
- b.) Un estado cerebral que depende del estado actual de la persona y de la información a la que está siendo expuesta en un momento dado.
- c.) Su experiencia, que se hace manifiesta ante una nueva situación, como parte funcional de su estado cerebral.

d.) Para la comprensión de dicho fenómeno, ha de contarse con un modelo o teoría del medio ambiente, de los estados cerebrales, y de la experiencia.

Por otra parte, estos investigadores señalan que es importante considerar que existe un proceso que opera dentro de las representaciones, el cual a grosso modo, podría ser visualizado en la siguiente relación:

$$RS = \langle R, P \rangle$$

donde RS es el sistema representacional completo, R, el mundo representado, y P, el conjunto de procesos que operan sobre el intérprete R. (Generalmente, son varios los procesos que acompañan al intérprete). En algunos de los sistemas de representación propuestos, es posible hacer la distinción entre la representación (R), y los procesos que operan dentro de (P); en otros casos, dicha distinción es imposible. Lo anterior indica que en las representaciones del mundo se hacen manifiestos formatos y procesos subyacentes a estos (Kolers y Smythe, 1979; Rumelhart y Norman, 1983).

Las hipótesis que han intentado responder a la cuestión de como se representan el mundo los humanos, se han ido agrupando en lo que se han denominado sistemas representacionales, donde, como plantean Rumelhart y Norman (1983), los más importantes son:

A.) El sistema basado en proposiciones, en el cual se asume que el conocimiento puede ser representado como un conjunto de símbolos discretos o proposiciones formales. En este sistema, las características del conocimiento son una colección de símbolos estructurados en redes de información, en listas de categorías o en

unidades conceptuales configuradas jerárquicamente, como la de la figura 2.2.A. Además, dichas características son consideradas como un conjunto de unidades o atributos semánticos (e.g. Anderson, 1976; Collins y Quillian, 1969; Figueroa y Carrasco, 1982; Figueroa, Solís y González, 1976; Frege, 1982; Kintsch, 1972; Marmolejo, López y Estrada, 1982; Minsky, 1975; Norman y Rumelhart, 1975; Rumelhart y Ortony, 1977; Schank y Abelson, 1977; Smith, Shoben y Rips, 1974; Tversky, 1977; y Tversky y Gati, 1978).

B.) Sistema representacional analógico. Este plantea la posibilidad de estudiar directamente la correspondencia existente entre el mundo representado y el mundo a representar, utilizando para ello, variables continuas para representar los procesos del mundo real (Fuft, 1980; Kosslyn, 1980; Meztler y Shepard, 1974).

C.) Sistema representacional procedural. En él se asume que el conocimiento es representado en términos de una actividad, proceso o procedimiento. Aquí, la representación se presenta relacionada con el sistema de acción (Newell, 1981; Norman y Bobrow, 1976; Norman y Rumelhart, 1975; Rumelhart, 1977; y Rumelhart y Levin, 1975).

D.) Sistema representacional de conocimiento distribuido. En este se evidencia la cuestión de que el conocimiento en la memoria esté representado en algún punto discreto. En su lugar, se cree que este está distribuido a lo largo de un conjunto de unidades representadas, donde cada una de ellas es parte constituyente del conocimiento total (Rumelhart y Norman, 1983).

Respecto de estos sistemas representacionales, se han generado una serie de debates.

Una primera controversia la ha mantenido la discusión que se

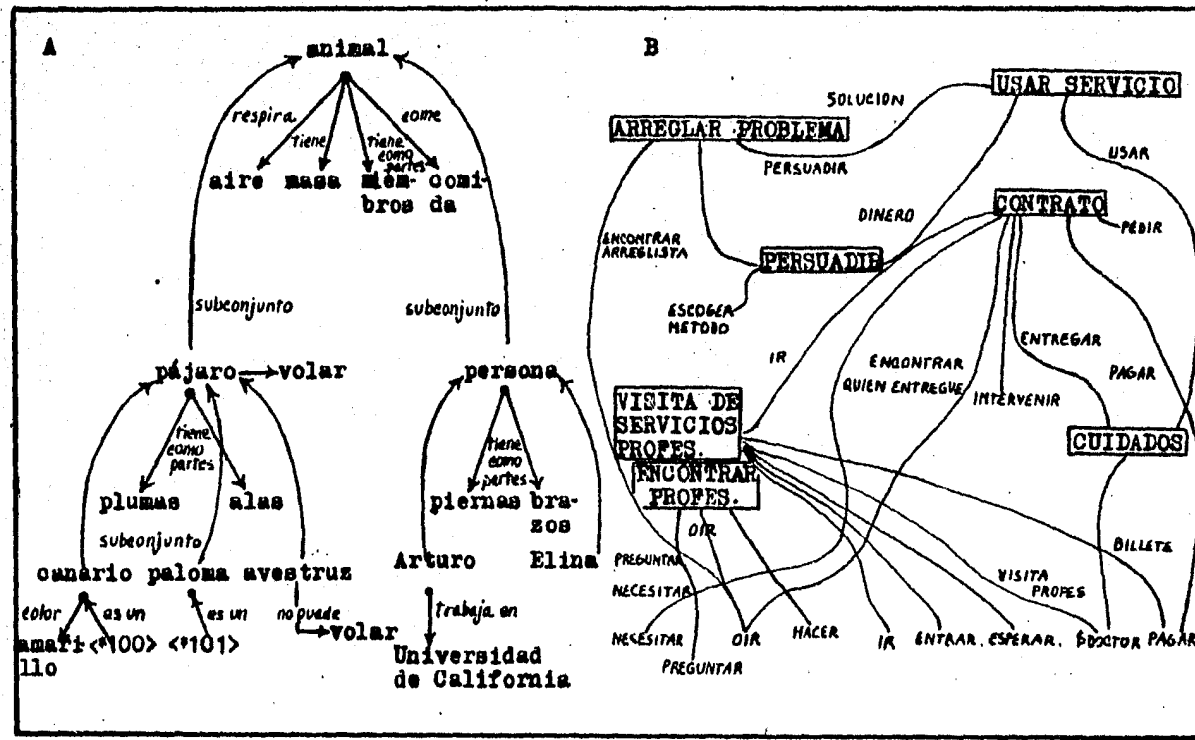


Fig. 2.2. Ejemplos de redes de información: A. De unidades elementales. (Tomado de Rumelhart y Norman, 1983). B. De unidades globales. (Tomado de Schank, 1980)

Pregunta si la forma de la representación es Proposicional o analógica. Al respecto, Palmer (1978) hace una distinción que expresa que la representación tiene tanto información extrínseca, como intrínseca (contenida en sí misma); y Rumelhart y Norman (1983) añaden que una representación analógica se relaciona más con la información intrínseca, de manera contraria a la Proposicional, dando así lugar y ubicación a ambos formatos.

Un segundo aspecto manifiesta la equiparación hecha entre la representación analógica como dimensión continua, y la representación Proposicional como dimensión discreta, donde finalmente se ha comprendido, sin embargo, que dicha distinción es un tanto superficial, debido a que no necesariamente existe dicha correspondencia entre tales dimensiones y las formas representacionales.

Por último, puede mencionarse la diferencia entre la representación declarativa y la representación Procedural; la cual radica fundamentalmente en el grado de acceso que tienen las personas a la información cuando realizan su interpretación. En el caso de la modalidad declarativa, la información puede ser examinada y manipulada directamente por los procesos interpretativos, mientras que en la modalidad Procedural, la información se encuentra implícita en los procedimientos realizados y es difícil obtener información a partir de ellos. La determinación de cuándo la información es declarativa y cuándo es Procedural, dependerá del proceso y del contexto (Rumelhart y Norman, 1983).

No obstante, aún cuando se ha profundizado el estudio de cada uno de dichos sistemas por separado, en la actualidad se ha optado por

concebir la representación como un sistema híbrido donde intervienen dos o más de estos sistemas, dependiendo del proceso o de la situación.

Resumiendo la cuestión, se podría decir que el sistema representacional está constituido por dos partes fundamentales: la organización de la información en algún formato y los procesos que subyacen a dicha estructura; y que la dirección en los estudios actuales en representación se ha dirigido más bien hacia intentos aislados referidos a datos muy particulares, y no han sido dirigidos a la búsqueda de una teoría general. Ésta tendría implicaciones impactantes en psicología, ya que favorecería la respuesta a cuestiones tales como el origen y base de la inteligencia y de otros procesos superiores como el pensamiento.

Recientemente han surgido intentos que de alguna manera han pretendido, si bien no integrar por completo una teoría general de la representación, sí buscar unidades de análisis más globales que vayan más de acuerdo a como los humanos representan su mundo (ver la Fig. 2.2.B), en lugar de considerar conceptos y analogías como elementos de análisis (ver la Fig. 2.2.A) (e.g. Rumelhart y Norman, 1978; Rumelhart y Ortony, 1977; Schanck, 1980; y Schanck y Abelson, 1977).

La opción que aquí proponen los autores parte no obstante, de que ciertas manifestaciones del comportamiento del ser humano, en las cuales puede hallarse gran riqueza de procesos representacionales y de manejo de información, han recibido poca atención, y tal vez su inclusión dentro de la perspectiva de los estudios sobre representación cognitiva, pueda dar claves importantes en la

búsqueda de la forma como se realiza la construcción y manejo del conocimiento en el hombre.

Tal es el caso del tópico del comportamiento motor y sus representaciones subyacentes. Debido a que en el transcurso de su producción se ven involucrados claramente tanto aspectos procedurales como declarativos, y a que está fuertemente vinculado igualmente a información tanto proposicional como analógica, el punto principal se convierte más que en discusiones acerca de los formatos, en la búsqueda de una integración teórica y empírica que permita esbozar el proceso y el contenido mismo de las representaciones, partiendo de una capacidad que está presente aún antes de que aparezca el lenguaje y sobre la cual se edifica el conocimiento subsiguiente: la capacidad de representar y producir movimientos adecuados, flexibles, variados y eficientes dentro de un espacio y un tiempo.

2.2. REPRESENTACION PROCEDURAL:

EL POR QUE DE LA REPRESENTACION DEL MOVIMIENTO

Una de las repercusiones más importantes que tuvo el giro hacia el estudio de unidades de conocimiento más globales y a un nivel más alto, fue el de la emergencia del interés en la representación del cómo hacer las cosas o representación Procedural. En contraposición a la Preocupación Por el formato Por el que se representa el conocimiento, surge así una inclinación más marcada hacia el contenido de las representaciones, es decir, hacia el qué hacen (Rumelhart, 1983). En otras palabras, como dijera Minsky:

"Los "chunks" del razonamiento, del lenguaje, de la memoria y de la Percepción deben ser más grandes y más estructurados, y sus contenidos factuales y Procedurales deben estar más íntimamente conectados, Para explicar el aparente Poder y velocidad de las actividades mentales" (Minsky, 1975, Pág. 211).

El Papel del sistema motor y del uso de representaciones de Procedimiento acerca del cómo hacer las cosas, se deriva de ciertas conceptualizaciones acerca del funcionamiento del sistema Procesador de información de los humanos, como la de la figura 2.3. Se sabe Por ejemplo, que este sistema necesita un aparato sensorial que responda a variaciones en el flujo de la energía en el ambiente; un sistema motor constituido Por efectores a través de los cuales el individuo pueda afectar al medio ambiente; una memoria Para almacenar información, de manera que el Pasado pueda afectar el Presente; un conjunto de mecanismos de Procesamiento que usen tanto la información almacenada en memoria, como aquella que llega Por vía de los sensores, Para determinar qué clase de respuestas generar, y qué aspectos del estado actual serán Preservados Por la memoria; y un intérprete que traduzca e interprete la información expresada en

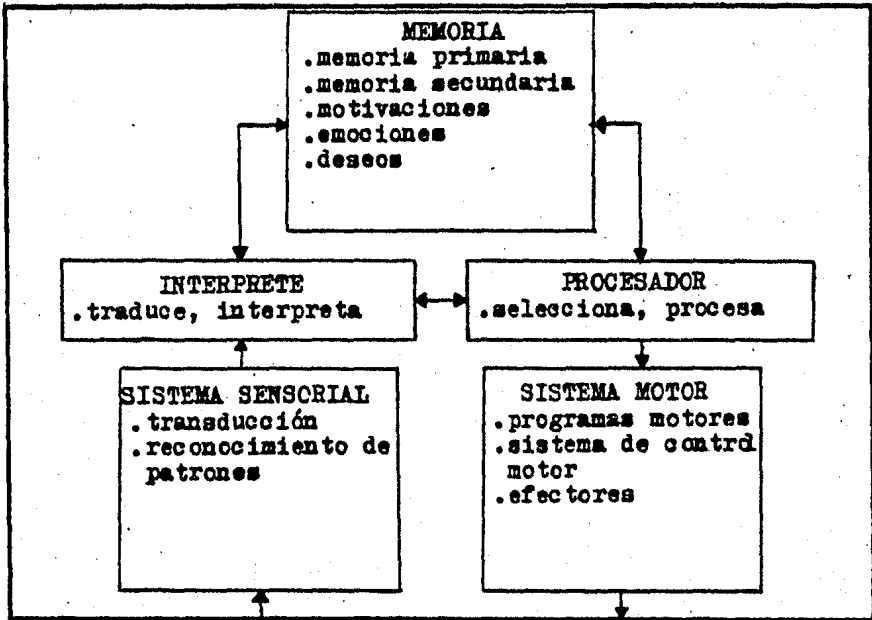


Fig. 2.3. Conceptualización del sistema procesador de información en PHI y Ciencia Cognitiva.

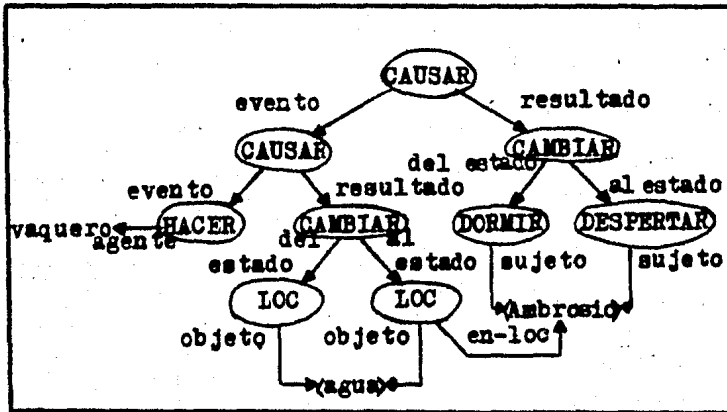


Fig. 2.4. Emblema de procedimientos "primitivos" en una estructura representacional, en el sistema "estructuras activas de red". -- (Tomado de Norman et al., 1975)

símbolos o representaciones, a acciones, a través de ciertas manipulaciones.

El interés principal de este trabajo se centra así en el intérprete y en el sistema representacional sobre el cual opera, porque es el que liga los símbolos y las manifestaciones del mundo, a las acciones que ellas especifican. Esto significa que el intérprete mismo está compuesto de procedimientos pero que usa los símbolos en el sentido declarativo, ya que puede ejecutar operaciones sobre los símbolos, incluyendo el obtener acceso a ellos, compararlos con otros, e iniciar acciones dependiendo de los resultados de las comparaciones.

Una posición al respecto propone que la estructura de información es la misma, ya sea que se trate de información declarativa en datos, o de programas procedurales; que lo que varía es la forma como el intérprete evalúa y enfoca esta información. Así, el intérprete puede tener acceso a la información procedural como datos, y así describirlos, alterarlos, y aún simular lo que sucedería si el proceso fuera invocado, haciendo, de hecho, las operaciones especificadas.

Un sistema representacional que usa esta aproximación de auto-embebe de procedimientos entre las estructuras representacionales, es el denominado "estructuras activas de red", ideado por el grupo LNR (Norman y Rumelhart, 1975), que aparece en la figura 2.4, en el cual las definiciones, aunque aparecen como redes semánticas ordinarias, son realmente procedimientos, expresados en la forma de "acciones primitivas" (encerradas en un ovalo).

Sin embargo, existen diferencias importantes entre el conocimiento

declarativo y el conocimiento Procedural, Pero ¿cuáles son estas?. Una distinción clásica consiste en que el conocimiento declarativo hace aserciones acerca de alguna Propiedad del mundo, de los hechos, de las cosas o de las Personas, y puede ser fácilmente examinado y combinado con otras Proposiciones declarativas Para formar inferencias. En contraposición, el conocimiento Procedural guía las acciones de las gentes y tiende a ser inaccesible a las actividades conscientes, es decir, tiene poca Potencialidad Para ser examinado introspectivamente (Rumelhart, 1983). Por ejemplo, mientras que podemos hacer análisis acerca de las Propiedades del concepto de "casa", Pues podemos decir que tiene Paredes, techo, Puerta y ventanas, Quien Podría responder a la Pregunta ¿cuáles son los movimientos que realiza la lengua al Pronunciar la Palabra "Parangaricutirimícuaro", sin recurrir a realizar los movimientos de la lengua?

Por otra Parte, la representación Procedural Permite contrarrestar la dificultad de describir el comportamiento motor, el habla o el Pensamiento en forma declarativa, debido a que tiene la Posibilidad de adaptar el conocimiento a la tarea particular en que es necesitado. Su generalidad no abarca un conocimiento detallado acerca del mundo, sino que se restringe a las Propiedades del movimiento que tienen Miras a su ejecución, y con esto, logra un gran eficiencia en la operación; y un habilidad Para codificar heurística y Para incorporar ambas clases de conocimiento dentro de la misma estructura (Winograd, 1975).

Las distinciones no involucran, sin embargo, que ambas formas de conocimiento operen de manera separada; todo lo contrario. En algún

éste tiene relación con el conocimiento Previo de la Persona, se logran representaciones más significativas de los Patrones de movimiento (Ho y Shea, 1978); más duraderas y más ligadas a una contraparte visual (Matsuda, 1981).

El desarrollo de representaciones más integradas y más abstractas se ve fortalecido a través del efecto de "Preselección" (Marteniuk, 1976), de acuerdo al cual, el individuo atiende y formula estrategias de codificación de los movimientos que realiza por sí mismo, pero no así de los que son guiados y manejados físicamente por otra persona (Stelmach, Kelso y McCullagh, 1976; Stelmach, Kelso y Wallace, 1975).

Otro hallazgo interesante ha sido el referente a la posibilidad de desarrollar "imágenes mentales" de las localizaciones espaciales del movimiento (Marteniuk, 1976; Posner, 1967), las cuales, de alguna manera, son sumamente poderosas para utilizar el conocimiento previo y para unir los patrones de movimiento a otra clase de sistemas representacionales. Es más, las personas altamente imaginativas son capaces de reproducir ciertos movimientos con mucho mayor precisión que aquellas que poseen una imaginaria baja (Housner y Hoffman, 1981). Así es como surge la noción de "Práctica mental", en la que a causa de una equivalencia funcional relativa en los procesos cognitivos entre el movimiento real y el imaginario (Stelmach, 1984), la reverberación de las imágenes durante la práctica mental, opera sobre las representaciones cognitivas superiores y los procesos mnemónicos asociados con la habilidad en cuestión; aunque claro está, no elimina la importancia de la práctica física en sí, en la adquisición de patrones musculares detallados (Kohl y Roenker, 1983; McKay, 1981).

aunque intervienen en la Programación y en la Producción motora, no se encuentran tan separadas de otras representaciones características de otros fenómenos cognitivos, porque no son exclusivas de esta Producción, sino que tal vez sólo se manifiesten con características peculiares dependiendo de las transformaciones requeridas para la modalidad específica asumida, en este caso, la motora.

Cuatro han sido los Procesos cognitivos más tratados a este nivel, que hablan de la interrelación entre la Producción del movimiento y los fenómenos organizacionales, lingüísticos, y de imaginación, entre otros: la organización de la información motora, la etiquetación verbal, el efecto de "Preselección", y la imaginación.

Nacson, Jaeger y Gentile (1972) llevaron a cabo uno de los primeros esfuerzos por indagar acerca de la codificación del movimiento como un proceso generativo, por el cual el input es cognitivamente transformado, organizado y ordenado, para preservar únicamente sus características esenciales. Se sabe que debido a las capacidades limitadas de almacenamiento de información, es necesario condensar gran cantidad de información en pocas pautas y relaciones, a través del uso de reglas de codificación adecuadas; y algo que parece jugar un papel preponderante dentro de la codificación del movimiento, son las relaciones espaciales que existen entre las diversas categorías del movimiento. (Nacson et al, 1972), y la asignación de un orden u organización secuencial (Diewert y Stelmach, 1978), constante (Nacson, 1973), significativo y atendido (Stelmach, 1984).

Respecto a las etiquetas verbales, se ha encontrado que cuando se pone un nombre a un movimiento o a una secuencia de movimientos, y

actividades para la producción de las acciones. Un esquema de más alto nivel (esquema Padre) invoca a otros esquemas de nivel más bajo (esquemas hijos), y estos, a su vez, invocan a otros, cada uno de los cuales pasa a los siguientes, ciertos valores para que los asuman las variables requeridas para la producción del comportamiento motor deseado.

Ahora bien, debido a que toda secuencia de acción es usualmente bastante compleja e involucra un gran número de esquemas componentes, muchos de ellos se encuentran activos al mismo tiempo, y por ende, se hace necesario que aún cuando estén preparados para responder, es decir, activados, sólo se disparen en el momento adecuado en medio de la secuencia, bajo ciertas condiciones, y sólo cuando ya se hayan llevado a cabo ciertos procesos previos, de manera semejante a como funcionan las estrategias de procesamiento denominadas "demonios", "sistemas de producción", y "sistemas expertos".

Es por esto, que el disparo de un procedimiento se da sólo si se satisfacen sus condiciones particulares, ya sea recibiendo, o bien buscándolas; en otras palabras, si x, entonces y. Pero ¿qué clase de mensajes o de patrones son los que pueden recibirse? y además ¿qué clase de operaciones pueden provocar los esquemas? (Hewitt, 1975).

El nivel en el que se han quedado los estudios sobre conocimiento procedural, sin embargo, no ha permitido aún ahondar lo suficiente en la solución de estas interrogantes, ni aún abundar en parámetros más abstractos y más generales, que más que producir en sí mismos resultados físicos motores, constituyan en sí, una forma de conocimiento obtenido a partir de diversos canales cognitivos. Estamos hablando de representaciones y procesos más abstractos que

sentido, todo conocimiento es declarativo sólo hasta el punto en el que la maquinaria final ejecuta las acciones finales, porque entonces, es sólo gracias al conocimiento procedural que éstas son posibles de realizarse, de la forma tan característicamente flexible y apropiada como la del sistema humano. Cualquier sistema de procesamiento puede ser visto, entonces, como compuesto de varios niveles, en los que la información procedural representada en forma declarativa ocupa el nivel más alto, y la traducción de ésta a una forma procedural propiamente dicha, ocupa un nivel más bajo.

Una de las ventajas que presenta esta organización en niveles es la posibilidad de que cada uno de ellos opere de manera semi-independiente y semiautomática bajo ciertas circunstancias, como por ejemplo, cuando se trata de actividades fuertemente automatizadas o habituales. En este caso, las acciones necesitan ser especificadas solamente en el nivel más alto de las representaciones mnemónicas, y una vez que la representación o esquema de más alto nivel ha sido especificada, los componentes de nivel más bajo completan la secuencia de la acción casi automáticamente, sin una necesidad extra de intervención de procesos atentos superiores, salvo en momentos críticos en los que se involucra algún cambio en la secuencia planeada, y por ende, la necesidad de una elección (Norman y Shallice, 1980).

Ahora bien, algunos modelos como el ATS (Sistema de Activación-Disparo de Esquemas) de Norman (1981), proponen que esta organización debe ser además, una estructura de control heterárquica (no jerárquica) en la que diferentes esquemas a diferentes niveles se encarguen solamente de un rango limitado de conocimiento y de

Una cuestión de sumo interés para el desarrollo de los estudios sobre la representación motora ligada a otros procesos cognitivos, es el hecho de que es posible extraer algunas pautas que se manejan implícita o explícitamente en la ejecución motora, tales como la espacialidad y la temporalidad del movimiento; éstas aparecen constantemente en casi cualquier estrategia cognitiva que se utilice paralelamente como auxiliar a la producción motora (como pudo notarse en la descripción anterior), y además, están presentes en todo juicio y toda experiencia del ser humano.

Raramente encontraremos a una persona o aún a un vertebrado subhumano, chocando por las galletas contra los O, o despegando del suelo ambos pies al mismo tiempo, o enredándose en sus propios brazos y dedos. La representación espacio-temporal puede hablarnos, así, de dos de las entidades más generales, y que cobran gran importancia en la generación de movimiento, porque el papel de su participación es tal, que sólo gracias a ellas es posible una ubicación, una actuación y una modificación realmente eficiente del medio ambiente.

CAPITULO III

LOS PARAMETROS ESPACIO-TEMPORALES SUBYACENTES AL MOVIMIENTO

No es el Pasado, ni el Presente, ni el futuro;
es lo que Permanece a través de los tiempos.

Ma. Rosalba Reyes Amezcua

Alvarez, Marmolejo, López.

III. LOS PARAMETROS ESPACIO-TEMPORALES SUBYACENTES AL MOVIMIENTO

La representación interna que tienen los organismos de la dimensión espacial y de la temporal es determinante en la producción del comportamiento motor. Nuestra conducta en el espacio depende de la representación interna de medio ambiente, así como de las características perceptibles mismas de ese medio (si es que estas difieren de su representación) (Lieblich, 1982), y a partir de esta conducta somos capaces de anticipar puntos en el espacio y en el tiempo (Shaffer, 1982). Pero ¿cómo es que ha sido posible incorporar estos parámetros físicos al mundo de la representación del movimiento?

3.1. CONCEPCIONES ACERCA DEL ESPACIO Y DEL TIEMPO EN LA CIENCIA Y EN EL LEGO

El conocimiento del espacio y del tiempo lo encontramos en el fundamento del mundo físico y en nuestras propias experiencias. Tiempo y espacio son considerados conceptos tan fundamentales, que en la vida diaria ya no nos preocupamos por preguntarnos cuáles son sus propiedades (Davies, 1982).

En el habla común, los conceptos de espacio y tiempo han adquirido un sentido muy peculiar: el espacio se entiende como sinónimo de vacío, o bien como extensión, o simplemente como un volumen o espacio

Permanente que solamente se llena; algo equivalente a un recipiente dentro del cual están contenidas las cosas y fenómenos; es considerado como algo superficial, que es percibido sencillamente de manera observacional o por la abstracción de elementos familiares del entorno. Por el contrario, el tiempo es entendido como el acompañante de fenómenos y objetos que manifiestan cambios de alguna manera; es experimentado como el aspecto elemental de todo conocimiento, el cual penetra directamente en nuestra conciencia, enmarcando percepciones, actividades y formas de comunicación; por tanto, es comprendido como un simple vehículo lleno de actividad (Davies, 1982; Navon, 1978).

En el contexto de la ciencia, el sentido que se atribuye a estos conceptos, difiere sustancialmente, y además, ha dependido de la ciencia o disciplina que los ha estudiado. Sin embargo, dos aspectos en los cuales quizás, estarían de acuerdo las personas dedicadas a la ciencia, sería el hecho de que el espacio y el tiempo contienen varios niveles de estructura y que estos van a depender del fenómeno al que estén referidos. De lo anterior se hace evidente la importancia de la concepción que subyace a su estudio y las formas que se utilizan para conocerlos. Como ejemplo tenemos los estudios realizados en la física, y específicamente en una disciplina afín a esta, la astronomía. Aquí, como expresa Davies (1982), el espacio y el tiempo se conciben como ligados al movimiento; y del estudio del movimiento de los cuerpos materiales, resulta que el espacio y el tiempo son, en realidad, dos aspectos de una sola estructura unificada llamada "espacio-tiempo".

En otras disciplinas como la matemática, la palabra espacio es empleada para denotar cualquier colección de puntos. En esta área, se

han trazado modelos con características que se cree no debe prescindirse en cualquier modelo que se trace bajo cualquier otra teoría. Entre tales características se señalan la continuidad, referida al hecho de que cualquier intervalo del espacio puede ser subdividido ilimitadamente cuantas veces se quiera; la dimensionalidad, dirigida a un rango específico y bien conocido del espacio real que debe ser impuesto a este continuo, y que le da la característica de ser tridimensional; la conectividad, que expresa al espacio como constituido de manera conexa, y por último, la conectividad, en donde el espacio real tridimensional será descrito mediante modelos bidimensionales análogos e inmersos en espacios reales tridimensionales (Davies, 1982).

Sin embargo, aunque estas concepciones aportan y aportaban conclusiones acerca de propiedades físicas externas, no tenían absolutamente nada que decir con respecto a la realidad subjetiva o idea que tienen las personas acerca del espacio y del tiempo. Así por ejemplo, la distancia para los físicos puede expresarse como $d = vt$, esto es, como directamente proporcional a la velocidad a la que se desplaza un cuerpo y al tiempo empleado. Pero, ¿es así como se comportan las mentes?, y ¿es así como calculamos las distancias y los tiempos cuando nos movemos?

3.2. EL ESTUDIO DEL ESPACIO Y DEL TIEMPO EN PSICOLOGIA

En filósofos como Kant encontramos ya algunas ideas relacionadas con la experiencia del tiempo y del espacio. Kant considera que estas son construcciones a priori realizadas por la mente. Por su parte,

Locke considera que dichas experiencias emergen de las ocurrencias externas que la Persona Percibe, forjando una sucesión de ideas. En cambio, Para Bergson, espacio y tiempo son el Producto de la relación subjetiva derivada de ideas generales (Ornstein, 1969).

De esta forma, dentro del campo de la Psicología, se considera que ambos atributos, tanto el espacio como el tiempo rebasan el nivel Puramente físico, Por ser entidades que forman parte de nuestras experiencias Perceptuales, intelectuales y emocionales (Allen, Siegel y Rosini, 1978; Ekman y Bratfish, 1965; Navon, 1978; y Ornstein, 1969).

Curiosamente, al revisar la literatura dentro del campo de la Psicología, encontramos que el estudio de la experiencia del tiempo se ha visto más favorecido que el del espacio. Al respecto tenemos a Nichols (1891), el cual realizó la Primera revisión de ideas manejadas en Psicología, y en forma resumida, expresa que la experiencia del tiempo era considerada como un acto de la mente, de la razón, de la Percepción, de la intuición, del sentimiento, y de la memoria.

Ya desde aquellas épocas en las que la Psicología era llamada ciencia de la experiencia consciente, el tiempo, naturalmente, era una de las Primeras experiencias a ser investigadas (Ornstein, 1969). Sin embargo, con el Paso del tiempo se hizo sentir una Grave confusión entre lo que se consideraba la experiencia del tiempo, el tiempo biológico y lo que es el tiempo físico medido Por un reloj en horas, minutos, y segundos. A raíz de esto se abrieron nuevas áreas de investigación Paralelas a la influencia de disciplinas como la fisiología, la química, la neuroanatomía, y las ciencias formales.

De esta forma, en ciertos momentos, la Psicología se manifestó Ponderantemente como fisiológica, neurológica, física, o hasta formal.

Un análisis de los trabajos Posteriores realizados con la experiencia del tiempo, planteó una necesidad de distinguir las variadas clases de experiencia temporal, las cuales, Para entonces, se agruparon en cuatro categorías: a.) los trabajos realizados con intervalos de tiempos cortos; b.) los realizados con experiencia de duración; c.) los relacionados con la experiencia del futuro o de la Perspectiva temporal; y d.) los de la experiencia de simultaneidad (Ornstein, 1969).

Estas cuatro formas de experiencia, con el tiempo, fueron estudiadas por los Psicólogos de la conciencia, filósofos y algunos investigadores empíricos (Stroud, 1956, 1967; White, 1963).

Expuesta en forma esquemática, estas formas de experiencia se dividieron Para su estudio, de la siguiente manera:

A.) El Presente o tiempo de corto término

a.) la Percepción de intervalos cortos

b.) el ritmo o tiempo

B.) La duración o Pasado; referido al estudio de la memoria a largo Plazo

C.) La Perspectiva temporal; entendida como la construcción filosófica, social, cultural del mundo, y sus efectos sobre la interpretación de la experiencia "apropiada" al futuro

D.) La simultaneidad y sucesión; inclinada al estudio de la clasificación de las diferentes experiencias temporales, con la intención de evitar la confusión entre éstas (Ornstein, 1969).

De los Planteamientos mencionados emergieron dos aproximaciones dedicadas al estudio de la experiencia con el tiempo. La Primera de ellas Partía del supuesto de que la experiencia temporal es determinada fundamentalmente Por Procesos sensoriales o Periféricos.

En respaldo a esta aproximación, gran número de teorías biológicas y fisiológicas dedicaron su atención a describir la experiencia temporal. En ésta se planteaba la existencia de una "base de tiempo", identificada con una periodicidad específica, la cual se denominó "quantum de tiempo", o se llegaba a equiparar con el muy conocido "reloj biológico" (Ornstein, 1969). Tales trabajos se encaminaron a encontrar la base de tiempo y sus periodicidades específicas, intentando encontrar hallazgos neurológicos, químicos, y fisiológicos dentro del sistema nervioso, el cual, según ellos, quizás era el encargado de realizar una labor similar a la de un "reloj interno". De esta forma, se asumía la hipótesis de la existencia de un órgano generador de la experiencia del tiempo (Braintenberg y Onesto, 1960; Bunning, 1963; Dimond, 1964; Hoelund, 1933, 1935; Musstenberg, 1899; Ochberg, Pollack y Meyer, 1964).

Otras series de trabajos realizados bajo la supervisión de una aproximación sensorial, fueron aquellas encaminadas a estudiar la relación existente entre los ritmos biológicos y la experiencia temporal. Estos generalmente se centraron en la modificación de algunas propiedades inherentes a las personas o bien en la manipulación de otros aditamentos externos a las mismas. De esta forma se pretendía rebasar las postulaciones asentadas por los teóricos del "reloj interno". Como ejemplo tenemos a Fischer (1967) el cual incrementó la temperatura corporal por medio de la

administración de ciertas sustancias, e intentó correlacionar sus efectos, con la experiencia de las personas.

Otra área que se hizo notar en el campo de la Psicología fue la llamada Psicofísica, la cual se dedicaba preponderantemente, a la interesante labor de determinar la relación entre la intensidad de los E o eventos externos y la sensación interna (Psicológica), y de manera un tanto secundaria, a estudiar la relación entre el tiempo físico real y la percepción de su ocurrencia, es decir, la experiencia temporal reportada por las personas (Fraisse, 1963). Dos postulaciones de dicha relación surgieron como ideas preponderantes aun hasta la fecha: la primera es la de Fechner, quien en 1850 pensó que cada vez que un E era duplicado, se añadía un incremento constante a la sensación; esta relación puede ser explicada como una función logarítmica en la que cuando el E se incrementa geométricamente, la sensación se incrementa aritméticamente. La segunda postulación es la de Stevens (1957), relacionada con una función de potencia (Power law), que dice que existe una relación simple entre el E físico y la R sensorial; es decir, que proporciones iguales del E producen proporciones subjetivas iguales. La función general de esta ley de potencia se expresó como:

$$Y = ax^{1/b}$$

donde Y es la magnitud sensorial, la constante a determina la unidad de la escala, x es la intensidad o magnitud del E, y b es el exponente que depende de la modalidad sensorial y de las condiciones de los E, distingue un continuo sensorial de otro, e indica la fineza discriminativa de cada sistema sensorial (Baird, 1970).

Una tercera aproximación referida a la experiencia temporal era

aquella que se basaba en el procesamiento de la información, por lo cual tenía un matiz más cognitivo.

Guyau (1890) fue postulado como el primer teórico de esta aproximación. Para él, el tiempo no existe por sí mismo en el universo, sino que más bien es producto de eventos que ocurren "en tiempo". Considera que el tiempo es una construcción puramente mental de la serie de eventos que transcurren, a partir de la intensidad del E, la atención al E, la asociación que se hace al E y la expectación hacia el E.

En otro tipo de estudios relacionados con la evidencia del procesamiento de la información un planteamiento teórico importante es el de Ornstein (1969), quien encontró que tanto los arreglos y los tipos de estimulación utilizados, así como los contribuyentes de la experiencia de duración temporal, y por consiguiente una concepción basada en un "reloj biológico", resultaban de utilidad limitada para la comprensión del proceso inherente que se lleva a cabo a través de la experiencia de duración temporal.

Por otra parte, Fraisse (1963) revisó y sumalizó las investigaciones realizadas sobre la experiencia del tiempo bajo esta aproximación cognitiva, encontrando que dichos estudios se dirigían a conocer la relación de la experiencia del tiempo en intervalos cortos y largos, con el número de cambios que ocurrían durante estos períodos. Mientras tanto, Frankenhauser (1959) llevó a cabo una serie de experimentos que investigaron cuáles eran los determinantes en el procesamiento de la información durante la experiencia temporal y cómo se tornaba el estado y la cantidad de contenido mental en un determinado intervalo temporal.

Esta aproximación considera que la cantidad de información registrada en la conciencia puede determinar la duración de la experiencia de cada intervalo particular. Esto hace alusión a la gran variedad de teorías de almacén de corto plazo que plantean la existencia de un "registrador de información", el cual puede controlar y medir la información que entra y las bases para la experiencia de duración. Aquí, la experiencia de la duración involucra otros procesos, tales como la memoria (Ornstein, 1969).

En años recientes la trayectoria de los estudios relacionados con la experiencia del espacio y del tiempo, adquirió un nuevo matiz con el desarrollo de la psicofísica y el auge del cognoscitivismo, ya que en ambos campos comenzó a esbozarse la consideración del manejo de los parámetros espaciales y temporales, en base a representaciones internas de estos. Así, los intereses se tornaron hacia temas como: ¿qué función seguirá la representación y la experiencia temporal y espacial en diferentes tareas?; ¿qué papel juegan las diferentes modalidades sensoriales en la importante tarea de estimación temporal y espacial?; ¿qué papel juega el contexto perceptual, la imaginación y otros procesos psicológicos tales como la memoria, la atención y el aspecto motivacional?

Por ejemplo, Sebel y Wilsoncroft (1983) llevaron a cabo una investigación en la cual probaron las diferencias intersensoriales (entre la visión y la audición), en los juicios de estimación temporal. De acuerdo a sus resultados, los intervalos definidos auditivamente se apoyan en información temporal de los eventos, a diferencia de la visión, la cual se apoya primordialmente en información espacial; encontrando por consiguiente, que los factores

coGNoscitivos, y específicamente, la complejidad de los E, puede afectar los sistemas auditivo y visual en forma diferencial.

De igual forma, el subsecuente desarrollo de estudios acerca de la función de Potencia ($Y = ax^b$), la develó como una herramienta muy Poderosa Para describir aspectos globales de la Percepción de los E (incluyendo los referidos a las dimensiones físicas de longitud y tiempo), tales como la fineza discriminativa, en la cual se hacen Presentes factores coGNoscitivos (Baird, 1970) y de Procesamiento de información tanto general, como referido a diferentes modalidades sensoriales. Por ejemplo, Figueroa, Carrasco y Sarmiento (1982) realizaron un experimento en el cual se conjugó la estimación Psicofísica háptica y generada de longitudes (entre 1.65 y 85.50 cm), con una tarea de conteo en memoria (o sea, de Procesamiento central de información). Ellos encontraron que existía una correlación significativa entre el exponente de la función Psicofísica y el coeficiente de Procesamiento central de información, lo cual sugiere que la fineza discriminativa de las funciones Psicofísicas respecto a la longitud, está influenciada por Procesos centrales de información.

Muchas otras investigaciones se han abocado a esta búsqueda de la relación de los juicios de longitud con respecto a las medidas físicas reales de longitud, y su interés se ha concentrado en determinar la forma de la función Psicofísica (Ekman y Junge, 1961; Kling y Riess, 1971; Stevens y Galanter, 1957). Por ejemplo, Harley (1977) llevó a cabo un estudio en donde los S estimaron la longitud (distancia) de líneas con diferentes orientaciones, utilizando una longitud corta standard como parámetro o apoyo previo a la estimación. Sus resultados mostraron que los tiempos de reacción de

las Personas, incrementaban en forma lineal con la longitud. Estos hallazgos fueron congruentes con los reportes emitidos por los S (estimación). Además, dentro de su estudio, Hartley intentó explorar el proceso que se lleva a cabo cuando las Personas realizan la estimación de distancia, y según la interpretación de sus resultados, sugirió que si el proceso psicológico subyacente al juicio de longitud fuera análogo con la medida física real, utilizando un parámetro standard como previo (una longitud pequeña antes de estimar longitudes mayores), entonces, el tiempo requerido para emitir el juicio de longitud de una línea presentaría una función lineal con respecto a la longitud de la línea actual a evaluar.

Algunos otros estudios similares han encontrado que las funciones psicofísicas de tipo logarítmico describen la sensibilidad de la manipulación de información en humanos, y posiblemente las formas de representación de estas. Por ejemplo, Piéron (1963) ha visto que cuando los valores de los E son pequeños, la sensibilidad de los S es muy grande, y que conforme va aumentando la intensidad de estos, la discriminación es cada vez menor. Por su parte, Marks (1974) ha demostrado que es posible describir con funciones psicofísicas logarítmicas el mapeo de intensidades no sólo de E, sino también de R, lo cual sugiere que la información no-sensorial se mapea de manera semejante a la forma en que se mapea la información sensorial.

Una última consideración al respecto de la estimación de longitudes desde la perspectiva psicofísica, es la del citado trabajo de Figueroa, Carrasco y Sarmiento (1982), en el cual se observó una alta relación entre el cálculo háptico, el generado y el visual, por lo que sugiere la existencia de un código de representación y manejo

de información de longitudes, similar o común para estas modalidades, y de acuerdo a Teghtsoonian (1971), propone que las diferencias encontradas en los exponentes de la función de potencia, reflejan diferencias específicamente en las funciones de entrada y salida de información de los diferentes sistemas sensoriales, ya que como Stevens (1970) mismo postula, este exponente dice algo acerca de las propiedades básicas de transducción de los receptores sensoriales, más que únicamente de los cambios en las condiciones experimentales o rango de los E empleados (como había propuesto Poulton, 1968).

En medio de estos estudios, pronto se hizo obvia la necesidad de resaltar que las estimaciones cuantitativas de los eventos físicos externos que hacían los S no las hacían trabajando directamente con el evento físico, si no con una representación de ese evento, la cual conservaba características del evento externo y podía ser utilizada por los sistemas de procesamiento de información, para generar la R numérica, o para comparar esa representación con otra, en términos de unidades abstractas.

Tal afirmación queda ejemplificada en los experimentos de "cross-modal-matching" o "empalmamiento intermodal", en los cuales los S traducen una dimensión sensorial a otra, utilizando una relación exacta y para la cual, los S necesitan tener una representación interna en la cual puedan hacer la comparación, y sólo si se tiene esta representación es que va a ser posible traducir de una intensidad sensorial a otra (Figueroa, Hernández y Ortiz, 1979).

Por otro lado, una cuestión importante en el estudio de la cognición espacial, concierne a la representación de la información espacial que está presente en los procesos mnemónicos y perceptuales

(Allen et al, 1978).

Como plantea Allen et al. (1978), mientras que los investigadores abocados al estudio de la cognición espacial, generalmente no han considerado la experiencia espacial en términos de eventos psicológicos, los investigadores de los eventos perceptuales no han detenido su atención en la cognición espacial. Sin embargo, ambas áreas de trabajo han enfatizado la importancia del contexto perceptual en la información espacial construída cognitivamente.

Según un acuerdo más reciente de tales investigadores, el desarrollo del conocimiento espacial se da a partir de una sucesión de patrones perceptuales del medio ambiente, los cuales hipotéticamente son organizados en memoria, como representaciones internas, y frecuentemente han sido referidas como "mapas cognitivos" (Downs y Sten, 1973; Siegel, Kirasic y Kali, 1978). Dichas representaciones están básicamente constituídas por conocimientos del medio ambiente (landmarks), están reorganizadas dentro de un contexto perceptual específico, y sirven como puntos de referencia en un espacio a gran escala.

Otro elemento de tales representaciones son las rutas sensoriomotoras (routes), las cuales guardan una relación con las representaciones del entorno (Allen et al, 1978).

Según Appleyard (1970), Beck y Wood (1976), y Lynch (1960), el grado de correspondencia entre las relaciones espaciales actuales de las características del contexto y la representación cognitiva, se ve incrementado por la experiencia perceptual repetida en un lugar.

Otra cuestión esencial encontrada por estudiosos de este campo, es la que concierne a la similitud en la estimación de distancia,

realizada en tareas con requisito Perceptual y memorístico, deslindando una semejanza en los Procesos de memoria y Percepción, que las Personas utilizan cuando llevan a cabo la estimación de distancia. Además, hizo notar que la Presencia del desorden en el contexto (existencia de diversos objetos en el campo), tiene influencia equivalente en ejecuciones Perceptuales y de memoria; en el sentido de Propiciar una mayor estimación de distancia entre más objetos ocupen el campo.

Otra serie de estudios similares sugieren que el tiempo empleado para estimar la distancia utilizando una imagen visual, se ve incrementado de manera lineal con la distancia buscada, y con el número de objetos sobre el campo (Kosslyn, 1973, 1978; Kosslyn, Ball y Raiser, 1978; Thorndyke, 1981).

Relacionado con lo anterior, Baun y Jonides (1977), y Hartley (1977) encontraron que el tiempo empleado para estimar la distancia entre dos puntos, aumenta linealmente con la distancia en cuestión. Finalmente, numerosos estudios han demostrado correspondencia entre la ejecución Perceptual y memorística, en tareas que utilizan estimulación espacial (Cooper, 1976; Finnkey y Schmidt, 1978; Shepard y Podgorny, 1978).

El tipo de investigaciones, como la de Thorndyke (1981), han planteado la necesidad de implementar algún modelo que explique el proceso a través del cual se realiza la estimación y representación de distancia y tiempo. Así, Thorndyke (1981) postuló un posible modelo denominado "de tiempo analógico", en el cual se asume que los S, al realizar una ruta para estimar una distancia, activan un proceso o reloj interno, el cual indica el lapso de búsqueda e

indirectamente, la distancia acumulada. Entonces, el tiempo transcurrido puede ser comparado con el tiempo buscado. Para de esta forma, tener un modelo standard que convierta el tiempo estimado dentro de una distancia. Y en el caso de que la búsqueda fuera dentro de un campo "relativamente lleno", cada punto que apareciera en la ruta determinaría una señal de "Paro" visual, hasta completar la tarea; requiriendo un tiempo adicional que se verá incrementado en el tiempo total de búsqueda, y así pasando por último a la estimación de la distancia. Dicho modelo, en una forma condensada, es expresado por la siguiente formulación:

$$L' = b_0 + b_1L + b_2C$$

en donde L' representa el juicio de la distancia de la ruta, el cual puede ser expresado como la combinación lineal de la distancia real (L) y el número de puntos intervinientes (C).

Estudios similares se han llevado a cabo con este modelo, teniendo como variable dependiente al tiempo (Adams, 1977; Kosslyn et al., 1979). Los resultados arrojados por dichos estudios destacan que cuando se utilizan la imaginación y los mapas mentales, las personas se ven favorecidas en la estimación de la distancia y el tiempo. Esto, de manera semejante a cuando la persona ejerce tareas apoyadas en la percepción visual (Thorndyke, 1981).

En el campo del desarrollo, se han desplegado una serie de estudios que pretenden investigar el conocimiento y manejo integrado de dimensiones físicas, por niños y adultos. Así se tiene que la gran mayoría de estos, han pretendido explorar conceptos como velocidad, tiempo y distancia, basados en el cuadro teórico de Piaget. Asumiendo que los conceptos de velocidad, tiempo y distancia, no son ideas a

Priori, sino que requieren de un desarrollo a lo largo del cual se van construyendo (Piaget, 1946/1969, 1946/1970, 1970). De esta manera, los estudios realizados bajo la tradición Piagetiana, se han abocado a manejar tareas dirigidas a estudiar los juicios emitidos con respecto a las dimensiones de manera independiente. A partir de estos, se ha planteado que los conceptos métricos (incluyendo distancia y tiempo), no son posibles de darse antes de la etapa de operaciones formales, y por consiguiente, los niños pueden solamente conceptualizar estas dimensiones en términos de relaciones ordinales, no métricas (Wilkening, 1981).

A raíz de este marco teórico, se han realizado gran cantidad de trabajos, teniendo como característica común, la adopción del método Piagetiano (Crepault, 1979; Friedman, 1982; Siegler y Richards, 1979).

Otro conjunto de investigaciones no del todo acordes con la tradición Piagetiana, son las realizadas por Wilkening (1982), el cual encontró integración de información de velocidad, tiempo y espacio, en grupos de niños y adultos sometidos a tareas de inferencia. Para tal cometido, utilizó técnicas de medición funcional (Propuestas por Anderson, 1974, 1981), las cuales están explícitamente desarrolladas por reglas en las cuales se cree que las personas integran información de diferentes dimensiones. Por ejemplo, Wilkening mostró que la integración de información de estos tres parámetros se da bajo reglas algebraicas, y la forma de la regla dependerá de la edad y el tipo de tarea. Sus resultados mostraron que en la tarea de distancia = tiempo x velocidad, niños y adultos obedecían a una regla de multiplicación. En la tarea de tiempo =

distancia + velocidad, los niños de 10 años y los adultos, obedecieron a una regla de división, mientras que los niños de cinco años, simplemente siguieron una regla de sustracción. En la tarea de velocidad = distancia + tiempo (considerada como la más difícil), los niños de 10 años y los adultos obedecieron a una regla de sustracción, mientras que los niños de cinco años organizaron la información como en la tarea de distancia. Lo anterior sugiere que tanto en niños como en adultos, existe algún conocimiento de relaciones entre dimensiones físicas de velocidad, espacio y tiempo.

Por su parte, Deutsch (1960), intentó extrapolar modelos emanados del campo de las matemáticas, con la intención de ver si la representación espacial en organismos inferiores (hormigas, abejas, etc.), se comporta de una manera topológica o euclídeana, es decir, basada en distancias y ángulos interrelacionados, o bien en una direccionalidad general, y en determinado momento, extrapolarlo al hombre.

Otro tipo de concepciones se han enrolado en las relaciones entre las dimensiones de espacio y tiempo. Navon (1978) elaboró un ensayo teórico, en el cual sus observaciones sugieren que nuestra concepción del mundo (incluyendo su procesamiento y su representación), no es la de un espacio multidimensional en la cual todas sus dimensiones tienen un status igual, sino que por el contrario, los seres humanos tendemos a formular una jerarquía conceptual de dimensiones, en la cual el tiempo ocupa el primer nivel, la dimensión espacial ocupa el segundo nivel, y a partir de aquí se ubican las demás dimensiones. Dicho de otra manera, el tiempo determina al espacio, y el espacio a otras dimensiones. Así, cuando cierta información está disponible en

nuestra mente. Probablemente será representada en una jerarquía conceptual.

Sin embargo, la extensión de la existencia de una jerarquía conceptual, por el momento, no ha encontrado evidencia que se relacione con la prioridad otorgada a los procesos psicológicos subyacentes a la organización de la información de forma jerárquica.

Es más, estudios recientes que han utilizado técnicas psicofísicas para estudiar las formas en que se codifican los fenómenos más abstractos como es el tiempo y en determinado momento, el espacio, tales como el de Figueroa (1979), han hallado evidencias a favor de la hipótesis de la codificación única, propuesta por Averbach y Sperling en 1974, la cual postula que existe un código abstracto único que sirve para representar internamente los eventos externos, en donde están integrados no sólo aspectos de intensidad y magnitud, sino también aspectos temporales y posiblemente otros, y excluye la posibilidad de la existencia de varios códigos según la modalidad dimensional o sensorial.

3.3. LA REPRESENTACION ESPACIO-TEMPORAL EN EL COMPORTAMIENTO MOTOR

En la Producción de la conducta motora esta también fuertemente involucrado el manejo de los factores de espacio y tiempo en que esta se da. Pero aquí, estos Parámetros espaciales (y tal vez los temporales), toman un matiz muy especial, tanto en su desarrollo, como en su forma de representarse y de Procesarse (Shemyakin, 1962; Siggal y White, 1975), tal vez en función del efecto que estos producen al interactuar con el medio ambiente a través del movimiento, y por ende, al peso o importancia que tengan en la Producción de conducta motora bajo diferentes circunstancias, o debido a que el S se involucra de manera diferente y con una Participación mas activa en estos.

Las claves espaciales y temporales que se han abordado han sido extraídas de tareas que involucran Predominantemente el movimiento de los miembros superiores, y estas son: la distancia o extensión del movimiento, la localización espacial del miembro, la dirección, la orientación (Stelmach, 198), el tiempo de Programación, la duración, la velocidad, y la aceleración (Keele, 1981), Pero los tópicos que han recibido una mayor atención han sido los referentes al manejo de las claves de distancia recorrida y de localización en el espacio (Diewert y Roy, 1978; Stelmach, 198?).

Existen Por otra Parte, señalamientos importantes como el de Kerr (1978) acerca de estos modelos de selección de Parámetros, en los que se pone en duda que los Parámetros mismos manejados Por los experimentadores (tales como los de distancia, direccionalidad y brazo a mover), sean realmente los que utiliza el sistema de control

motor en la generación de movimiento, es decir, se duda si estos pueden realmente ser considerados aisladamente y mapeados de uno a uno en el sistema de control motor.

No obstante, aunque la variedad de hallazgos existentes sugiere una complejidad en los procesos representacionales subyacentes a la conducta motora, en los que diferentes claves se encuentran inmersas en medio de intrincadas relaciones, es aún posible y recomendable el abstraer algunas de ellas, con el fin de probar el peso que tiene cada una en la totalidad del fenómeno, de determinar el grado de relación con respecto a otras claves y de delimitar sus características particulares.

Así, retomando estas dos claves de distancia y de localización, la primera pregunta que surge es: ¿a qué se referirá cada una de ellas? y ¿serán empleadas de la misma o de diferente forma durante el proceso de la producción del movimiento?

Aunque es muy difícil definir y delimitar cada una de estas claves sin hacer referencia a la otra, dentro de la literatura sobre ejecución motora, se entiende por distancia, la longitud o extensión del movimiento (medida en cm), desde un punto inicial hasta un punto meta. Por su parte, la localización es considerada como la ubicación en el espacio de la parte o partes del cuerpo que se mueven, con respecto al punto inicial del movimiento y al punto meta.

Los primeros intentos por abordar la forma como estas claves se representan en memoria, los podemos encontrar en Laabs (1973). Él encontró que si se fuerza a las personas a basar sus movimientos solamente en la distancia recorrida o sólo en base a claves de localización del miembro con respecto a la meta, mediante ciertos

manejos experimentales, se observa que la información de localización se almacena de manera más precisa y más permanente que la información sobre distancia. Pero que cualquier tarea de interferencia que impida la intervención de procesos atencivos y la recirculación de la información, afecta sustancialmente la recuperación de la información sobre localización, y no así a la de distancia (Dievert, 1975; Marteniuk, 1973; Stelmach y Kelso, 1975). Esto implicaría que la información sobre distancia no se representa centralmente, sino a nivel periférico, y que según estudios realizados por Kelso (1977), y Roy y Williams (1978), requiere de la retroalimentación dada por las articulaciones y por la piel; mientras que la información sobre localización requiere de procesos atencivos para codificarse.

Sin embargo, no todos se ponen totalmente de acuerdo respecto a este punto, ya que existen evidencias conflictivas acerca de las limitaciones de procesamiento cuando se trata de las etapas de codificación y reconocimiento del movimiento: Shiffrin (1975), y Toole y Lucariello (1984) no encontraron ningún déficit durante la codificación del movimiento en tareas de atención dividida, mientras que Boulter (1977), y Trumbo y Milone (1971) sí las hallaron. Además, trabajo inicial como el de Posner y Keele (1969) reveló que las demandas atencivas de movimientos relativamente lentos, eran más altas en las primeras y en las últimas fases del movimiento, mientras que con R más rápidas (Ells, 1973; Wilke y Vaughn, 1976), las demandas atencivas parecían decrementar desde la iniciación del movimiento, hasta su terminación. Habían también otros factores involucrados, ya que la atención requerida se relacionaba directamente con la precisión del acto (Ells, 1973; Posner y Keele,

1969), y con la iniciación de corrección de errores (Keele, 1973), mientras que las demandas de la iniciación del movimiento se relacionaban directamente con el número de alternativas de movimiento (Ells, 1973; Kern, 1975), y las demandas previas a éste, inversamente con respecto al grado de preprogramación (Ells, 1973). En conclusión, pareciera ser que el requerimiento atencional varía considerablemente con el tipo de tarea a considerar (Newell y Hoshizaki, 1980).

De cualquier forma, los hallazgos de que la información sobre localización es mucho más accesible y esta mucho más fuertemente representada en memoria que la información acerca de distancia, ha motivado a algunos investigadores ingeniosos a especular y a proponer modelos acerca de la posible forma como la información sobre movimiento estará representada en la memoria. Algunos de ellos, han retomado la "hipótesis del patrón" (target hypothesis) de Mac Neillage (1970), la cual propone la existencia de un sistema coordinado tridimensional, compuesto de las relaciones invariantes entre los movimientos. Así, Russell (1974) sugiere que después de realizar un movimiento lineal de un miembro hacia una localización, éste podría ser que se almacenara en un código abstracto con respecto a unas coordenadas absolutas fijas, gracias a lo cual se verían facilitadas las acciones posteriores, sin el requerimiento de información propioceptiva, es decir, sin la necesidad de volver a situar el miembro en la misma posición original para recordar eficientemente su posición.

Al respecto, un hallazgo sumamente interesante lo constituye el de Stelmach y Larish (1980), quienes encontraron que la utilización de este código espacial fijo sólo es posible cuando el punto hacia el

cual se realiza el movimiento tiene referentes corporales disponibles, es decir, cuando su localización se halla cerca de la línea media del cuerpo. Esto habla de un sistema de referencia egocéntrico, en el cual se utiliza al propio cuerpo y a sus diferentes partes para calcular la espacialidad de los movimientos que se realizan con los miembros superiores, pero deja el posicionamiento espacial a merced de la información propioceptiva cuando los límites de este sistema se han rebasado.

Lo que Stelmach y Larish (1980) hicieron fue utilizar el denominado "Paradigma del miembro intercambiado" (switched-limb Paradigm), en el cual los S hacían movimientos hacia puntos ya sea dentro de los límites del sistema de referencia corporal o fuera de ellos, y después los repetían ya sea con el mismo brazo o con el contrario. Los resultados mostraron que en las localizaciones situadas dentro del espacio egocéntrico, esto es, cerca de la línea media, la precisión de los movimientos fue equivalente ya fuera que se usara el mismo brazo o el contrario; es decir, que no importó el que la información propioceptiva fuera diferente para manejar correctamente la localización espacial del movimiento. Pero cuando las localizaciones estaban fuera de este espacio egocéntrico, la condición de "mismo-brazo" fue superior a la de "brazo-contrario", debido a que en esta ocasión sí se recurría a la información propioceptiva, y por ende, era más precisa y más rica si provenía del mismo brazo empleado en el movimiento original.

Sin embargo, aunque es un hecho el que las personas son capaces de manejar representaciones de distancias por sí mismas (Ashby, Shea y Howard, 1980), se observa que la mayoría del trabajo consistente, se

ha desarrollado respecto a las características de la representación en memoria y manejo de las claves de localización (Diewert, 1975; Keele y Ellis, 1972; Laabs, 1973; Posner, 1967; Stelmach, Kelso y Wallace, 1975), y la investigación sobre distancia ha sido mucho menos consistente (Diewert y Roy, 1978).

Por ejemplo, aún no existe acuerdo al respecto de como se codifica la información sobre distancia. Existen quienes sostienen que la distancia está representada en memoria de forma lo suficientemente independiente como para ser recuperada con precisión sin la necesidad de recurrir a claves de localización (Ashby, Shea y Howard, 1980). La segunda concepción denominada como "visión de interpolación", sugiere que la información acerca de la distancia puede ser extraída a partir de la relación entre la localización inicial y la localización final del movimiento criterio, ya que ambas claves son procesadas centralmente, aunque a diferentes niveles (Stelmach y McCracken, 1978). Y aun otros, proponen que tanto la información sobre tiempo, como la tasa del movimiento son utilizados para codificar la distancia.

La clase de experimentos que han estado involucrados en el soporte de estas aproximaciones, en términos generales, comprenden la alteración de la información sobre distancia, mediante omisiones, interrupciones o aumentos de la fase dinámica del movimiento, acompañados por la alteración de la información sobre localización, variando por ejemplo, el tiempo permanecido en los puntos límites del movimiento (Stelmach y McCracken, 1978), o variando los puntos de inicio (Ashby, Shea y Howard, 1980); y la manipulación del tiempo empleado en el movimiento, se hace mediante estrategias de conteo

(Diewert y Roy, 1978) o inducido por variaciones en el peso de palancas soporte (Bizzi, Polit y Morasso, 1976).

Diewert y Roy (1978) sugieren, a partir de sus hallazgos, que lo que sucede con la representación de la distancia es que no utiliza un código fijo, sino que se codifica de manera flexible, dependiendo de variables tales como la información que se encuentre disponible (kinestésica, visual o auditiva), de las demandas de la tarea (e.g. movimientos rápidos o lentos), y de las capacidades atencivas, y que sus características varían, dependiendo de la estrategia que se utilice. Por ejemplo, si se utiliza una estrategia de localización, entonces su recuerdo dependerá de la disponibilidad de la capacidad de procesamiento, no así cuando se utilice una estrategia de conteo. Esta flexibilidad de que se habla, constituye tal vez, una característica no sólo de la codificación de los parámetros del movimiento, sino que es crucial en el entendimiento de los procesos representacionales y mnemónicos en general.

El hecho de que haya una menor precisión en el recuerdo de distancias que en el de localizaciones, probablemente tenga que ver, así mismo, con la intervención de procesos más complejos que los que subyacen a la codificación de localización, en los que se requiere del uso de procesos analíticos en conjunción con información kinestésica derivada ya sea de la posición de las articulaciones o de la duración del movimiento (Diewert y Roy, 1978). Toole y Lucariello (1984) sugieren que la gran riqueza de claves espaciales que rodean la localización en cada punto, es la responsable de un procesamiento más profundo de la localización. Otra posible explicación es la que hace alusión a la economía de información que presentan los fenómenos

representacionales, en donde la localización sea capaz de contener mayor cantidad de información condensada, porque solamente maneje puntos significativos en la ejecución motora de los individuos, a diferencia de las claves de distancia, que aporten en sí mismas menos información significativa y por ende, sean menos precisas y menos manejadas.

Ahora bien, ¿qué tan fuerte será la influencia de procesos analíticos superiores y qué tanto la del reporte que pueden dar los sentidos en la estimación de las distancias durante el movimiento?

A partir de los hallazgos de Sebel y Wilsoncroft (1983), se sabe que la información espacial tiende a ser manejada primordialmente con la participación de la visión. Del mismo modo, el interesante estudio de Wilberg y Girouard (1976) muestra que la influencia de la visión es tal, que imprime su sello en la evaluación de las distancias durante el movimiento. Así, cuando las distancias se calculan en base a la información kinestésica auxiliada de visión, las distancias más cortas (entre 0.01 y 5 cm) tienden a sobrestimarse y las distancias más largas (mayores a 10 cm), a subestimarse (ver la figura 3.1), lo cual está de acuerdo con los hallazgos de Ellson y Wheeler (1949), Helson (1949), Laabs (1970), Pepper y Herman, (1970), Slack (1953), y Weiss (1955). Este "efecto de rango", como se le llama en la literatura, es un fenómeno perceptual visual o producto de la interacción de ambos, más que puramente motor, ya que cuando el cálculo se realiza sólo en base a la información del movimiento mismo, lo que se observa es precisamente lo contrario: una tendencia a subestimar las distancias cortas y a sobrestimar las largas.

Por tanto, aunque estos fenómenos de sub y sobrestimación poseen

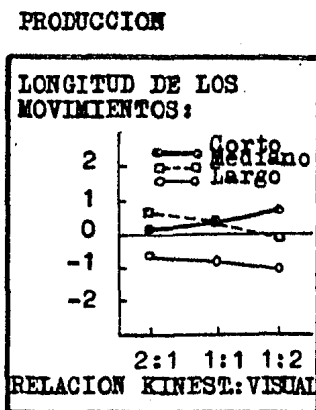


Fig. 3.1. Estimación de distancias con información visual en movimientos de brazo. (Tomado de Wilberg y Girouard, 1976)

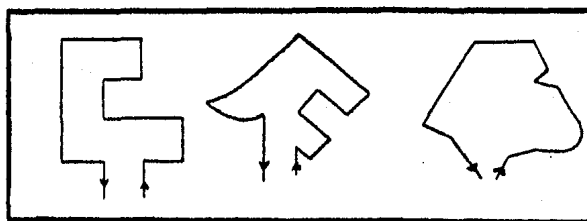


Fig. 3.2. Representación global de la direccionalidad de la meta al caminar, en dibujos hechos por los sujetos después de su desplazamiento. (Tomado de Yi-Fu Tuan, 1977)

una gran relevancia debido a que han probado ser persistentes a través de otras claves estudiadas, tales como la velocidad y la fuerza del movimiento (se subestiman los últimos E de la serie, los más largos, los más lejanos y se sobrestiman los primeros: las distancias más cortas, las fuerzas más ligeras), es necesario subrayar dos consideraciones importantes: a.) la visión juega un papel preponderante en la tendencia que sigue el manejo de la información sobre movimiento (Marteniuk, 1975); y b.) en muchas situaciones, el valor relativo del E o posición que ocupa en medio de otros E es más importante que su valor absoluto (Ellson y Wheeler, 1949; Poulton, 1973).

Lo que sí parece mantenerse constante es una tendencia hacia un aumento cuasi lineal en la desviación de la distancia recordada con respecto a la distancia original, a medida que aumenta la longitud del movimiento, es decir, que a mayor distancia, mayor error absoluto (EA) (Adams y Dijkstra, 1966; Posner, 1967; Posner y Konick, 1966; McClements, 1972; Wilberg y Girouard, 1976). (Si se desea una mayor aclaración acerca de lo que es el EA y como se obtiene, así como de la diferencia entre éste y otras mediciones de error, tales como el EQ y el EV, diríjase al apéndice A).

Todos estos estudios, sin embargo, comparten la característica de estar esencialmente dirigidos a estudiar propiedades de recuperación de la información en tareas de MMCP, y es sólo de manera indirecta que pueden extraerse de ellos propiedades acerca de la representación misma. Esto es algo muy delicado, ya que la integración de información visual con kinestésica parece darse antes del almacenamiento de la información, y no en el momento de su

reproducción misma (Connely, 1970). Además, aunque se sabe que las secuencias motoras no son atemporales (Conrad y Brooks; Shaffer, 1982, 1978; Summers, 1975; Wing, 1977, 1978), y que por lo menos en algunas condiciones, el tiempo parece ser una parte integral de los programas motores (Keele, 1981), actuando en una especie de metrónomo interno (Conrad y Brooks, 1974), se han hecho muy pocas consideraciones al respecto de la participación del tiempo en cuanto a su representación, y en relación al tiempo real transcurrido durante el movimiento.

Uno de ellos es el de Shaffer (1982), el cual realizó estudios centrados en el ritmo como una propiedad subyacente a todas las habilidades que involucran movimiento (tales como la escritura, la actividad musical, etc.), y resalta la información del sistema motor, como agente responsable de la producción del movimiento; éste, al registrar alguna actividad bajo determinada escala de tiempo, actúa como un alistador de tiempo o juez temporal (reloj), que provee las referencias temporales necesarias para la realización de actividades donde se requiere alguna coordinación temporal, a través de los diferentes subsistemas motores que están involucrados. Además, encontró que el movimiento subyacente a diferentes habilidades tiene la propiedad de ser teleológico, debido a que lleva algún sentido, respecto a determinados puntos en el tiempo y en el espacio, y enfatizó que la base de dicho sistema se encontraba en el programa interno de eventos motores. Así, podríamos pensar en los eventos motores como una sucesión de objetivos de movimiento, los cuales puedan ser representados en modelos de tiempo, como ocurrencias en momentos discretos en tiempo, implicando que sólo una teoría del

ritmo daría la continuidad subyacente al movimiento.

Desde este punto de vista (en forma resumida), una teoría de habilidades motoras que presume de ser teleológica, de postular la anticipación de puntos en el espacio y el tiempo y la coordinación con la realización de un programa dado, asume que el sistema motor productor de movimientos es el recurso computacional que actúa como un enlistador para el control de la escala de tiempo de las trayectorias de movimiento, y el cual es capaz de controlar la producción de trayectorias, más que de eventos aislados en la ejecución.

Por otra parte, el hueco que se percibe, tal vez se deba a que las tareas requeridas y los procedimientos utilizados han tendido a quedarse dentro de un nivel un poco restringido que propicia situaciones muy controladas pero un tanto artificiosas con respecto al comportamiento motor cotidiano, limitando así los fenómenos abordados. Los movimientos involucran a partes aisladas, generalmente brazos, dedos o cabeza, y en ellos se busca hallar el grado de precisión que hay entre un movimiento original que debe retener el individuo (ya sea guiado por el experimentador o por él mismo), y un segundo movimiento que constituye la recuperación del primero, y estos resultados pueden ser difícilmente extrapolables a movimientos hechos con otras partes del cuerpo, por la influencia de la diferente significatividad que poseen éstas, al menos en el caso de los niños (Johnson, Peniketter y Trabasso, 1979; Mercado, López, Marmolejo y Álvarez, 1984). Por otro lado, cuando se abordan tareas motoras más globales y significativas, tales como el habla, la escritura, etc., tiende a cambiarse el sentido de la investigación a lo que es

denominado con el nombre genérico de "habilidades" (skills), en las cuales el punto principal pasa a ser el estudio de los procesos de coordinación (Keele, 1981).

Tal vez, una opción viable pueda ser el unir los beneficios de varias herramientas conceptuales y metodológicas, de forma que en nuevas tareas más globales, cotidianas y significativas, pero "simples" como el desplazamiento, se busquen manifestaciones de claves representacionales como la distancia y el tiempo, sin necesidad de hacer alusión ni a retención y MMCP, ni a la coordinación entre la secuencia de submovimientos sucesivos.

3.4. UTILIZACIÓN DE PARÁMETROS ESPACIO-TEMPORALES

EN EL DESPLAZAMIENTO AL CAMINAR

Conductas aparentemente tan sencillas como el caminar en los individuos, se presentan como una gran fuente de información en la obtención de datos no sólo respecto a la generación de movimiento, sino a la representación en general, debido a que los individuos necesitan de: a.) una representación espacio-temporal y b.) una programación motora que les permita desplazarse según los requerimientos internos y externos.

Es bien sabido que mientras las personas caminan, se está llevando a cabo un complejo manejo de su orientación, su destino, la localización de los objetos, las distancias y el tiempo que va transcurriendo. Pero, ¿qué clase de manejo hacen de estas claves? De los pocos estudios que existen al respecto, la mayoría se ha centrado en el papel que juegan los diferentes sistemas sensoriales (Jurma,

1966; Juurma y Suonio, 1975; Ross, Dickinson y Jupp, 1970; Yoshimura y Ohkura, 1983) y sólo unos cuantos han centrado su atención en las características del Procesamiento de información que se lleva a cabo (Böök y Gärling, 1980a).

Segun Norman et al. (1975), el medio ambiente puede ser representado en términos de un ensamblaje de esquemas perceptuales, y cuando los organismos planean desplazarse, deben tener en cuenta estos esquemas perceptuales del medio ambiente (por lo menos en el caso de los humanos, estos pueden ser imaginados o creados, o realmente observados), y realizar un Plan de acción, donde los esquemas motores son las unidades de conocimiento para el sistema de ejecución.

De esta forma, las variaciones que en un momento dado ocurren en la representación del espacio en el trazado de un Plan de acción, sugieren diferentes esquemas de unidades motoras en el Programa de ejecución; así, las manipulaciones o interferencias que se puedan obtener sobre las representaciones espaciales se tienen que reflejar de alguna forma en la realización motora, lo cual nos permitirá conocer aspectos de lo que tanto se ha enfatizado en el presente trabajo: de la representación motora, así como de la representación espacial de los individuos.

Algunos de los estudios bajo esta tendencia han estado trabajando sobre ciertas relaciones de la distancia, la direccionalidad y la orientabilidad del cuerpo en el espacio durante tareas de rotación.

Así, Böök y Gärling (1980b) probaron la hipótesis de que el mantenimiento de la orientación durante la locomoción requiere tanto de Procesamiento central, como de Procesamiento Pre-atentivo (o

sensorial). En un Primer estudio, ellos pidieron a los S que después de haber caminado dos distancias lineales con un ángulo determinado entre ellas, en un cuarto oscuro, estimaran numéricamente tanto distancia como dirección con respecto al punto de partida de la locomoción, sin tener acceso visual al camino recorrido. Sus resultados mostraron que los S que tuvieron que realizar una cuenta regresiva rápida durante la locomoción, tuvieron una ejecución menos adecuada que los S que se desplazaron sin el conteo. En otras palabras, la orientación se mantenía gracias al procesamiento de información recibido a través de los diferentes sistemas sensoriales, y por tanto, una tarea adicional simultánea al desplazamiento que requiriera capacidad de procesamiento central, interfería con el procesamiento de distancia y dirección. No obstante, Böök y Gärling (1980b) encontraron que la tarea concurrente (en unión con ciertos procedimientos experimentales específicos), no afecta el procesamiento completo, sino que produce una codificación incompleta (es decir, que no produce ningún retardo en la decodificación y coordinación que pudiera propiciar el olvido).

Yi-Fu Tuan (1977) añade a estos hallazgos sobre procesamiento central, un ingrediente más, que relaciona la "conciencia" o el "darse cuenta de" con la direccionalidad global. A partir de sus observaciones, él encuentra que cuando las personas se desplazan, solamente saben o están conscientes de una sucesión de movimientos apropiados para reconocer las claves contextuales (landmarks); sólo necesitan tener un sentido general de la meta, como por ejemplo, su dirección global, y saber qué es lo que sigue hacer en cada segmento de la trayectoria. En otros términos, las personas son capaces de

realizar adecuadamente sus desplazamientos tanto en situaciones cotidianas (al caminar, manejar, etc.), como en laberintos artificiales. Pero no son conscientes de la trayectoria completa, ya que sus representaciones parciales acerca de longitud y angulación les llevan a incurrir en errores cuando se les pide un reporte (gráfico) de ciertos recorridos (ver la figura 3.2).

Böök y Gärling (1981b) pusieron énfasis en este aspecto de la precisión con la cual la persona mantenía la orientación en un espacio determinado, bajo diferentes direcciones de rotación del cuerpo e intervalos. De manera resumida, sus resultados mostraron que las personas sobrestimaban las direcciones claves (parámetro dado a la persona), y que a mayor rotación del cuerpo, había mayor estimación. En otro de sus estudios, Böök y Gärling (1981a) pidieron a las personas que estimaran la dirección y la distancia, obteniendo como resultado que el mantenimiento de la orientación era mucho más preciso cuando el S rotaba su cuerpo que cuando caminaba en línea recta, pero que el EC se incrementaba linealmente con el ángulo de rotación del cuerpo, sugiriendo así, un manejo diferente de la orientación, dependiendo de si existe rotación (sobrecompensación) o no (subcompensación).

Aun falta por determinar entre otras muchas cosas, las características específicas que presenta la representación de la distancia y del tiempo transcurrido mientras las personas se desplazan, y la forma como influye en su manejo, la inclusión de otro tipo de parámetros que involucren procesamiento de información verbal, en imágenes y perceptual, además del clásico parámetro temporal, ya que como se ha visto a lo largo de la exposición de los

capítulos anteriores, el comportamiento motor está ligado a otros procesos cognitivos porque a todos subyacen fenómenos representacionales y de procesamiento de información, y el cálculo de distancias no es la excepción, prueba de lo cual son las tareas de fineza discriminativa de longitudes, en las que se ha hallado la influencia de procesos centrales de información (Figueroa, Carrasco y Sarmiento, 1982).

CAPITULO IV

SECCION EXPERIMENTAL

Durante 1000 años hemos luchado
Por las cabezas de los peces,
Pero ahora tenemos razón Para vivir,
Para aprender, Para descubrir...
Dadme una oportunidad,
dejad que os muestre
lo que he encontrado.

Richard Bach
"Juan Salvador Gaviota"

Si tú me domesticas
mi vida estará llena de sol
y conoceré el rumor de Pasos diferentes
a todos los demás
Los otros Pasos me harán esconder bajo la tierra;
los tuyos me llamarán fuera de la madriguera
como una música.

Antoine de Saint-Exupéry
"El Principito"

IV. SECCION EXPERIMENTAL

El interés principal de esta sección consistió en dar una primera aproximación al estudio de la representación de las distancias y del tiempo empleado durante el desplazamiento al caminar; esto bajo una posición teórica integrativa, ubicable dentro del PHI y específicamente, dentro del estudio de la representación de información espacio-temporal en el comportamiento motor humano, y a través de una metodología psicofísica, con el procedimiento clásico de producción o generación de magnitudes psicofísicas (Stevens, 1956), y el procedimiento de "cross-modal matching" o empalmamiento inter-modal (Figueroa, Hernández y Ortiz, 1979).

Tal vez, debido a que nuestro desempeño espacial tiende a manejar más algunas distancias que otras, esto se vea reflejado en la forma como se representen (proceduralmente) las distancias en memoria, o como se utilicen las representaciones de estas durante la locomoción. De esta forma, es de crucial importancia determinar qué tan precisas son estas representaciones, pero no sólo esto, sino qué función siguen a lo largo de diferentes distancias, y al mismo tiempo, cómo se ven afectadas cuando participan otros fenómenos cognitivos, o bien cuando están ausentes.

Retomando un poco algunos planteamientos anteriores, se sabe que aún cuando el cálculo de las distancias normalmente no sea consciente durante el desplazamiento (Yi-Fu Tuan, 1977), a otro

nivel pueden manejarse también representaciones y procesos de categorización y de generalización (Raibert, 1978; Wienecke, 1974), incluyendo los de distancia (Ashby, Shea y Howard, 1980). Pero ¿cómo es que se manifiesta esta representación de las distancias en un procedimiento que lleve a la acción de caminar?: ¿Será proporcional a la distancia física como ocurre en la estimación perceptual de longitudes (Guirao, 1980), y de acuerdo a la función de potencia de Stevens (1957)? ¿O existirá una relación lineal entre la distancia recorrida y el error que se va obteniendo, de tal manera que a mayor distancia haya mayor error o desviación con respecto a la distancia física requerida (DR)? Un resultado como tal podría ser extrapolado de hallazgos tanto en psicofísica con diferentes intensidades de E (a mayor intensidad, menor discriminación) (Piéron, 1963), como de estudios de olvido por decaimiento (a mayor DR, mayor EA) (Adams y Dijkstra, 1966; Posner y Konick, 1966; Posner, 1967; McClements, 1972), o mayor variabilidad (Laabs, 1973). Si no es así, se comprobará entonces el efecto de rango, sólo que ahora en el desplazamiento?, es decir, habrá una sobrestimación de distancias cortas y una subestimación de distancias largas, como postulan Ellson y Wheeler (1949), Helson (1949), Laabs (1970), Pepper y Herman (1970) Slack (1953), y Weis (1955)?; o se dará el efecto contrario, reportado por Wilberg y Girouard (1976)?; o bien, el efecto cuadrático de los extremos (end-anchoring), en el que las distancias intermedias propicien menor exactitud que las extremas? (extrapolándolo de estudios sobre representación de partes del cuerpo como los de Freeman, 1977) y Johnson, Perimutter y Trabasso, 1979).

Ahora bien, es posible que estos efectos se vean alterados dependiendo de si se realiza el desplazamiento con el sistema completo o de si se manejan exclusivamente claves de movimiento, sin la influencia de la visión. En este último caso, si la precisión en la ejecución decremента, esto hablará de que la integración de la información visual y la kinestésica se da aún antes del almacenamiento (Cornelly y Jones, 1970), y de que como la visión se apoya principalmente en información espacial (Sebel y Wilsoncroft, 1983), la eliminación de retroalimentación visual decremента la posibilidad de corregir y eliminar errores en el cálculo de las distancias, y por tanto, propicia menor precisión (Craske, 1975; Glencross, 1977; Kohler, 1947; Pick, Warren y Hay, 1968).

Por otra parte, cabe la posibilidad de que estos efectos puedan ser contrarrestados con la utilización de imágenes y mapas mentales del medio ambiente (Adams, 1977; Kosslyn, et al., 1978), debido a una equivalencia funcional relativa entre la visión durante el caminar y la visión antes de caminar (imaginería) (Stelmach, 1984). Sin embargo, como la necesidad de retroalimentación puede considerarse como inversamente proporcional a la capacidad del sistema para predecir los aspectos esenciales de los actos subsiguientes (Mac Neillage y Mac Neillage, 1977), podría ser que la falta de visión no afecte la estimación de distancias.

Otro de los factores que podría intervenir en el tipo de manejo que se haga de las representaciones sobre distancia, es la atención que ponga el S a la realización de la tarea motora. Si hay un déficit en la codificación de movimiento con atención dividida, se

apoyarían los hallazgos de Böök y Gärling (1980) en desplazamiento, y de Boulter (1977), Trumbo y Milone (1971) en movimiento de miembros superiores. Pero si una tarea de interferencia que impida la intervención de procesos atencivos y la recirculación de la información, no afecta la manipulación de las distancias, entonces se apoyaría a Diewert (1975), Marteniuk (1973), Norman y Shallice (1980), Shiffrin (1975), Stelmach y Kelso (1973), y Toole y Lucariello (1984), y tal vez indicaría que existió gran cantidad de preprogramación, ya que a mayor programación, menor necesidad de atención (Ells, 1973), o bien que el movimiento no requería de mucha precisión, porque a menor precisión, menor requerimiento de atención (Ells, 1973; Posner y Keele, 1969).

Con respecto a la participación del parámetro temporal, se sabe que éste es parte integral de los programas motores (Keele, 1981) y que actúa como un metrónomo interno (Conrad y Brooks, 1974); pero qué papel jugará en la estimación de distancias y en la representación de éstas para el desplazamiento? Si una alteración del tiempo empleado en recorrer las distancias (TR) altera igualmente la estimación de éstas o hace que el error (ECD o EAD) se manifieste de diferente manera (recurrir al apéndice A para una mayor referencia acerca de estos dos tipos de error), entonces tal vez esto quiera decir que al realizar una ruta para estimar distancias, el S activa un proceso o reloj interno, el cual indica el lapso de la búsqueda, e indirectamente, la distancia acumulada; el tiempo transcurrido (según el S) se compara entonces con el tiempo buscado, y este tiempo que el S considera que ha transcurrido (TS), se convierte entonces en una estimación de

a.) Determinar qué tan precisa es la representación procedural o manifestación de la representación de distancias cortas, medianas y largas durante el desplazamiento, y del tiempo empleado en recorrerlas.

b.) Qué función siguen los recorridos (DS) y las desviaciones con respecto a la distancia física real (EAD y ECD), y cómo se manifiesta este error.

c.) Qué diferencias y semejanzas existen entre la estimación de distancias (DS) y de tiempo (TS) cuando se involucra el desplazamiento de todo el cuerpo, con respecto a los hallazgos sobre movimiento de un solo miembro, y sobre la pura estimación perceptual.

d.) Cómo actúa la presencia o ausencia de otros parámetros cognoscitivos tales como la visión, la atención, la imaginación, el tiempo, y la organización del movimiento, en el cálculo de las diferentes distancias y del tiempo empleado.

distancia (DS) (Thorndyke, 1981). Esto hablaría a favor de la existencia de una jerarquía conceptual, en la que el tiempo determina al espacio (Navon, 1978), o bien de la existencia de un código único en el que estén involucrados aspectos temporales, sensoriales y posiblemente otros (Figueras et al., 1979), como los espaciales de distancia.

Por último, debido a que el conocimiento espacial está dado por una sucesión de patrones perceptuales del medio ambiente organizados en memoria como representaciones internas que sirven como referencia (Downs y Sten, 1973; Siegel, Kirasic y Kail, 1978), tal vez lo importante sea que independientemente de los factores y procesos que estén accesibles para el cálculo de distancias durante el desplazamiento, la forma como se organice y ordene la secuencia, desempeñe un papel en la codificación del movimiento, porque contribuya a preservar sus características esenciales (Nacson, Jaeger y Gentile, 1972); y si dentro de éstas se encuentra la distancia, un orden secuencial (Diewert y Stelmach, 1978), constante (Nacson, 1973), significativo y atendido (Stelmach, 1984), como el que podría darse si el S segmenta la distancia total en distancias más cortas y manejables (de metro en metro, por ejemplo), probablemente contribuya a que la estimación de las distancias sea más precisa, o por lo menos diferente.

De esta forma, con el objeto de responder a algunas de estas interrogantes y de plantear las primeras soluciones tentativas a algunas de las controversias, se diseñaron dos experimentos, de los cuales, el primero fue trazado bajo los siguientes objetivos generales:

4.1. EXPERIMENTO 1

A. Descripción general

El primer experimento tuvo como finalidad explorar la representación y el manejo de las distancias a través del desplazamiento en forma directa, y del tiempo en forma indirecta, con la ausencia y la influencia de diversos fenómenos cognitivos, y se dividió en dos fases como una opción para evitar contaminación por efectos de experiencia y/o habituación.

B. Método

Sujetos. Participaron voluntariamente 20 estudiantes de la facultad de Psicología de la U.N.A.M., de ambos sexos, sin experiencia previa en experimentos de desplazamiento ni de psicofísica.

Material y escenario. Se emplearon unos goggles forrados para tapar los ojos, unos audífonos para aminorar el ruido y un cronómetro. El experimento se corrió en un pasillo de la Facultad, de 19.57 m de largo (recorrible), y de 1.91 m de ancho.

Diseño. Se utilizaron dos diseños factoriales de 4x3 de medidas repetidas de todos los factores para todos los S, uno para cada fase.

El primer factor para las dos fases, estuvo compuesto de 4 distancias a recorrer, que fueron de 2, 6, 10, y 14 m; estas medidas fueron elegidas con el propósito de cubrir distancias cortas (pero mayores que el largo de un paso), medianas y largas (pero restringidas al rango del largo de un pasillo común). El segundo factor estuvo compuesto por tres condiciones diferentes para cada fase del experimento. La primera fase comprendió tres condiciones (C1, C2 y C3), y la segunda fase estuvo constituida por las condiciones 4, 5 y 6.

Procedimiento. Una vez privadas de visión para evitar la previa visualización del pasillo, cada una de la mitad de las personas caminó en línea recta hacia adelante las cuatro distancias (en orden aleatorio) bajo las tres primeras condiciones, en un total de dos sesiones y de manera individual. Las otras diez personas caminaron bajo las otras tres condiciones, las mismas cuatro distancias. A todas se les hizo énfasis en que no debían preocuparse en la posibilidad de chocar o desviarse, porque los experimentadores lo evitarían. Los puntos de inicio fueron variados para evitar la influencia de información sobre localización. Las seis condiciones fueron las siguientes:

Para la fase I:

C1: Desplazamiento en ausencia de visión (DAV). El S debía caminar en línea recta con los ojos tapados, una distancia equivalente a la indicada (según el juicio del sujeto); procedimiento clásico de producción de magnitudes psicofísicas de Stevens (1956) y estimar el tiempo empleado (procedimiento de

"cross-modal-matching").

C2: DAV con interferencia cognitiva. Lo mismo que en la C1, pero al mismo tiempo el S debía ir contando en voz alta una secuencia numérica creciente de 2 en 2 (independiente de la distancia recorrida), como tarea de interferencia (no muy complicada para no propiciar un descontrol excesivo al caminar).

C3: DAV con imagen mental. El S caminaba como en la C1, pero con la previa visualización del pasillo, para formar una "imagen mental" de él.

Para la fase 2:

C4: DAV con organización del movimiento. Lo mismo que en la C1, pero esta vez organizando la distancia total en segmentos de metro por metro, y verbalizándolos simultáneamente al recorrido.

C5: DAV con manipulación temporal. Igual que en la C2, pero además el S debía seguir contando durante los cinco seg que se le detenía (a los 2 m recorridos), como una manipulación para aumentar el tiempo del recorrido.

C6: Desplazamiento normal. El S caminaba igual que en la C1, sólo que sin tener los ojos tapados, es decir, con el sistema completo como se desplaza normalmente.

El experimentador registró en cada desplazamiento, la distancia pedida o real (DR), la distancia recorrida o distancia estimada o distancia subjetiva (DS), el tiempo empleado o real (TR) y el tiempo estimado o subjetivo (TS); entendiéndose por DS, el largo total del desplazamiento medido en cm; por TR el número de seg transcurridos entre la iniciación de la tarea y su culminación; y por TS, el reporte dado por el S respecto a su juicio del tiempo

empleado para el desarrollo de la tarea.

C. Resultados

Además de haber registrado la DS, el TR y el TS, en cada uno de los desplazamientos de ambas fases del experimento, se obtuvo el error absoluto de distancia (EAD), el error constante de distancia (ECD), el error absoluto de tiempo (EAT), y el error constante de tiempo (ECT). Esto se hizo a partir de una sustracción de la DS menos la DR sin signo (para la obtención del EAD); de la DS menos la DR con signo (para la obtención del ECD); del TS menos el TR sin signo (para la obtención del EAT); y del TS menos el TR con signo (para la obtención del ECT). Así, se conformó un total de siete VD: DS, EAD, ECD, TR, TS, EAT y ECT, para cada una de las combinaciones de distancia por condición, como puede apreciarse con mayor claridad en la figura 4.1.

Respecto a cada una de las variables de la fase I, se conformó una tabla de 3 condiciones (columnas), por 4 distancias (renglones). De aquí se obtuvieron tanto promedios (P), como desviaciones standard (DE); cada P y cada DE se calculó conforme a los diez datos de cada casilla, es decir, de los diez S que pasaron por cada combinación de tratamiento experimental. En seguida, se obtuvieron el P general para cada distancia por separado, a través de las diversas condiciones, y el P general para cada condición por separado, a lo largo de todas las distancias (contenidos en el apéndice B); y en base a esto, se ilustraron gráficamente las configuraciones obtenidas en 7 gráficas, en las que el eje de las

Fig. 4.2 Relación dist. pedida y dist. recorrida

Experimento 1, fase 1

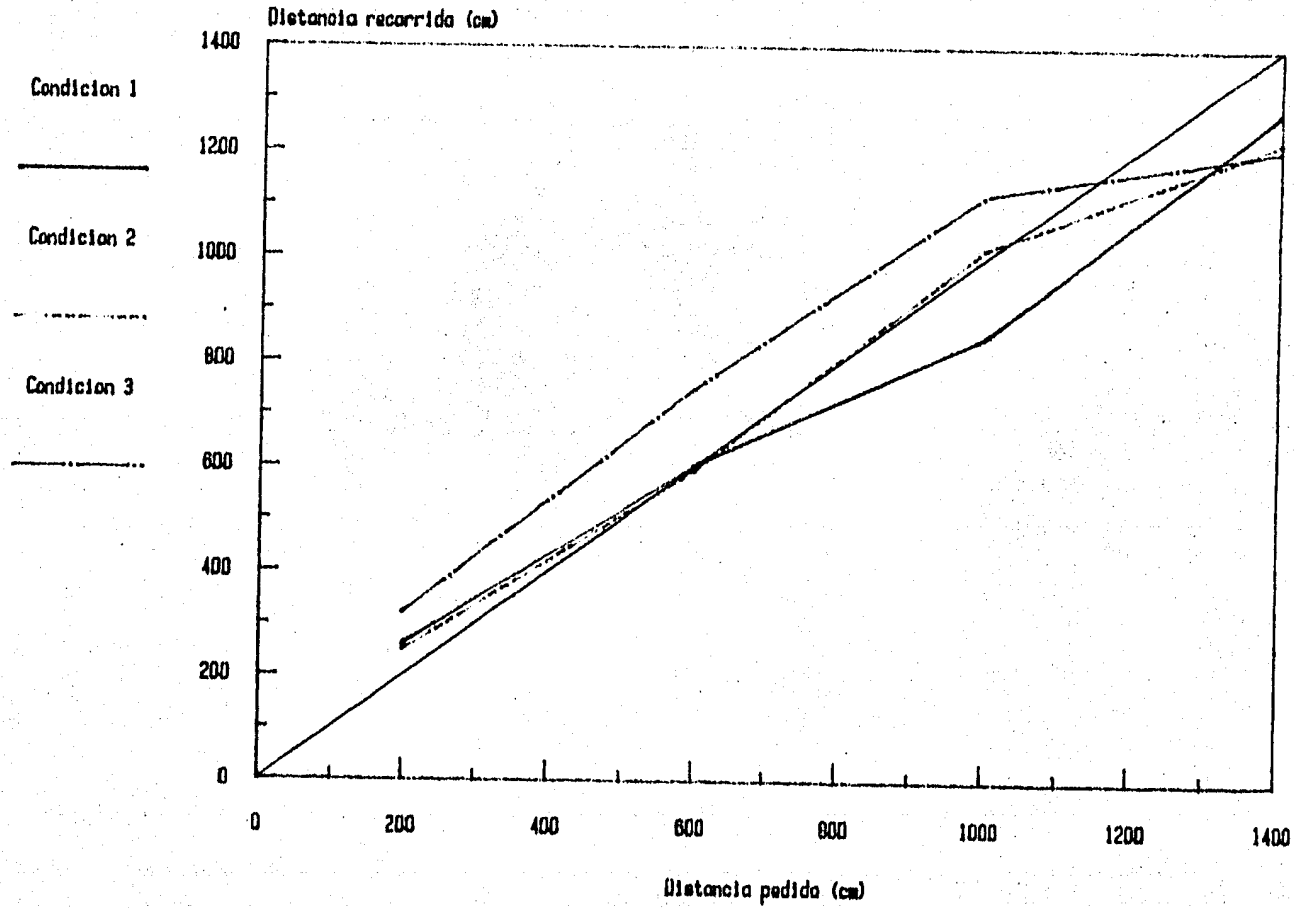
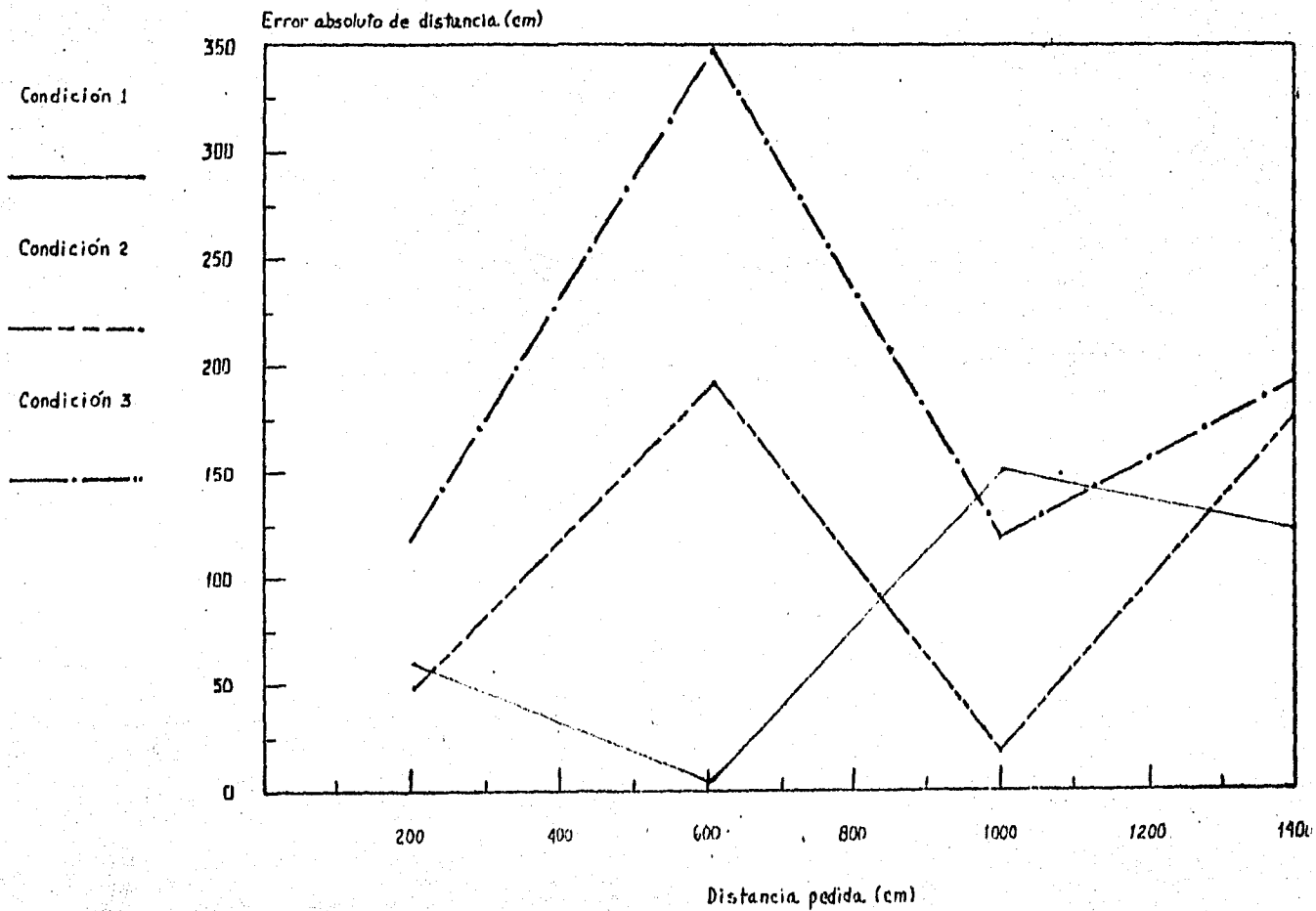


Fig.4.3. Error absoluto de distancia

Experimento 1, fase 1



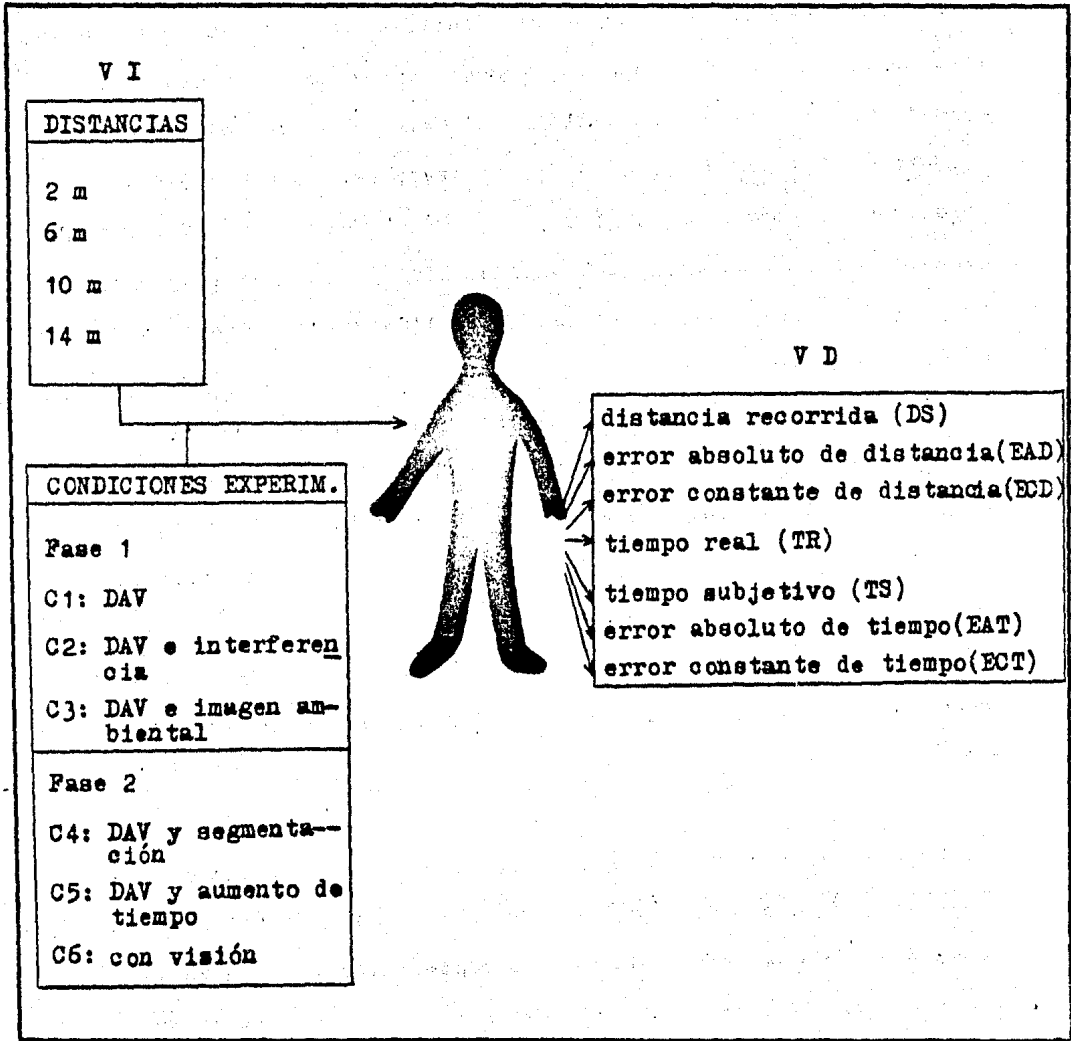


Fig. 4.1. Esquematzación de las variables que intervinieron en el experimento 1, fases 1 y 2.

abscisas representa la DR, y el eje de las ordenadas, la variable en cuestión (figuras de la 4.2 a la 4.8).

A partir de esto, se realizaron cinco análisis de varianza (AVAR) univariados, de acuerdo al "modelo de clasificación doble de efectos fijos, aleatorizado en bloques, con n observaciones por celda" (Yamane, 1979), o en otras palabras, AVAR de dos factores (condiciones experimentales y distancias), con doce medidas repetidas para cada uno de los 10 S. (Un AVAR para cada VD, excepto para el EAD y el EAT, por ser medidas directamente derivadas de la DS y el TS, respectivamente, cuyos resultados están contenidos también en el apéndice B).

Posteriormente, se realizó un ajuste a la mejor función dentro de los tres siguientes modelos: ecuación de la línea recta ($y = ax+b$), función de potencia o "power" ($y = ax^b$), y ecuación cuadrática ($y = a+bx+cx^2$), cuyos valores resultantes están en el apéndice C.

Por último, se sacaron correlaciones de Pearson para hallar el grado de relación entre la DS y el TS a través de las diferentes distancias y condiciones.

Respecto a la DS en la fase 1, resultó que, en términos generales, a mayor DR, mayor DS, es decir, que a medida que se les pedía a los S una mayor distancia a recorrer, estos realmente recorrían más metros; hubo, sin embargo, una tendencia de los datos a ajustarse más a la función de potencia, que a una puramente lineal ($r^2=0.99, 1.00, 0.99$; $F=265.09, 411.01, 139.65$, para las condiciones 1, 2 y 3, respectivamente), como se ve en la figura

4.2, en donde la línea inclinada a 45 grados que atraviesa la grafica, marca lo que sería una relación exacta hipotética entre la DR y la DS. Aquí, la distancia de 6 m pareció jugar un papel importante, debido a que a partir de ésta se aprecia un doblez de las curvas hacia un mayor error (ver la figura 4.3). Los promedios, de las distancias fueron: 2.762 m recorridos para la distancia de 2 m solicitados; 6.487 m para la distancia de 6 m; 9.961 m para 10 m; y 12.371 m para 14 m; con una $F(2,3)=84.87$, $p<0.001$ para el factor distancia.

El tratamiento del ECD muestra que la tendencia general de este error es cuadrática ($r^2=0.98$, 0.98 , 0.97 ; $F=28.76$, 24.85 , 19.15), ya que el error aumentó de 2m ($P=17.56$ cm) a 6 m ($P=32.56$ cm), pero disminuyó luego en 10 m ($P=7.50$ cm) y tendió a aumentar más en los 14 m, sólo que ahora, con signo negativo ($P=-196.167$ cm). La diferencia entre las distancias fue significativa ($F(2,3)=6.69$, $p<0.001$), aunque sus DE fueron considerables (todas ellas mayores que el P respectivo). La inclinación general de los datos fue hacia sobrestimar ligeramente la distancia más corta de 2 m, y a subestimar las distancias mayores, de 10 y 14 m, excepto cuando hubo una visualización previa del pasillo, ya que entonces, se subestimaron las distancias extremas (2 y 14 m) y se sobrestimaron las medias (6 y 10 m), para conformar así una "U" invertida (ver la Fig.4.4).

En cuanto al TR, se tiene igualmente, que, en general, a mayor distancia requerida, se empleó mas tiempo en el recorrido (a mayor DR, mayor TR) (ver la figura 4.5); que las diferencias entre las distancias fueron significativas ($F(2,3)=48.15$, $p<0.001$; y $P=5.20$,

9.16, 15.23 y 19.06 seg, para las distancias de 2,6,10 y 14 m respectivamente); y que la mejor función ajustada fue la de potencia, en las tres condiciones ($r^2=0.92, 0.99, 0.97$; $F=21.66, 138.31, 67.07$).

El TS mostró los mismos resultados significativos respecto a la influencia de la distancia solicitada, ya que a mayor DR, mayor TS; los promedios fueron de 8.78, 15.67, 21.10 y 37.50 seg, para cada una de las distancias ya mencionadas, para una $F(2,3)=7.03$, $p<0.001$. Sin embargo, esta vez los datos siguieron una tendencia cuadrática ($r^2=0.98, 0.98, 0.99$; $F=21.36, 19.57, 69.85$), como podrá apreciarse en la figura 4.6. Lo mismo puede decirse del EAT ($P=3.58, 6.50, 5.87, 18.43$ seg), como puede verse al comparar la figura 4.6 con la 4.7.

En el ECT no se encontró ninguna influencia significativa de la distancia pedida ($F(2,3)=1.69, p=0.1173$), pero sí se observó una tendencia marcada y clara a subestimar el tiempo empleado, ya que todos los P fueron negativos ($P=-3.517, -6.80, -5.83$ y 17.16 seg), aunque las DE son mayores que los P. Nuevamente, la función que mejor los describió fue la cuadrática ($r^2=0.97, 0.93, 1.00$; $F=13.85, 6.93, 1235.65$), que adquirió forma de "U" invertida en la C1 y en la C3, y forma de "U" en la C2 (ver la Fig.4.8).

No hubo influencia significativa de las condiciones experimentales manejadas (correspondientes a desplazamiento en ausencia de visión (DAV) (C1), DAV con interferencia (C2) y DAV influida por una imagen mental del ambiente (C3)), en ninguna de las VD ($F(2,3)=1.83, p=0.164$ para la DS; $F(2,3)=1.95, p=0.145$ para el TR; $F(2,3)=1.64, p=0.198$ para el TS; $F(2,3)=0.73, p=0.511$ para

Fig.4.4. Error constante de distancia

Experimento 1, fase 1

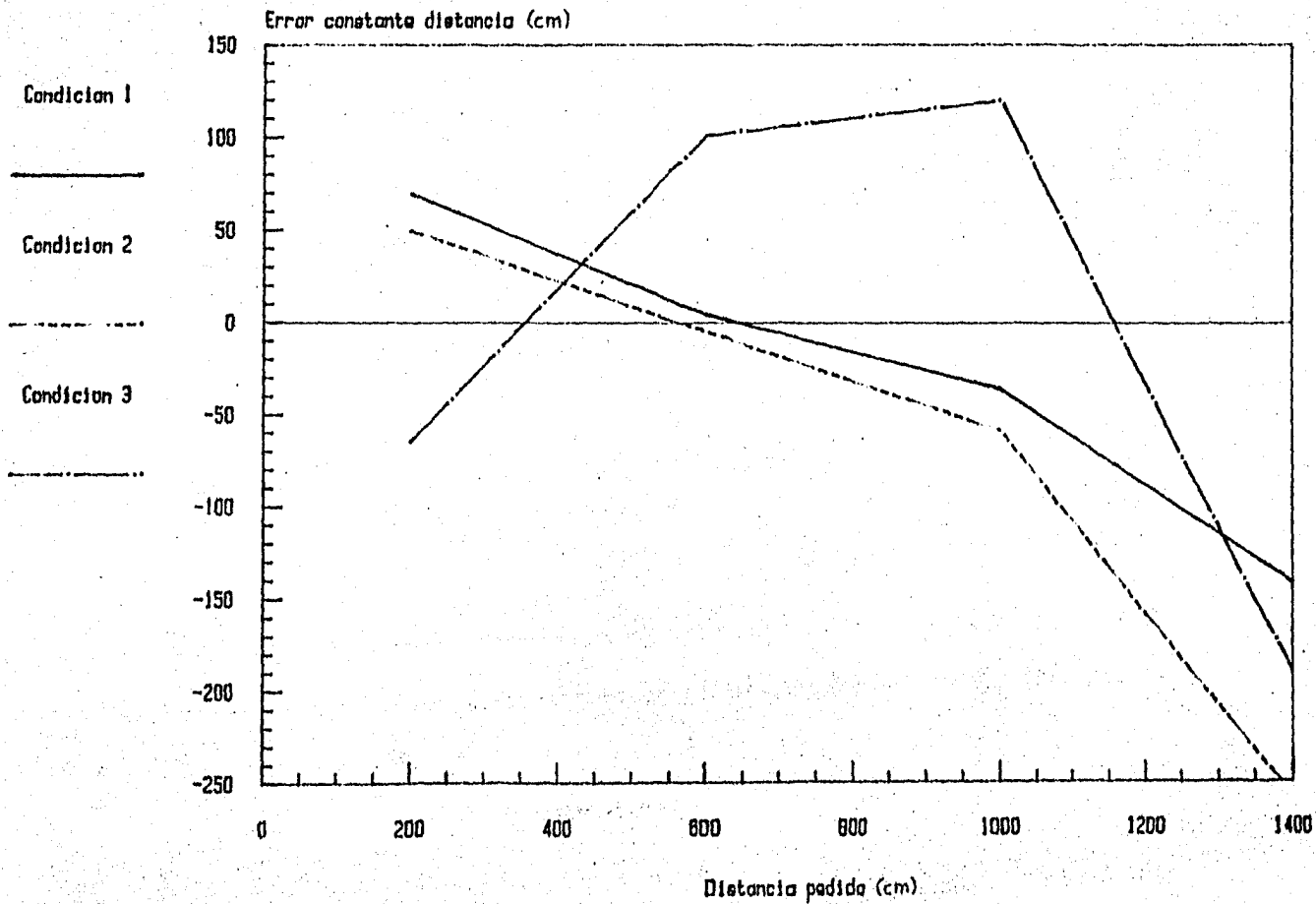


Fig. 4.5. Relación dist. pedida y tiempo empleado

Experimento 1, fase 1

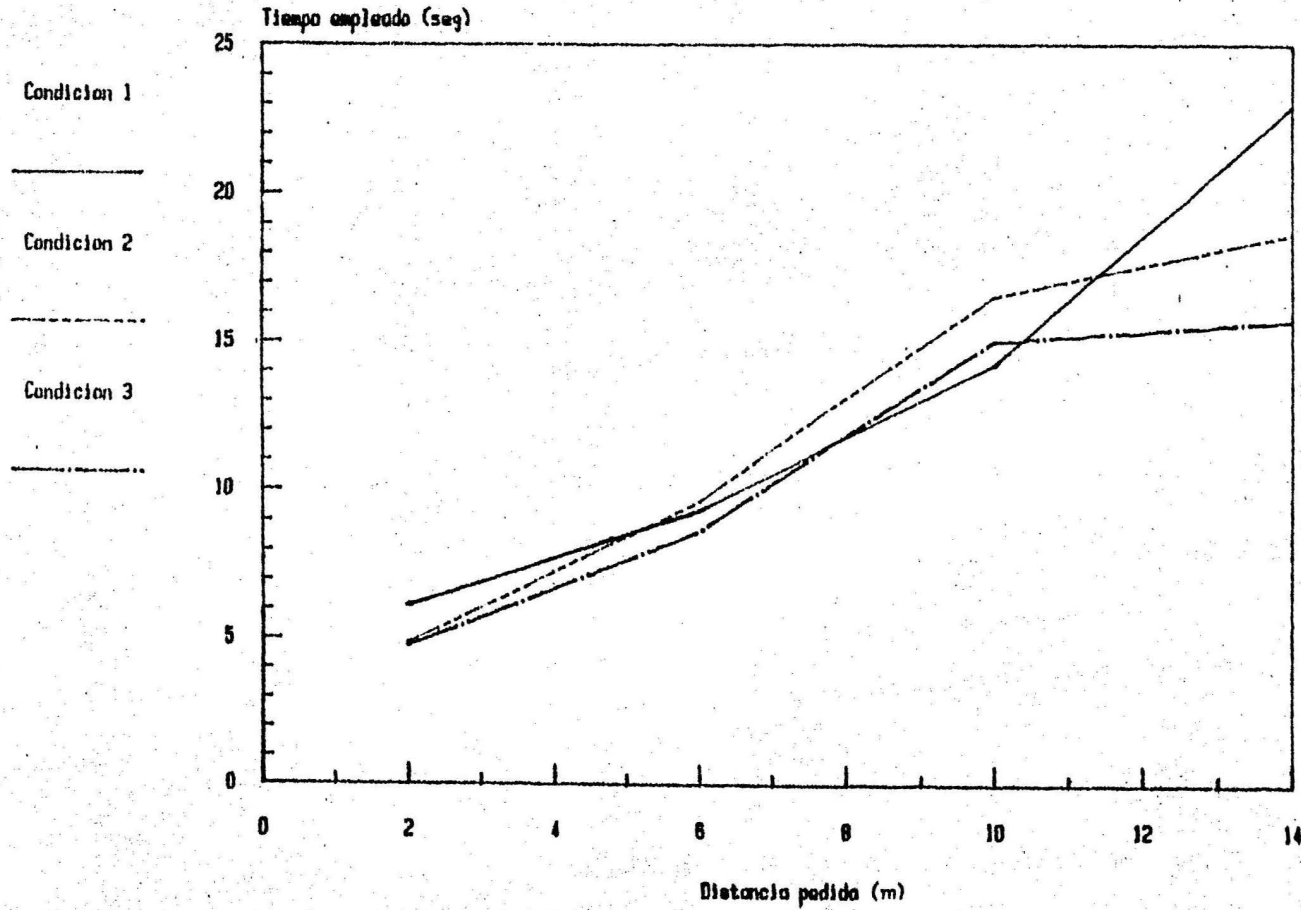


Fig.4.6. Relación dist. pedida y tiempo estimado

Experimento 1, fase 1

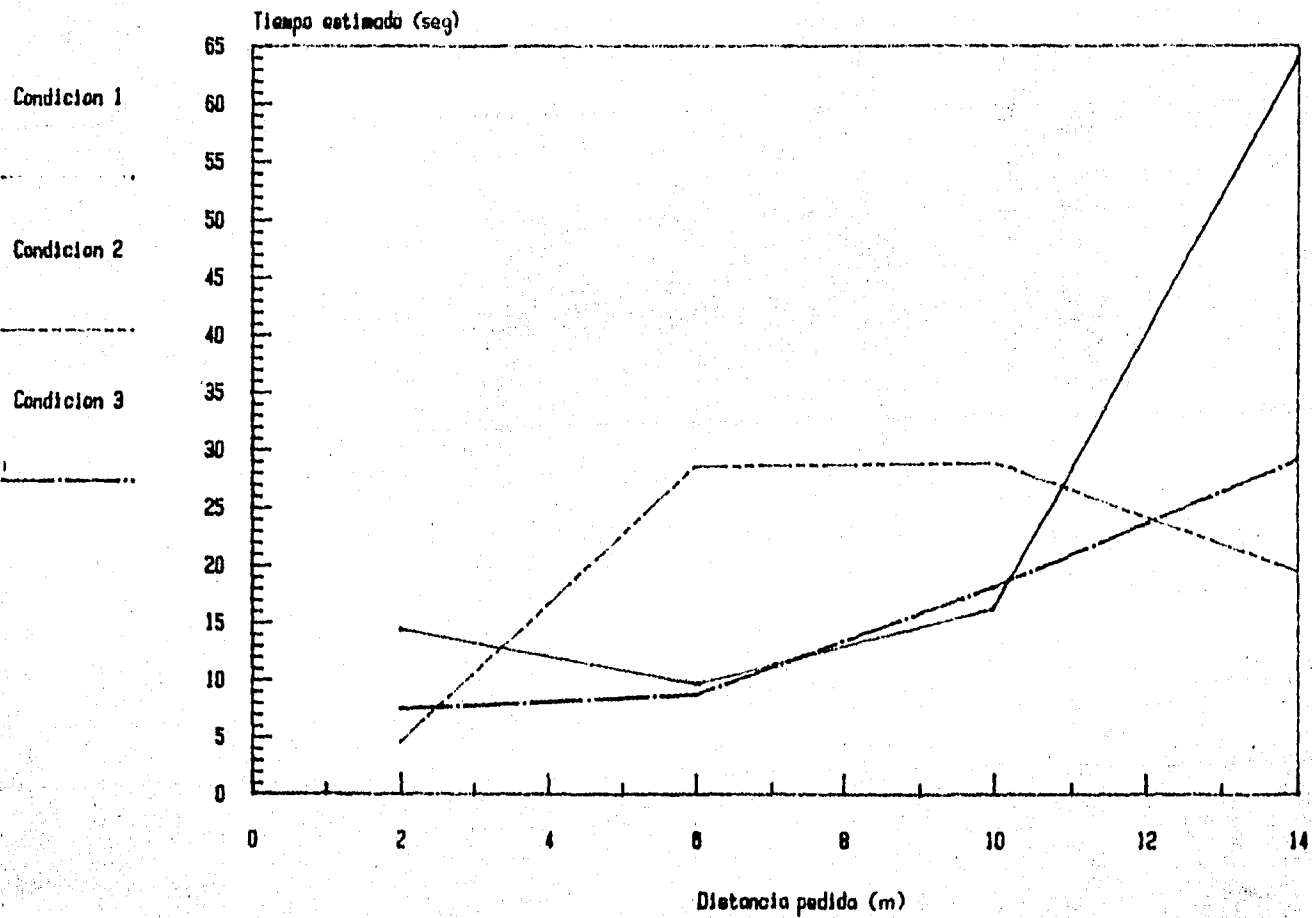


Fig. 4.7. Error absoluto de tiempo

Experimento 1, fase 1

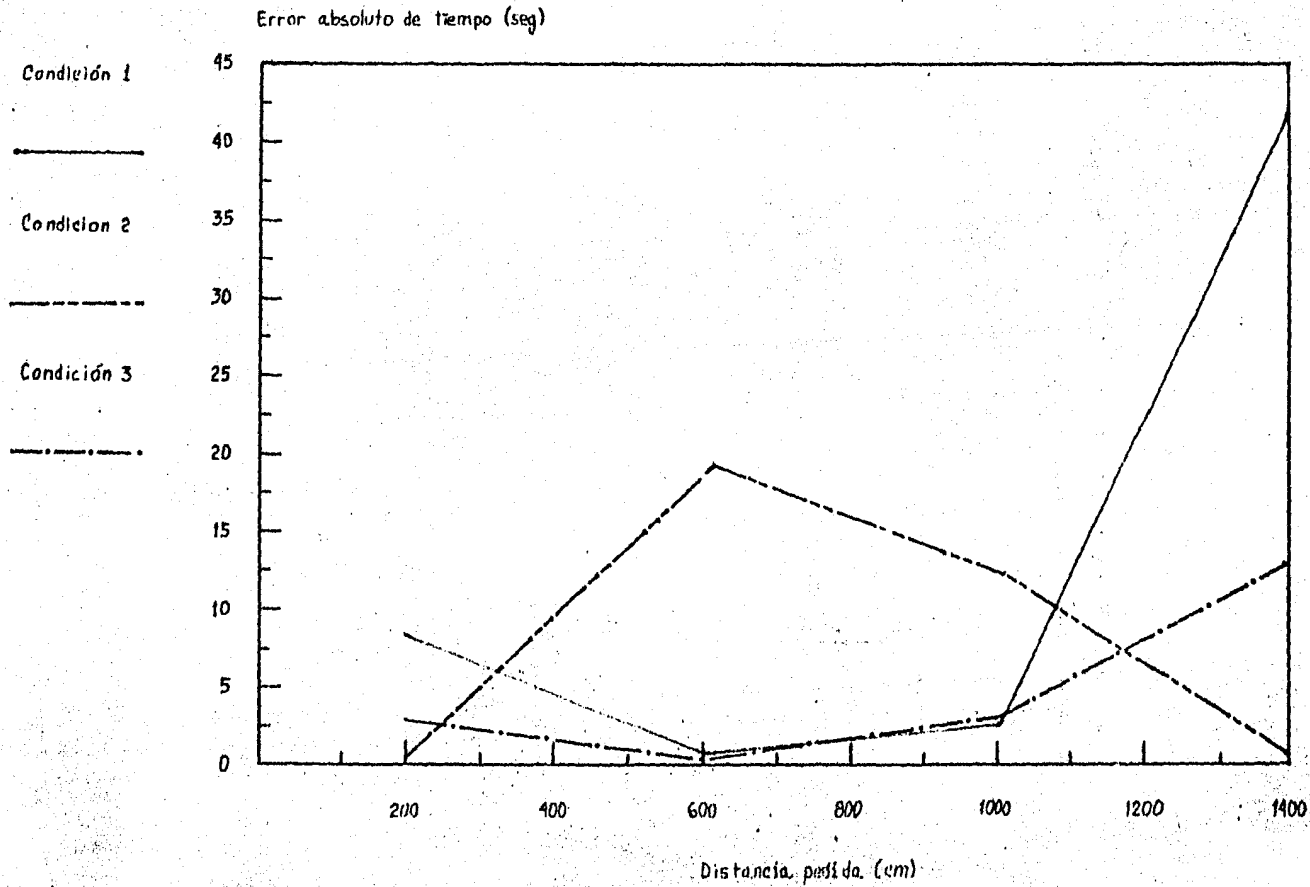
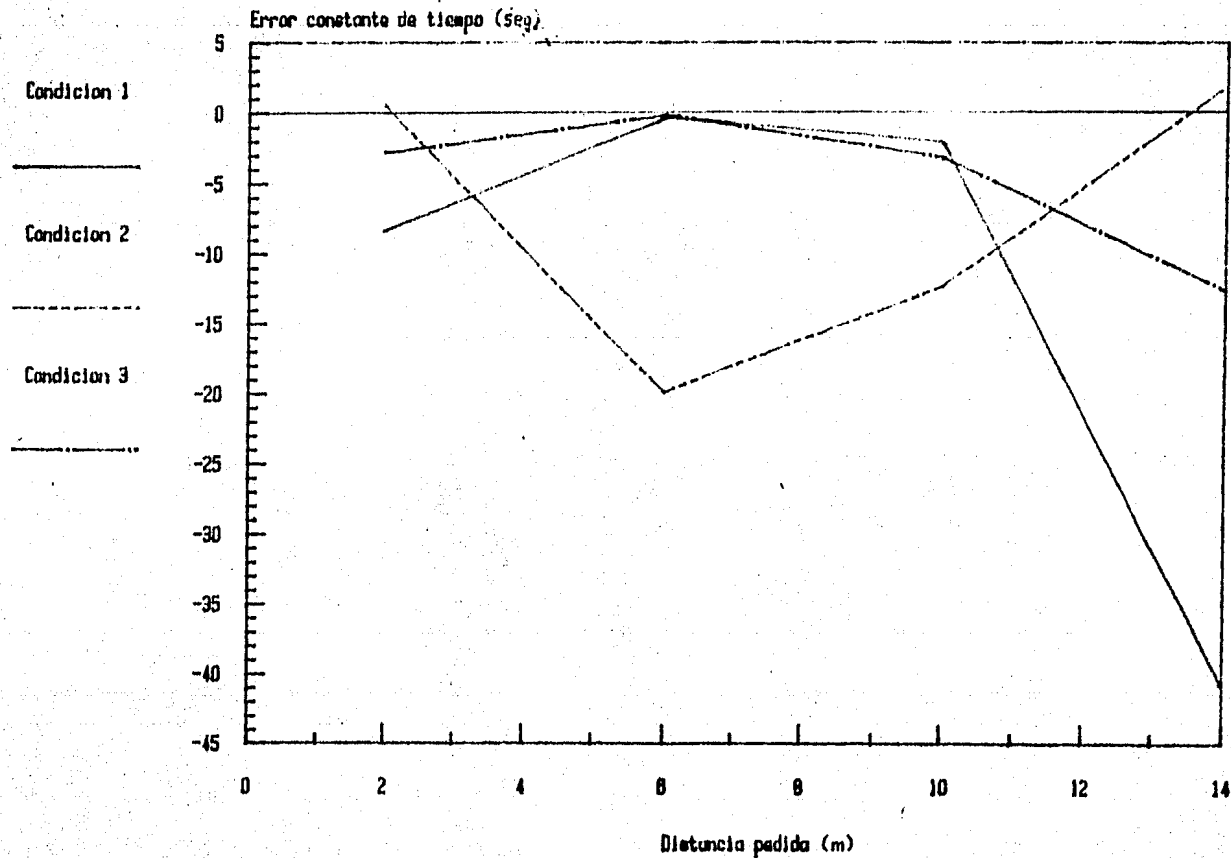


Fig.4.8. Error constante de tiempo

Experimento 1, fase 1



el ECD y $F(2,3)=1.06$, $p=0.350$ para el ECT). Además, los exponentes de la función de potencia relacionados con la fineza discriminativa de la DS casi no difirieron entre condiciones ($b=0.79$, 0.84 , 0.71 , para la C1, C2 y C3, respectivamente). Tampoco hubo una diferencia significativa respecto a una posible interacción de las distancias con las condiciones, en DS ($F(2,3)=0.95$, $p=0.535$; en TR ($F(2,3)=1.50$, $p=0.185$); y en ECD ($F(2,3)=1.14$, $p=0.344$); pero sí hubo interacción de estos dos factores en TS ($F(2,3)=3.35$, $p=0.05$) y en ECT ($F(2,3)=2.96$, $p=0.011$).

No se halló correlación entre la DS y el TS, ni por condiciones ($C1=0.37$, $C2=0.47$, $C3=0.36$), ni por distancias ($2m=0.25$, $6m=0.24$, $10m=0.58$, $14m=0.02$).

En la fase 2 del experimento, el procesamiento de los datos fue el mismo que el de la fase 1, a excepción de que se consideró una distancia menos (tuvo que eliminarse la distancia de 2 m en todas las condiciones, porque la celda de C5 quedaba vacía). Por ende, cada una de las tablas correspondientes a cada una de las VD fueron de 3 (condiciones) x 3 (distancias), con 10 S en cada casilla, y cada AVAR tuvo 9 medidas repetidas para cada uno de los 10 S.

En cuanto a la DS, se observó que a mayor DR, mayor DS ($P=7.951$, 12.961 y 17.074 m, para 6, 10 y 14 m), con una diferencia significativa entre las distancias ($F(2,2)=86.30$, $p<0.001$), pero ninguna influencia significativa de las condiciones experimentales ni en la DS misma ($F(2,2)=2.78$, $p=0.067$), ni en la fineza discriminativa dada por el exponente b ($b=.086$, 0.98 , 0.88 , para las condiciones 4, 5 y 6 respectivamente), ni tampoco de la

interacción entre los dos factores ($F(2,2)=0.54$, $p=0.708$). Las funciones que mejor describieron estos datos fueron: la lineal para la C4 y la C5 ($r^2=1.00$, 1.00 ; $F= .54$, 497.07) y la de potencia para la C6 ($r^2=0.97$; $F=35.60$), aunque en realidad la diferencia es mínima, como puede observarse en la figura 4.9. La observación del EAD en la figura 4.10 permite apreciar con más claridad esta desviación de la DS con respecto a la DR.

Centrando la atención específicamente en el ECD, se encontró que sí hubo diferencias significativas entre las diversas distancias, con $F(2,2)=14.85$, $p<0.001$, y entre las condiciones ($F(2,2)=8.98$, $p<0.001$), y una tendencia hacia la sobrestimación, ya que como puede apreciarse en la figura 4.11, todas las P fueron positivas, siendo la C4 donde se presentó el mayor error ($P=389.70$ cm) y en la C5, donde se presentó el menor ($P=103.67$ cm). No se encontró ninguna interacción entre los factores ($F(2,2)=1.72$, $p=0.55$). Tampoco hubo un buen ajuste a ninguna de las tres funciones manejadas, excepto de la lineal para la C5 ($r^2=0.94$; $F=15.33$).

En el TR hubo influencia significativa de las condiciones 4, 5 y 6 ($F(2,2)=11.15$, $p<0.001$), pues las personas tendieron a emplear más tiempo cuando segmentaban la distancia total de metro en metro en la C4 ($P=32.30$ seg), y el menor tiempo, cuando se auxiliaba de su visión en condiciones normales en la C6 ($P=17.50$ seg). Además, a mayor DS, hubo mayor TR ($P=12.00$, 17.833 y 25.60 seg, para 6, 10 y 14 m), siendo significativas estas diferencias ($F(2,2)=29.62$, $p<0.001$). Sin embargo, no se dio interacción entre los dos factores ($F(2,2)=2.09$, $p=0.89$). Respecto al ajuste de funciones, tanto la de potencia como la lineal se adecuaron a los datos ($r^2=1.00$, 0.96 ,

Fig.4.9. Relación dist. pedida y dist. recorrida

Experimento 1, fase 2

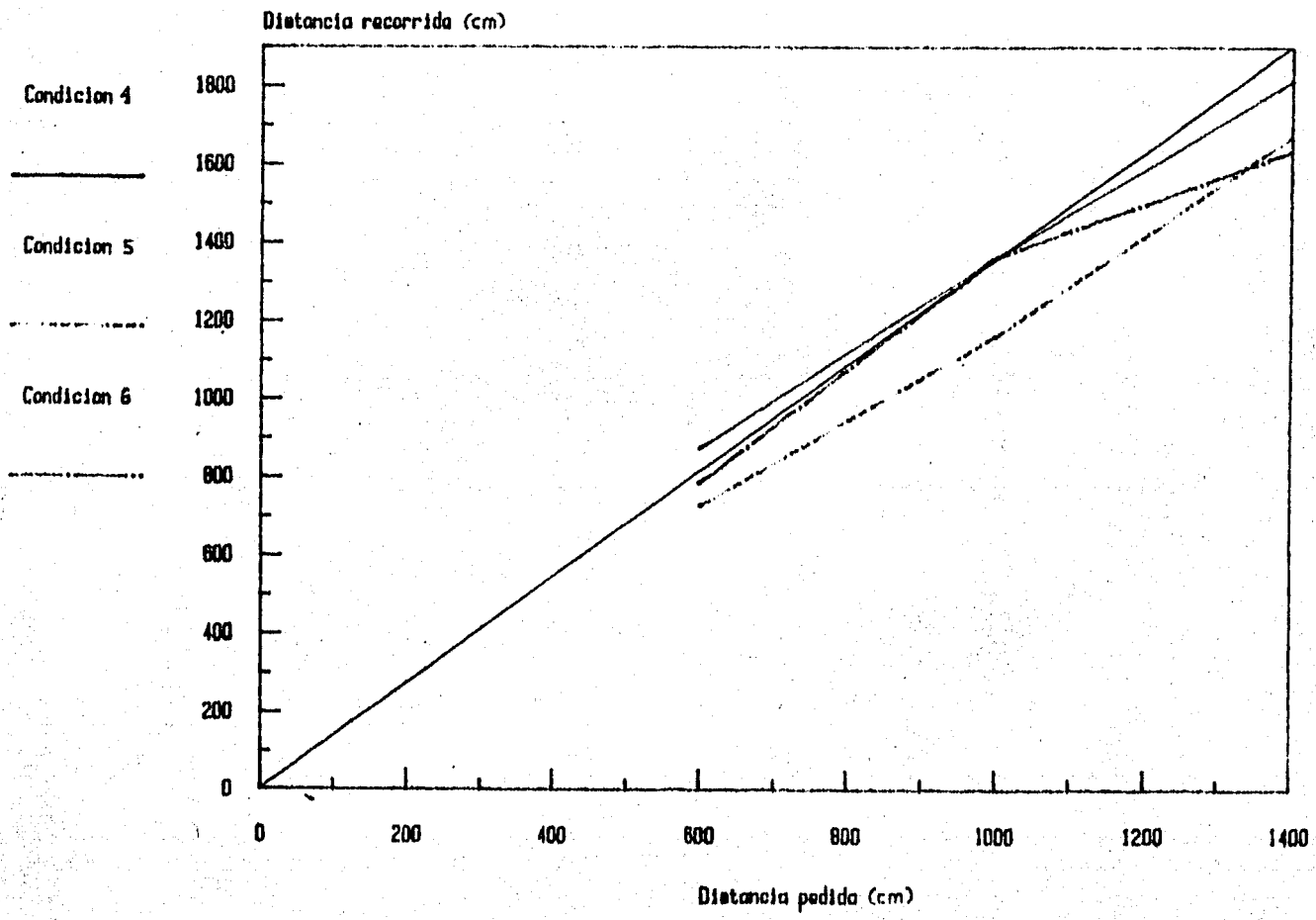


Fig.4.10. Error absoluto de distancia.

Experimento 1, fase 2

Error absoluto de distancia. (cm)

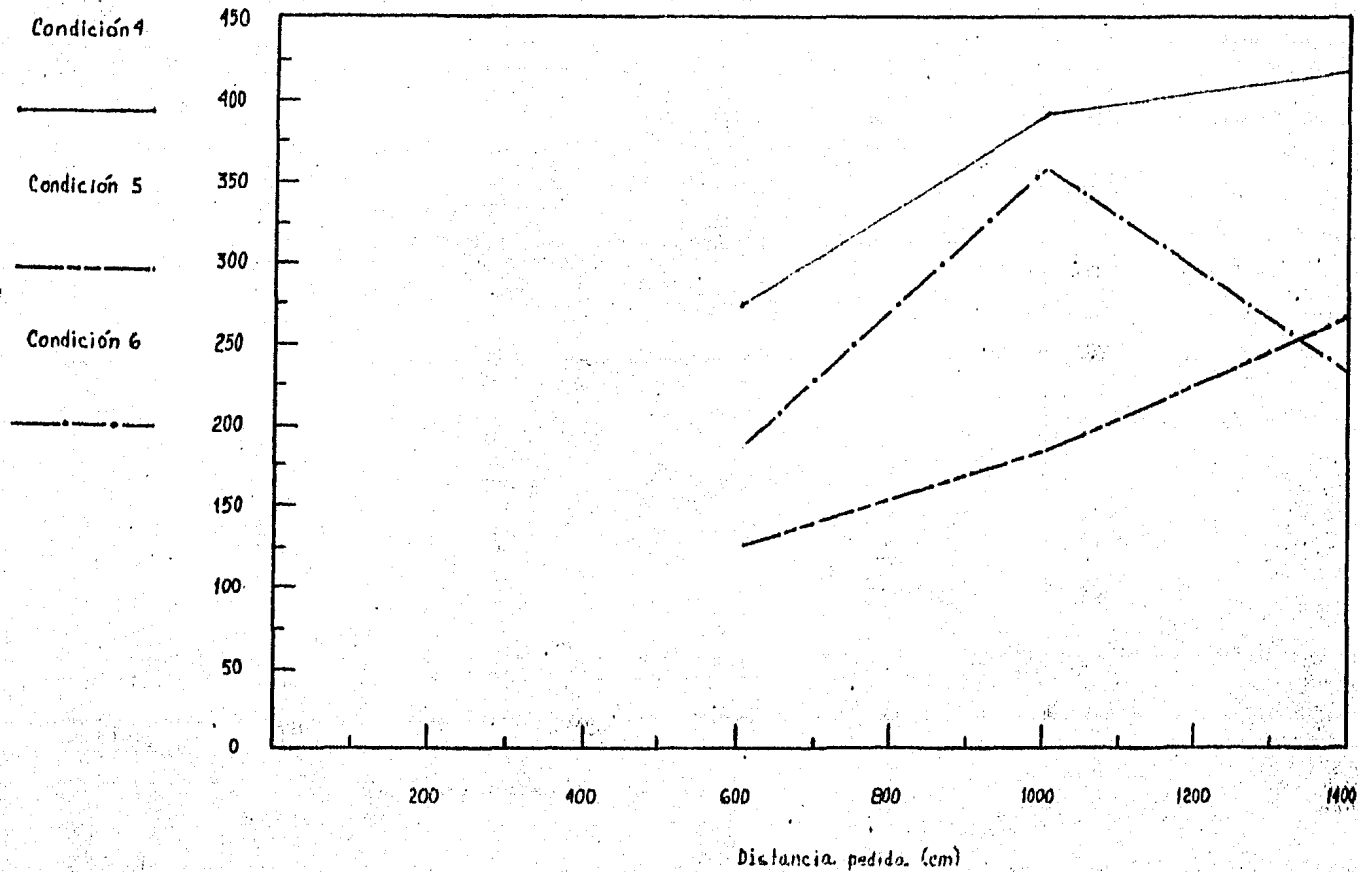


Fig.4.11. Error constante de distancia

Experimento 1, fase 2

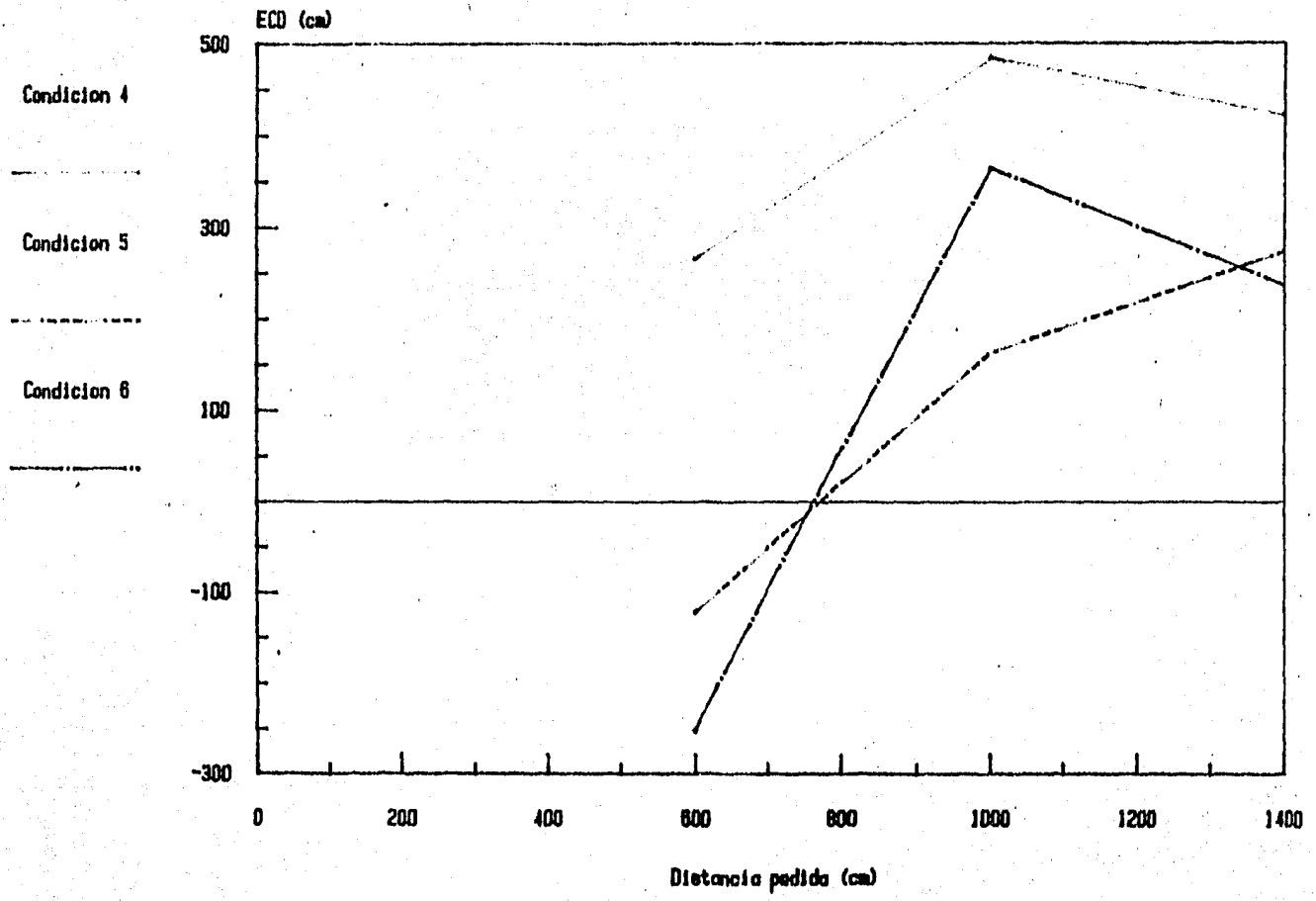


Fig.4.12 Relación dist. pedida y tiempo empleado

Experimento 1. fase 2

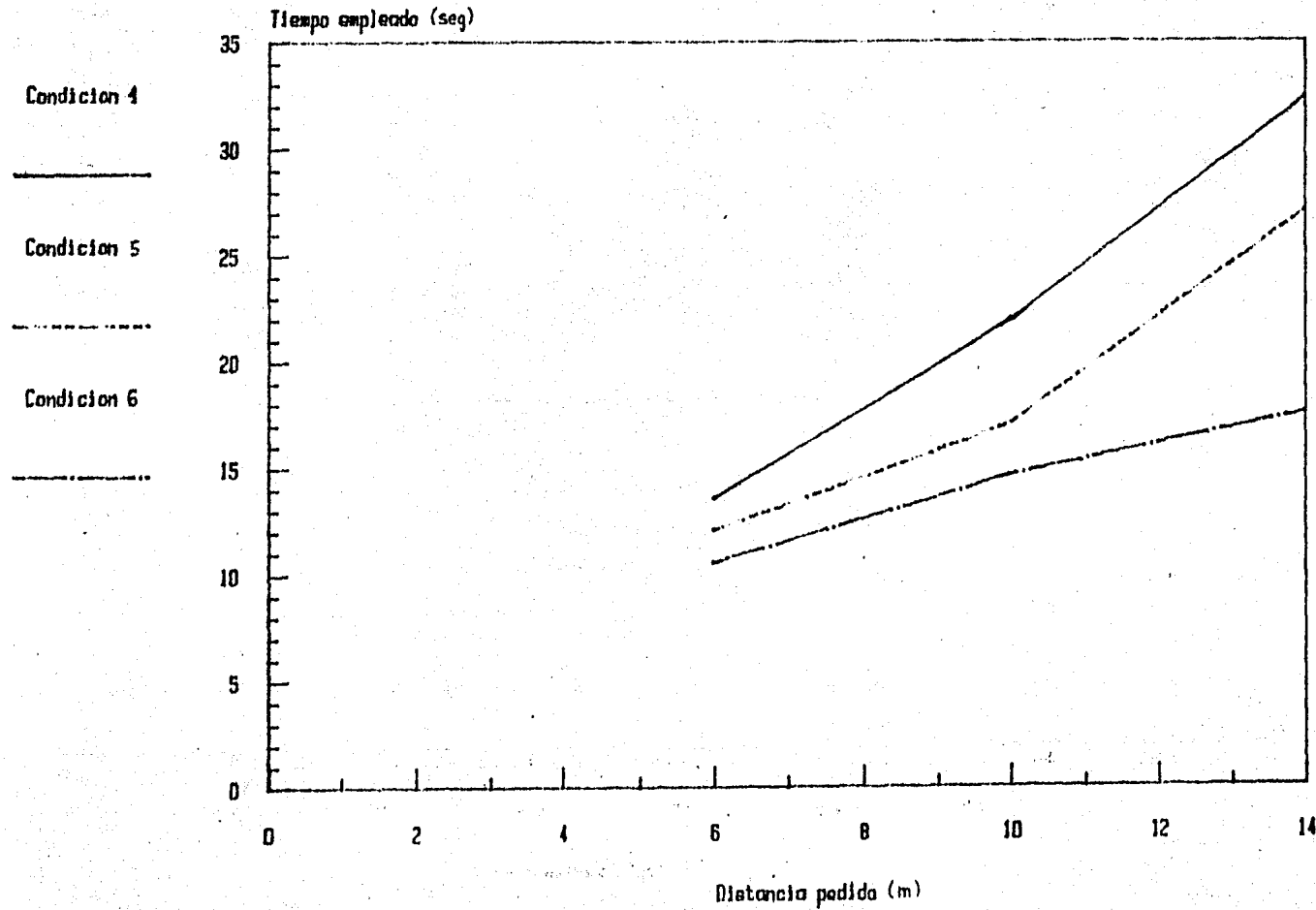
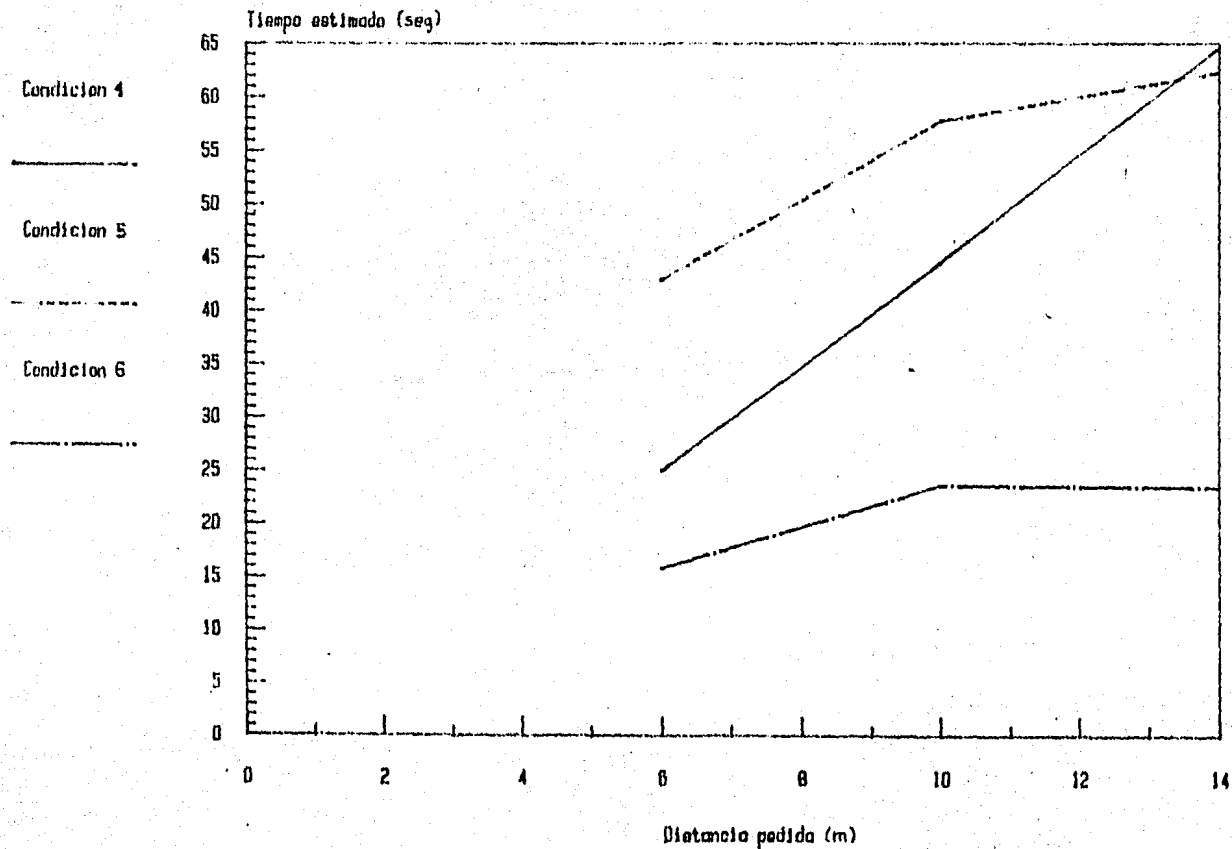


Fig.4.13. Relación dist. pedida y tiempo estimado

Experimento 1, fase 2



1.00; $F=326.12$, 24.47, 433.32, para la de potencia; y $F=265.08$, 27, para la lineal) (ver la figura 4.12).

En el TS sólo hubo diferencias significativas entre las condiciones experimentales ($F(2,2)=8.60$, $p<0.001$), teniendo que los S estimaban que transcurría más tiempo cuando se les detenía durante su desplazamiento en la C5 ($P=54.31$ seg) y el menor tiempo en la C6 ($P=20.91$ seg), pero no entre las distancias ($F(2,2)=3.65$, $p=0.030$), ni entre las interacciones de ambos factores ($F(2,2)=0.66$, $p=0.626$), aunque se esboza que a mayor DR mayor TS ($P=27.90$, 41.95 y 50.05 seg), siguiendo una función de potencia ($r^2=1.00$, 0.91, 1.00; $F=18723$, 1064,) (ver la Fig. 4.13 para el TS, y la Fig. 4.14 para el EAT).

Finalmente, en el ECT sólo se encontró una influencia significativa de las condiciones experimentales ($F(2,2)=7.62$, $p=0.001$); en la C6, los S calcularon mejor el tiempo empleado ($P=-.05$ seg de diferencia con respecto al TR) y en la C5 lo calcularon con mayor ECT ($P=-36.33$ seg de error), pero en general los S subestimaron sustancialmente el tiempo de recorrido (todos los P fueron negativos) (ver la figura 4.15). No hubo diferencia significativas entre las distancias ($F(2,2)=0.39$, $p=0.817$), se observó una DE mayor que el P en todas las casillas, y la función que mejor se ajustó a la C4 fue la lineal ($r^2=1$; $F=233.70$), pero no hubo un ajuste adecuado de ninguna ecuación a la C5 ni a la C6.

No se encontró correlación entre la DS y el TS ni por condición ($C4=0.32$, $C5=0.42$, $C6=0.37$), ni por distancia ($6m=0.44$, $10m=0.32$, $14m=0.32$).

Fig.4.14. Error absoluto de tiempo

Experimento 1 fase 2

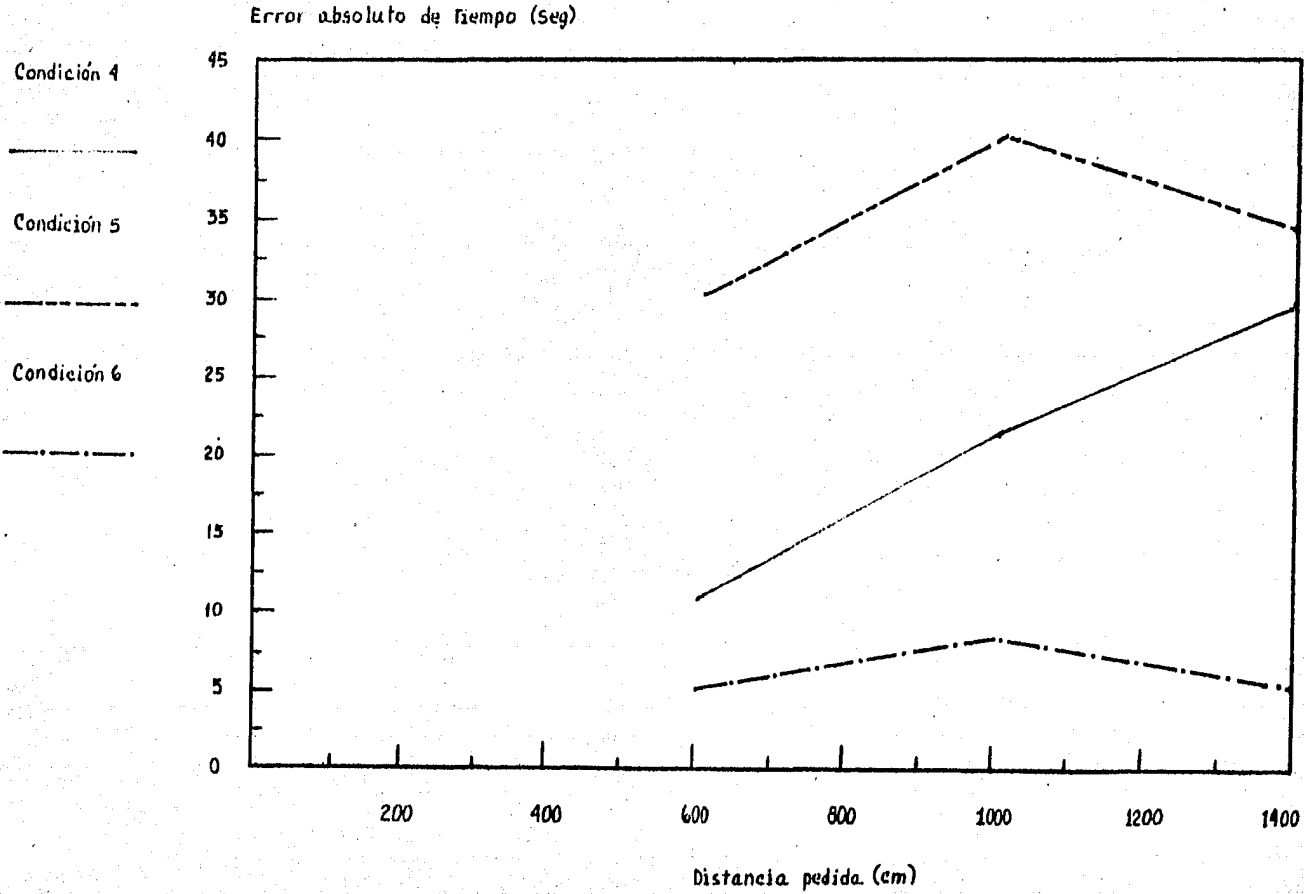
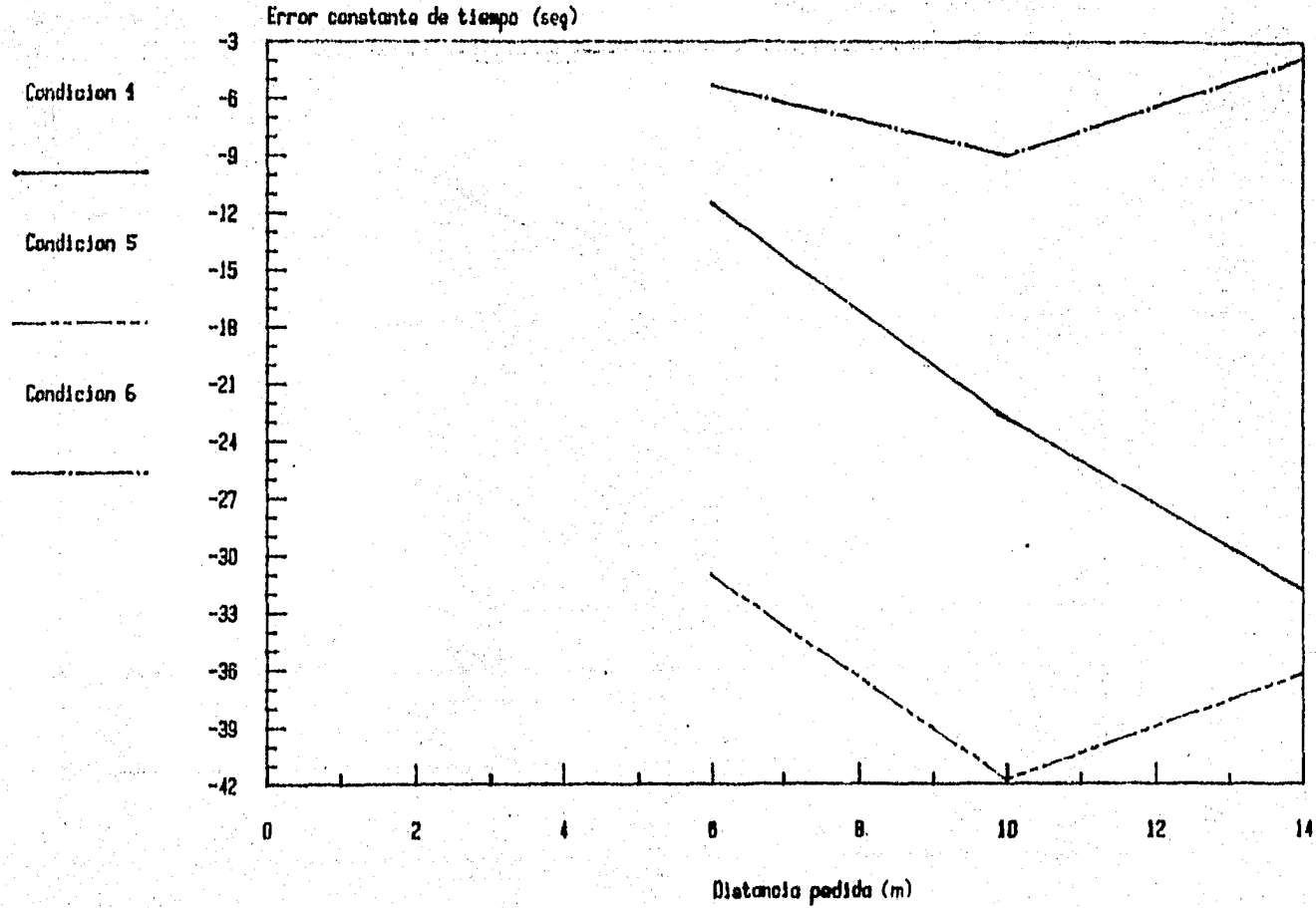


Fig.4.15. Error constante de tiempo

Experimento 1, fase 2



Una sumarización de todos los resultados obtenidos en ambas fases, es el que se representa en la tabla 1.

Por otra parte, los P, las DE, y los resultados del AVAR de ambas fases, se podran consultar en el apéndice B, y los valores del ajuste a la mejor función, en el apéndice C.

D. Discusión

La interpretación y discusión de los resultados obtenidos, se realizó principalmente en base al marco teórico integrativo subyacente al estudio del manejo y representación de parámetros espacio-temporales, sobre todo en el comportamiento motor; pero también se hicieron consideraciones respecto a ciertos postulados psicofísicos, por haber sido la metodología empleada para abordar el fenómeno.

Así, se tuvo que primeramente, el hecho de que tanto en la fase 1 como en la fase 2 se haya encontrado que a mayor DR, mayor DS, significa que los S tienen una representación bastante precisa y funcional de las distancias que recorren con respecto a las que desean, aunque obviamente esta DS no sea completamente exacta a la DR física. Esto habla de que las personas no manejan, como es sabido, las distancias físicas como tales, sino una representación de estas (Figueroa et al., 1979).

El papel de la visión fue importante ya que delinó la forma de "end-anchoring" (o efecto del extremo: Freeman, 1977; Johnson et al., 1979) que adoptó esta representación. Así se tuvo que cuando las personas se desplazaron utilizando la vista (C6) o habiéndola

Tabla 1

Resumen de resultados por variable, de cada fase del experimento 1

Fase 1	Fase 2
DS .Diferencias entre distancias: a>DR>DS .Mejor ajuste: función de potencia	DS .Diferencias entre distancias: a>DR>DS .Mejor ajuste: función de potencia y - lineal
ECD .Diferencias entre distancias .Tendencia a sobrestimación .Gran variabilidad: DE>P .Mejor ajuste: función cuadrática, forma de "U" invertida	ECD .Diferencias entre distancias .Diferencias entre condiciones: mayor ECD en C4 y menor ECD en C5 .Mejor ajuste de C5: función lineal .Forma de "U" invertida en C4 y C6
TR .Diferencias entre distancias: a>DR>TR .Mejor ajuste: función de potencia	TR .Diferencias entre distancias: a>DR>TR .Diferencias entre condiciones: mayor TR en C4 y menor TR en C6 .Mejor ajuste: función de potencia y - lineal
TS .Diferencias entre distancias: a>DR>TS .Interacción entre distancias y condiciones .Mejor ajuste: función cuadrática	TS .Diferencias entre condiciones: mayor TS en C5 y menor TS en C6 .Mejor ajuste: función de potencia y - lineal
ECT .Diferencias entre distancias .Tendencia a subestimación .Gran variabilidad: DE>P .Interacción entre distancias y condiciones .Mejor ajuste: función cuadrática	ECT .Diferencias entre condiciones: mayor ECT en C5 y menor ECT en C6 .Tendencia a subestimación .Gran variabilidad: DE P .Mejor ajuste de C4: función lineal
-No correlación importante entre DS y TS.	-No correlación importante entre DS y TS

Marmolejo, López, Alvarez.

utilizado previamente (C3), se obtuvo menor precisión en las distancias medias que en las extremas (las cortas y las largas). Además, se tendió a subestimar las distancias más cortas de la serie y a sobrestimar las distancias medias (comparar la Fig. 4.4 con la 4.11).

Sin embargo, no se logró una equivalencia total entre la ejecución con la percepción visual misma del medio ambiente y la ejecución con la imagen mental de este medio ambiente, debido a que mientras que la utilización de la imagen llevo a una subestimación de la distancia de 14 m y a la ausencia de diferencias significativas con las condiciones 1, 2 y 3, la presencia de la visión conllevó a una sobrestimación de ésta. Por ende, la equivalencia mencionada por Thorndyke (1981) entre estimación de distancia con apoyo de la visión y con apoyo de la imaginación, sólo se sostuvo hasta la distancia de 10 m, y no se pudo hablar de que la precisión aumentara en ninguna de las dos situaciones como sugeria Adams (1977) y Kosslyn et al. (1978) respecto a la pura estimación perceptual sin desplazamiento, sino mas bien, de una influencia ligeramente diferencial al utilizar representaciones analógicas del medio ambiente.

Por otra parte, cuando se realizaron desplazamientos en ausencia de la visión, bajo las condiciones 1 y 2, se comprobó sorpresivamente el efecto de rango reportado por Ellison y Wheeler (1949), Helson (1949), Laabs (1970), Pepper y Herman (1970), Slack (1953), y Weiss (1955) (en tareas de movimiento de brazos), a saber, una ligera sobrestimación de la distancia de 2 m y una subestimación notoria creciente a los 10 y a los 14 m) y se obtuvo

el efecto contrario al efecto de rango en la C5 y la C6, ya que se subestimó la distancia de 6 m y se sobrestimaron las distancias de 10 y 14 m (ver las mismas figuras 4.4 y 4.11).

Wilberg y Girouard (1976) habían sugerido que el efecto de rango tan postulado y defendido en la literatura sobre movimiento de los miembros superiores, era producto de la integración de la información kinestésica con la visual, mas que un fenómeno puramente motor, ya que al aislar el movimiento de la visión se obtenía el efecto contrario. No obstante, los presentes resultados parecen señalar que el proceso subyacente al manejo de representaciones sobre distancia, por lo menos en el caso del desplazamiento, es mucho más complejo e involucra más elementos de los que se habían considerado en el estudio de movimientos más locales y de mayor fineza, de tal forma que ni siempre se mantiene el efecto de rango, ni siempre el contrario, ni siempre el efecto del extremo (end-anchoring). Durante la locomoción de todo el cuerpo, la intervención de la visión hizo que las condiciones 3 y 6 adoptaran formas semejantes, mientras que la manipulación temporal de la C5 indujo resultados no del todo diferentes con respecto a la caminata con visión de la C6.

Por su parte, el ECD en la C1 fue casi igual al de la C2, indicando con esto que una interferencia cognitiva no afectó el cálculo de las distancias (Diewert, 1975; Marteniuk, 1973; Stelmach y Kelso, 1973, en cuanto a recuperación; y Shiffrin, 1975; Toole y Lucariello, 1984, en cuanto a codificación), tal vez debido a que cuando la representación o esquema (o programa) de más alto nivel ha sido especificado, los esquemas de nivel mas bajo completan la

secuencia de acción casi automáticamente, sin la necesidad extra de participación de procesos atentos superiores, o bien, que la interferencia manejada no tuvo el grado suficiente de complejidad como para ocupar toda la capacidad atenta del S, y por ende, no indujo a mayor error, ya que de hecho, fue menor que la que generalmente esta reportada en la literatura (tiende a usarse un conteo regresivo de tres en tres).

Una condición que se apartó de todas las otras en cuanto al ECD fue la C4, en la que al ir organizando la distancia total de metro en metro, indujo una tendencia a sobrestimar en todas las distancias. Por ende, tal vez esta segmentación, ni resaltó puntos de referencia en un espacio a gran escala (Downs y Sten, 1973; Siegen, Kirasic y Kail, 1978), ni preservó características esenciales para la codificación del movimiento (Nacson, Jaeger y Gentile, 1972), aún a pesar de ser secuencial (Diewert y Stelmach, 1978), constante (Nacson, 1973) y atendida (Stelmach, 1984), quizás por no ser muy significativa para el desenvolvimiento espacial motor de las personas. (Ninguna persona se desplaza por la calle tomando como parámetro los metros que lleva recorridos, sino más bien, las localizaciones o los lugares por donde pasa y hacia donde se dirige.) O bien, podría ser que sí se logró enfatizar cierta organización importante y ciertos puntos de referencia, pero no usando como un índice de mayor eficiencia la mayor precisión, sino una configuración diferente en el manejo de las distancias, cosa que por el momento no es posible determinar. Otra opción es que el efecto observado puede haberse debido a la influencia de la información verbal (etiquetación de cada pequeña secuencia de

movimientos de las piernas con nombres ligados al conocimiento del S (Ho y Shea, 1977), en este caso, con metros), más que a la organización por sí misma (ver la Fig. 4.11).

Hay un hecho, sin embargo, que habla del fenómeno de representación que subyace a la estimación de las distancias a través del desplazamiento, independientemente de la estrategia cognitiva inducida: se mantuvo un índice relativamente constante de estimación, dado a partir de valores muy cercanos en el exponente de la función de potencia de Stevens (1957), de los cuales ninguno llegó a uno.

Una especulación al respecto de todo lo anteriormente dicho, que abarca a la ausencia y la participación de los diversos procesos cognitivos, podría ser que a ciertas distancias, los S pierdan la representación inicial de la distancia requerida, a causa de una especie de efecto de decaimiento, y por tanto, sea necesario que vuelvan a reprogramarse para recorrer la distancia faltante, esto, dependiendo de la situación particular y de los procesos cognoscitivos disponibles, en este caso, de las condiciones experimentales. Pero puede ser que más bien, los diferentes efectos de trabajar con diferentes distancias se deban a la influencia de información específica y significativa, relacionada por ejemplo, con vivencias y asociaciones de objetos, caminos y espacios, con las distancias particulares.

Pasando al parámetro temporal, este parece haber actuado como un índice de la complejidad de la tarea en cada situación experimental, ya que aunque el TR fue equivalente en las tres primeras condiciones (C1, C2 y C3), fue significativamente mayor al

segmentar las distancias (C4), tal vez porque involucró un mayor procesamiento cognitivo de diversas fuentes; y fue menor en la C6, en la que el sistema contó con todas sus capacidades completas para estimar las distancias (Fig. 4.5 y 4.12).

La mejor estimación del tiempo empleado se dio precisamente en esta condición 6 y en la C3, en las que tal vez la influencia de la retroalimentación visual ya sea perceptual o imaginaria, contribuyó curiosamente a que el hipotético metrónomo interno (Conrad y Brooks, 1974), que actúa como parte integral de los programas motores (Keele, 1981), calculara el tiempo con mayor precisión. Por su parte, el mayor error de cálculo temporal se dio precisamente en la C5, de manera nada extraña, pues los S deben haber añadido el tiempo que se les detuvo, al tiempo de su desplazamiento (Fig. 4.6 y 4.13). Sin embargo, el grado de diferencia del TS con respecto al TR (EAD) dependió también de la distancia en cuestión, ya que sobre todo en las condiciones 2, 4 y 6 se observó el efecto del extremo.

Sin embargo, los análisis aplicados a los datos no revelaron ninguna relación importante entre el TS y el DS, por lo que se hace difícil sostener el modelo de "tiempo analógico" de Thorndyke (1981), referente a la utilización del TS en el cálculo de la DS, al menos en su forma pura y directa, el cual parecía contener en tan sólo dos elementos, el secreto del manejo de distancias, y por ende, se hace obvia la participación de mas elementos, y de procesos integrativos mas complejos de la información representada en memoria. Esto no quiere decir que no haya habido ninguna relación entre ambos parámetros (ya que las correlaciones fluctuaron entre 0.32 y 0.47 y ninguna llegó a cero), sino que ésta

se dio a partir de una o varias transformaciones hasta ahora ignoradas. Lo único que puede decirse es que el valor del exponente de la función de potencia, fue menor respecto a la estimación del tiempo que de las distancias, en todas las condiciones, lo cual está relacionado con el hecho de que mientras la función de potencia pudo ajustarse adecuadamente a los datos de la DS en todas las condiciones, la estimación del tiempo siguió claramente una función cuadrática en las condiciones 1, 2 y 3, y de potencia en C4, C5 y C6. Además, había una especie de relación en la que cuando la DS seguía una función de potencia (C1, C2, C3, C6), el TS seguía una función cuadrática, y cuando la DS se ajustaba mejor a una función lineal específicamente (C4, C5), el TS se ajustaba a una función de potencia. Pero aún se ignora el significado que esto pueda tener con respecto a la organización de la información referida o relacionada con la representación de distancias en memoria, y es aún uno de los puntos que requerirán de más investigación previa para llegar siquiera a esbozar respuestas algo concretas y claras.

Sin embargo, a partir de las consideraciones anteriores, es notorio que existen algunas cuestiones que quedan por responder y que es posible abordar respecto a procesos, información y parámetros determinantes en la representación y estimación de las distancias durante el desplazamiento. Por ejemplo:

a.) Imprimirá algún sello realmente especial el cálculo de las distancias mediante la locomoción, con respecto a la estimación puramente perceptual en el mismo espacio ambiental?, es decir, ¿la representación de las distancias se manejará de manera diferente si

se hace con la participación de la locomoción?

b.) Tendrán que ver fenómenos de concentración y de ubicación en el espacio en la estimación de las distancias, de manera que difiera si en vez de caminar hacia adelante, se camine hacia atrás?

c.) Será más importante la programación previa?, esto es, ¿se activará la representación de las distancias aún antes de caminar, de manera que ya no importe si el S puede o no puede prestar atención a la tarea?, y ¿qué diferencia hay entre el cálculo de distancias con y sin programación previa, entre el movimiento deseado y el ejecutado?

d.) ¿Será necesario hacer uso de la reprogramación para calcular distancias largas?, esto es, ¿habrá una tendencia a calcular parte de la distancia y después a reprogramarse para calcular la parte faltante?

e.) ¿Podrá aportar más datos el considerar un rango de distancias ligeramente más amplio?; ¿se observará con mayor precisión el efecto de rango, el efecto contrario, el efecto "end-anchoring", y/o la existencia de distancias críticas en la DS, el EAD y el ECD?

f.) ¿Actuará de igual forma la manipulación temporal con interferencia hecha en este experimento, que la pura manipulación temporal?

Con el objeto de ayudar a esclarecer estas preguntas, se realizó un segundo experimento en el que se centró la atención en la representación de las distancias (DS) y ya no del tiempo (TS), por no haber hallado ninguna relación importante y directa entre ambos, y por considerar que en cambio, es preguntar el TS a los S después

de cada desplazamiento, sí pudo haber ejercido algún efecto. Además, se hicieron a un lado consideraciones acerca de la influencia de diversos procesos cognitivos y estrategias inducidas como auxiliares en el cálculo de las distancias, con el objeto de limitarse a profundizar un poco más en el proceso que llevan a cabo los S para calcular distancias bajo circunstancias normales (aunque obviamente, privados de visión), y la relación que existe entre estos y los procesos que los S consideran que utilizan.

De acuerdo a Rumelhart y Norman (1983), se sabe que las representaciones subyacentes a la acción son difícilmente accesibles al S, introspectivamente hablando, de modo que tal vez esto sea lo que sucede con respecto a los contenidos y procesos que subyacen al cálculo de distancias durante el desplazamiento; o por el contrario, los reportes puedan dar indicios acerca de los procesos representacionales, y en este experimento, se pretende esclarecerlo.

4.2. EXPERIMENTO 2

A. Descripción general

El segundo experimento tuvo como finalidad centrarse en la manifestación de la representación de las distancias. Para ello, se utilizaron los procedimientos clásicos de producción y estimación de magnitudes psicofísicas, se abarcaron más distancia y un rango más amplio de éstas, y se incluyeron las condiciones de interés, de acuerdo a los puntos mencionados, en una sola fase experimental.

B. Método

Sujetos. Participaron 10 estudiantes de Psicología de la U.A.M., de ambos sexos, sin ninguna experiencia previa en experimentos de este tipo, en cumplimiento de requisitos académicos.

Materiales y escenario. Se emplearon goggles forrados para tapar los ojos y un cronómetro, y el experimento se llevó a cabo en un pasillo de la universidad, más largo que el empleado en el experimento 1 (por estar involucradas distancias más grandes), de 45 m de largo (recorrible) por 2.20 m de ancho.

Diseño. Se utilizó un diseño factorial de 7x6 de medidas repetidas de todos los factores para todos los S. El primer factor estuvo compuesto de 7 distancias a recorrer, comprendidas entre 2 y 20 m y elegidas de acuerdo a un modelo de efectos aleatorios; éstas

fueron: 2,4,7,10,12,16 y 17 m. El segundo factor estuvo computo por 6 condiciones diferentes, que fueron:

C1: DAV: caminar en línea recta con los ojos tapados, una distancia equivalente a la indicada (procedimiento clásico de producción de magnitudes psicofísicas, de Stevens, 1956).

C2: Estimación perceptual de la distancia: por medio de la visión y sin desplazamiento (procedimiento clásico de estimación de magnitudes psicofísicas, de Stevens, 1956). Solamente se requirió a los S que se desplazaran, después de haber hecho la estimación, con el objeto de poder registrar el TR y así completar el llenado de la tabla correspondiente (ver sección D, referente a los resultados).

C3: DAV sin programación previa: caminar sin saber la distancia a recorrer, y estimarla cuando se les detuviese de manera imprevista.

C4: DAV hacia atrás.

C5: DAV con manipulación temporal: dejando de caminar cuando se les detuviese durante 5 seg (al m, al pedirles 2 m, o a los 2 m recorridos, para las demás distancias) y continuando hasta completar la distancia estimada.

C6: DAV con reprogramación: recorrido de dos distancias consecutivas, que juntas sumaban la distancia requerida total (2m fue igual a 1m + 1m; 4m, igual a 2m + 2m; 7m, igual a 4m + 3m; 10m, igual a 5m + 5m; 12m, igual a 6m + 6m; 16m, igual a 8m + 8m; y 17m, igual a 10m + 7m).

Procedimiento. El total de 42 recorridos que debía realizar cada S (las 7 distancias a través de las 6 condiciones), fue dividido en

tres sesiones de 12 desplazamientos cada una, y tanto las distancias como las condiciones y los puntos de salida, fueron aleatorizados, con el objeto de evitar de manera más estricta, efectos de ordenamiento, de habituación, de experiencia, y de información sobre la localización, externos a la manipulación de las variables de interés.

En cada una de las sesiones, lo primero que se hacía era privar de visión a los S para que no tuvieran la posibilidad de visualizar el pasillo por el que debían caminar, y adaptarlos a esta situación, haciéndolos caminar durante dos o tres minutos, por otro pasillo adyacente (sujetados por el experimentador). A continuación, se instruía a los S acerca de las características de cada desplazamiento volviendo a hacer énfasis en que no debían preocuparse en la posibilidad de chocar o desviarse, por que los experimentadores lo prevendrían, y que en cambio debían poner atención en la realización de la tarea. Después de cada desplazamiento se preguntaba a cada S en qué se había basado o qué parámetros había utilizado para estimar la distancia. Los experimentadores registraban la DR, la DS y el TR al final de cada sesión.

C. Resultados

Además del registro de la DS y el TR, se obtuvo el EAD y el ECD para conformar así cuatro VD. Respecto a cada una de ellas se conformó una tabla similar a las elaboradas en el Exp. 1, sólo que esta vez de 6 columnas (condiciones) por 7 renglones (distancias),

y los cálculos realizados fueron los mismos, para la extracción de los P y las DE (disponibles en el apéndice D), y para la elaboración de las figuras 4.16 a 4.20.

Una vez hecho esto, se aplicaron tres AVAR de dos factores (condiciones experimentales y distancias), para la DS, el ECD y el TR, con el mismo modelo que en el experimento 1, y con 42 medidas repetidas (apéndice D), y se realizaron ajustes a la mejor de las mismas tres funciones manejadas en el Exp. 1 (apéndice E).

Respecto a la DS se mantuvo la tendencia de que a mayor DR, mayor DS (ver las Figs. 4.16 y 4.19); los P fueron: (en orden ascendente, para 2, 4, 7, 10, 12, 16 y 17 m) 290.58 cm, 505.70 cm, 881.90 cm, 1313.10 cm, 1510.63 cm, 1984.27 cm y 2159.52 cm, con una $F(5,6)=132.10$, $p<0.001$. Así mismo, el AVAR reveló diferencias significativas respecto a las condiciones: $F(5,6)=21.50$, $p<0.001$, observando que cuando los S carecieron de una programación previa (C3), tendieron a recorrer menos distancias, y que la mayor DS se dio cuando los S recorrían su distancia dividida en dos partes consecutivas (C6). La función que describió mejor las condiciones de la 2 a la 5 fue la de potencia ($r^2=1.00, 0.99, 0.99, 0.99$; $F=1814.42, 359.06, 354.35, 578.93$), pero la C1 y la C6 se ajustaron más a la ecuación de la línea recta ($r^2=0.99, 1.00$; $F=943.32, 2250.88$) y a la cuadrática ($r^2=1.00, 1.00$; $F=499.24, 1117.68$). Sin embargo, el exponente b de la función de potencia referente a la fineza discriminativa, varió muy poco de condición a condición ($b=0.90, 0.97, 1.01, 0.95, 0.98, 0.82$). La desviación de la DS con respecto a la DR se puede observar más claramente en la figura 4.17.

Fig.4.16. Relación entre DR y DS

Experimento 2

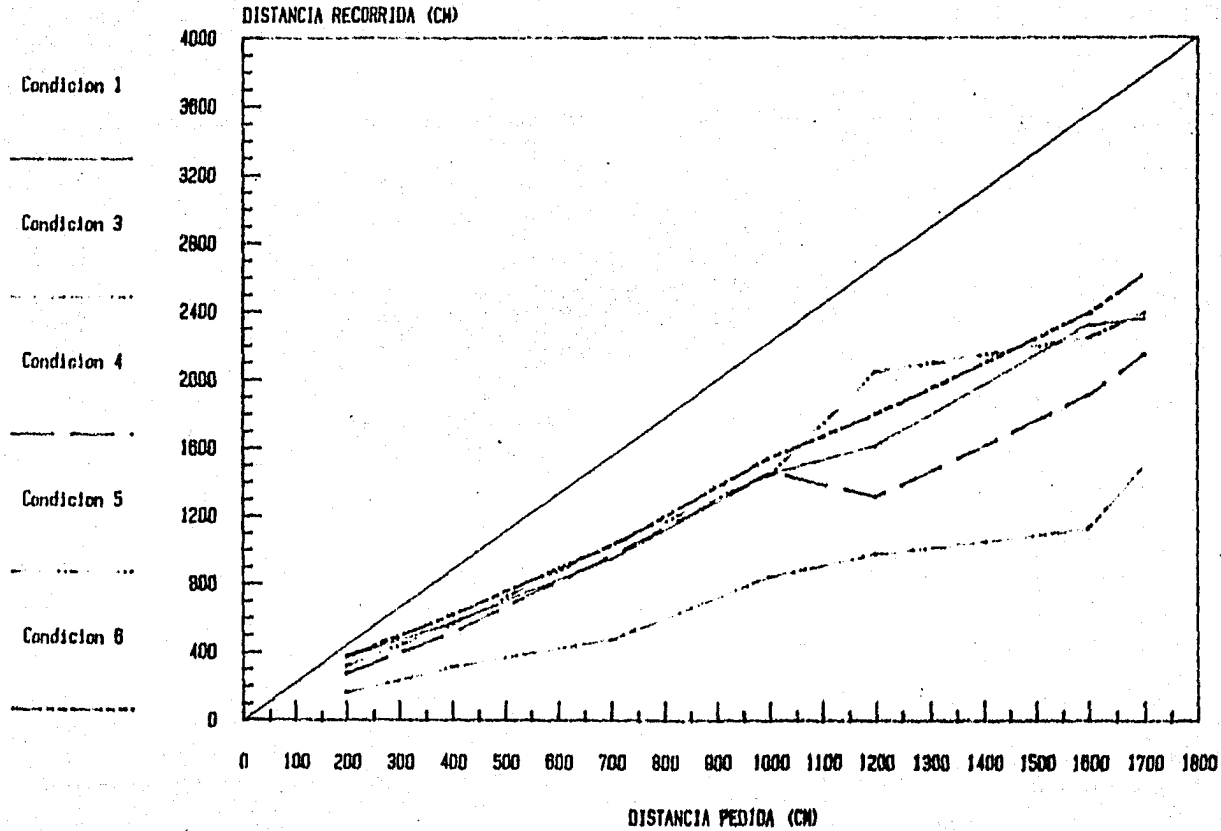


Fig. 4.17. Error absoluto de distancia
Experimento 2

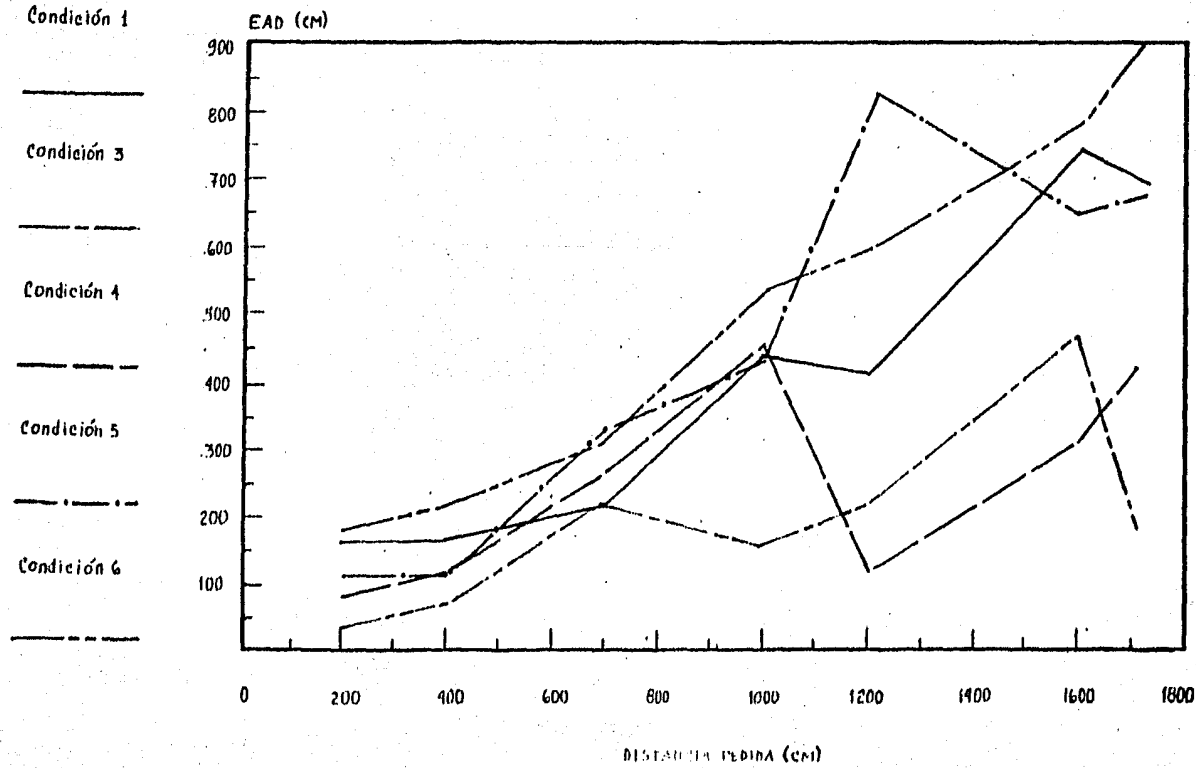


Fig. 4.18. Relación entre DR y ECD

Experimento 2

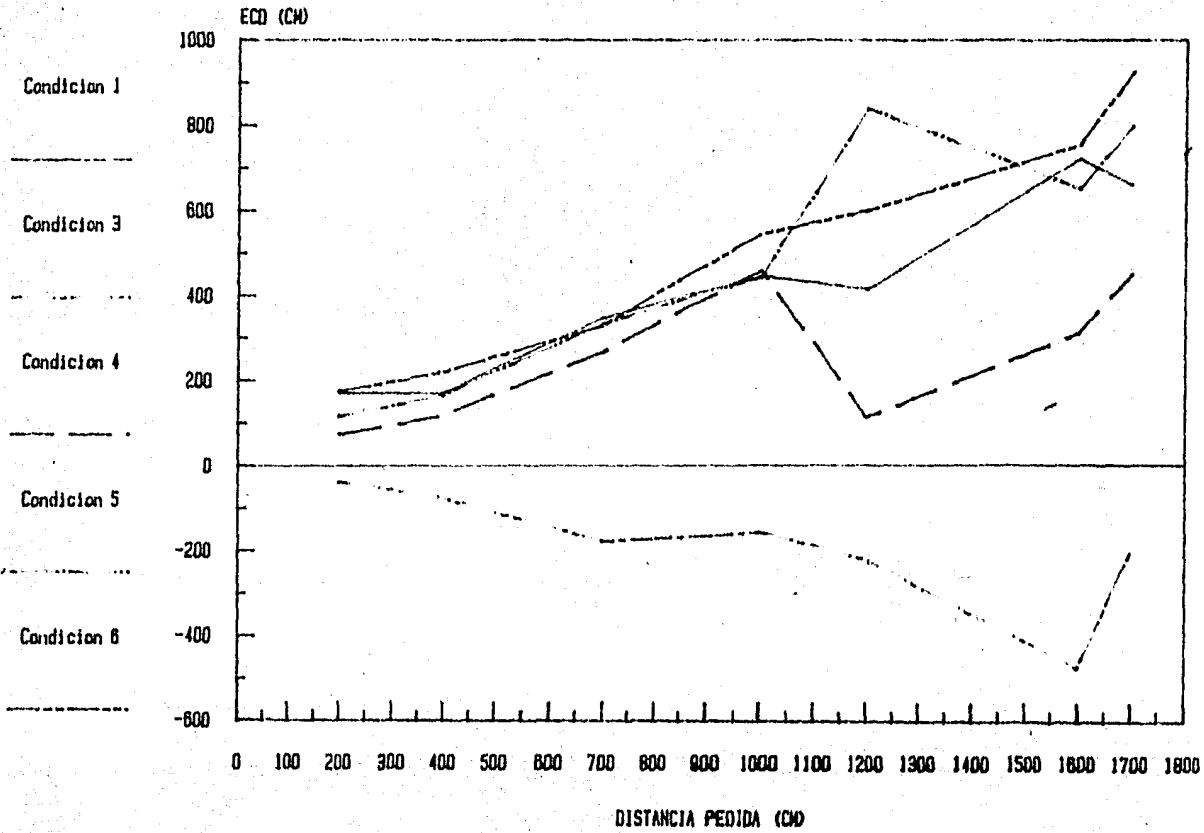
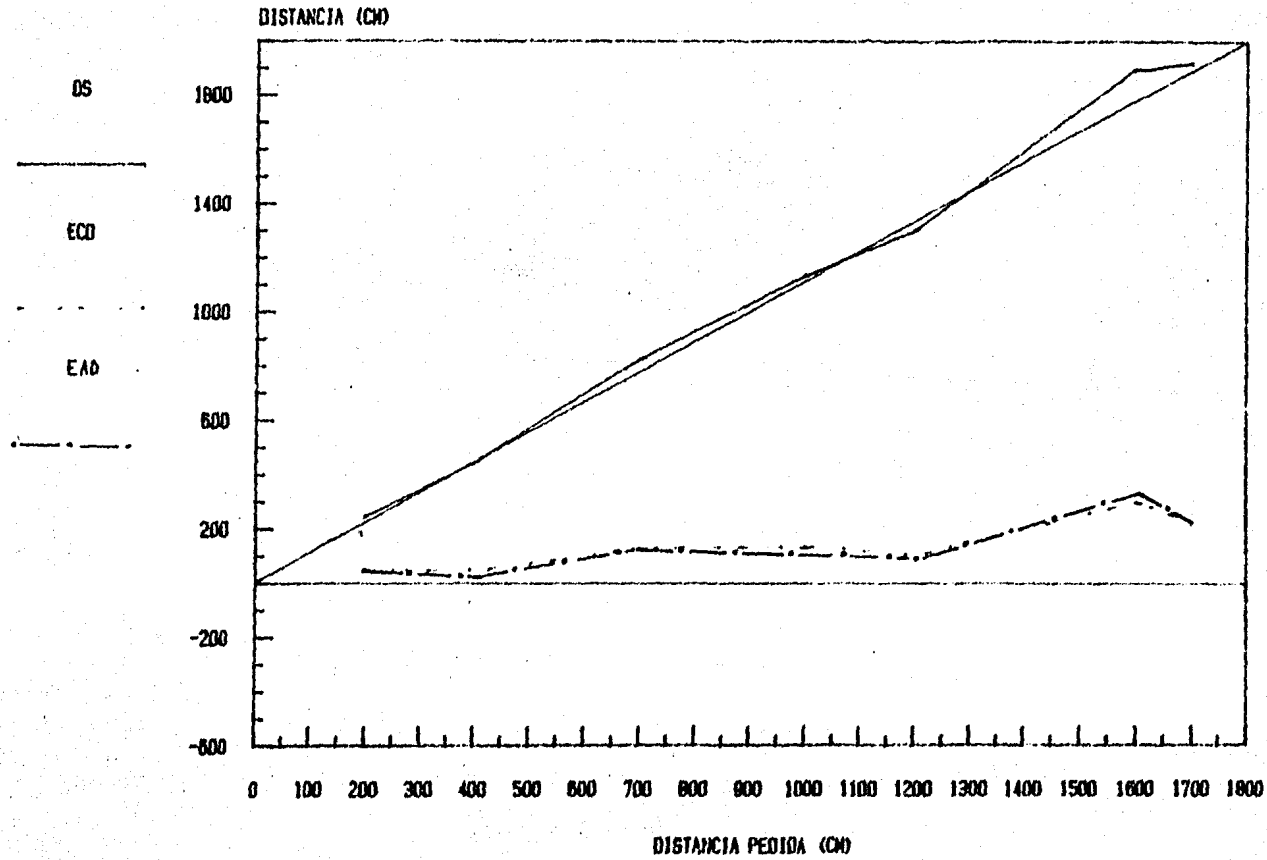


Fig.4.19 . Relación DR Y DS,EAD,ECD en C2

Experimento 2

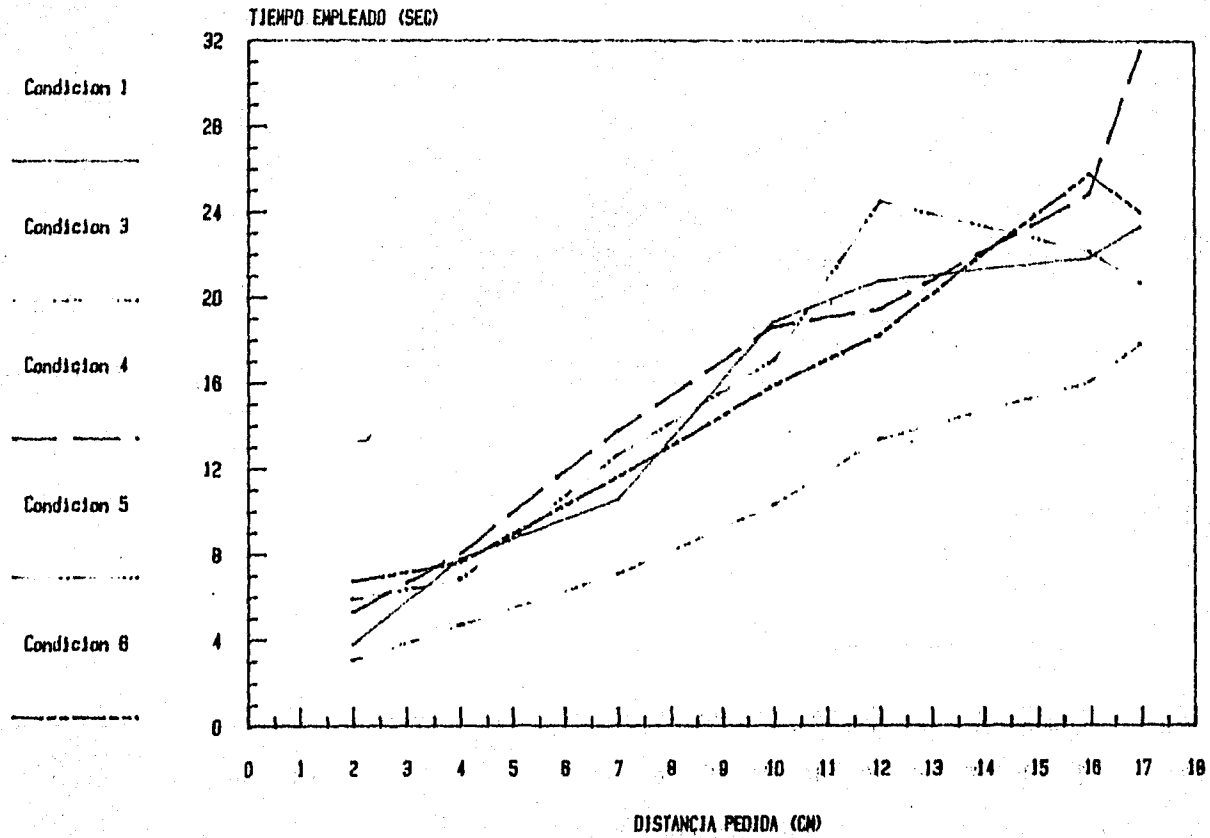


En cuanto al ECD, se vio que existía una tendencia a la sobrestimación, la cual incrementaba a medida que aumentaba el parámetro pedido ($F(5,6)=5.29$, $p<0.001$, con $P=90.58$ cm, 107.37 cm, 206 cm, 313.10 cm, 308.97 cm, 377.70 cm, y 476.12 cm). La mayor sobrestimación se dio en las condiciones 6 ($P=507.91$ cm), 5 ($P=478.83$ cm) y 1 ($P=420.27$ cm), y una marcada diferencia con respecto a todas las otras condiciones se dio cuando los S no se programaban (C3), en la que se observó una clara subestimación ($P=-192.13$ cm) ($F(5,6)=21.82$, $p<0.001$) (ver las Figs. 4.18 y 4.19). Las funciones que describieron mejor estos datos sobre ECD fueron: la lineal para las condiciones 1, 3 y 6 ($r^2=0.92$, 0.84, 0.98; $F=$) y la de potencia para las condiciones 2, 4 y 5 ($r^2=0.76$, 0.49, 0.93; $F=$).

Respecto al TR, también se mantuvo que a mayor DR, mayor era el tiempo empleado en completar el recorrido ($P=4.59$ seg, 6.64 seg, 10.47 seg, 15.03 seg, 17.94 seg, 20.991 seg y 22.02 seg, con $F(5,6)=86.28$, $p<0.001$). También se obtuvieron diferencias significativas entre las condiciones ($F(5,6)=23.37$, $p<0.001$), en las que el menor tiempo se dio en el desplazamiento sin programación (C3) ($P=10.34$ seg), y el mayor, en el desplazamiento hacia atrás de la C4 ($P=17.39$ seg). Sin embargo, hubo también una interacción importante entre distancias y condiciones ($F(5,6)=1.62$, $p=0.023$). La función que más se adecuó a los datos de las condiciones 1 a la 5 fue la de potencia ($r^2=0.97$, 1.00, 0.99, 0.98, 0.92; $F=186.51$, 2731.41, 375.27, 328.24, 56.41), y la función lineal se adoptó mejor a la C3 y a la C6 ($r^2=0.99$, 0.98; $F=648.87$,) (ver la figura 4.20). No obstante, el exponente b de la función

Fig.4.20. Relación entre DR y TR

Experimento 2



de potencia no mostró grandes variaciones entre condiciones ($b=0.86, 0.80, 0.84, 0.80, 0.70, 0.66$).

Los resultados de este experimento hasta aquí descritos, se encuentran condensados en la tabla 2.

En lo referente al reporte verbal pedido a los S respecto al parámetro o parámetros que pensaban haber utilizado durante su desplazamiento, se observó que las tres estrategias más frecuentemente mencionadas a través de las 6 condiciones fueron: en primer lugar, el promedio de los pasos, entendido como un cálculo de la equivalencia de los pasos en m, por ejemplo, consideraban que un m podía ser equivalente a dos o tres pasos; en segundo lugar, estaban los pasos por sí mismos, o bien, el tomar ciertos movimientos discretos del cuerpo como parámetro; y por último, la distancia o espacio recorrido, lo cual hace alusión al uso del parámetro corporal con respecto al parámetro espacial.

La única excepción la constituyó la C2, la cual se alejó de las consideraciones anteriores, y enmarcó, en cambio, ciertas características propias, que mencionadas en orden de frecuencia, fueron: la división del espacio visto en metros, la visualización del espacio total, el uso de un patrón mental como una especie de "regla", y el uso de algunas claves existentes en el contexto, todas estas con una tendencia a remitirse a claves medio-ambientales, básicamente perceptuales. Por otra parte, por lo que respecta al desplazamiento hacia atrás de la C4, puede apreciarse un mayor predominio que en las otras condiciones, de la utilización de movimientos discretos del cuerpo, como parámetro consciente para llevar a cabo el desplazamiento (pasos y sus

Tabla 2
Resumen de resultados por variable del experimento 2

- DS . Diferencias entre distancias: $a > DR > DS$
. Diferencias entre condiciones: mayor DS en C6 y menor DS en C3
. Mejor ajuste de C2, C3, C4 y C5: función de potencia
Mejor ajuste de C1 y C6: función lineal
- ECD . Diferencias entre distancias
. Tendencia a sobrestimación
. Diferencias entre condiciones: mayor ECD en C6 y en C1, y menor ECD en C2
. Aparente marcada subestimación en C3
. Mejor ajuste de C2, C4 y C5: función de potencia
Mejor ajuste de C1, C3 y C6: función lineal
- TR . Diferencias entre distancias: $a > DR > TR$
. Diferencias entre condiciones: mayor TR en C4 y menor TR en C3
. Mejor ajuste de C1, C2, C3, C4 y C5: función de potencia
Mejor ajuste de C3 y C6: función lineal

múltiples variantes). Además, en el desplazamiento sin programación previa (C3), se manifestó una leve tendencia a considerar el tiempo transcurrido y la intuición (como se llamó a los reportes indefinidos en los que los S sólo "sentían" o "les sonaba" la distancia).

Una condensación de los resultados respecto al reporte verbal, se encuentran en la tabla 3.

D. Discusión

Retomando las cuestiones que llevaron a la realización de este experimento, se tuvo que:

El haber incluido un rango más amplio de distancias, reflejó en términos generales, una tendencia más clara a recorrer más metros conforme aumentaba la distancia (Fig. 4.16), pero a acumular igualmente mayor error (Fig. 4.17), manifestó hacia una sobrestimación, al menos cuando existió locomoción, o existió la posibilidad de que el S se programara previamente a su desplazamiento (C1, C4, C5 y C6, Figs. 4.18 y 4.19).

De aquí se posibilitan comentarios al respecto de la influencia del caminar y de la programación en la estimación de distancias.

Primeramente, pareciera ser que la representación de distancias manejada a través del puro juicio psicofísico perceptual visual de las longitudes sigue, en efecto, un comportamiento ajustable a la función de potencia, como se ha reportado en la literatura con respecto a longitudes menores (Figueroa, Carrasco y Sarmiento, 1982), donde a ciertas proporciones en el E físico, corresponden

Tabla 3

Frecuencia de reporte de estrategias utilizadas en el desplazamiento durante el experimento 2

Estrategias	Frecuencia de reporte en cada condición experimental					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
promedio de los pasos: un paso = x metros	21		17	26	19	26
pasos	24		21	14	25	22
distancia o espacio recorrido	15		15	9	9	14
espacio visto dividido en m		15				
espacio visto		10				
uso de una "regla" o patrón mental		10				
uso de claves significativas del medio ambiente		9				
distancia o espacio que caminó el experimentador		7				
pasos del experimentador		7				
intuición	2	4				1
espacio			4	3	4	
por tramos o partes			2	4	4	2
tiempo			1	1	4	1
espacio y tiempo			3		3	
espacio recorrido por partes	2					
por la medida de los brazos	2	1			1	1
basándose en una distancia mayor: sustracción	2					
por lo corto del desplazamiento	2					
por metros, a partir de una distancia				2		
por pasos y medida de los brazos	1					
espacio vacío que va quedando atrás	1		1			
por pasos y sincronización -- del caminar	1			1		
por imaginar los pasos		1			1	
tiempo por tramos			1			
comparando e imaginando			1			
por voces y pasos			1			
por desplazamiento anterior y espacio caminado			1			
por pasos en un tiempo				1		
por las voces				1		
por desplazamiento anterior y pasos				1		
por pasos y espacio de atrás					1	
por desplazamiento anterior					1	
por distancia y pasos					1	
por metros y pasos					1	
con los pies						1

proporciones iguales en la estimación, es decir, un exponente b (de la función de potencia) muy cercano a la unidad (Givrao, 1980), o sea, con una desviación muy leve, y relativamente constante con respecto a la DR, a través de distancias cortas, medianas y largas (de 2 a 17 m) (Fig. 4.19).

Esto fue sustancialmente diferente a lo encontrado cuando la estimación de distancias involucró desplazamiento corporal, ya que en este caso, podría hablarse de un aumento en el error a medida que aumentaba la DR, es decir, de que globalmente, a mayor distancia, mayor error (con sus respectivas altas y bajas, sin embargo) (Fig. 4.17), tal vez por una menor discriminación (Piéron, 1963). De lo que aquí se está hablando, entonces, es de que en efecto, el que el S involucre su propio movimiento, imprime un sello muy especial al menos a la manifestación de la representación de distancias, el cual hace que haya un mayor alejamiento del recorrido de la distancia con respecto a la distancia física, que en la pura estimación perceptual, sobre todo conforme aumenta ésta.

Otra diferencia importante la ejerce el proceso de programación previa (Schmidt, 1975).

Pareciera ser que en condiciones normales en las que los S sabían anticipadamente que distancia debían recorrer, la tendencia se dirigió hacia la sobrestimación en todas las distancias, siendo aún mayor en las distancias largas. Estos resultados difieren sustancialmente de lo que se hubiera esperado conforme al efecto de rango (Ellison y Wheeler, 1949; Helson, 1949; Laabs, 1970; Pepper y Herman, 1970; Slack, 1953; Weiss, 1955), al efecto contrario (Wilberg y Girouard, 1976), al efecto "end-anchoring" (Johnson et

al., 1979), o a algunos resultados del experimento 1 con respecto a otras manipulaciones experimentales diferentes. A pesar de esto, se acerca más al efecto reportado por Wilberg y Girouard (1976) en base a la siguiente observación: debido a que el desplazamiento en un pasillo más largo parece haber propiciado una mayor sobrestimación que la observada en el Exp. 1, una compensación de esta influencia por una reubicación más abajo, del punto cero de EAD en la figura 4.17, llevaría a encontrar que las distancias cortas se subestiman y las distancias largas se sobrestiman.

Por el contrario, la falta de programación (de la C3) llevó a los S a subestimar en todas las distancias, y más aún en las más largas (Fig. 4.18), lo cual sería si no igual, sí parecido, aparentemente, al efecto de rango. Y decimos aparentemente porque la supuesta subestimación encontrada parece ser, paradójicamente, efecto de la sobrestimación general que se dio igualmente en todas las condiciones. Un ejemplo que ayudará a aclarar esta aseveración, es el siguiente: Supongamos que se pide a un S que recorra una DR de 16 m con los ojos tapados; debido a que hay una tendencia hacia la sobrestimación, el S recorrerá 23.22 m aproximadamente, porque juzgará que una DS de 23.22 m = DR de 16 m. Por tanto, si en otra ocasión se le detiene a los 16 m y se le pide que estime esa distancia (sin programación), éste juzgará que todavía no ha llegado a los 16 m porque de hecho no lleva todavía 23.22 m recorridos, y así, juzgará esta DR de 16 m, como una DS < 16 m, en este caso, DS = 11.25 m.

De cualquier forma, aún a pesar de esto, es posible apreciar que la mayor desviación con respecto a la DR expresada como EAD, se da

en la presencia de una programación previa, por lo que en la C3, el EAD fue menor. Además, la mayor diferencia en el valor del exponente b se dio en esta condición con respecto a las demás (y en especial la C1), por lo que la programación podría jugar un papel importante en la forma de manejar las representaciones de distancia durante el desplazamiento.

De acuerdo a esto, primeramente los S activan su representación de más alto nivel de lo que consideran que es la DR; después se programan motoramente de acuerdo a esta representación para establecer sus parámetros (Adams, 1971); y por último, los esquemas de nivel mas bajo completan la secuencia de acción casi autónomamente (Norman y Shallice, 1980), añadiendo además durante el desplazamiento, una desviación (EAD) que se va acumulando conforme se incrementa la distancia que el S lleva recorrida, en forma de subestimación para las distancias cortas, y de sobrestimación para las distancias largas (ECD), tal vez por alguna influencia diferencial de mecanismos reguladores de errores. (Esto, para la caminata sin visión.)

De aquí que como postula van Dijk (1978) dentro del enfoque cibernético, el movimiento deseado no es, ni podría ser idéntico al movimiento que en realidad es ejecutado, porque entre ellos existen procesos intermedios y transformaciones que los ligam y hacen diferentes a la vez. Tampoco hay un efecto de sumación puro del error a medida que se aumenta la distancia recorrida, de manera que a mayor DS hubiera mayor EAD, porque además de los esquemas motores de bajo nivel, tiene que ver la representación de más alto nivel que se tenga de la distancia particular, la información relacionada

con ella, y la influencia del programa motor y sus autocorrecciones.

El resultado final del que se habla, varía ligeramente, sin embargo, si la caminata se hace hacia atrás en vez de hacia adelante como ordinariamente suele hacerse, ya que en este caso, no puede decirse tan fácilmente que el error aumente con la distancia, ni tampoco que se mantenga constante, sino que fluctúa fuertemente, siendo grande en distancias como 10 y 17 m, y menor en las otras.

Pareciera ser que los individuos poseen un sistema de referencia egocéntrico (Stelmach y Larish, 1980) en el cual, como dijera Bartenieff (1980) dentro del Análisis de Movimiento, el manejo del espacio corporal circundante o kinesfera no es igual en todos sus puntos, siendo más accesible en la parte de adelante, y por ende, tiende a imprimir ciertas características diferentes al desplazamiento hacia adelante, que es el que se realiza cotidianamente y posee un altísimo grado de automatización (Yi-Fu Tuan, 1979), con respecto a la caminata hacia atrás, muy raramente ejecutada. En este último caso, tal vez, el sistema no estaba preparado para recibir tan fuertemente la influencia de cierta información (por estar en una posición y dirección poco usual), como por ejemplo, la del pasillo largo que llevaba a una fuerte sobrestimación en el desplazamiento hacia adelante, y por tanto, en esta condición, la sobrestimación fue menor.

Otra de las cuestiones que llevaron a la realización de este experimento fue la posibilidad de probar la hipótesis de la "reprogramación" para el recorrido de ciertas distancias, en especial, las largas. Al respecto, si existiera realmente una

reprogramación, se encontraría que no habría gran diferencia ni en el EAD, ni en el exponente b (de la función de potencia) cuando se realizan los recorridos con reprogramación implícita (C1), y cuando se hacen con reprogramación explícitamente inducida (C6). Sin embargo, los resultados al respecto son un poco confusos, ya que mientras los exponentes son muy cercanos entre sí ($b=0.90$ en la C1, y $b=0.92$ en la C6), los EAD son semejantes en ciertas distancias, pero más alejados en las de 12 y 17 m. Por tanto, a manera de especulación, tal vez la reprogramación no se dé precisamente en el recorrido de las distancias largas, sino más bien en las cortas y en algunas otras, dependiendo de otras circunstancias impredecibles por el momento.

Con respecto al parámetro temporal, no se obtuvo mucho realmente nuevo e importante, debido a que, como ya se sabía, a mayor DR, el TR fue igualmente mayor, mostrándose además, un TR más grande en la tarea que involucró desplazamiento hacia atrás, quizás por su mayor complejidad o poca frecuencia de realización, y un TR más pequeño en la C3, tal vez por la ausencia de programación y el consecuente gasto de tiempo en la activación del esquema de alto nivel para completar la distancia durante el desplazamiento (Fig. 4.20). Lo que sí es de tomar en cuenta es el hecho de que la manipulación experimental de la C5, de aumentar el tiempo del recorrido sin usar interferencia cognitiva, no ejerció efectos importantes en el cálculo de las distancias, ni llevó a ninguna manifestación particularmente diferente de éste (Figs. 4.16, 4.17 y 4.18).

Por último, aunque se sabe que el conocimiento proceduran tiende a ser inaccesible al examen introspectivo (Rumelhart y Norman,

1983), y de hecho lo fue también de alguna manera durante este experimento (pues fue difícil para los S dar un reporte verbal de las estrategias que creían haber usado), las claves reportadas pueden dar indicios de algún proceso o de parte de algún proceso que se utilizó realmente para extraer la representación de las distancias.

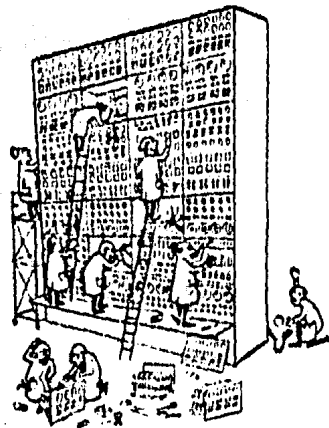
Por ejemplo, parece ser que uno de los parámetros de los cuales se auxiliaron los S, fue un referente corporal egocéntrico que utiliza el cuerpo y a sus partes, como una especie de código espacial fijo (Stelmach y Larish, 1980), sea este a través de pasos o sus variantes, en los que cada metro se equiparaba con un número determinado de pasos, o por la medida de los brazos, o por los pies; y mas aún cuando el desplazamiento era hacia atrás, en el que hubo un mayor predominio de reportes de la utilización de movimientos discretos del cuerpo.

Otro dato interesante fue que en el desplazamiento sin programación previa, hubo una ligera tendencia a considerar el TR y la "intuición", tal vez, debido a que en realidad el sistema tenía que recurrir a la consideración de otras claves como la temporal, para en base a ella, hacer el cálculo de la distancia que se había recorrido, ante la carencia de un parámetro de distancia previo que permitiera la programación.

Y tal como sería de suponerse, es posible que exista una variación en las claves usadas cuando el juicio de distancias es puramente perceptual visual sin desplazamiento, ya que en este caso, es muy posible que sean mas bien de tipo medio ambiental, ya sea por divisiones del espacio en metros, o por el uso de una "regla o patrón mental" equivalente a una distancia mas corta, como por ejemplo, un metro, entre otras.

CAPITULO V

SECCION SIMULACIONAL



¡Oigan!, creo que ya descubrí por qué no funciona!

¡Oigan!, creo que ya encontré la falla.

V. Pékelis
"Pequeña enciclopedia
de la gran cibernética"

López, Marmolejo, Alvarez.

V. SECCION SIMULACIONAL

Además de la opción experimental para abordar la representación espacio-temporal subyacente al desplazamiento, se elaboró un programa computacional que se denominó MOVI, el cual simula la ejecución de las personas bajo algunas de las condiciones experimentales manejadas, de acuerdo a los resultados obtenidos empíricamente.

El propósito que llevó a su construcción fue el de aportar un primer intento de un sistema que contuviera las posibilidades de manejo, predicción, búsqueda y autocorrección dentro de esta línea de investigación sobre la representación espacio-temporal en el desplazamiento.

No obstante, el interés principal de esta sección no es sólo el de explicar el estado actual del programa de simulación MOVI y sus implicaciones en nuestra investigación, sino también el de comunicar algunas consideraciones de la simulación computarizada en Psicología, que tienen como objetivo el prevenir al investigador del tipo de ilusiones en las que se puede incurrir al usar esta herramienta en una ciencia recién nacida como la Psicología

5.1. LA SIMULACION COMPUTARIZADA

La idea mecánica de simular algún fenómeno en una computadora es en términos generales relativamente sencillo; dicha mecánica es

llamada en ámbitos cibernéticos "la técnica del ingeniero" (Wiener y Schadé, 1968). En dicha técnica intervienen dos procesos: el de modelar y el de modelamiento.

En el ámbito de la simulación, el modelar se refiere a crear modelos del fenómeno que interesa o se está estudiando, y existen cuando menos tres tipos de modelos cuando se simula: el modelo conceptual (MC), el modelo computacional general (MCG), y el modelo computacional específico (MCE).

El MC es muy parecido o es en sí la teoría del fenómeno que se estudia; el MCG se refiere a un programa computacional, hecho específicamente para un MC. De esta forma, para simular es necesario tener primero un MC, como por ejemplo la descripción operacionalizada del comportamiento de una neurona, y posteriormente un programa computacional que realice algún punto o puntos del MC.

La justificación para esto es que en gran parte de los casos, los programas computacionales nos dicen algo más acerca del MC, lo que nos lleva a un mejor MC. De esta forma, uno arriba a la aparente paradójica verdad de que el mejor MC por simular, es el que conlleva más pronto a su propia autocorrección. Es este proceso de autocorrección lo que se denomina modelamiento en simulación (Mac Gregor y Lewis, 1977). La diferencia aunque sutil, es importante para posteriores puntos que se tocarán.

Claro está que es absurdo decir que todo MC necesita ser simulado para llegar a una autocorrección; lo más usual es que este método computacional se use cuando un MC utiliza una cantidad de variables o puntos que son difíciles de lograr o de observar en

modelos estáticos, como por ejemplo, en modelos matemáticos en papel. Ahora bien, también es necesario aclarar que simular no necesariamente implica el uso de una computadora, ya que existen modelos físicos como las neurominas (Mitchell y Friesen, 1981), las cuales tienen como objetivo el simular parcialmente algunos aspectos de las neuronas reales; incluso las maquetas usadas por los ingenieros son en cierto modo, una especie de simulación.

5.2.LA SIMULACION EN PSICOLOGIA

Supongamos que se escoge uno de los tantos libros que existen sobre simulación en diversas disciplinas científicas; lo más probable es que en sus primeras páginas encontremos algún tipo de justificación como la de Bremer (1977) en su obra "Mundos Simulados":

"Trasladar una teoría dentro de un programa computacional demanda que la teoría sea explícita e inambiguamente especificada; representar una teoría dentro de un modelo computacional nos permite observar la teoría en acción y descubrir las implicaciones de formulaciones teóricas alternativas, ignorando la complejidad del modelo, y finalmente, el modelo es capaz de predecir o de deducir qué es lo que debe ser observado en el mundo referente, si este programa es una válida representación de ese mundo." (pág.3).

Estas aseveraciones sonarían para varios científicos como una especie de "truco" publicitario, el cual otros investigadores estarían dispuestos a aceptar como justificación, sobre todo por el tono semi-positivista usado por Bremer. La demanda de una operalización o una formalización planteada por Bremer, a la que está obligado el investigador al trasladar la teoría al programa computacional, puede ser una ventaja para unos y una gran desventaja para otros. Así por ejemplo, si observamos la figura 5.1

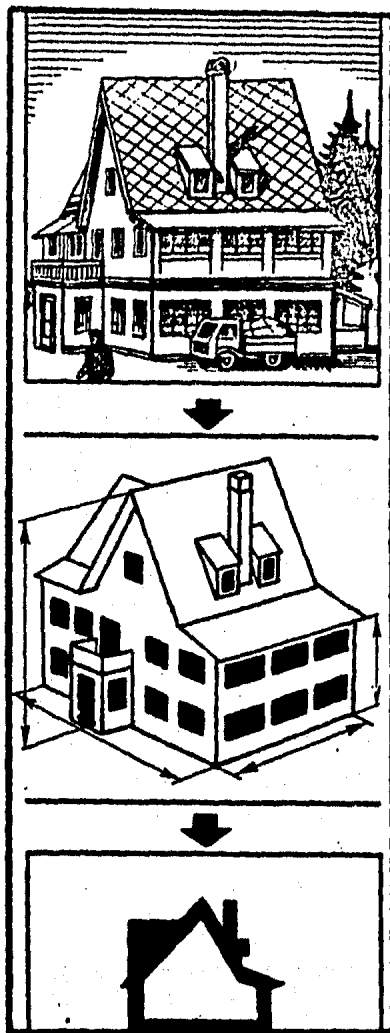


Fig. 5.1. Secuencia de formalización de una casa. (Tomado de Pékelis, 1980)

(Pékelis, 1977) en donde se observa la formalización de un dibujo de una casa, el producto final puede servir para algunos diseñadores; pero para otros la pérdida de información durante la formalización resulta perjudicial.

Extrapolando este ejemplo a la Psicología, podría decirse que algunos psicólogos hallarían irritante perder tanta riqueza de información intentando simular algún MC. Un ejemplo extremo de esto, fue la reacción de algunos psicoanalistas a la propuesta de Lohelin (1968) de estudiar las posibles reacciones de un neurótico a ciertas estimulaciones en un programa simulacional de un neurótico. Dichas reacciones fueron en realidad malas interpretaciones del trabajo de Lohelin, quien en realidad sólo estaba postulando un recurso alternativo en la solución de problemas clínicos, y que como el mismo Lohelin menciona:

"Supongamos que usted es un psicoterapeuta considerando la posibilidad de una intervención terapéutica drástica con un paciente. Inténtelo primero sobre un modelo computacional del paciente. Si el modelo responde desfavorablemente, usted deseará entonces pensarlo dos veces antes de intentarlo sobre el paciente actual" (pag. 5-7).

Sin embargo, es cierto que la pérdida de información en dichos modelos los mantiene aún como herramientas alternativas dudosas, sobre todo como elementos de predicción, como lo postula Bremer. Según la justificación de Bremer, los modelos computacionales son capaces de predecir o deducir lo que debe ser observado en el mundo referente, si este modelo es una válida representación de ese mundo. Esto sugeriría que de alguna forma, teorías como la psicoanalítica son incapaces de producir correctos modelos operacionalizables que representen el mundo que estudian. Esto haría pensar, claro está felizmente equivocados a algunos

psicólogos, que la simulación puede ser entonces un filtro para validar teorías, ya que es bien sabido que a pesar de las limitaciones de la forma en como enfoca al hombre, el psicoanálisis contiene conocimientos válidos en nuestros tiempos.

Así de esta forma, la simulación computarizada es una herramienta y sólo una herramienta que para algunas teorías psicológicas, resulta ser una camisa de fuerza no muy usada, pero que para otras, es el motivo de exquisitas especulaciones intelectuales, y lo que es más, ha motivado la creación de aún no bien delineadas disciplinas como por ejemplo la ciencia cognitiva (Norman, 1981).

5.3. NIVELES DE INTERPRETACION

Es muy usual en nuestras teorías psicológicas usar conceptos para fenómenos conductuales aún no entendidos, como por ejemplo, el de "conciencia", el de "memoria", etc. Sin embargo, aunque estos son conceptos indefinidos, han mostrado ser en el conocimiento psicológico, elementos que permiten a algunas mentes abiertas y creativas, realizar especulaciones, de las cuales algunas florecen en fructíferos experimentos de interés para ciertos grupos de psicólogos.

Supongamos por ejemplo que el lector de este trabajo es cognoscitivista y que en alguna ocasión un apasionado de la neurofisiología le hace una pregunta como esta: ¿Cuál es el mecanismo neurofisiológico equivalente al fenómeno de rotación mental de Metzler y Shepard (1974)? Obviamente, el lector no

podría responder, y trataría de explicarle al neurofisiólogo, que aunque se desconoce cual sea la fisiología del fenómeno, y aún falta mucho para poder llegar a una definición de lo que es una imagen (psicológicamente hablando), es posible identificar el fenómeno, hacer algunas aseveraciones de este, y concluir que se ha contribuido al conocimiento científico. El neurofisiólogo por otra parte, si posee un buen criterio, comprenderá que los psicólogos han creado ciertos niveles de explicación de los fenómenos que observan.

Ahora bien, supongamos también que el lector de este trabajo es invitado por un científico simulador en computadoras a una exhibición de un programa computacional que por medio de un robot (simulado en pantalla) simula la conducta de kinesis, y que lo primero que observa el lector en pantalla de T.V. de la computadora, es algo parecido a los trabajos de Heisserman (1981, 1982) y que se ilustra en la figura 5.2.A. Aquí, el EAMI (robot) se desplaza azarosamente en el interior del borde cuadrado, en donde tanto el borde como el interior de éste; representan el medio ambiente del EAMI, con la diferencia de que cada vez que el EAMI choque con el borde, computa azarosamente una dirección; si esta dirección lleva al EAMI a evitar el choque, entonces la usará, y si no, entonces computará otra.

Obviamente que podría argumentarsele al simulador, que la conducta presentada por el EAMI dista de ser la de una kinesis ya que la kinesis es más bien un proceso de adaptación, en el cual la conducta azarosa disminuye si el organismo encuentra indicios de mejores gradientes ambientales, iniciándose así más bien, un

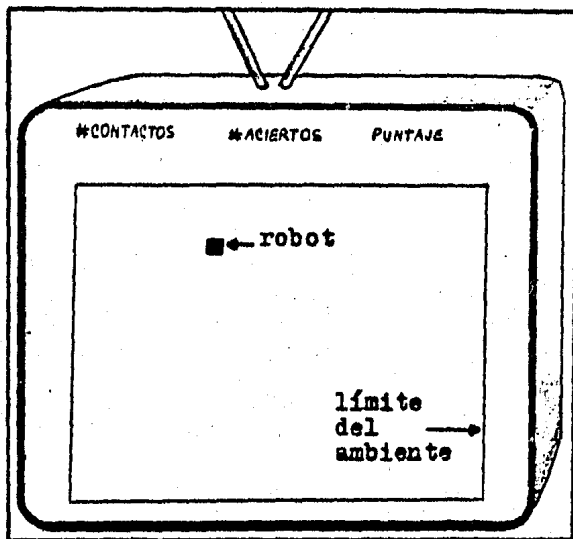


Fig. 5.2.A. Simulación del desplazamiento de un robot (EAMI). - (Tomado de Heisserman, 1981)

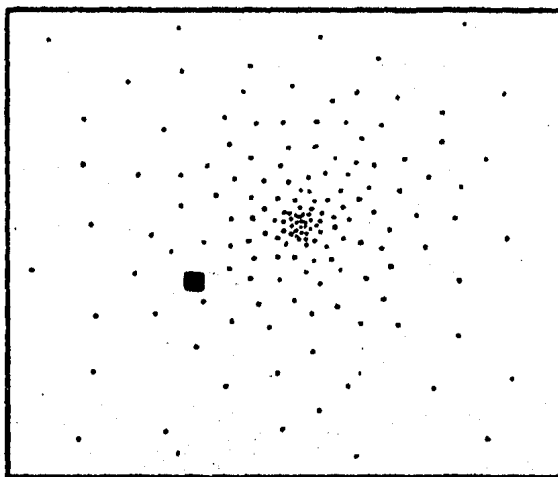


Fig. 5.3.B. Simulación de kinesis.

desplazamiento dirigido y rectilíneo hacia la fuente de donde provienen esos indicios (Staddon, 1983).

Ahora bien, supóngase entonces que el simulador decide suspender esta sesión, y que después de un período de corto tiempo, el lector es invitado otra vez, pero en esta ocasión, observa en la pantalla de T.V. algo igual a la figura 52.8, en donde una mayor concentración de puntos significa un mejor estado ambiental, y el borde significa un estado aversivo para el robot. Así de esta forma, cuando el EAMI es colocado en un lugar sin mucha concentración de puntos, su conducta será azarosa, pero conforme estos aumentan en su gradiente de concentración, su conducta será más dirigida hacia la fuente central de puntos, rectilíneamente.

Obviamente, el lector podría argumentar algunos puntos más por los cuales el comportamiento del EAMI no es aún una kinesis; aunque no se podría negar al simulador que el programa computacional se acerca cada vez más a su propósito. Sin embargo, para investigadores de otras disciplinas, la conducta del EAMI les puede parecer solamente el producto de un conjunto de trucos computacionales y nada más, y que el hecho de atribuir conceptos como el de kinesis a dichos mecanismos computacionales, es una equivocación. Estos investigadores estarían en lo correcto, si tanto el simulador como el lector trataran de afirmar que dichos mecanismos computacionales, son los que usan los organismos cuando presentan la kinesis, pero estarán equivocados, si afirman que dicho mecanismo no sirve como un modelo teórico para la descripción e investigación del fenómeno. De igual forma sería absurdo afirmar que el modelo de Metzler y Shepard (1974), es el mecanismo

neurofisiológico que usamos los humanos para la rotación mental de imágenes. Como dijera Pylyshyn (1978):

"Para los psicólogos, los sistemas computacionales deben ser vistos como modelos funcionales bastante independientes de (y probablemente no reducibles a) sistemas neurofisiológicos, y guardar un nivel de abstracción apropiado para capturar generalizaciones cognitivas" (pag.3).

5.4.LIMITANTES DE LA SIMULACION

Cuando se crea un programa computacional para simular algún fenómeno, es usual crear un conjunto de artificios computacionales específicamente para realizar dicha simulación. Este programa por lo tanto, está limitado para hacer una tarea. Si alguien quisiera convertir dicho programa computacional en uno que realizara mas tareas, encontraría que este nuevo programa (más general) ha perdido algo de su antigua capacidad para realizar tareas específicas, aún cuando no lo hubiese querido así. Esta es quizá una de las grandes desventajas que presentan las computadoras para su programación. Segun Krutch (1981):

"El rango de tareas que realiza un programa computacional es inverso a su eficiencia" (pág.4).

Esta limitante tiene un efecto dramático, sobre todo cuando se simula en Psicología. Si por ejemplo, el lector desea hacer la simulación de algún proceso que se supone interviene en la inteligencia para observar algún aspecto de esta, encontrará que el único inconveniente es el tiempo, el cual por lo regular es bastante largo. De esta forma, tratar de simular otro u otros procesos, implica crear casi desde el principio otro programa o programas computacionales, debido a que la especificidad de estos los impide formar parte de otros. Así, el investigador se ve en muchas

ocasiones ante la problemática de que si él quisiera simular todos los procesos que le interesan en un PCE (o MCE), tendría que dedicar gran parte de su vida científica a ello.

El tomar la decisión de cuando se debe simular con MCEs dependerá, por ende, tanto del aspecto intuitivo del investigador como de cuanto se contribuye al desarrollo de una investigación. Afortunadamente queda la alternativa de usar programas computacionales generales, los cuales son mucho menos tardados y permiten crear al investigador programas de simulación que estén referidos a situaciones más generales de lo que pretende investigar. El programa de computación MOVI del que se hablará más tarde es un ejemplo de esta opción.

5.5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y PSICOLOGIA

Existe dentro de las teorías computacionales un área en particular que es considerada por muchos científicos como una de las más exquisitas en computación, denominada Inteligencia Artificial (IA).

Los científicos de esta área están dados a la tarea de intentar lograr, a través de laboriosos e ingeniosos programas computacionales, que las computadoras realicen tareas consideradas como inteligentes. El criterio usado por ellos para afirmar o negar que un programa computacional realiza una tarea inteligente, es un tema de controversia entre ellos mismos. El hecho de que tanto en Psicología como en otras disciplinas afines al estudio de la inteligencia, se esté aún muy lejos de aclarar los procesos que

conlleven a los organismos biológicos y no biológicos a ser inteligentes (Figueras, 1970; Sagan, 1981), permite entrever a muchos científicos que dicho criterio de demarcación entre lo inteligente y lo no inteligente es aun muy intuitivo (Pylyshyn, 1978). (Consultar a López, Marmolejo, Arce y Alvarez, 1983, para mayores detalles al respecto).

Si suponemos un rango en el cual fluctúa este criterio de lo que es inteligencia, se encontrará en un extremo de este rango, a aquellos investigadores que crean modelos computacionales basados en modelos abstractos formales, los cuales en realidad, son creados primero con la finalidad de crear una tarea inteligente, y después de elaborado el programa computacional, se busca alguna teoría de las ya existentes usadas para explicar conducta inteligente biológica, que se adapte bien a la descripción de dicho programa. Un ejemplo de esto es el programa computacional LUNAR de Woods (1977), que tenía como propósito el de ser un PC que permitiera el análisis de sustancias químicas a un robot explorador espacial, en un proyecto de la NASA. El programa fue elaborado primero en base a necesidades procedurales, esto es, la elaboración de un sistema de análisis químicos, y hasta después se preocuparon por alguna teoría que describiera su conducta en términos referidos a la inteligencia.

En el otro extremo del rango de criterio se encuentran aquellos investigadores que simulan inteligencia en base a modelos biológicos. El razonamiento que motiva a estos científicos puede parecerse a este: "Si los organismos biológicos poseen inteligencia, y el interés en IA es simular inteligencia, entonces

hay que realizar PCs que asemejen los procesos usados por dichos organismos".

Aunque dicho razonamiento es catalogado por muchos de ingenuo y superficial, lo cierto es que ha creado discusión académica muy interesante (ver Crosson, 1975), además de que los programas computacionales que se realizan por estos científicos son, ante los ojos de varios psicólogos cognitivos, posibles candidatos para ver actuar algunos de sus conceptos en acción, o son instrumentos que facilitan el desarrollo de alguna simulación de un PCE (un ejemplo de esto son los trabajos de Lenhart, 1978), y que permiten ahorrar tiempo a los psicólogos en la elaboración de programas. Pero tal vez, lo más importante para dichos científicos en Psicología, es la forma como estos trabajadores de la IA han influido en las teorías psicológicas y en la forma de investigación.

Desde el año de 1961, Newel y Simon postularon al hombre como un procesador de símbolos en analogía a las computadoras (sin que esto quisiera decir que el hombre es una computadora) (Lachman et al., 1979), se crearon nuevas disciplinas como la del Procesamiento Humano de Información (PHI), la ciencia cognitiva, etc. Y como afirma Estes (1975) con respecto a la introducción de teorías computacionales a la Psicología:

* La introducción de la teoría de la información, las computadoras y la cibernética a la Psicología, llevaron a los psicólogos a:

- A.) Nuevos desarrollos en la metodología que ayudan al problema de la verificabilidad.
- B.) Una ampliación en el cuerpo teórico que ayuda al problema de la interconectividad de la Psicología con otras áreas científicas.
- C.) Nuevas fuentes de análisis conceptual, especialmente aquellas de los sistemas de procesamiento de información, las cuales hacen parecer a las operaciones mentales menos subjetivas y

más factibles de simular en computadoras.

Estos continúa diciendo:

"En los días presentes, el investigador del aprendizaje y la cognición tiende a escoger entre aproximaciones conductistas o cognitivas, no sobre sus fondos psicológicos, sino en las bases de la forma en que cada una de estas prueban en la práctica, su valor como guías a la investigación." (pág. 5).

De esta forma, las teorías computacionales y la IA han sido tan contundentes en las investigaciones de varios psicólogos cognitivos que incluso algunos optan por extremar esta situación. Un ejemplo de esto serían las opiniones de Anderson (1976):

"El hecho de que no es posible determinar estructuras y procesos cognitivos únicos, nos demuestra una clara limitación en nuestra habilidad para entender la naturaleza de la inteligencia humana. El percatarse de este hecho ha permitido un cambio en mis metas personales. Estoy menos interesado en defender las presuposiciones exactas de una teoría, y más interesado en evolucionar alguna teoría que pueda dar cuenta de fenómenos empíricos importantes." (pág. 15).

Anderson continúa diciendo:

"Esto refleja mi creencia de que el árbitro final de una teoría cognitiva es su utilidad en aplicaciones prácticas. Así, yo estoy proponiendo un cambio en nuestra interpretación de lo que significa entender la naturaleza de la inteligencia humana. Yo una vez pensé en lo que podría significar la identificación de procesos y estructuras únicas que subyacen a la conducta cognitiva. Ya que esto no es posible, yo propongo que tomemos el entendimiento de la naturaleza de la inteligencia humana, como la posesión de una teoría que nos permita el mejoramiento de la inteligencia humana." (pág. 16).

Así para Anderson, la forma en que la utilidad de una teoría puede observarse, es ya sea que esta teoría prediga posibles comportamientos en los individuos, o que permita la elaboración de programas computacionales inteligentes, en la investigación psicológica."

Esta posición radical puede hacer pensar, que se le ha dado más importancia de la debida a la simulación y a los PCs de la IA; sin embargo, en una ciencia tan nueva como la Psicología (hace más o menos 40 años de su aparición), el tomar dichas posiciones, resulta

más que un obstáculo, un beneficio, debido a que la intensificación de una posición teórica junto con una herramienta nueva como lo es la computadora resulta en conocimientos de valor científico.

Por último, una anécdota ilustrativa al respecto de aquellos que dudan de la utilidad de los nuevos inventos, es la respuesta que dio Franklin en la ocasión del ascenso del primer globo de hidrógeno en París, 1783: "...y ¿qué utilidad tiene un niño recién nacido?" (Bronowsky, 1979), respuesta que también es aplicable a la introducción de las computadoras a la Psicología.

3.6. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA MOVI

Esta sección tiene como objetivo, el describir el estado actual del programa de simulación MOVI.

Este programa computacional pretende ser uno de los denominados sistemas híbridos inteligentes (se dice que son híbridos debido a que el éxito en los resultados de alguna tarea descansa en la buena interacción que exista en el intercambio de información hombre-máquina).

Dos son los factores más relevantes de estos sistemas:

A.) Que el poder de la computadora permita la aplicación de técnicas heurísticas de IA.

B.) Que el programador posea la capacidad suficiente para dirigir una estrategia de interacción científica.

La diferencia entre los sistemas híbridos y no híbridos, es que los primeros no tratan de realizar sus tareas basados solamente en el conocimiento que poseen acerca de la tarea por realizar, sino

que tratan también de obtener información del programador, optimizarla, y lograr así su correcta aplicación a la tarea por realizar.

Tal vez uno de los proyectos más ambiciosos en sistemas híbridos inteligentes sea el denominado GUHABO (Hajek y Havranek, 1984; Pokorny, 1978), el cual es una aplicación de la IA al análisis de datos obtenidos en situaciones experimentales, y que en contraposición al tradicional análisis estadístico confirmatorio, busca ser más bien un análisis estadístico exploratorio. De esta forma y bajo el diálogo que mantiene GUHABO con el usuario, este puede generar hipótesis automáticamente de los datos, las cuales pueden resultar de interés en la evolución del experimento que realiza el investigador. Tal vez, sus excepcionales cualidades hacen de este proyecto uno de los más importantes en el mundo dentro de su género.

En México, quizás el sistema híbrido más importante y de mayor poder, sea el sistema denominado LISRELS que está a punto de echarse a andar en las instalaciones de la U.A.M Iztapalapa. Este tiene como objetivo ayudar al investigador a encontrar variables faltantes dentro de sus modelos, por lo que llega a denominarsele como "constructor de modelos".

Como se podrá notar, el interés principal de los sistemas híbridos de los que se ha estado hablando es el modelamiento, y no el modelar como usualmente se hace en los no híbridos, así que para aquellos investigadores en los que su principal interés sea una evolución dirigida en sus investigaciones (modelamiento), más que el de crear un modelo para poder ver la contribución de algunas

variables en la realización de una tarea por dicho modelo, la mejor opción es un sistema híbrido.

Es en este sentido que se procedió a la elaboración del programa MOVI, esto es, no pretende ser un programa experto que simula los procesos por los cuales los humanos se pueden desplazar en el espacio, sino mas bien trata de ser una herramienta computacional híbrida con técnicas de IA que nos permita realizar experimentos imaginarios o formales.

Con experimentos imaginarios, se quiere dar a entender aquellas variaciones sobre MOVI que permitan observar detalles que no pueden ser observados a simple vista en gráficas o modelos estáticos.

MOVI pretende ser un PC que simula situaciones experimentales de desplazamiento. A través de un robot simulado en pantalla (llamado DESPI), el investigador puede observar el efecto que tienen sus manipulaciones experimentales en los recorridos que DESPI realiza en la pantalla.

La forma en que DESPI realiza sus desplazamientos siempre estará regida por una función matemática que es la encargada de dar los valores de las coordenadas usadas por el robot para desplazarse. Esta función matemática puede ser variable, esto es, MOVI posee una base de datos, en donde los datos son un conjunto de funciones matemáticas. Dicho repertorio de funciones matemáticas, no es arbitrario, sino que mas bien se va nutriendo de las funciones resultantes que describen los resultados de los S en algunas de las situaciones experimentales manejadas en la Sección Experimental. De esta forma, si el usuario desea simular en pantalla lo que los S hicieron en ciertas condiciones experimentales, sólo tiene que

especificárselo a MOVI, y éste se valdrá de DESPI para mostrar a través de sus desplazamientos, el comportamiento de la función matemática correspondiente a esas especificaciones.

La mezcla o interjuego de ciertas funciones con ciertas distancias puede resultar de interés para el investigador. De hecho, con unas pocas modificaciones que se le hagan a MOVI, se pueden estudiar variaciones experimentales de interés.

Supongamos por ejemplo, que se quiere hacer una variación imaginaria de las situaciones experimentales de esta tesis, en la que en vez de pedirle a los S que recorran distancias en línea recta, ahora se les pide que recorran un grupo de distancias, con el objeto de formar figuras imaginarias al desplazarse, tales como una "A" con segmentos de 2m por cada trazo.

Un ejemplo de una variable que puede ser estudiada bajo esta variación experimental en una simulación computacional, sería el proceso de orientación de las personas en el espacio. Aunque es obvio que el proceso de orientación en en sí muy complejo como para simularlo en computadora, es posible ingeniarlas para lograr, a través de trucos computacionales como el uso de la instrucción IF...THEN, que un robot simulado realice algo muy parecido a dicho proceso. Estos comparadores, por su misma característica de lógicos condicionales, permiten tomar decisiones sobre un input. De esta forma, un condicional en el robot DESPI podría parecerse a un condicional como el siguiente:

```
IF A = D THEN GOTO Z
```

donde A significa "input", D significa dirección derecha, y Z indica ir a la parte del programa donde se realiza el cambio de

dirección de la que actualmente se está siguiendo dentro de las coordenadas x , y , a los nuevos valores x , y que dan la ruta deseada.

El lector notará que las decisiones están a cargo de los IF...THEN, y que según la instrucción que A contenga, se realizará cierta rutina Z (GOTO Z). Pero ¿qué relevancia teórica tiene la utilización de un proceso computacional como este?

Pues bien, supóngase que se tiene un DESPI en pantalla como el de la figura 5.3, y que a este se le pide que recorra una distancia de 2 m hacia adelante. Si el robot realizara sus desplazamientos conforme a unas coordenadas fijas, entonces DESPI se comportaría como se muestra en la figura 5.4, debido a que adelante siempre significaría un aumento en la coordenada y , y derecha, un aumento en x . Sin embargo, por medio de los condicionales antes mencionados, el resultado es como el de la figura 5.5. Aquí, las dos primeras distancias son semejantes a las de la figura 5.4; pero antes de recorrer la tercera distancia, el robot analiza la última instrucción contenida dentro de su variable A. Si se quiere que antes de la tercera distancia, el robot escoja la dirección conforme a la dirección actual en la que se desplaza, entonces ahora derecha = adelante, lo que antes era atrás, ahora es derecha, etc., lo cual nos puede permitir hablar en cierta forma, de un cambio de coordenadas.

De esta forma, y con un grupo de condicionales IF...THEN, se puede simular un sistema de orientación en MOVI, y si a este se le agrega una función matemática (por ejemplo, la función de potencia $y = ax^b$ de las condiciones experimentales 1, 2 y 3 del experimento

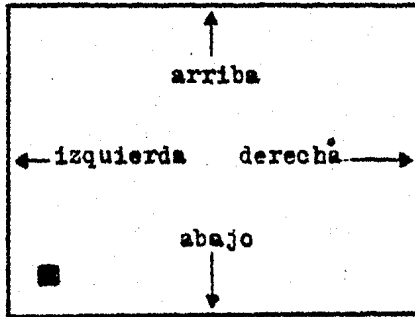


Fig. 5.3. Esquematzación de la ubicación inicial de DESPI y las cuatro posibles direcciones a seguir.

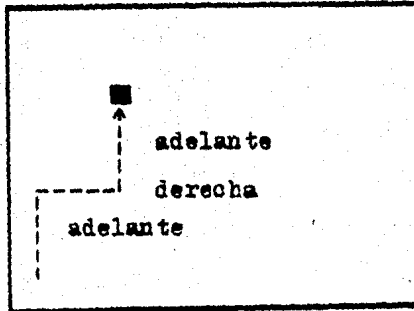


Fig. 5.4. Configuración del desplazamiento de DESPI si utilizara coordenadas ambientales fijas: adelante, derecha, adelante.

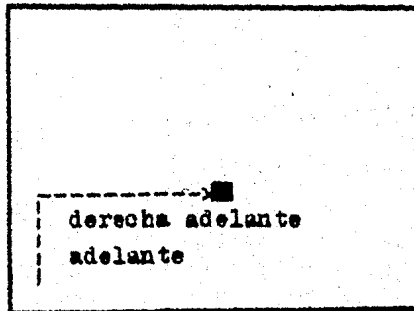


Fig. 5.5. Configuración del desplazamiento de DESPI al utilizar una orientación egocéntrica: adelante, derecha, adelante.

1, fase 1) que rija lo largo de los desplazamientos, se puede decir entonces, que se tiene la primera variación experimental.

Si al lector le interesa, en el apéndice F de esta tesis existe una versión de demostración del programa computacional MOVI escrita en lenguaje BASIC, para Commodore 64. Este ejemplo computacional tiene como objetivo solo ilustrar como se iría conformando MOVI; pero en realidad, MOVI pretende ser mucho más que este ejemplo, ya que en un futuro deberá cumplir con los siguientes puntos:

A.) Ser un sistema que permita la automatización de la obtención de datos experimentales. En el caso del presente trabajo, esto está aún en proceso de construcción, pero por lo pronto se puede decir que para dicho sistema se está utilizando una computadora Commodore 64 con sus periféricos básicos (monitor, disk drive e impresora). Además, para los usuarios de esta máquina, existe una interfase (Schnedler System model 64IF22 dual 6522 interface adapter (VIA) board) que permite la obtención de datos del exterior y que en este caso será la encargada de obtener los datos proporcionados por un radar que registre los desplazamientos de los S (ver la figura 5.6).

B.) Un sistema de aprendizaje capaz de estructurar conocimiento procedural (también en proceso de construcción). Es bien sabido que el aprendizaje requiere que la información por usar (base de datos) esté organizada y estructurada de acuerdo a una semántica determinada. En el programa computacional de demostración, MOVI posee lo que se llama una base de datos. Dicha base de datos es solamente una lista de información de funciones matemáticas sin estructuración ni la organización necesaria para poder constituir

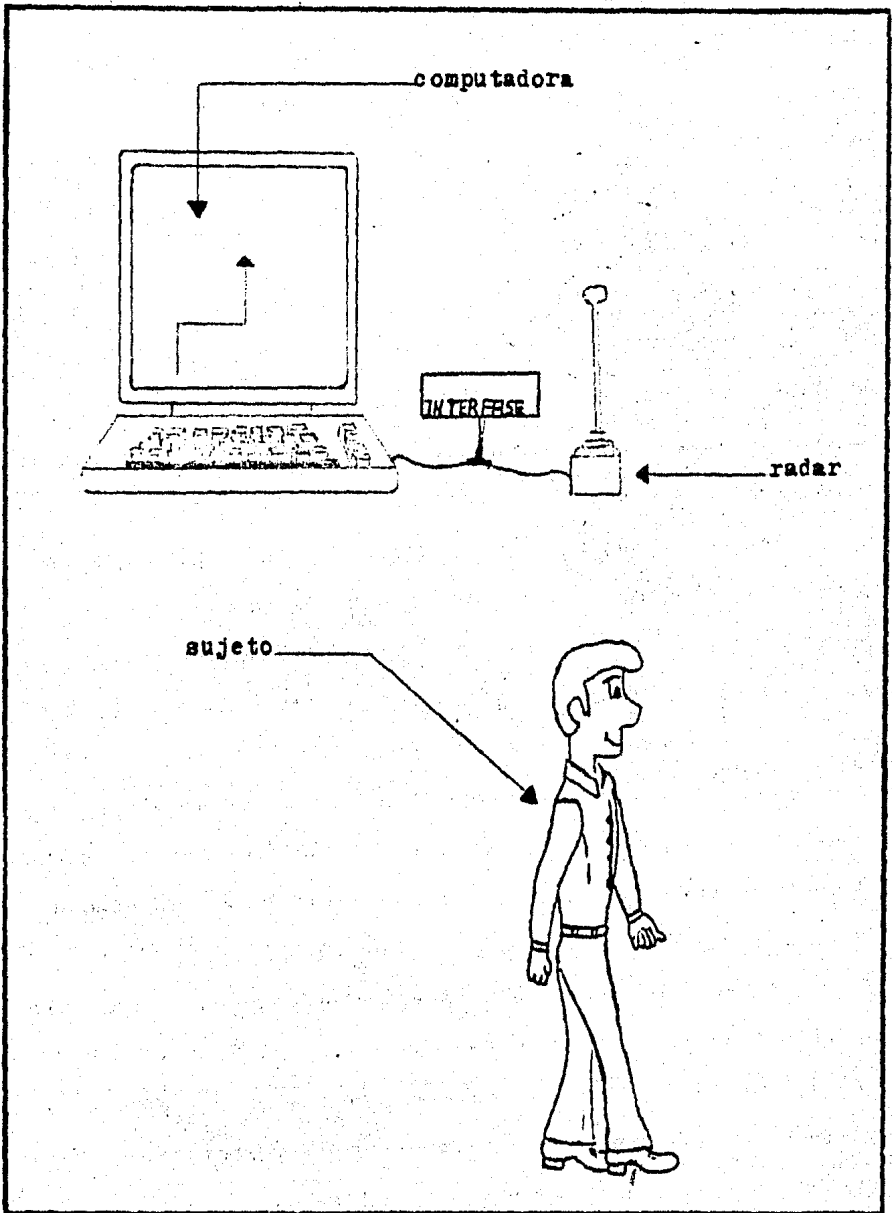


Fig. 5.6. Sistema de automatización de obtención de datos sobre desplazamiento.

la base de un sistema de aprendizaje. Sin embargo, se esta trabajando para lograr que esta base de datos pueda convertirse en un sistema capaz de aprender acerca de:

- a.) La información nueva obtenida a través del radar.
- b.) La información de variaciones experimentales ideadas por el investigador.

Dicho sistema usa como soporte teórico para su construcción, las teorías de redes de información postuladas en el PHI (Lachman, Lachman y Butterfield, 1979; Lindsay y Norman, 1977), en específico, la teoría de redes de conocimiento procedural postulada por Norman et al. (1975). A este respecto, existe lo que se denomina en computacion "técnicas de listados", las cuales permiten manejar la mayoría de los postulados de Norman et al (1975) en programas computacionales. Las técnicas computacionales para lograr dichos propósitos pueden ser estudiadas ampliamente en el trabajo de Bundy, Burstal, Wier y Young (1980).

En realidad, este sistema de aprendizaje no pretende ser un "experto" (sobre este tema, consultar a Gutiérrez, 1985) sobre desplazamiento, sino mas bien una base de datos que pueda estructurar conocimiento según la semántica del investigador, esto es, según los intereses del investigador o de la investigación.

C.) Procesador estadístico de datos. El objeto de este procesador estadístico es el convertir los datos crudos obtenidos del radar o del investigador, en funciones matemáticas descriptivas, que sean capaces de ser integradas al conocimiento procedural de MOVI.

Aunque son más los puntos planeados para MOVI, estos son los

tres principales en los que los autores de esta tesis están dedicando su esfuerzo. Tal vez un dato adicional es el hecho de que dicho sistema está planeado para construirse en SUPERFORTH 64, y no en BASIC como el programa de demostración, debido a que el SUPERFORTH permite el manejo de redes de información, con mucha mayor facilidad y poder que el BASIC, con el cual, de hecho, hay manejos de redes que resultan casi imposibles de realizar.

CAPITULO VI

IMPLICACIONES PRACTICAS DE LOS ESTUDIOS SOBRE REPRESENTACION DEL MOVIMIENTO EN PSICOLOGIA

A mis Pies sedientos de danza
lanzaste una mirada...
...Solamente dos veces agitaste tus crótalos
con tus manos ligeras
y ya mis Pies estaban ebrios de danza.
Se enPinaron mis talones,
los dedos de mis Pies escuchaban
Para comprenderte:
el que baila
¿no lleva sus oídos en los dedos de los Pies?

Friedrich Nietzsche
"Así hablo Zarathustra."

Marmolejo, López, Álvarez.

VI. IMPLICACIONES PRACTICAS DE LOS ESTUDIOS SOBRE REPRESENTACION MOTORA EN PSICOLOGIA

Además de la relevancia teórica implícita en los estudios sobre movimiento (y su manejo espacio-temporal subyacente) que hacen énfasis en los procesos de representación, existen consideraciones importantes respecto al impacto que estos pueden tener en ciertos campos en los que existe una preocupación por el mejoramiento de la actividad física motora, tales como el deporte, la danza, y el desplazamiento de los invidentes.

Aunque existe una idea general acerca de la división entre ciencia básica y ciencia aplicada, el surgimiento del concepto de representación ha permitido abrir un puente de comunicación entre los investigadores básicos interesados en la búsqueda de principios y relaciones entre variables, y entre los investigadores aplicados y aquellas personas dedicadas a la enseñanza y al entrenamiento motor. Como dijera Stelmach (1979), mientras que la teoría ha comenzado a proporcionar una estructura organizacional sólida sobre la cual basar estrategias, métodos instruccionales e interpretaciones, y un lenguaje con el cual discutir los problemas de las habilidades motoras, la investigación aplicada ha comenzado a aportar pautas acerca de las tareas motoras de interés que deberán estudiarse, y una retroalimentación a las teorías y modelos propuestos.

6.1. IMPLICACIONES EN LA DANZA Y EL DEPORTE

Dentro del campo del deporte y de la danza, es bien sabido que existen estudios y esfuerzos continuos por desarrollar las capacidades físicas de atletas y bailarines, prueba de lo cual son las majestuosas metas y avances alcanzados, pero estos generalmente se han quedado dentro de un nivel tradicional en el que se enfatizan aspectos anatómicos y si acaso, biomecánicos, configuracionales y de registro (e.g. Calvert, Chapman y Patla, 1982), pero se ha descuidado casi por completo el tomar en cuenta que, como ya se vio a lo largo del desarrollo de esta tesis, la representación juega un papel preponderante en la producción del movimiento.

Para nadie resulta extraño el hecho de que dos personas con una configuración anatómica apropiada y similar, y un tiempo de entrenamiento diario equivalente, pueden mostrar logros sustancialmente diferentes en el desempeño artístico o deportivo. El estudio de la organización de los patrones de movimiento que caracteriza a los individuos más hábiles, ágiles, rápidos y precisos, podrá ayudar por una parte, a descubrir el grado y la forma como influyen las representaciones en el movimiento, y por otra, a buscar el desarrollo y fortalecimiento de representaciones más integradas, sólidas y precisas, pero flexibles, adaptables y expresivas, típicas de atletas y bailarines consumados.

Por ejemplo, a partir de la teoría de Adams (1971), la representación de los movimientos puede ser acelerada en su desarrollo y fortalecida, haciendo constantes y precisas

evaluaciones verbales acerca de la ejecución del alumno (Stelmach, 1985), o dirigiendo la atención hacia las claves de retroalimentación pertinentes, especialmente las visuales (Stelmach y Kelso, 1975). Además, es posible valerse de la asociación de las secuencias de movimiento con pautas organizacionales significativas (Shea, 1977; Stelmach, 1984), o con nombres relacionados con el conocimiento almacenado en memoria (Ho y Shea, 1978); o bien, el utilizar la "práctica mental", en la que el alumno imagine los patrones de movimiento o algunos de sus aspectos (Posner, 1967), con el objeto de operar sobre sus representaciones cognoscitivas superiores y los procesos mnemónicos asociados con la habilidad (Kohl y Roenker, 1983; Mac Kay, 1981).

Un estudio más concreto en el campo de la danza bajo esta perspectiva es el de Lasher (1981), quien se ha abocado a la forma como las personas perciben y representan una secuencia de pasos de ballet clásico, lo cual de alguna manera, se ve reflejado en la forma como los aprenden y ejecutan. Lo que Lasher ha encontrado es que los S extraen una estructura esquemática de la secuencia de pasos, esto es, fraccionan el continuo de pasos en partes discretas formadas por un conjunto de pasos preparatorios relativamente estables, y un conjunto de pasos consumatorios inestables y más difíciles, en los que se involucra tanto desplazamiento como despegue simultáneo de una o ambas piernas con respecto al suelo (remitirse a la figura 6.1). En otras palabras, como toda secuencia debe comenzar y terminar con una posición estable con respecto a la gravedad, tal necesidad kinética tiene el efecto de hacer que estos momentos no se perciban como el clímax del movimiento, sino que se

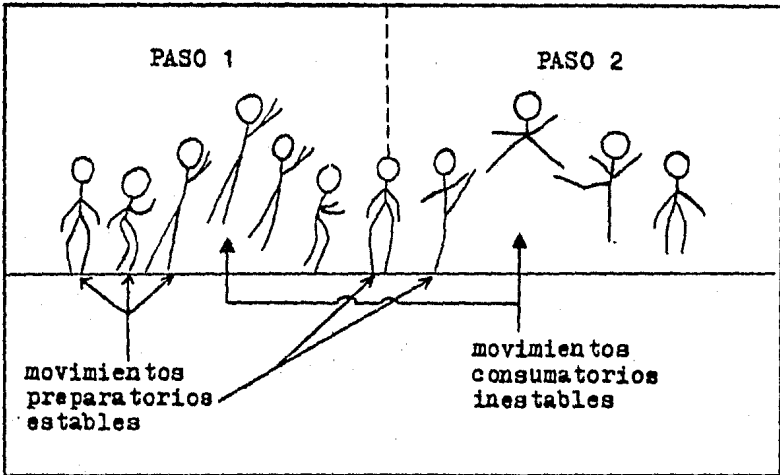


Fig. 6.1. Representación configuracional de pasos en ballet clásico. (Tomado de Lasher, 1981)

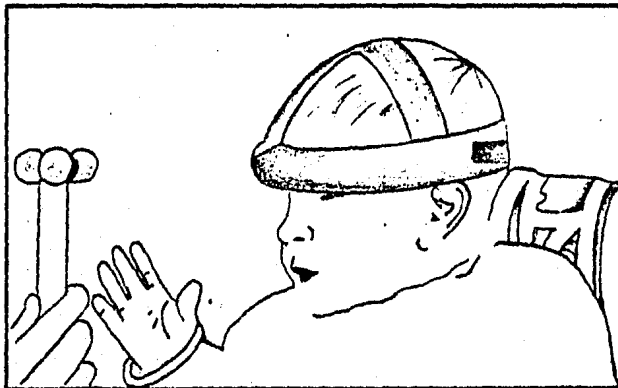


Fig. 6.2. Localización de objetos en el espacio por ondas ultrasónicas en niños invidentes. (Tomado de Bower, 1977)

espere algo más complejo como la parte principal, cuestión que debiera enfatizarse tanto en la observación, como en la reproducción y producción de los movimientos.

6.2. IMPLICACIONES EN EL DESPLAZAMIENTO DE LOS INVIDENTES

Las implicaciones de la línea de investigación que se propone en esta tesis, tienen sus alcances principales en la solución al problema de la invidencia.

La forma como se representan su espacio los invidentes, aunque resulta ser muy peculiar debido a su impedimento visual, no escapa a los principios básicos por los cuales se rige la representación del movimiento, y además, tal vez permita observar más claramente la participación de los parámetros de espacio y tiempo. La motricidad de los invidentes, además, constituye una de las vías más próximas que relacionan su mundo interno con el entorno, y de ahí que para dar auge a su intelecto, su sentir y su actuar, es importante favorecer un desplazamiento dirigido, seguro, preciso y con algún sentido.

Al respecto, cuatro han sido las formas más usuales que se han manejado para apoyar el desplazamiento de los invidentes: a.) los humanos como guía; b.) los perros lazarillos; c.) la utilización del bastón; y d.) el uso de artefactos electrónicos (Hallahan y Kauffman, 1978). Sin embargo, en el caso de las tres primeras, en primer lugar, carecen de una conexión o un soporte de investigación básica que los dirija, y se encuentran por ende, a expensas de un desarrollo por ensayo y error o por "experiencia"; en segundo

lugar, es evidente que aún cuando existan estudios al respecto, estos guardan una perspectiva muy conservadora que obstaculiza, de alguna manera, la visualización de otras opciones técnicas y científicas alternativas. Todo esto ha llevado a un avance sumamente lento, que dista mucho tanto de satisfacer los requerimientos de la población de los invidentes, como de seguir los pasos de los avances de la ciencia.

Respecto a la cuarta opción, la situación es sustancialmente diferente, debido a que existen estudios como el de Bach-y-Rita (1979), en los cuales se describen algunos de los instrumentos producto del avance tecnológico, desarrollados para que los invidentes puedan desplazarse por sí mismos y evitar obstáculos peligrosos, haciendo uso de información extraída a partir de sus otros sentidos. Así, está el sistema ultrasónico de Kay (1970), el cual montado en unos anteojos, registra la distancia a la que están situados los objetos, y proporciona cierta información sobre su textura, a través de sonidos. Otros artefactos han prometido mucho en cuanto a proporcionar información "visual" al ciego, utilizando a la piel como receptor de información, una matriz de fotorreceptores artificiales, un transductor, y la correspondiente matriz de estimuladores de la piel, tales como el dispositivo de lectura de Linvill-Bliss Optacon, de Linvill y Bliss (1966), y el sistema táctil para sustituir la visión (STSV) de Bach-y-Rita (1979), que a parte de ser liviano, portátil y económico, permite al invidente una mayor conciencia del mundo tridimensional en movimiento.

Sin embargo, a pesar del cúmulo de esfuerzos realizados y de los

logros específicos en esta área, aun no ha sido descubierta la clave del problema de la ubicación e identificación de los objetos en el espacio en el que se mueve la persona invidente (Bach-y-Rita, 1979).

Un ejemplo de esto es la investigación de Bower (1976), en la que a niños invidentes de nacimiento se les colocaba una especie de brazaletes sobre sus cabezas, los cuales generaban ondas ultrasónicas que permitían a los niños no sólo reconocer patrones del ambiente en el que estaban, sino desplazarse casi normalmente, sin chocar ni una sola vez (sin el uso del bastón, claro está). Además, podían reconocer figuras a larga distancia, como pelotas que se les lanzaran y jugar con ellas, y agarrar objetos de acuerdo a su forma y tamaño (como en la figura 6.2). Esto implicaba la posibilidad de la extracción y manejo de claves espaciales como la profundidad, la direccionalidad, etc., por medio de otros canales diferentes al visual, esto es, auditivamente. Sin embargo, cuando Bower intentó extrapolar esta técnica a personas adultas o aún adolescentes, no le funcionó. El por qué de esto es un problema de cómo evoluciona la representación espacial en los individuos y no tanto un problema de ingeniería, pero para desgracia de casi todas las instituciones de invidentes en el mundo, esta investigación no se prosiguió, debido a que el autor no tenía como propósito estudiar la invidencia, sino otros factores de la representación en los humanos. Por otra parte, el hecho de que ésta fuera una investigación básica y un tanto abstracta, hizo que se pasara por alto ese hallazgo de tan gran magnitud.

Esto habla de la necesidad de ahondar en el estudio del manejo

de los parámetros de espacio y tiempo en los invidentes, a través de un basamento de investigación cognoscitiva sólida que enfatice la participación de la representación de estos en el desplazamiento, la cual, a pesar de lo que podría pensarse, se extrae no solamente a partir de las imágenes visuales, sino de la participación de diferentes sistemas sensoriales y cognoscitivos.

Como ejemplos tenemos a Byrne y Salter (1983), quienes considerando que el conocimiento acerca de la localización espacial de puntos familiares, es normalmente derivado de una variedad de recursos como la exploración guiada visualmente, y el uso de "mapas impresos", se preguntaban si tales recursos son limitaciones para las personas invidentes, y cómo se da y organiza la información sobre localización en ellos. Lo que ellos encontraron fueron diferencias en la localización entre los videntes y los invidentes, y una similitud entre ellos al estimar la distancia. Este resultado se atribuyó al hecho de que la ceguera propicia dificultad en tareas que implican el manejo de la habilidad de orden, distorsión en la dirección, desorientación local (puntos situados respecto a su propio cuerpo), y por ende, tal impedimento determina un tipo específico de representación.

Por su parte, Landau, Spelke y Gleitman (1984) han hallado que aún las personas con ceguera congénita, manifiestan capacidades constituyentes de un sistema de conocimiento espacial, que incluye reglas geométricas (subyacentes a una representación geométrica) y el uso de inferencias para detectar pautas nuevas de información. De estos hallazgos, ellos desprenden varios puntos importantes respecto a la representación espacial:

A.) El conocimiento espacial es generativo, ya que el conocimiento del espacio es un atributo que forma parte de un sistema de conocimiento más general.

B.) El conocimiento espacial es abstracto y amodal, debido a que es capturado por representaciones que son independientes de la entrada de información y de la modalidad utilizada, y por tanto, no depende exclusivamente de la visión.

C.) El pensamiento tiene un matiz lógico, y por tanto, una vía posible para describir el conocimiento espacial, sería el plantear un sistema de reglas y principios geométricos y una inferencia lógica en la cual, las propiedades geométricas del sistema (premisas, axiomas y postulados) sirven como una premisa mayor; las propiedades espaciales de las pautas familiares sirven como la premisa menor; y la conclusión de estas premisas son las propiedades de la nueva pauta. Las reglas espaciales relevantes y las propiedades, están contenidas en la métrica geométrica euclidiana, las cuales pueden ser codificadas como líneas rectas de longitud particular, intersectando como puntos singulares y espacialmente relacionados con otros, por desviaciones angulares particulares, y posibilitando la deducción de pautas nuevas.

6.3. APORTACIONES PRACTICAS

DE ESTA LINEA DE INVESTIGACION EN PARTICULAR

Muy en especial, las consideraciones prácticas que un estudio como el presente puede tener, se ubican aún dentro del terreno del valor potencial, más que de una aplicación inmediata.

Sin embargo, en términos generales, existen varias contribuciones importantes de la línea de investigación propuesta, dentro de la danza, el deporte y los invidentes, y estas son:

A.) Proveer de una metodología en el estudio y manejo del movimiento en el espacio, en bailarines y deportistas, basada en la evidencia del manejo de representaciones espaciales y temporales como parte del conocimiento subyacente al desplazamiento de todo individuo.

B.) Proveer a los S de una cultura o conocimiento sobre los desplazamientos en ciertos contextos (e.g. una tendencia a sobrestimar las distancias en lugares largos), y bajo ciertos procesos cognitivos (e.g. subestimación de las distancias cortas de una serie y sobrestimación de las largas, en presencia de la visión).

C.) Proporcionar un modelo conceptual que tenga como una de sus consecuencias, un aparato físico electromagnético guiado por computadora, que aún cuando todavía está a nivel de proyecto (presentado por López, Marmolejo y Álvarez, 1985), pretende ayudar al desplazamiento de los invidentes por medio de un sonar, evitándoles así la dependencia de usar bastones, perros o personas como guías, y posibilitando en cambio un desarrollo de sus propias capacidades, tales como la de crear ilusiones del espacio (Frisby, 1979), a partir del sentido auditivo.

Cabe aclarar, por último, que a pesar de que estas consideraciones pueden tener alcances hasta áreas como la ergonomía y los factores humanos, el nivel de análisis que subyace a este trabajo se adecúa más directamente a los campos tratados.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES GENERALES

Ahora las Sirenas disponen de un arma
más mortífera que su canción: su silencio...
Es posible que alguien haya escapado a su canto,
pero a su silencio, nunca jamás.

Franz Kafka
"Parábolas"

VII. CONCLUSIONES

En base a la revisión de la literatura y a los estudios experimentales de esta tesis, se ha podido observar que aún un aspecto de los individuos largamente considerado como automático, como es el motor, está impregnado de procesos "inteligentes" o cognoscitivos, y que antes y durante la realización del desplazamiento en específico, se están llevando a cabo complejos manejos de formación y activación de representaciones ligadas a aspectos espaciales y temporales del mundo externo, aún cuando generalmente no sean fácilmente accesibles a un análisis introspectivo.

Es por esto, que si los estudios sobre representación pretenden dar cuenta de la forma como los humanos introyectan objetos, fenómenos y pautas de su entorno en forma de símbolos, será necesario que en lo sucesivo se dé un virage dentro de la concepción subyacente, en la que si bien no se dejen los aspectos lingüísticos, y perceptuales, sí comience a darse la importancia requerida a los procesos representacionales y de organización de información en la conducta motora.

En la presente tesis, los dos experimentos realizados, analizados en conjunto, muestran que el juicio de distancias durante el desplazamiento no sigue una función lineal exacta, ni la distancia subjetiva es idéntica a la distancia física del mundo externo, sino que se engloba más bien en una función de potencia, y

tiende a condensarse (ya que el exponente b es generalmente menor que uno). Todo esto sugiere, que en efecto, "lo que se representa no es exactamente igual a lo representado".

Al respecto, podría argumentarse que lo que sucede es que los individuos son poco capaces de manejar distancias, porque su precisión durante el desplazamiento, es cuestionable. Sin embargo, aunque este índice de precisión ha tendido a enfatizarse en algunos estudios sobre comportamiento motor, es probable que el sistema de representación humano, y en especial el motor, más que pretender un perfeccionismo, opte por el éxito en el desenvolvimiento dentro de su medio, en el cual un manejo aproximado de las distancias sea suficiente, para de esta forma, poder dar pie a una mayor adaptabilidad a situaciones cambiantes, a una flexibilidad y a una posibilidad de producir gran variedad de secuencias motoras, por medio de un manejo y una organización peculiar. Si esta hipótesis es correcta, entonces lo importante se convierte en buscar esta o estas formas adaptables y flexibles, cómo es que se organiza la información en memoria para lograrlo, qué elementos están presentes, cómo se relacionan, y en qué basan su eficiencia o cómo la logran.

Como primeras aproximaciones, se ha encontrado que en efecto, la organización de la información es importante, porque cuando se maneja explícitamente para estimar distancias, su manifestación es diferente, tendiente hacia una mayor sobrestimación. Dentro de esta información, uno de los recursos que ha probado jugar un papel relevante (aunque no único ni determinante) en la configuración de la representación de distancias, es la percepción visual presente

ya sea antes o durante el desplazamiento, con la cual, el efecto "end-anchoring" se hace manifiesto, es decir, las distancias medias de una serie tienden a presentar un mayor error que las distancias extremas (las más cortas y las más largas).

Pero tal vez, dos de los aspectos más relevantes aún sean la influencia del desplazamiento del cuerpo en la estimación de las distancias y de la programación: El puro juicio psicofísico de la distancia a través de la visión logra un mayor acercamiento a la distancia física, mientras que la estimación con locomoción implica la influencia de varios procesos más, a parte de la activación de representaciones generales acerca de la distancia, en medio de redes de información organizadas, tales como los programas motores con tendencia hacia una ligera sobrestimación, y los esquemas motores de nivel más bajo con sus respectivas desviaciones acumulativas. Aquí, la programación posibilita el automatizar una parte de la secuencia motora del caminar y por ende, el requerir de una mínima capacidad atenta para regularla.

Otros índices de referencia de los cuales se valen los S, son los referentes corporales, preponderantemente, los pasos y su equivalencia con una distancia física por un número de pasos dado, y la sensación kinestésica de lo que sienten haberse movido o el espacio que creen haber atravesado.

Lo que no queda muy claro es la influencia del parámetro temporal, ya que parece no involucrarse de manera cruda, sino bajo algún procesamiento o transformación previa, (ya que su manifestación siguió una función cuadrática, con poca relación conforme a la DS, de función de potencia), o aún estar sujeto a una

jerarquía dada por las características semánticas de la información de las personas. A manera de especulación, en el caso de las poblaciones estudiadas en esta tesis, parece ser que culturalmente, el tiempo no es tan determinante como en otros países, en los que la puntualidad, por ejemplo, es uno de los primeros principios y valores, y en los que el tiempo constituye la base para muchas actividades, y por tanto, aún al nivel de juicios de longitud, se vea la influencia de procesos centrales de información.

De esta forma, tal vez convendría hablar de una especie de "jerarquía en la organización de la información del desplazamiento", en la que se busquen los elementos y los pesos de estos elementos al conformar las redes de información.

Esta es la dirección que se sugiere seguir a partir del presente trabajo, en la que un primer paso podría darlo la utilización de estos mismos datos experimentales, sólo que ahora procesados con la ayuda de alguna prueba estadística multivariada (como el AVAR. multivariado, o aún el análisis de factores), que proporcione el peso o importancia relativa de cada variable participante de interés, en la estimación de las distancias.

Como sugerencias, cabría mencionar, en primer lugar, el tratar de evitar un posible error metodológico cometido en este estudio, consistente en haber inducido a estimar las distancias sólo en números enteros cerrados, expresados en metros, y a no considerar números fraccionarios, punto que aún cuando pueda parecer simple (ya que el desplazamiento es más una tarea motora gruesa, que fina), puede arrojar diferencias en la precisión, sobre todo, en el juicio de los desplazamientos sin programación. Otra de ellas,

sería el indagar y manipular claves más significativas, y observar sus efectos, ya sea a través de situaciones experimentales o bien, heurísticamente, por medio de experimentos formales a través de sistemas computacionales híbridos como el de MOVI. Y por último, recurrir a ciertas comparaciones entre la precisión y la organización de la información sobre distancias en personas tanto entrenadas (deportistas, bailarines), como no entrenadas, así como en aquellas que se valen de otros medios perceptuales para estimarlas (invidentes).

Como podrá verse, en fin, las posibilidades son múltiples, cada una de ellas, en potencia, como una puerta hacia la aportación de conocimiento fructífero en un campo todavía muy virgen, y como indicios de la potencialidad que posee la visión integrativa en la que se reconozca la presencia de los procesos cognoscitivos, que hacen de la actividad motora, una de las manifestaciones inteligentes del ser humano.

APPENDICES

Apéndice A
Descripción del EC, el EA y el EV

El error constante (EC), el error absoluto (EA) y el error variable (EV) son tres medidas para cuantificar la precisión de los movimientos.

Aunque preponderantemente han sido manejadas en estudios sobre memoria motora a corto plazo (MMCP), relacionando la distancia recorrida durante un movimiento inicial, y la distancia recordada de la fase de reproducción (e.g. Ashby, Shea y Howard, 1980; Book y Garling, 1981a; Wilberg y Girouard, 1976), su uso se extiende al estudio de la codificación y el reconocimiento de información sobre distancias (e.g. Book y Garling, 1980a; Toole y Lucariello, 1984), donde se definen como sigue:

El EC es la diferencia algebraica entre el valor estimado de la distancia recorrida y la distancia física correcta. Su signo indica la dirección hacia la cual se desvió el juicio: si es negativo, esto quiere decir que la estimación fue menor que la distancia física real (subestimación); y si es positivo, indica que la estimación fue mayor (sobrestimación).

El EA es la diferencia absoluta entre esas dos mismas distancias, y proporciona un índice total de la cantidad de desviación en el juicio, sin importar su dirección, donde un $EA=0$ equivale a que $DS=DR$.

El EV es la desviación standard de la media del error algebraico, y proporciona la cantidad de variabilidad del EC.

En la presente tesis, estos conceptos se han extendido para abarcar también al parámetro temporal, de aquí que se hace una distinción entre el EC y el EA de distancia (ECD y EAD), y el EC y el EA de tiempo (ECT y EAT); además, se hace énfasis en su conceptualización como índices que aportan datos acerca de una forma como se manifiestan las representaciones espacio-temporales, más que como errores o equivocaciones en la ejecución.

Apéndice B

Tabla de los análisis de varianza del Exp. 1, fases 1 y 2

FUENTES DE VARIANZA	S.C.	G.L.	M.C.	F	p(F)
DS					
Bloques (Sujetos)	2612990.0	9	290332.0	4.68	0.001
	2839100.0	9	315456.0	4.35	0.001
Tratamientos	16370400.0	11			
	13085100.0	8			
Distancias (A)	15790200.0	3	5263410.0	84.87	0.001
	12523700.0	2	6261860.0	86.30	0.001
Condiciones (B)	226928.0	2	113464.0	1.83	=0.164
	403744.0	2	201872.0	2.78	=0.067
Interacción AxB	353304.0	6	58884.0	0.95	=0.535
	157664.0	4	39416.0	0.54	=0.708
Varianza residual	6139530.0	99	62015.4		
	5224370.0	72	72560.7		
ECD					
Bloques (Sujetos)	2808560.0	9	312063.0	5.95	0.001
	1815550.0	9	201728.0	2.30	=0.024
Tratamientos	1488790.0	11			
	4776320.0	8			
Distancias (A)	1053270.0	3	351089.0	6.69	0.001
	2601880.0	2	1300940.0	14.85	0.001
Condiciones (B)	76509.5	2	38254.8	0.73	=0.511
	1573330.0	2	786667.0	8.98	0.001
Interacción AxB	359017.0	6	59836.1	1.14	=0.344
	601109.0	4	150277.0	1.72	=0.155
Varianza residual	5194200.0	99	52466.7		
	6306660.0	72	87592.5		
TR					
Bloques (Sujetos)	2843.8	9	316.0	13.28	0.001
	1538.7	9	171.1	3.63	=0.001
Tratamientos	3743.7	11			
	4239.6	8			
Distancias (A)	3436.5	3	1145.5	48.15	0.001
	2793.1	2	1396.5	29.62	0.001
Condiciones (B)	92.9	2	46.5	1.95	=0.145
	1051.6	2	525.8	11.15	0.001
Interacción AxB	214.3	6	35.7	1.50	0.185
	394.8	4	98.7	2.09	=0.089
Varianza residual	2355.2	99	23.8		
	3394.2	72	47.1		
TS					
Bloques (Sujetos)	22183.6	9	2464.9	3.85	0.001
	80622.5	9	8958.1	8.69	0.001
Distancias (A)	13491.8	3	4497.3	7.03	0.001
	7536.4	2	3768.2	3.65	0.030
Condiciones (B)	2096.1	2	1048.7	1.64	0.198
	17727.5	2	8863.7	8.60	0.001
Interacción AxB	12868.6	6	2144.8	3.35	0.005
	2716.9	4	679.2	0.66	0.626

Varianza residual	63316.9	99	639.6		
ECT	74241.1	72	1031.1		
Bloques (Sujetos)	20746.6	9	2305.2	3.54	=0.001
	51901.6	9	5766.8	6.38	0.001
Tratamientos	16242.6	11			
	16553.4	8			
Distancias (A)	3294.9	3	1098.3	1.69	=0.173
	1377.1	2	688.5	0.76	=0.525
Condiciones (B)	1384.5	2	692.2	1.06	=0.350
	13770.4	2	6885.2	7.62	=0.001
Interacción AxB	11563.3	6	1927.2	2.96	=0.011
	1406.0	4	351.5	0.39	=0.817
Varianza residual	64426.5	99	650.8		
	65075.7	72			

Nota: Los valores superiores de cada renglón corresponden a la fase 1, y los inferiores a la fase 2, en cinco de las variables de pendientes: DS, ECD, TR, TS y ECT.

Apéndice C

Valores del ajuste a la función de potencia o a la mejor función
Exp. 1, fases 1 y 2

CONDICIONES	DS	ECD	TR	TS	ECT
C1 función	potencia	cuadrática	potencia	cuadrática	cuadrática
a	2.94	81.56	3.56	31.09	25.11
b	0.90	- 0.07	0.64	- 9.24	9.18
rsq	0.99	0.98	0.92	0.98	0.97
F	453.63	28.76	21.66	21.36	13.85
C2 función	potencia	cuadrática	potencia	cuadrática	cuadrática
a	1.36	27.99	2.86	- 11.75	12.41
b	0.97	0.11	0.72	9.53	- 8.01
rsq	1.00	0.98	0.99	0.98	0.93
F	1814.42	24.85	138.39	19.57	6.93
C3 función	potencia	cuadrática	potencia	cuadrática	cuadrática
a	0.73	- 264.69	2.92	7.63	- 6.44
b	1.01	1.10	0.66	- 0.55	2.20
rsq	0.99	0.97	0.97	0.99	1.00
F	359.06	11.15	67.07	69.85	1235.65
C4 función	potencia	potencia	potencia	potencia	potencia
a	3.54	6.39	2.14	3.37	1.34
b	0.86	0.60	1.02	1.12	1.21
rsq	1.00	0.65	1.00	1.00	0.99
F	52600.43	1.86	326.12	25636.81	160.38
C5 función	potencia	potencia	potencia	potencia	—
a	1.37	0.36	2.57	19.45	
b	0.98	0.90	0.93	0.45	
rsq	1.00	0.91	0.96	0.96	
F	506.37	10.76	24.47	21.62	
C6 función	potencia	—	potencia	potencia	—
a	2.81		3.56	1.85	
b	0.88		0.61	- 0.81	
rsq	0.97		1.00	0.59	
F	35.60		433.32	2.92	

Nota: El criterio para incluir los valores de la función de potencia fue que $rsq > 0.80$ y $F > 5$; de lo contrario, se incluyó el ajuste a la mejor función entre la cuadrática y la lineal, siempre que $rsq > 0.80$ y $F > 5$.

Apéndice D

Tablas de los análisis de varianza del experimento 2

FUENTES DE VARIANZA	S.C.	G.L.	M.C.	F	p(F)
DS					
Bloques (Sujetos)	30342000.0	9	3371330.0	14.62	0.001
Tratamientos	216235000.0	41			
Distancias (A)	182801000.0	6	30466900.0	132.10	0.001
Condiciones (B)	24793500.0	5	4958690.0	21.50	0.001
Interacción AxB	8640320.0	30	288011.0	1.25	=0.177
Varianza residual	85101200.0	369	230627.0		
ECD					
Bloques (Sujetos)	29868200.0	9	3318690.0	14.62	0.001
Tratamientos	40605700.0	41			
Distancias (A)	7209530.0	6	1201590.0	5.29	0.001
Condiciones (B)	24759500.0	5	4951890.0	21.82	0.001
Interacción AxB	8636690.0	30	287890.0	1.27	=0.161
Varianza residual	83740600.0	369	226939.0		
TR					
Bloques (Sujetos)	7414.2	9	823.8	25.04	0.001
Tratamientos	22472.3	41			
Distancias (A)	17031.3	6	2838.6	86.28	0.001
Condiciones (B)	3844.0	5	768.8	23.37	0.001
Interacción AxB	1597.1	30	53.2	1.62	0.023
Varianza residual	12140.2	369	32.9		

Apéndice E

Valores del ajuste a la función de potencia, experimento 2

CONDICIONES	DS	TR
1 a	2.94	2.23
b	0.90	0.86
rsq	0.99	0.97
F	453.63	186.51
2 a	1.36	1.56
b	0.97	0.80
rsq	1.00	1.00
F	1814.42	2731.41
3 a	0.73	1.56
b	1.01	0.84
rsq	0.99	0.99
F	359.06	375.27
4 a	1.79	2.87
b	0.95	0.80
rsq	0.99	0.98
F	354.35	328.24
5 a	1.72	3.26
b	0.98	0.70
rsq	0.99	0.92
F	578.93	56.41
6 a	2.69	3.61
b	0.92	0.66
rsq	0.99	0.95
F	934.45	89.18

Apéndice F
Listado del programa computacional de ilustración de MOVI

El programa computacional que a continuación se muestra, es una parte de un programa mayor, y más elaborado. Esta es la razón por la cual pudiera parecer más complejo de lo que en realidad se necesita para ilustrar una parte de esta tesis. De hecho, alguien que sepa programación, encontrará subrutinas que no son usadas a su máximo, y esto se debe a que en realidad, eran usadas por un programa central. De esta forma, el programa deberá correrse sólo con fines ilustrativos, y no de manejo de variaciones experimentales, aún y cuando esto parezca posible. (Para mayor información, consultar a los autores de esta tesis).

Los pasos de operación para observar el proceso de orientación mencionado en el capítulo 5 apartado 6, son los siguientes:

A.) Cuando la computadora pregunte la fecha, se podrán meter datos como el siguiente: 01-29-85, en donde el primer dato corresponde al mes, el segundo al día, y el tercero al año; y cuando pregunte la hora, se podrá meter en horas, minutos y segundos (por ejemplo, 021256), después después de lo cual mostrará cómo fue inicializado el tiempo, el cual es usado en el programa principal para otros propósitos.

B.) Después de la presentación de los autores, procederá a preguntar el tipo de territorio a recorrer, a lo cual se deberá responder (obligatoriamente) con el número 2.

C.) A continuación, vendrán una serie de preguntas acerca de las distancias, las condiciones y el número de DESPIS que se quieran, ante las cuales se podrán responder los siguientes números:
 cuántas distancias? 3
 cuántas condiciones? 1
 No. de DESPIS? 1

D.) Después de esto, el programa pedirá los datos, en el siguiente orden y formato:

ESTIMACION?
 CONDICION?
 DIRECCION?
 DISTANCIA?

en donde estimación se refiere al tipo de cálculo que realizaron los sujetos (comportamiento general=GEN; sobrestimación= SOB; subestimación= SUB); condición se refiere a cualquiera de las 6 condiciones experimentales manejadas en el Experimento 1; dirección alude a la orientación que debe tomar DESPI en sus desplazamientos (adelante= AD; derecha= D; izquierda= I; y atrás= AT); y distancia, a los metros por recorrer (DR). Para reproducir el ejemplo de simulación del apartado 5.6, se deberá responder GEN, 1, AD, 4 (al primer cuadro de preguntas); GEN, 1, D, 4 (al segundo cuadro de preguntas); y GEN, 1, I, 4 (al tercero).

D.) Por último, ante la pregunta de si se usará o no la impresora, deberá responderse con una N y apretar la barra de

espaciado.

Después de esto, el usuario podrá ver la simulación mencionada, a cuyo término, bastará con sólo apretar la barra de espaciado para poder volver a empezar.

```

10 REM EJECUTIVO
12 PRINT"(SC)"
15 GOSUB2086:REM INICIALIZACION
20 GOSUB2000:REM PRESENTACION
25 GOSUB2036:REM INTERROGATORIO
30 GOSUB2440:GOSUB2210:GOSUB2328
40 IFK=((TC*TB)-1)THEN
1000 PRINT"(SC)":STOP
1900 REM USO DE LA BARRA
1905 GETX#:IFX#=""THEN1905
1910 RETURN
1920 FORZ=1TO1400:NEXT
1925 RETURN
2000 REM PRESENTACION
2005 PRINT"(SC)"
2010 CH=0:Y=0:M=102:P=1:C=0:D=39:O=129:A=50:B=40:J=0:GOSUB2200:Y=24
2011 P=1:GOSUB2200
2012 D=24:X=0:P=1:GOSUB2205:X=39:P=1:GOSUB2205
2015 PRINT"(CD)(CD)":PRINTTAB(3);"LA SIMULACION EN EL DESPLAZAMIENTO"
2020 PRINTTAB(19);"EN":PRINTTAB(8);"EL ESPACIO Y EL TIEMPO."
2022 GOSUB2300:GOSUB1920
2025 PRINT"(CD)(CD)":PRINTTAB(8);"PROGRAMA ELABORADO POR:":GOSUB2300:GOSUB1920
2026 PRINT"(CD)"
2027 PRINTTAB(5);"LOPEZ RAMIREZ ERNESTO OCTAVIO.":GOSUB2300:GOSUB1920:PRINT
2028 PRINTTAB(5);"MARMOLEJO ESTRADA GLORIA.":GOSUB2300:GOSUB1920:PRINT
2029 PRINTTAB(5);"ALVAREZ TORRES MIGUEL ANGEL.":GOSUB2300:GOSUB1920:PRINT"(CD)"
2030 PRINTTAB(13);"ABRIL DE 1985.":GOSUB2300:CH=4:A=7:B=12:GOSUB2300:CH=0:A=50
2031 B=60:GOSUB1920:GOSUB1920:GOSUB1920:PRINT"(SC)"
2032 RETURN
2036 REM INTERROGATORIO
2037 PRINT"QUE TIPO DE RUTINA VAS A SEGUIR?":GOSUB2300
2038 INPUT"PASILLO=1,DOS DIMENSIONES=2:":TA:GOSUB2300
2040 INPUT"CUANTAS DISTANCIAS POR CONDICION SON?":TC:GOSUB2300:IFTA=1THEN2055
2041 INPUT"CUANTAS CONDICIONES VAS A PEDIR?":TB:GOSUB2300
2043 INPUT"CUANTOS MOVIS SIMULTANEOS?":MU
2045 GOSUB2300:PRINT"(SC)":IF(TC*TB)>11THEN2054
2046 PRINT"ESCRIBE TUS VALORES EN SU CORRESPONDIENTE CASILLA.":PRINT:GOSUB1920
2047 FORK=0TO((TC*TB)-1):L#="ESTIMACION:":FORJ=0TO3
2048 PRINT"(RV)":L#;:PRINT"(RO)":INPUTZ#(K,J)
2049 ONJ+1GOTO2050,2051,2052,2052
2050 L#="CONDICION:":NEXTJ
2051 L#="DIRECCION:":NEXTJ
2052 L#="DISTANCIA:":NEXTJ:PRINT:GOSUB2300:NEXTK:PRINT"(RO)"
2053 PRINT"(SC)":GOTO2064
2054 DIMZ#((TC*TB),4):GOTO2046
2055 PRINT"(SC)(CD)":INPUT"CUANTAS DISTANCIAS QUIERES PEDIR":TB:GOSUB2300
2056 PRINT"(SC)(CD)ESCRIBE TUS VALORES EN SU CORRESPONDIENTE COLUMNA":PRINT:GOSUB
B2300

```



```

2058 FORE=1TOTC:INPUT"DISTANCIA";G:GOSUB2300:Y$(E)=G:NEXT:FRINT"(EC)"
2060 FORK=1TOTC:INPUTEXP,CN$,F:R=0:Z$(K,R)=EXP:R=1:Z$(K,R)=CN$:P=2:Z$(K,R)=F
2064 PRINT"(CD)":GOSUB2300:INPUT"VAS A USAR LA IMPRESORA?(S/N)";H$:GOSUB2300
2067 RETURN
2068 PR=0:RETURN
2086 REM INICIALIZACION
2090 CLR:POKE52,128:POKE56,128:CLR:POKE648,132
2091 POKE56576,(PEEK(56576)AND252)OR1
2092 FORI=32832TO32894:READPI:POKEI,PI:NEXT:FORI=32895TO32957:READPI:POKEI,PI
2093 NEXT
2094 Y=0:M=102:P=1:C=0:D=39:CH=0:O=129:A=50:B=60:J=0:CN=24:G=0:QI=0:K=0
2096 DIM DA(24),DB(24),DC(24),DD(24),DE(24),DF(24),GA(24),GB(24),GC(24),GD(24)
2097 DIMGE(24),GF(24),RP(8,4)
2098 FORV=1TOCN:READPI:DA(V)=PI:NEXT:FORV=1TOCN:READPI:DB(V)=PI:NEXT
2099 FORV=1TOCN:READPI:DC(V)=PI:NEXT
2100 FORV=1TOCN:READPI:DD(V)=PI:NEXT:FORV=1TOCN:READPI:DE(V)=PI:NEXT
2101 FORV=1TOCN:READPI:DF(V)=PI:NEXT
2102 FOR V=0TO7:READPI:YA(V)=PI:NEXT
2106 DATA 255,255,255,128,0,1,191,255,253,160,0,5,163,24,197,163,24,197
2108 DATA 163,24,197,163,24,197,163,24,197,163,24,197,163,153,197,163,255,197
2109 DATA 161,231,133
2110 DATA 160,255,5,160,24,5,160,24,5,160,24,5,160,0,5,191,255,253,128,0,1,255
2112 DATA 255,255,0,255,0,0,205,0,16,207,128,40,255,0,4,60,0,2,60,0,3,255,0,2
2114 DATA 181,0,2,181,0,2,181,0,2,253,0,2,49,0,3,183,0,3,255,0,0,124,0,0,124
2115 DATA 0,15,255
2116 DATA 192,8,0,64,11,207,64,10,121,64,3,207,0
2118 DATA 1.52,2.95,4.97,5.40,6.07,8.37,8.42,10.14,3.04,5.96,7.61,10.19,11.14
2120 DATA 12.56,16.70,18.96,2.59,5.04,6.03,8.28,8.10,9.62,12.55,12.78,1.73
2122 DATA 2.85,4.61,5.30,6.23,6.92,9.60,9.20,2.57,5.75,7.92,11.03,11.64,15.02
2123 DATA 15.48,19.57,2.48,5.17,5.93,9.32,7.31,10.21,10.78,11.24,0,3.69,4.94
2124 DATA 5.73,5.86,8.88,9.16,11.25,3.21,5.16,7.89,8.59,10.58,12.74,16.65,19.57
2125 DATA 3.22,4.75,7.01,7.45,9.16,11.19,14.38,12.08,1.97,3.09,0,5.14,6.12,9.60
2126 DATA 10.01,0,3.41,5.29,8.75,9.75,11.01,14.62,15.79,18.20,3.26,3.97,8.75
2127 DATA 7.44,8.57,14.11,12.32,18.21,0,3.32,5.13,6.39,5.70,8.82,6.71,13.01,0
2129 DATA 7.18,8.04,10.72,10.70,10.18,14.23,17.65,0,5.63,7.16,8.98,7.70,9.64
2130 DATA 11.22,16.72,0,3.49,4.18,5.96,7.30,8.07,10.21,11.08,3.27,5.44,8.75
2131 DATA 9.17,10.81,16,16,17.66,3.27,4.66,7.84,8.53,9.06,13.63,13.78,16.34
2132 DATA 31,31,24,255,255,24,31,31
2170 PRINT"(SC){CD}ESCRIBE LA FECHA POR FAVOR:":PRINT"(CD)MM-DD-AA"
2172 PRINT"(RV){RO}/(RV){RO}/(RV){RO}";CHR$(13);"(CU)";:CH=5:A=5:B=71:GOSU
B2300:CH=0
2173 A=50:B=60
2174 GOSUB2188:IFC%=CHR$(13)ORCC%=CHR$(13)THEN2172
2177 DT%=DT%+" "+TC%:MM%=TC%:PRINTTAB(3)
2178 M%=VAL(TC%):IFM%<10RM%>12THEN2172
2180 D%=31:IFM%=2THEND%=28:IFM%=4ORM%=6ORM%=9ORM%=11THEND%=30
2182 GOSUB2188:IFC%=CHR$(13)ORCC%=CHR$(13)THEN2172
2183 DT%=DT%+" "+TC%:DY%=TC%:PRINTTAB(6)
2184 IFVAL(TC%)<10RVAL(TC%)>D%THEN2172
2185 GOSUB2188:DT%=DT%+" "+TC%:YY%=TC%
2186 IFC%=CHR$(13)ORCC%=CHR$(13)THEN2172
2187 GOTO2197
2188 REM SUBROUTINA DE INPUT DE DOS CARACTERES
2190 GETC%:IFC%=""THEN2190
2192 IFVAL(B%)>100THENPRINT"T":IFC%=CHR$(13)THEN2196:IFC%<"0"ORCC%>"9"THEN2190
2193 PRINTC%:
2194 GETCC%:IFCC%=""THEN2194:IFCC%<"0"ORCC%>"9"THEN2194
2195 PRINTCC%:
2196 TC%=C%+CC%:GOSUB2300:RETURN
2197 PRINTCHR$(13):PRINT"(CD)DAME TU HORA POR FAVOR:":GOSUB2300
2198 INPUTTIME%:GOSUB2300:PRINT"(CD)(CD)ES ESTA TU HORA?:":PRINT"(CD)TIEMPO REAL
:
2199 FORI=1TO200:PRINT"(CU)";TAB(13);TIME%:FORJ=1TO60STEP2:NEXT:NEXT:GOTO20

```

```

2200 REM SUBROUTINA DE DIBUJO
2202 FORX=CTOD:POKE33792+X+40*Y,M:POKE55296+X+40*Y,P:NEXTX:GOSUB2300:RETURN
2205 FORY=CTOD:POKE33792+X+40*Y,M:POKE55296+X+40*Y,P:NEXTY:GOSUB2300:RETURN
2210 REM SUBROUTINA DE DIBUJO DE SPRITES
2212 PRINT*(SC)*:D=39:Y=0:GOSUB2200:Y=24:GOSUB2200
2213 D=24:X=0:GOSUB2205:X=39:GOSUB2205:R=1
2214 FORU=CTO(MU-1)
2218 ONU+1GOTO2226,2228,2230
2220 NEXT
2221 POKE53269,PEEK(53269)OR7
2222 RETURN
2226 POKE34808,1:GOTO2220
2228 POKE34808,1:GOTO2220
2230 POKE34803,1:GOTO2220
2234 REM APAGADO DE SPRITES
2236 FORU=OTCO
2239 BU=34808+U:POKEBU,1
2240 ONU+1GOTO2246,2248,2250
2242 NEXT
2244 RETURN
2246 POKE53269,PEEK(53269)AND254:GOTO2242
2248 POKE53269,PEEK(53269)AND253:GOTO2242
2250 POKE53269,PEEK(53269)AND251:GOTO2242
2300 REM SONIDO
2302 FORI=OTOCH:FORL=54272TO54296:POKEL,0:NEXTL
2305 POKE54296,15:POKE54277,9:POKE54276,0:FORY=OTO3:NEXT
2310 POKE54273,A:POKE54272,B
2315 POKE54276,33:FORT=1TOJ:NEXT:POKE54276,32:FORP=1TO50:NEXTP
2320 NEXTI
2322 RETURN
2328 REM UNIDAD DE REALIZACION
2329 DIMP*(MU):A=34:B=175:O=17:CH=0:XA=30:FORV=OTO(MU-1):P*(V)="AD":NEXT
2330 FORV=OTO(MU-1):XA(V)=60:YP(V)=220:ZI(V)=220:ZJ(V)=60:NEXT:ZI=180:ZJ=40
2331 FORK=OTO(TC-1):WA=0:WB=0:WC=0
2332 FORQ=OTO(MU-1)
2334 SN=0:XD=INT(OP(K,Q)*13):DIS=OK*(K,Q):GOTO2346
2338 IFOP(K,Q)=OANDOP(K,1)=OANDOP(K,2)=OTHEN2342
2340 NEXTQ
2341 GOTO2332
2342 FORV=OTO(MU-1):ZI(V)=YP(V):ZJ(V)=XA(V):NEXTV:NEXTK
2343 A=17:B=37:CH=10:GOSUB2300:A=34:B=175:O=17:CH=0
2344 GOSUB1900:GOSUB2234:RETURN
2346 XL=53248+2*SN:YL=XL+1
2348 WA=WA+1:IFWA/13=INT(WA/13)THENGOSUB2300
2350 IF(XA(Q)+1)>255THEN2356
2352 B9=PEEK(53264)ANDNOT(2^SN)
2354 GOTO2336
2356 B9=PEEK(53264)OR(2^SN)
2358 GOTO2336
2360 IFXD=OTHEN2338
2361 XA(Q)=(XA(Q)+1)AND255:POKEXL,(XA(Q)+(30*SN)):POKEYL,YP(Q):POKE53264,B9
2362 IFXA(Q)=(ZJ+XD)THENOP(K,Q)=0:IFOP(K,Q)=OTHEN2402
2363 GOTO2338
2364 IFXD=OTHEN2338
2365 XA(Q)=(XA(Q)-1)AND255:POKEXL,(XA(Q)+(30*SN)):POKEYL,YP(Q)
2366 POKE53264,B9:IFXA(Q)=(ZJ(Q)-XD)THENOP(K,Q)=0:IFOP(K,Q)=OTHEN2404
2367 GOTO2338
2368 IFXD=OTHEN2338
2369 YP(Q)=YP(Q)+1:POKEXL,(XA(Q)+(30*SN)):POKEYL,YP(Q)
2370 POKE53264,B9:IFYP(Q)=(ZI(Q)+XD)THENOP(K,Q)=0:IFOP(K,Q)=OTHEN2406
2371 GOTO2338

```

```

2380 IFXD=0THEN2338
2381 YP(Q)=(YP(Q)-1):POKEXL,(XA(Q)+(30*SN)):POKEYL,YP(Q)
2382 POKE53264,B9:IFYP(Q)=(ZI(Q)-XD)THENOP(K,Q)=0:IFOP(K,Q)=0THEN2408
2384 GOTO2338
2386 IFDI#="AD"ANDP#(Q)="AD"THEN2380
2387 IFDI#="D"ANDP#(Q)="AD"THEN2360
2388 IFDI#="AD"ANDP#(Q)="AT"THEN2368
2389 IFDI#="D"ANDP#(Q)="AT"THEN2364
2390 IFDI#="AD"ANDP#(Q)="D"THEN2360
2391 IFDI#="D"ANDP#(Q)="D"THEN2368
2392 IFDI#="AD"ANDP#(Q)="I"THEN2364
2393 IFDI#="D"ANDP#(Q)="I"THEN2380
2394 IFDI#="AT"ANDP#(Q)="AD"THEN2368
2395 IFDI#="I"ANDP#(Q)="AD"THEN2364
2396 IFDI#="AT"ANDP#(Q)="AT"THEN2380
2397 IFDI#="I"ANDP#(Q)="AT"THEN2360
2398 IFDI#="AT"ANDP#(Q)="D"THEN2364
2399 IFDI#="I"ANDP#(Q)="D"THEN2380
2400 IFDI#="AT"ANDP#(Q)="I"THEN2360
2401 IFDI#="I"ANDP#(Q)="I"THEN2368
2402 P#(Q)="D":GOTO2338
2404 P#(Q)="I":GOTO2338
2406 P#(Q)="AT":GOTO2338
2408 P#(Q)="AD":GOTO2338
2410 REM CHEGUEO DE CONTACTO
2412 IFPEEK(53278)AND6=6THEN2418:IFPEEK(53278)AND5=5THEN2420
2413 IFPEEK(53278)AND3=3THEN2422
2414 IF(PEEK(54279)AND2^SN)<>0THEN2424
2416 GOTO2336
2418 DU=53278:OP(K,1)=0:OP(K,2)=0:GOSUB2426:GOTO2336
2420 DU=53278:OP(K,0)=0:OP(K,2)=0:GOSUB2426:GOTO2336
2422 DU=53274:OP(K,Q)=0:GOSUB2426:GOTO2336
2426 A=7:B=12:C=129
2427 FORI=1TO5
2428 POKE53284,14:GOSUB2300:FORFI=1TO500:NEXT
2430 POKE53284,7:FORFI=1TO500:NEXT
2432 NEXT
2434 A=34:B=175:CH=0
2436 RETURN
2440 REM SUBSTITUCION
2445 K=0:G=0
2446 FORS=0TO(MU-1)
2447 BW#Z#(K,0)
2450 IFBW#="SUB"THENBE=1:IFBW#="SOB"THENBE=9
2452 IFBW#="GEN"THENBE=17
2455 GOTO2490
2460 K=K+TC
2480 OZ=0:NEXT
2483 GOSUB1900
2485 RETURN
2490 OZ=0:TU=K
2495 FORXE=TUTO(TU+(TC-1))
2498 BR#Z#(XE,3):BR=VAL(BR#)
2500 IFBR=2THENBI=0:IFBR=4THENBI=1
2501 IFBR=4THENBI=1
2502 IFBR=6THENBI=2:IFBR=7THENBI=3
2504 IFBR=8THENBI=4:IFBR=10THENBI=5
2505 IFBR=7THENBI=3:IFBR=8THENBI=4:IFBR=10THENBI=5
2510 IFBR=12THENBI=6:IFBR=14THENBI=7
2515 V=BE+BI:BP#Z#(K,1):BP=VAL(BP#)
2520 ONBPGOTO2525,2530,2535,2540,2545,2550
2525 OP(OZ,Q)=DA(V):RP(OZ,Q)=DA(V):GOTO2575
2530 OP(OZ,Q)=DB(V):RP(OZ,Q)=DB(V):GOTO2575

```

READY.

2535 OP(OZ,Q)=DC(V):RP(OZ,Q)=DC(V):GOTO2575
2540 OP(OZ,Q)=DD(V):RP(OZ,Q)=DD(V):GOTO2575
2545 OP(OZ,Q)=DE(V):RP(OZ,Q)=DE(V):GOTO2575
2550 OP(OZ,Q)=DF(V):RP(OZ,Q)=DF(V):GOTO2575
2575 OK*(OZ,Q)=Z*(XE,2):OZ=OZ+1:NEXT:Q=Q+1
2580 GOTO2460

READY.

Apéndice G
Abreviaturas

CI(...6)	= condición 1...6
DAV	= desplazamiento en ausencia de visión
DE	= desviación standard
DR	= distancia real, física o solicitada
DS	= distancia subjetiva, estimada o recorrida
E	= estímulo-s
EA	= error absoluto
EAD	= error absoluto de distancia
EAT	= error absoluto de tiempo
EC	= error constante
ECD	= error constante de distancia
ECT	= error constante de tiempo
EV	= error variable
IA	= Inteligencia Artificial
MC	= modelo conceptual
MCE	= modelo computacional específico
MCG	= modelo computacional general
MCP	= memoria a corto plazo
MMCP	= memoria motora a corto plazo
O	= objeto-s
P	= promedio
PHI	= Procesamiento Humano de Información
R	= respuesta-s
S	= sujeto-s
SNC	= sistema nervioso central
TR	= tiempo real o tiempo empleado
TS	= tiempo subjetivo o estimado
VD	= variable-s dependiente-s
VI	= variable-s independiente-s

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Marmolejo, López, Alvarez.

Referencias bibliográficas

- Adams, J.A. A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 1971, 3, 111-149.
- Adams, J.A. Issues for a closed-loop theory of motor learning. En G.E. Stelmach (Ed.), *Motor control: Issues and trends*. Nueva York: Academic Press, 1976.
- Adams, J.A., y Creamer, L.R. Proprioception variables as determiners of anticipatory timing behavior. *Human Factors*, 1962, 4, 217-222.
- Adams, J.A., y Dijkstra, S. Short-term memory for motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 1966, 71, 314-318.
- Adams, J.A., Goetz, E.T., y Marshall, P.H. Response feedback in motor learning. *Journal of Experimental Psychology*, 1972, 92, 391-397.
- Adams, J.A., Gopher, D., y Lintern, G. Effects of visual and proprioceptive feedback on motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 1977, 9, 11-12.
- Adams, R.D. Intervening stimulus effects on category judgements of duration. *Perception and Psychophysics*, 1977, 21, 527-534.
- Allen, G.L. Siegel, A.W., y Rosini, R.R. The role of perceptual context in structuring spatial knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1978, 4(6), 617-630.
- Anderson, J.R. *Language, memory and thought*. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1976.
- Anderson, N.H. Algebraic models in perception. *Handbook of perception*. Vol. 2. Nueva York: Academic Press, 1974.
- Anderson, N.H. *Foundations of information integration theory*. Nueva York: Academic Press, 1981.
- Anokhin, P.K. Cybernetics and the integrating activity of the brain. En M. Cole y I. Maltzman (Eds.), *A handbook of contemporary Soviet Psychology*. Nueva York: Basic Books, 1969.
- Appleyard, D. Styles and methods of structuring a city. *Environment and Behavior*, 1970, 2, 100-118.
- Ascoli, K.M., y Schmidt, R.A. Proactive interference in short-term motor retention. *Journal of Motor Behavior*, 1969, 1, 29-36.
- Asby, A., Shea, Ch., y Howard, M. Short-term memory for kinesthetic movement information: Influence of location cues on recall of distance. *Perceptual and Motor Skills*, 1980, 51, 403-406.

Averbach, C., y Sperling, F., 1974. Citado por J.G. Figueroa, G. Hernández y B. Ortiz. Psicofísica de las relaciones temporoespaciales: La hipótesis de la codificación única. Manuscrito inédito. U.N.A.M., Facultad de Psicología, 1979.

Bach-y-Rita, P. Mecanismos cerebrales de la sustitución sensorial. México: Trillas, 1979.

Baird, J.C. A cognitive theory of psychophysics: II Fechner's law and Steven's law. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1970, 11, 89-102.

Bartenieff, I. *Body movement*. Nueva York: Gordon & Breach Science Publishers, 1980.

Bartlett, F.C. *Remembering*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1932.

Bartlett, F.C. *Thinking*. Nueva York: Basic Books, 1958.

Baum, D.R., y Jonides, J. Cognitive maps: Comparative judgements of imagined vs. perceived distances. Washington, D.C., 1977.

Beck, R.J., y Wood, D. Cognitive transformation from urban geographic fields to mental maps. *Environment and Behavior*, 1976, 8, 199-238.

Bennati, M., Gaglio, S., Morasso, P., Tagliasco, V., y Zaccaria, R. Anthropomorphic robotics: I. Representing mechanical complexity. *Biological Cybernetics*, 1980, 38, 125-140.

Bernstein, N. *The co-ordination and regulation of movements*. Nueva York: Pergamon, 1967.

Bizzi, E.A., Polit, A., y Morasso, P. Mechanisms underlying achievement of final head position. *Journal of Neurophysiology*, 1976, 36, 435-444.

Böök, A., y Gärling, T. Processing of information about location during locomotion: Effects of amount of visual information about the locomotion patterns. *Perceptual and Motor Skills*, 1980, 51, 231-238. (a)

Böök, A., y Gärling, T. Processing of information about location during locomotion: Effects of concurrent task and locomotion patterns. *Scandinavian Journal of Psychology*, 1980, 21(3), 185-192. (b)

Böök, A., y Gärling, T. Maintenance of environmental orientation during body rotation. *Perceptual and Motor Skills*, 1981, 53, 583-589. (a)

Böök, A., y Gärling, T. Maintenance of orientation during locomotion

in unfamiliar environments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1981, 7(5), 993-1006. (b)

Boucher, J.L. Higher processes in motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 1974, 6, 131-138.

Boulter, L.R. Attention and reaction times to signals of uncertain modality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1977, 3, 379-388.

Bower, T.G.R. Repetitive processes in child development, 1976. En *Readings from Scientific American, Mind and behavior*. San Francisco: W.H. Freeman & Co., 1980.

Bower, T.G.R. *New Scientist*, 1977, 3.

Braintenberg, V., y Onesto, N. The cerebral cortex as timing organ. *Sci. International Med., Cibern., Napoli*, 1960, 239-255. Citado por P.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

Bremer, A.S. *Simulated worlds*. Nueva Jersey: Princeton University Press, 1977.

Bronowsky, J. *El ascenso del hombre*. E.U.A.: Fondo Educativo Interamericano, 1979.

Brown, J. Some test of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1958, 10, 12-21.

Bundy, A. (Ed.), Burstal, R.M., Weir, S., y Young, R.M. *Artificial Intelligence: An introductory course*. Gran Bretaña: Edinburgh University Press, 1980.

Bunning, E. *The physiological clock*. E.U.A.: Springer Verlag, 1963.

Burke, D., y Gibbs, C.B. A comparison of free-moving and pressure levers in a positional control system. *Ergonomics*, 1965, 8, 23.

Byrne, R.W., y Salter, E. Distances and directions in the cognitive maps of the blind. *Canadian Journal of Psychology*, 1983, 37(2), 293-299.

Calvert, T.W., Chapman, J., y Patla, A. Aspects of the kinematic simulation of human movement. *IEE Computer Graphics and Applications*, 1982, 2(9), 41-52.

Collins, A.M., y Quillian, M.R. Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal: Behavior*, 1969, 8, 240-247.

Connelly, K., y Jones, B. A developmental study of afferent-reafferent integration. *Britanic Journal of Psychology*, 1970, 61, 259-266.

Conrad, B., y Brooks, V.B. Effects of dentate cooling on rapid alternating arm movements. *Journal of Neurophysiology*, 1974, 37, 792-804.

Cooper, L.A. Demonstration of a mental analog of an external rotation. *Perception and Psychophysics*, 1976, 19, 296-302.

Craske, B. A current view of the processes and mechanisms of prism adaptation. En M. Jennerad (Ed.), *Aspects of neural plasticity*, INSERM, 1975, 43, 125-138. Citado por G.E. Stelmach, *Motor control, learning and memory*. En J.A.S. Kelso, *Understanding motor behavior*, en prensa, 1985.

Crépault, J. Organisation et genese des relations tems, espace et vitesse. En P. Fraisse (Ed.), *Du temps biologique au temps psychologique*. Paris: Presses Universitaires de la France, 1979.

Crosson, J.F. *Inteligencia humana e inteligencia artificial*. México: Fondo de Cultura Económica, 1975.

Chase, R.A. An information flow model of the organization of motor activity, Part I: transduction, transmission and central control of sensory information. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 1965, 140, 239-351. Citado por G.E. Stelmach, *Motor control, learning and memory*. En J.A.S. Kelso (Ed.), *Understanding motor behavior*, en prensa, 1985.

Davies, P.C.W. *El espacio y el tiempo en el universo contemporáneo*. México: Fondo de Cultura Económica, 1982.

Deutsch, J.A. *The structural bases of behavior*. Chicago: University of Chicago Press, 1960.

Diewert, G.L. Retention and coding in motor short-term memory: A comparison of storage codes for distance and location information. *Journal of Motor Behavior*, 1975, 7, 183-190.

Diewert, G.L., y Roy, E.A. Coding strategy for memory of movement extent information. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1978, 4, 666-675.

Diewert, G.L., y Stelmach, G.E. Perceptual organization in motor learning. En G.E. Stelmach (Ed.), *Information processing in motor control and learning*. Nueva York: Academic Press, 1978.

Van Dijk, J.H.M. On the interaction between central nervous system and the peripheral motor system. *Biological Cybernetics*, 1978, 30, 195-208.

Van Dijk, J.H.M. A theory on control of arbitrary movement. *Biological Cybernetics*, 1979, 32, 87-99.

Dimond, S.J. The structural bases of time. *Psychological Bulletin*, 1964, 62, 348-350.

Downs, R.M., y Sten, D. (Eds.) *Image and environment: Cognitive mapping and spatial behavior*. Chicago: Aldine, 1973.

Ebbinhaus, H. Ueber das Gedachtnis. Alemania, 1885. Citado por G.E. Steimach, *Memory, cognition and motor behavior*. En W.F. Straub y J.W. Williams (Eds.), *Cognitive Sport Psychology*. Nueva Jersey: Sport Science Associates.

Edmons, E.M., y Evans, S.H. Schema learning without a prototype. *Psychonomic Science*, 1966, 5, 247-248.

Edmons, E.M., y Muller, M.R. The role of schemata in perceptual learning. *Psychonomic Science*, 1966, 8, 230.

Edmons, E.M., Evans, S.H., y Muller, M.R. Learning how to learn schemata. *Psychonomic Science*, 1966, 177-178.

Ekman, G., y Bratfish, O. Subjective distance and emotional involvement: A psychological mechanism. *Acta Psychologica*, 1965, 24, 446-453.

Ekman, G., y Junge, K. Psychophysical relations in visual perception of length area and volume. *Scandinavian Journal of Behavior*, 1961, 2, 1-10.

Ellis, M.J., Schmidt, R.A., y Wade, W.G. Proprioception variables as determiners of lapsed time behavior. *Human factors*, 1968, 11, 577-586.

Ells, J.G. Analysis of temporal and attentional aspects of movement control. *Journal of Experimental Psychology*, 1973, 9, 10-21.

Ellson, D.L., y Wheeler, L. The range effect. Informe técnico núm. 5813, mayo de 1949, Dayton, Ohio: Wright Patterson Air Force Base, United States Air Force Material Command. Citado por R.B. Wilberg y Y. Girouard, *Information sur les distances, effet de l'étendue des stimuli et mémoire motrice a court term*. *Canadian Journal of Psychology*, 1976, 30(2), 63-71.

Estes, K.W. The state of the field: General problems and issues of theory and metatheory. En K.W. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes*. Vol. 1. Nueva Jersey: LEA, 1975.

Evans, S.H. A brief statement of schema theory. *Psychonomic Science*, 1967, 8, 87-88. (a)

Evans, S.H. Redundancy as a variable in pattern recognition. *Psychological Bulletin*, 1967, 67, 104-113. (b)

Evans, S.H., y Edmons, E.M. Schema discrimination as a function of

training. *Psychonomic Science*, 1966, 5, 247-248.

Fairbanks, G. Selective vocal effects of delayed auditory feedback. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 1955, 20, 333-346.

Figueroa, J.G. Implicaciones de los estudios de Inteligencia Artificial. Tesis de licenciatura, U.N.A.M., 1970.

Figueroa, J.G., y Carrasco, M. El efecto de la organización semántica y la estimación de frecuencia de los conceptos en la memoria humana. Ponencia presentada en el III Congreso Mexicano de Psicología, México, D.F., julio de 1982.

Figueroa, J.G., Carrasco, M., y Sarmiento, C. La función psicofísica de estimación de longitud y su relación con los procesos centrales de información. Ponencia presentada en el III Congreso Mexicano de Psicología, México, D.F., julio de 1982.

Figueroa, J.G., Gonzalez, E.G., y Solís, V.M. Una aproximación al problema del significado: las redes semánticas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 1981, 13(3).

Figueroa, J.G., Hernández, G., y Ortiz, B. Psicofísica de las relaciones temporoespaciales: La hipótesis de la codificación única. Manuscrito inédito. U.N.A.M., Facultad de Psicología, 1979.

Finke, R., y Schmidt, M. The quantitative measure of pattern representation in images using orientation-specific color aftereffects. *Perception and Psychophysics*, 1978, 25, 515-520.

Fischer, R. (Ed.) *Interdisciplinary perspectives of time*. E.U.A.: Annual New York Academy Science, 1967.

Fraisse, P. *The psychology of time*. E.U.A.: Harper and Row, 1963.

Frankenhauser, M. Estimation of time, an experimental study. Almquist and Wiksell, 1959. Citado por R.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

Freeman, N.H. How young children try to plan drawings. En G. Butterfield, *Child's representation of the world*. Nueva York: Plenum Press, 1977.

Frege, G. *Über Sinn und Bedeutung*. *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, 1892, (all). Citado por D.E. Rumelhart, y D.A. Norman, *Representation in memory*. En R.C. Atkinson, R.J. Herrnstein, G. Lindzey y R.D. Luce (Eds.), *Handbook of Experimental Psychology*. Wiley, 1983, en prensa.

Friedman, W.J. *The developmental psychology of time*. Nueva York: Academic Press, 1982.

Frisby, J.P. *Seeing: Illusion, brain and mind*. España: Oxford

University Press, 1979.

Funt, B.V. Problem solving with diagramatic representations. *Artificial Intelligence*, 1980, 13, 201-230.

Gallistel, C.R. The organization of action: A new synthesis. Nueva Jersey: Erlbaum, 1980.

Gelfand, I.M., Gurfinkel, V.S. Tsetlin, M.L., y Shik, M.L. Some problems in analysis of movements. En I.M. Gelfand, V.S. Gurfinkel, S.V. Fomin y M.L. Tsetlin (Eds.), *Models of the structural-functional organization of certain biological systems*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1971.

Glencross, D.J. Control of skilled movement. *Psychological Bulletin*, 1977.

Guirao, M. Los sentidos bases de la percepción. México: Alhambra, S.A., 1980.

Gutiérrez, A. Los sistemas expertos de la Inteligencia Artificial. *Revista de Computacion* 010, 1985, 5(3), 25-33.

Guyau, M. La gènesis de l' idee de temps. *Alcan*, 1890. Citado por R.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretana: Penguin Books, 1969.

Hájek, P., y Havránek, T. GUHABO- An application of Artificial Intelligence to data analysis. Manuscrito inédito. Czechoslovak Academy of Sciences, 1987

Hallahan, y Kauffman, . *Exceptional children: Introduction to special education*. Nueva Jersey: Prentice Hall, 1978.

Hartley, A.A. *Mental measurement in the magnitude estimation of length*. E.U.A.: Florida International University, 1977.

Head, H. *Aphasia and kindred disorders of speech*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 1926.

Heisserman, D.B. *Robot intelligence ...with experiments*. E.U.A.: Tab Books, Inc., 1981.

Heusserman, D.B. *Projects in machine intelligence for your home computer*. E.U.A.: Tab Books, Inc., 1982.

Held, R. Plasticity in sensory-motor systems. *Scientific American*, 1967, 213, 84-94.

Helson, H. Design of equipment and optimal human operation. *Journal of Psychology*, 1949, 17(4), 473-497. Citado por R.B. Wilberg y Y. Girouard, *Information sur les distances, effet de l' étendue des stimuli et mémoire motrice a court tem*. *Canadian Journal of*

Psychology, 1976, 30(2), 63-71.

Hewitt, C. How to use what you know. Proceedings of the Fourth International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1975, 189-198. Citado por D.E. Rumelhart y D.A. Norman, Representation in memory. En R.C. Atkinson R.J., Herrnstein, G. Lindzey y R.D. Luce (Eds.), Handbook of Experimental Psychology. Wiley, 1983, en prensa.

Higgins, J.R., y Angel, R.W. Correction of tracking errors without sensory feedback. Journal of Experimental Psychology, 1970, 84, 412-416.

Ho, L., y Shea, J.B. Levels of processing and the coding of position cues in motor short-term memory. Journal of Motor Behavior, 1978, 10, 113-121.

Hoagland, H. The physiological control of judgements of duration: Evidence for a chemical clock. Journal of General Psychology, 1933, 9, 267-287.

Hoagland, H. Pacemakers in relation to aspects of behavior. Experimental Biology Monographs. MacMillan, 1935. Citado por R.E. Ornstein, On the experience of time. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

Hofstadter, D. Godel, Escher y Bach: An eternal golden braid. Gran Bretaña: Penguin Books, 1980.

Holland, D., y Noble, M.E. The effect of physical constraints of a control on tracking performance. Journal of Experimental Psychology, 1963, 46, 353-360.

Housner, L.B., y Hoffman, S.J. Imagery and short-term motor memory. En G.C. Roberts y K.M. Newell (Eds.), Psychology of motor behavior and sport. Champaign, Ill: Human Kinetics, 1979.

Hull, C.L. Principles of behavior. Nueva York: Appleton Century, 1943.

Johnson, L., Perlmutter, M., y Trabasso, T. The leg bone is connected to the knee bone: Child's representation of body parts in memory, drawing and language. Child Development, 1979, 50, 1122-1202.

Juurma, J. An analysis of the ability for orientation and operations with spatial relationships in general. Work-Environmental-Health, 1966, 2, 45-52. Citado por A. Book y T. Garling, Processing of information about location during locomotion: Effects of amount of visual information about locomotion patterns. Perceptual and Motor Skills, 1980, 51, 231-238.

Juurma, J., y Suornio, K. The role of audition and motion in the spatial orientation of the blind and the sighted. Scandinavian

Journal of Psychology, 1975, 16, 209-216.

Kalmus, H., Denes, F., y Fry, D. b. Effect of delayed acoustic feedback on some nonvocal activities. Nature, 1975, 175, 1078.

Kay, L. A preliminary report on ultrasonic spectacles for the blind. American Foundation of Blind Research Bulletin, 1970, 21, 91-100. Citado por P. Bach-y-Rita, Mecanismos cerebrales de la sustitución sensorial. México: Trillas, 1979.

Keele, S. W. Movement control in skilled motor performance. Psychological Bulletin, 1968, 70, 387-403.

Keele, S. W. Attention and human performance. Pacific Palisades, CA: Goodyear, 1973. Citado por K. M. Newell y L. E. F. Hoshizaki, Attention demands of movements as a function of their duration and velocity. Acta Psychologica, 1980, 4, 59-69.

Keele, S. W. Behavioral analysis of movement. En V. B. Brooks (Ed.), Handbook of physiology: Section 1: The nervous system. Vol. 2. Motor control part 2. Baltimore: American Physiological Society, 1981.

Keele, S. W., y Ellis, J. G. Memory characteristics of kinesthetic information. Journal of Motor Behavior, 1972, 4, 127-134.

Keele, S. W., y Posner, M. I. Processing of feedback in rapid movement. Journal of Experimental Psychology, 1968, 70, 353-363.

Kelso, J. A. S. Motor control mechanisms underlying human movement reproduction. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1977, 3, 529-543.

Kerr, B. Processing demands during movement. Journal of Motor Behavior, 1975, 7, 15-27.

Kintsch, W. Notes on the structure of semantic memory. En E. Tulving y W. Donaldson (Eds.), Organization and memory. Nueva York: Academic Press, 1972.

Kling, J. W., y Riggs, L. A. Woodworth and Schlosberg's experimental psychology (3a. ed.), Nueva York: Holt, Rinehart & Winston, 1971. Citado por A. A. Hartley, Mental measurement in the magnitude estimation of length. E. U. A.: F. I. U., 1977.

Kohl, R. M., y Roenker, D. L. Mechanism involvement during skill imagery. Journal of Motor Behavior, 1983, 15, 179-190.

Kohler, W. Gestalt psychology. Nueva York: Liverwright, 1947.

colers, P. A., y Smythe, W. E. Images, symbols and skills. Canadian Journal of Psychology, 1979, 33(3), 158-184.

Konorski, J. Integrative activity of the brain. Chicago: University of Chicago Press, 1967.

Kosslyn, S. Scanning visual images: Some structural implications. *Perceptual and Psychophysics*, 1973, 14, 90-94.

Kosslyn, S.M. Image and mind. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1980.

Kosslyn, S., Ball, T.M., y Reiser, B.J. Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1978, 4, 47-60

Krutch, J. Experiments in Artificial Intelligence for small computers. E.U.A.: Howard W. Sams & Co., 1981.

Laabs, G.R. Retention characteristics of different reproduction cues in motor short-term memory. *Journal of Experimental Psychology*, 1973, 100, 168-177.

Laabs, G.J. Cues effects in motor short-term memory. Tesis de doctorado, Universidad de Oregon, 1971. Citado por R.B. Wilberg y Y. Girouard, *Information sur les distances, effet de l' étendue des stimuli et mémoire motrice a court term*. *Canadian Journal of Psychology*, 1976, 30(2), 63-71.

Laabs, G.R., y Simons, R.W. Motor memory. En D. Holding (Ed.), *Human skills*. Nueva York: John Willey & Sons, 1981.

Lachman, R., Lachman, J.L., y Butterfield, E.C. *Cognitive psychology and information processing: An introduction*. E.U.A.: LEA, 1979.

Lasher, M.D. The cognitive representation of an event involving human motion. *Cognitive Psychology*, 1981, 13, 391-406.

Lashley, K.S. The accuracy of movement in the absence of excitation from the moving organ. *The American Journal of Physiology*, 1917, 43, 169-199.

Landau, B., Spelke, E., y Gleitman, H. Spatial knowledge in a young blind child. *Cognition*, 1984, 16, 225-260.

Lazlo, J.I. Training of fast tapping with reduction of kinesthetic, tactile, visual and auditory sensations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1967, 19, 344-349.

Lehnert, W.G. *The process of question answering: A computer simulation of cognition*. Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1978.

Lieblich, I., y Arbib, M.A. Multiple representations of space underlying behavior. *The Behavior and Brain Sciences*, 1982, 5,

627-659.

Linville, J.G., y Bliss, J.C. A direct translation reading aid for the blind. *Proc. IEEE*, 1966, 54, 40-59. Citado por P. Bach-y-Rita, *Mecanismos cerebrales de sustitución sensorial*. México: Trillas, 1979.

Lohelin, C.J. *Computer models of personality*. Nueva York: University of Texas, 1968.

López, E.O., Marmolejo, G., y Alvarez, M.A. La necesidad de nuevas concepciones y métodos para la investigación del desplazamiento en la danza, los deportes y los invidentes. Ponencia presentada en el IX Congreso Nacional y IV Latinoamericano de Estudiantes de Psicología. Guadalajara, mayo de 1985.

López, E.O., Marmolejo, G., Arce, C., y Alvarez, M.A. Sobre la simulación y la Inteligencia Artificial. Ponencia presentada en el VII Congreso Nacional y II Latinoamericano de Estudiantes de Psicología. Guadalajara, mayo de 1983.

Lynch, K. *The image of the city*. Massachusetts: MIT Press, 1960.

MacGregor, J.R., y Lewis, R.E. *Neural modeling*. Nueva York: Plenum Press, 1977.

MacNeillage, P.F. Motor control of serial ordering of speech. *Psychological Review*, 1970, 77, 182-196.

McClements, J. Visual-kinesthetic disparity: Input or output? *Proceedings of the 4th Canadian Psychomotor Learning and Sport Psychology Symposium*. University of Waterloo, 1972, 139-158.

McKay, D.G. The problem of rehearsal or mental practice. *Journal of Motor Behavior*, 1981, 13, 274-285.

Marks, L.E. *Sensory processes: The new psychophysics*. Connecticut: Academic Press, 1974.

Marmolejo, G., López, E.O., y Estrada, M.T. Relación existente entre la organización de la información y el número de idiomas que hablan los sujetos. Ponencia presentada en el III Congreso Mexicano de Psicología, México, D.F., julio de 1982.

Marteniuk, R.G. Retention characteristics of short-term cues. *Journal of Motor Behavior*, 1973, 5, 312-317.

Marteniuk, R.G.A. A cognitive information processing model of short-term motor memory. En B.S. Rushall (Ed.), *The status of psychomotor learning and sport psychology research*. Dartmouth, Nueva Escocia: Sport Sciences Associates, 1975.

Marteniuk, R.G. *Cognitive information processes in motor short-term*

memory and movement production. En G.E. Stelmach (Ed.), *Motor control: Issues and trends*. Nueva York: Academic Press, 1976.

Matsuda, M., y Matsuda, F. Effects of verbalization on sensory motor conceptual learning in normal and mental rearded children. *Psychologia*, 1981, 24, 207-216.

Megaw, E.D. Directional errors and their correction in a discrete tracking task. *Ergonomics*, 1972, 15, 633-643.

Mercado, S., López, E.O., Marmolejo, G., y Alvarez, M.A. Sobre el estudio de la representación corporal en el niño. Ponencia presentada en el XXIII Congreso Internacional de Psicología, Acapulco, septiembre de 1984.

Meztlar, J., y Shepard, R.N. Transformational studies of the internal representation of three-dimensional objects. En R. Solso (Ed.), *Theories in cognitive psychology: The Loyola Symposium*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1974.

Minsky, M. A framework for representing knowledge. En P. Winston (Ed.), *The psychology of computer vision*. Nueva York: McGraw-Hill, 1975.

Minsky, M. K-Lines: A theory of memory. En D.A. Norman (Ed.), *Perspectives on cognitive science*. Nueva Jersey: Ablex, 1981.

Mitchell, Ch.E., y Friesen, W.O. A neuromine system for neural circuit analysis. *Biologia Cybernetics*, 1981, 49(127), 131-137.

Mustenberg, H. Beitrage zur experimentellen psychologie. Heft 2, Sceheck, Frieberg, 1899. Citado por R.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretana: Penguin Books, 1969.

Nacson, J. Organization of practice and acquisition of a simple motor task. Presentacion inedita en el I Congreso Canadiense de Estudio Multidisciplinario del Deporte y de la Actividad Fisica, Montreal, Canada, 1973. Citado por G.E. Stelmach, *Memory, cognition and motor behavior*. En W.F. Sraub y J.W. Williams (Eds.), *Cognitive Sport Psychology*. Nueva York: Sport Science Associates, 1987.

Nacson, J., Jaeger, M., y Gentile, A. Encoding processes in short-term motor memory. En I.D. Williams y L.M. Wankel (Eds.), *Proceedings of the 4th Canadian psychomotor learning and sports psychology symposium*. Department of National Health and Welfare in Ottawa, 1972.

Navon, D. On a conceptual hierarchy of time, space and other dimensions. *Cognition*, 1978, 6, 223-228.

Newell, A. Physical symbol systems. En D.A. Norman (Ed.), *Perspectives on cognitive science*. Nueva Jersey: Ablex, 1981.

Newell, A., y Simon, H.A. The simulation of human thought. En *Current trends in psychological theory*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1961.

Newell, K.M. Knowledge of results and motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 1974, 6, 235-244.

Newell, K.M., y Hoshizaki, L.E.F. Attention demands of movements as a function of their duration and velocity. *Acta Psychologica*, 1980, 44, 39-69.

Nichols, H. The psychology of time. *American Journal of Psychology*, 1981, 3, 429-453.

Norman, D.A. Categorization of action slips. *Psychological Review*, 1981, 8(1), 1-15.

Norman, D.A., y Bobrow, D.G. On the role of active memory processes in perception and cognition. En C.N. Cofer (Ed.), *The structure of human memory*. San Francisco: Freeman, 1976.

Norman, D.A., y Shallice, T. Attention to action: Willed and automatic control of behavior. Manuscrito inédito, University of California, 1980.

Norman, D.A., Rumelhart, D.E., y el Grupo LNR. *Explorations in cognition*. San Francisco: Freeman, 1975.

Ochberg, F., Pollack, I.W., y Meyer, E. Correlation of pulse and time judgement. *Perceptual and Motor Skills*, 1964, 19, 861-862.

Ornstein, R.E. *On the experience of time*. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

Palmer, S.E. Fundamental aspects of cognitive representation. En E. Rosch y B.B. Loyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1978.

Pavlov, I.R. *Fisiología y psicología*. Madrid: Alianza, 1970.

Pekelis, V. *Pequeña enciclopedia de la gran cibernética*. Moscú: MIR, 1977.

Pepper, R.L., y Herman, L.M. Decay and interference effects in short-term retention of a discrete motor act. *Journal of Experimental Psychology Monograph*, 1970, 83, 2.

Peterson, L.R., y Peterson, M.J. Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 1959, 58, 190-198.

Pew, R.W. Human perceptual-motor performance. En B.H. Kantowitz

(Ed.), Human information processing: Tutorials in performance and cognition. Nueva York: Erlbaum, 1974.

Piaget, P. The child's conception of time. Londres: Routledge y Kegan Paul, 1969.

Piaget, J. The child's conception of movement and speed. Nueva York: Basic Books, 1970.

Piaget, J. Genetic epistemology. Nueva York: Columbia University Press, 1970.

Pieron, H. Recherches sur la validité de la loi d'Abney impliquant l'addition intégrale des valences lumineuses dans les flux composites. L'Année Psychologique, 1963, 40.

Pick, H.L., Warren, D.A., y Hay, J.C. Sensory conflict in judgements of spatial direction. Perception and Psychophysics, 1968, 4, 203-205.

Pokorny, D. The GUHA method and desk calculators. E.U.A. International Journal of Man-Machine Studies, 1978, 10, 75-86.

Posner, M.I. Characteristics of visual and kinesthetic memory codes. Journal of Experimental Psychology, 1967, 75, 103-107.

Posner, M.I., y Keele, S.W. Attentional demands of movement. Proceedings of the 16th International Congress of Applied Psychology. Amsterdam: Swets & Zeittinger, 1969. Citado por T. Toole y G. Lucariello, Attentional requirements for location and distance of movement: Encoding and recognition. Perceptual and Motor Skills, 1984, 58, 939-944.

Posner, M.I., y Keele, S.W. Retention of abstract ideas. Journal of Experimental Psychology, 1970, 83, 304-308.

Posner, M.I., y Konick, A.F. Short-term retention of visual and kinesthetic information. Journal of Organisms Behavior and Human Performance, 1966, 1, 71-86.

Poulton, E.C. The new psychophysics: Six models for magnitude estimation. Psychological Bulletin, 1968, 69, 1, 1-19.

Poulton, E.C. Unwanted range effects using within stimulus, 1963. Citado por R.B. Wilberg y Y. Girouard, Information sur les distances, effet de l'étendue des stimuli et mémoire matrice a court term. Canadian Journal of Psychology, 1976, 30(2), 63-71.

Pylyshyn, Z.W. Computational models and empirical constraints. Behavior and Brain Sciences, 1978, 1, 93-127.

Raibert, M.H. A model for sensory motor control and learning. Biological Cybernetics, 1978, 29, 29-36.

Rocha, A., y Rincón, A. *Abc de física*. México: Herrero, 1975.

Ross, H., Dickinson, D.J., y Juup, B.P. Geographical orientation under water. *Human Factors*, 1970, 12, 13-23.

Roy, E.A., y Williams, I.D. Memory for location and extent: The influence of reduction of joint feedback information. En G.C. Roberts y K.M. Newell (Eds.), *Psychology of motor behavior and sport*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Publishers, 1978.

Rumelhart, D.E. Toward an interactive model of reading. En S. Dornic (Ed.), *Attention and performance*. Vol. 1. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.

Rumelhart, D.E., y Levin, J.A. A language comprehension system. En D.A. Norman y D.E. Rumelhart, *Explorations in cognition*. San Francisco: Freeman, 1976.

Rumelhart, D.E., y Norman, D.A. Representation in memory. En R.C. Atkinson, R.J. Herrnstein, G. Lindzey, y R.D. Luce (Eds.), *Handbook of Experimental Psychology*. Wiley, 1983, en prensa.

Rumelhart, D., y Ortony, A. The representation of knowledge in memory. En R.C. Anderson, R.J. Spiro, y W.E. Montague (Eds.), *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1977.

Russell, D.G. Location cues and generation of movement. Trabajo presentado en la North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity, Anaheim, California, 1974. Citado por G.E. Stelmach, *Memory for movement with emphasis on short-term aspects*. En J.A.S. Kelso (Ed.), *Human motor behavior: An introduction*. Haskins Laboratories, University of Connecticut, 1977.

Sagan, C., y Shklovskii, I.S. *Vida inteligente en el universo*. España: Reverté, 1981.

Sakitt, B. A spring model and equivalent neural network for arm posture control. *Biological Cybernetics*, 1980, 37, 227-234.

Schaffer, L.H. Rhythm and timing in skills. *Psychological Review*, 1982, 89(2), 109-122.

Schank, R.C. *Conceptual information processing*. Nueva York: North Holland, 1975.

Schanck, R.C. Language and memory. *Cognitive Science*, 1980, 4, 243-284.

Schanck, R.C. Language and memory. En D.A. Norman (Ed.), *Perspectives on cognitive science*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1981.

Schanck, R.C., y Abelson, R. Scripts, plans, goals and understanding. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Schmidt, R.A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 1975, 82(4), 225-252.

Schmidt, R.A. Control processes in motor skills. En J. Keogh y R.S. Hutton (Eds.), *Exercise and sport sciences review*. Vol. 4. Santa Barbara, E.U.A.: Journal Publishing Affiliates, 1974.

Schmidt, R.A., y Gordon, G.B. Errors in motor responding, rapid error corrections, and false anticipations. *Journal of Motor Behavior*, 1977, 9, 101-111.

Sebel, A.J., y Wilsoncroft, W.E. Auditory and visual differences in time perception. *Perceptual and Motor Skills*, 1983, 57, 295-300.

Shaffer, L.H. Intention and performance. *Psychological Review*, 1976, 83, 375-393.

Shaffer, L.H. Timing in the motor programming of typing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1978, 30, 333-345.

Shea, J.B. Effects of labeling on motor short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1977, 3, 92-99.

Shemyakin, F.N. Orientation in space. En B.G. Anayev et al. (Eds.), *Psychological science in the U.R.S.S.* Vol. 1, Parte 1, Oficina U.S. de Reportes Técnicos (núm. 11466), 1962. Citado por G.L. Allen, A.W. Siegel y R.R. Rosini. The role of perceptual context in structuring spatial knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1978, 4(6), 617-630.

Shepard, R.N., y Podgorny, P. Cognitive processes that resemble perceptual processes. En W.K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1978.

Shiffrin, R.M. The locus and role of attention in memory systems. En P.M.A. Rabbitt y S. Dornic (Eds.), *Attention and performance*. Londres: Academic Press, 1975.

Siegel, A.W., Kirasic, K.C., y Kail, R.V. Stalking the elusive cognitive map: The development of children's representations of geographic space. *Human Behavior and Environment*. Nueva York: Plenum, 1978.

Siegel, A.W., y White, S.H. The development of spatial representations of large-scale environments. En H.W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior*. Vol. 10. Nueva York: Academic Press, 1975.

Siegler, R.S., y Richard, D.D. Development of time, speed and distance concepts. *Developmental Psychology*, 1979, 15, 288-298.

Simon, H.A. Cognitive science: The newest science of the artificial. En D.A. Norman (Ed.), *Perspectives on cognitive science*. Nueva Jersey: Ablex, 1981.

Skinner, B.F. *The behavior of organisms*. Nueva York: Appleton-Century, 1938.

Slack, C.W. Some characteristics of the range effects. *Journal of Experimental Psychology*, 1953, 46, 74-80.

Smith, E.E., Shoben, E.J., y Rips, L.J. Structure and process in semantic memory: A feature model for semantic decisions. *Psychological Review*, 1974, 214-241.

Sokolov, F.N. The modeling properties of the nervous system. En M. Cole, y I. Maltzman (Eds.), *A handbook of contemporary Soviet Psychology*. Nueva York: Basic Books, 1969.

Staddon, J.E.R. *Adaptive behavior and learning*. Nueva York: Cambridge University Press, 1983.

Stein, B.M., y Carpenter, M.W. Effects of dorsal rhizotomy upon subthalamic dyskinesia in the monkey. *Archives of Neurology*, 1965, 13, 567-583.

Stelmach, G.E. Short-term motor retention as a function of response similarity. *Journal of Motor Behavior*, 1969, 1, 33-44.

Stelmach, G.E. Feedback: A determiner of forgetting in short-term motor memory. *Acta Psychologica*, 1973, 37, 333-339.

Stelmach, G.E. Retention of motor skills. En J. Wilmore (Eds.), *Exercise and sport sciences review*. San Francisco: Academic Press, 1974.

Stelmach, G.E. The challenge of change for physical education in the 80's: A psychological viewpoint. Manuscrito inédito presentado en la American Academy of Physical Education, Motor Behavior Laboratory, University of Wisconsin, 1979.

Stelmach, G.E. Memory, cognition and motor behavior. En W.F. Straub y J.W. Williams (Eds.), *Cognitive sport psychology*. Nueva York: Sport Science Associates, 1984.

Stelmach, G.E. Motor control, learning and memory. En J.A.S. Kels (Ed.), *Understanding motor behavior*, en prensa, 1985.

Stelmach, G.E. Memory for movement with emphasis on short-term aspects. En J.A.S. Kelso (Ed.), *Human motor behavior: An introduction*. Connecticut, 1977.

Stelmach, G.E., y Hughes, B. Motor behavior: Current research. En B.B. Wolman (Ed.), *International encyclopedia of Psychiatry, Psychology, Psychoanalysis and Neurology*. E.U.A.: Aesculapeus Publishers, 1983.

Stelmach, G.E., y Kelso, J.A.S. Memory trace strength and response biasing in short-term motor memory. *Memory and Cognition*, 1975, 3, 58-67.

Stelmach, G.E., Kelso, J.A.S., y McCullagh, P.D. Preselection and response biasing in short-term motor memory. *Memory and Cognition*, 1976, 4, 62-66.

Stelmach, G.E., Kelso, J.A.S., y Wallace, S.A. Preselection in short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1975, 1, 745-755.

Stelmach, G.E., y Larish, D.D. Egocentric referents in human limb orientation. En G.E. Stelmach y J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North Holland Press, 1980.

Stelmach, G.E., y McCracken, H.D. Storage codes for movement information. En J. Requin (Ed.), *Attention and performance*. Vol. 2. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1978.

Sterling, T.D., Boring, E.D., Jr. Pollack, S.V., y Vaughan, H.G. (dirs.) *Visual prosthesis: The interdisciplinary dialogue*. Nueva York: Academic Press, 1971. Citado por P. Bach-y-Rita, *Mecanismos cerebrales de sustitución sensorial*. México: Trillas, 1979.

Stevens, S.S. The direct stimulation of sensory magnitude loudness. *American Journal of Psychology*, 1956, 69, 1-26.

Stevens, S.S. On the psychophysical law. *Psychological Review*, 1957, 64, 153-181.

Stevens, S.S. Neural events and the psychophysical law. *Science*, 1970, 170, 1043-1060.

Stevens, S.S., y Galanter, E.H. Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. *Journal of Experimental Psychology*, 1957, 54, 377-411.

Stroud, J.M. The fine structure of psychological time. En H. Quastler (Ed.), *Information theory and psychology*. E.U.A.: Free Press, 1956. Citado por R.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

Stroud, J.M. The fine structure of psychological time. En R. Fischer (Ed.), *Interdisciplinary perspectives of time*. Vol. 138, art. 2. *Annual NY Academy of Science*, 1967. Citado por R.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

Summers, J.J. The role of timing in motor program representation. *Journal of Motor Behavior*, 1975, 7, 229-241.

Taub, E. Movement in nonhuman primates deprived of somato-sensory feedback. En J. Keogh (Ed.), *Exercise and sport sciences reviews*. Vol. 4. Santa Barbara: Journal Publishing Affiliates, 1976.

Taub, E., y Berman, A.J. Movement and learning in the absence of sensory feedback. En S.J. Freedman (Ed.), *The neuropsychology of spatially oriented behavior*. Homewood, Ill.: Dorsey Press, 1968.

Teghtsoonian, M., y Teghtsoonian, R. How repeatable are Steven's law exponents for individual subjects? *Perception and Psychophysics*, 1971, 10, 147-149.

Thompson, R.F. *Fundamentos de psicología fisiológica*. México: Trillas, 1973.

Thorndyke, P.W. Distance estimation from cognitive maps. *Cognitive Psychology*, 1981, 13, 526-550.

Toole, T., y Lucariello, G. Attentional requirements for location and distance of movement: Encoding and recognition. *Perceptual and Motor Skills*, 1984, 58, 939-944.

Trowbridge, M.H., y Cason, H. An experimental study of Thorndyke's theory of learning. *Journal of General Psychology*, 1932, 7, 245-258.

Trumbo, D., y Milone, F. Primary task performance as a function of encoding, retention and recall in a secondary task. *Journal of Experimental Psychology*, 1971, 91, 273-279.

Tversky, A. Features of similarity. *Psychological Review*, 1977, 84, 327-352.

Tversky, A., y Gati, I. Studies of similarity. En E. Rosch y B.B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1978.

Watson, J.B. *Behaviorism*. Chicago, Ill.: University of Chicago, 1930.

Weiss, B. Movement error pressure, variation and the range effect. *Journal of Experimental Psychology*, 1955, 50, 191-196.

White, C.T. Temporal numerosity and the psychological unit of duration. *Psychological Monograph*, 1943, whole num. 575. Citado por R.E. Ornstein, *On the experience of time*. Gran Bretaña: Penguin Books, 1969.

White, H.E. *Física descriptiva*. México: Reverte Mexicana, 1965.

- Wieneke, G.H., y van der Gon, J.J.D. Variations in the output impedance of the human motor system. *Kibernetik*, 1974, 15, 159-178.
- Wiener, N., y Schade, J.P. Sobre modelos de los nervios, el cerebro y la memoria. Madrid: Tecnos, 1969.
- Wilberg, R.B., y Girouard, Y. Information sur les distances, effet de l'étendue des stimuli et mémoire motrice a court terme. *Canadian Journal of Psychology*, 1976, 30(2), 63-71.
- Wilke, J.T., y Vaughn, S.C. Temporal distribution of attention during a throwing motion. *Journal of Motor Behavior*, 1976, 8, 83-88.
- Wilkening, F. Integrating velocity, time and distance information: A developmental study. *Cognitive Psychology*, 1981, 13, 231-247.
- Wilson, D.M. The central nervous control of flight in a locust. *Journal of Experimental Biology*, 1961, 38, 471-490.
- Wilson, M. *Energia: Colección científica de Time-Life (2a.ed.)*, Mexico: Offset Multicolor, 1980.
- Wing, A.M. Perturbations of auditory feedback delay and the timing of movement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception*, 1977, 3, 175-186.
- Wing, A.M. Response timing in handwriting. En G.E. Stelmach, *Information processing in motor control and learning*. Nueva York: Academic Press, 1978.
- Winograd, T. Frame representations and the declarative/ procedural controversy. En D.G. Bobrow y A.M. Collins (Eds.), *Representation and understanding: Studies in cognitive science*. Nueva York: Academic Press, 1975.
- Woods, W.A. Lunar rocks in natural English: Explorations in natural language question answering. En A. Zampolli, *Linguistic structures processing*. Nueva York: North-Holland Company, 1977.
- Yamano, T. *Estadística (3a.ed.)*, México: Harla, 1979.
- Yates, A.J. Recent empirical and theoretical approaches to the experimental manipulations of speech in normal subjects and in stammerers. *Behavior Research Therapy*, 1963, 2, 95-119.
- Yi-Fu Tuan. *Space and place: The perspective of experience*. Minnesota: University of Minnesota Press, 1977.
- Yoshimura, H., y Ohkura, M. Effects of up-down reversed vision and left-right reversed vision on walking tasks. *Psychologia*, 1983, 26, 159-166.