

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Departamento de Educación Física y Deportiva

TESIS DOCTORAL

**EFEECTO DE UN ENTRENAMIENTO VISUAL
MEDIANTE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
DE EMISIÓN DE ESTÍMULOS
SOBRE LA EFICACIA DEL
LANZADOR DE PENALTY EN FÚTBOL**

José María Castillo García

GRANADA 2000


INFORME DE LOS DIRECTORES DE TESIS

Dr. Antonio Oña Sicilia, Profesor Titular de Control, Aprendizaje y Desarrollo Motor, y Dr. Antonio Raya Pugnaire, Profesor Titular de Aplicación Específica Fútbol, ambos de la Universidad de Granada y Directores de la Tesis: **“Efecto de un entrenamiento visual mediante un sistema automatizado de emisión de estímulos sobre la eficacia del lanzador de penalty en fútbol”**, de la que es autor D. José María Castillo García,


AUTORIZAN la presentación de la referida Tesis para su defensa y manteniendo de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 185/1985, de 23 de enero,

INFORMANDO que la presente Tesis Doctoral ha sido realizada por el doctorando José María Castillo García en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada, y que cumple los requisitos necesarios de calidad y originalidad para su defensa.

Y para que conste, expedimos el presente en Granada a 30 de junio de 2000.



Fdo.: Dr. Antonio Oña Sicilia



Fdo.: Dr. Antonio Raya Pugnaire

A mis padres y hermanos porque siempre me ayudaron y apoyaron mis decisiones.

A mi esposa María José porque su comprensión y su tiempo han hecho posible esta realidad.

A mi hija Lucía para que encuentre sentido al esfuerzo y satisfacción en el trabajo bien hecho.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar es justo agradecer a mis Directores D. Antonio Oña Sicilia y D. Antonio Raya Pugnaire que con su inestimable colaboración y apoyo han sabido en este tiempo conducir de manera ejemplar este trabajo por el camino de la rigurosidad, encontrando tiempo entre sus funciones diarias prioritarias.

También quisiera mostrar mi agradecimiento a D. Manuel A. Martínez Marín por su colaboración en el desarrollo del soporte informático y por su atención en general.

A los experimentadores auxiliares Rafael Castillo y Clara Isabel Tazo por su ayuda desinteresada a pie de campo.

A los jugadores y entrenadores de la U.D. Maracena, Granada 74, Arenas, Vandalia, Guadix y a los alumnos de la Aplicación Específica de Fútbol de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por el entusiasmo y colaboración mostrada a lo largo de todas las sesiones experimentales.

A Manuel Adail por su profesionalidad en la realización material de las ideas originarias de este trabajo.

A María Teresa Miranda por su aportación en el tratamiento estadístico.

Por último, mi agradecimiento a todos aquellos que han colaborado en la proyección tan especial de este trabajo.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	1
I. INTRODUCCIÓN	3
I.1. EL COMPORTAMIENTO MOTOR COMO CIENCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA	3
I.2. EL COMPORTAMIENTO COMO OBJETO DE ESTUDIO Y EL MODELO COMPORTAMENTAL	5
I.3. EL PROGRAMA MOTOR DENTRO DEL MODELO COMPORTAMENTAL	17
I.4. EL LANZAMIENTO DE PENALTY COMO HABILIDAD MOTRIZ ABIERTA	23
I.5. COMPONENTES TEMPORALES DEL PENALTY COMO HABILIDAD MOTORA	29
I.6. DISPONIBILIDAD TEMPORAL DE INFORMACIÓN EN LA HABILIDAD MOTRIZ ABIERTA DEL PENALTY	36
I.7. PERCEPCIÓN DE TRAYECTORIAS Y ANTICIPACIÓN	40
I.7.1. La variable óptica “ <i>tau</i> ”	41
I.7.2. Conductas de anticipación.....	43
I.7.3. Utilización de señales de anticipación a la dirección de balón	47
I.7.3.1. La técnica de oclusión temporal.....	49
I.7.3.2. La técnica de oclusión espacial o de eventos.....	52
I.7.3.3. El paradigma de tiempo de reacción como técnica de oclusión.....	53
I.7.3.4. Secuencias de alta velocidad y la técnica de oclusión visual.....	55
I.8. HABILIDADES VISUALES EN EL DEPORTE	56
I.8.1. Anatomía y fisiología del sistema visual.....	58
I.8.1.1. Estructura del ojo.....	58
I.8.1.2. Fisiología óptica.....	61
I.8.1.3. Las vías ópticas.....	62
I.8.2. Estrategias visuales y toma de decisiones tácticas.....	65
I.8.3. Las habilidades visuales en la acción de penalty.....	72
I.8.3.1. Agudeza visual dinámica.....	73
I.8.3.2. Sensibilidad al contraste.....	76
I.8.3.3. Visión cromática.....	77
I.8.3.4. Motilidad ocular.....	78

I.8.3.5. Binocularidad.....	80
I.8.3.6. El tiempo de reacción visual.....	81
I.8.3.7. Visión central-periférica.....	81
I.8.3.8. Coordinación ojo-mano-pie.....	84
I.9. ESTUDIO ESPECÍFICO DEL PENALTY EN FÚTBOL.....	86
I.9.1. Condicionantes reglamentarios.....	86
I.9.2. Importancia estadística en competición.....	89
I.9.3. Análisis temporal y técnico-táctico.....	93
I.9.4. La táctica individual ante el penalty.....	97
I.9.4.1. El modelo comportamental aplicado al pensamiento táctico.....	97
I.9.4.2. Condicionantes técnicos del estilo táctico en el penalty.....	99
I.9.5. Otras variables relacionadas.....	104
I.10. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS.....	107
II. MÉTODO.....	110
II.1. SUJETOS.....	110
II.2. DISEÑO.....	110
II.2.1 Definición de variables.....	110
II.2.1.1. Variable independiente.....	110
II.2.1.2. Variable dependiente.....	112
II.2.1.3. Control de variables contaminadoras.....	112
II.3. INSTRUMENTAL: DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA EMISIÓN DE ESTÍMULOS VISUALES.....	114
II.3.1. Concepto de sistema automatizado.....	114
II.3.2. Descripción del sistema.....	115
II.3.2.1. Soporte físico (hardware).....	115
II.3.2.1.1. Dispositivo de entrada y salida de señales.....	115
II.3.2.1.2. PC portátil.....	119
II.3.2.1.3. Alfombrillas de presión.....	119
II.3.2.1.4. Focos de luz.....	119
II.3.2.1.5. Bandas elásticas.....	122
II.3.2.2. Soporte lógico (software).....	122
II.3.2.2.1. Objetivos de aplicación Fuzboluz.....	122
II.3.2.2.2. Áreas de aplicación.....	123
II.3.2.2.2.1. Instalación de la aplicación.....	124
II.3.2.2.2.2. Configuración de los parámetros principales.....	125
II.3.2.2.2.3. Desarrollo de la secuencia.....	128
II.3.2.3.- Información del desarrollo de la aplicación.....	129

II.4. PROCEDIMIENTO	131
II.4.1. Esquema general de actuación.....	131
II.4.2. Ejecución de lanzamientos.....	132
III. RESULTADOS	136
III.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	136
III.1.1. Situación experimental pretest.....	136
III.1.2. Situación experimental de tratamiento.....	140
III.2.3. Situación experimental postest.....	146
III.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL	151
III.2.1. Análisis intragrupo.....	151
III.2.2. Análisis entregupo.....	157
III.2.3. Correlación de variables.....	159
IV. DISCUSIÓN	162
IV.1. CREACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA EMISIÓN DE ESTÍMULOS VISUALES	162
IV.2. APLICACIÓN DEL SISTEMA AL PENALTY EN FÚTBOL	163
IV.2.1. Disponibilidad y procesamiento de información.....	163
IV.2.2. Uso central y periférico de la información visual	164
IV.2.3. Eficacia en número de goles.....	166
IV.2.4. Eficacia táctica individual.....	166
V. CONCLUSIONES	169
V.1. PERSPECTIVAS FUTURAS	170
VI. BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXOS	196

PRESENTACIÓN.

En un deporte como el fútbol, la evolución de las competiciones y su alta exigencia han alcanzado metas que elevan sin duda el nivel de rendimiento a límites indeterminados. La mejora del alto rendimiento también es positiva y necesaria para el desarrollo del deporte popular, pero en nuestro caso, el fútbol se ha transformado no sólo en deporte sino en espectáculo movido por grandes intereses de todo tipo que cuestionan el sentido del término deporte.

Este hecho nos puede dar pie a pensar desde muy distintas perspectivas, pero centrándonos en lo que nos ocupa, sí tiene un sentido de estricto rendimiento deportivo, por cuanto a través del penalty, calificada por algún legendario jugador como “manera cobarde de ganar un partido”, no siempre resulta fácil conseguir la victoria. Son muchos los factores que pueden influir, por lo que nuestro objetivo como investigadores del deporte debe ir acotando factores de posible incidencia y aumentar el rendimiento de una forma rigurosa.

El presente estudio es el resultado del trabajo precedente de una de las líneas de investigación ya iniciada en el Grupo “Análisis y Evaluación de la Actividad Físico Deportiva” y culminada en el seno del Grupo “Análisis del Movimiento Humano” ante su destacable trayectoria en el desarrollo de sistemas automatizados. Han sido varios los estudios piloto realizados sobre la acción de lanzamiento a portería en jugadores de fútbol en edad de formación que, pensamos, nos han permitido caminar con paso firme y seguro a lo largo de proceso experimental.

Por lo tanto, el primer fin del que parte esta tesis doctoral pretende idear un sistema automatizado que posibilite el entrenamiento de la acción del penalty en fútbol, acercando cada vez más el tan ansiado trabajo específico de campo, en situaciones reales, al riguroso control de laboratorio. El segundo fin trata de estudiar la eficacia que, como consecuencia de la utilización de dicho sistema, alcanzan lanzadores expertos e inexpertos de penalty. Por último, intentamos comprobar si se producen, en consecuencia, modificaciones en el estilo de lanzamiento.

Ante dicho planteamiento, será el *Comportamiento Motor*, como área de la Motricidad, quien impregne desde su inicio el devenir de este trabajo con un amplio marco conceptual entorno a la perspectiva temporal del procesamiento de la información y la toma de decisiones. Comenzaremos por ello abordando el concepto de *Comportamiento* aplicado a la Actividad Física, los modelos de procesamiento que rigen el programa motor del lanzamiento a portería y las características que posibilitan plantear a dicho lanzamiento como una habilidad motriz abierta.

Continuaremos analizando de qué recursos de información temporal dispone el lanzador de penalty para adaptarse a la tarea que planteamos, teniendo como referente la situación real frente a portero. Los procesos de percepción de trayectorias y anticipación jugarán un papel decisivo en este planteamiento. Como receptor predominante que suministra dicha información analizamos la visión, a través de un breve recorrido anatómico-fisiológico (factores *hardware*), pero centrándonos de forma más concreta en aquellas habilidades visuales (factores *software*) que pueden influir en la utilización de una determinada estrategia visual asociada con la toma de decisiones tácticas por parte de lanzador y portero.

El apartado introductorio prosigue con un estudio específico del penalty en fútbol desde un punto de vista reglamentario, otro estadístico que muestre la transcendencia del penalty en la alta competición y, por último, un análisis temporal y técnico-táctico también en base a la máxima competición. Todo ello nos permitirá, finalmente, plantear el concepto de táctica individual desde una perspectiva comportamental de la que partíamos inicialmente, sin olvidar los condicionantes técnicos que intervienen en dicho planteamiento.

Una vez iniciado el desarrollo del proceso experimental, nos detendremos en describir el sistema automatizado ideado y el procedimiento seguido para la aplicación del tratamiento. Observaremos los resultados alcanzados por los jugadores de ambos grupos de experiencia y debatiremos los mismos en base a estudios precedentes de rigurosidad científica que, aún no refiriéndose al lanzador de penalty, nos permitan extraer conclusiones comparativas y orientar futuros trabajos.

I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN.

I.1. EL COMPORTAMIENTO MOTOR COMO CIENCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA.

Las exigencias de delimitación y de especialización en la ciencia requieren que ésta se estructure a distintos niveles y áreas según el problema a tratar, aunque todos ellos compartan los atributos del conocimiento y del método científico. Por ejemplo, la física y la psicología son ciencias distintas, ramas científicas, pero comparten con la ciencia los principios y el método hipotético-deductivo (Oña et al., 1999).

La ciencia se organiza a lo largo de un continuo que va desde niveles más genéricos (perspectivas básicas o ramas del conocimiento), hasta niveles de mayor concreción y aplicación (tecnologías o ingenierías). Dichas perspectivas básicas o ramas están constituidas por la física, química, biología, psicología y sociología. Entre ellas se encuentran, encuadradas por orden de generalidad, la química, la biología y la psicología. Dicho orden corresponde también al orden histórico de aparición, producto de la citada tendencia a la especialización (Figura I.1.1).

Cada una de las perspectivas mantienen una autonomía epistemológica, y aunque es posible estudiar un mismo problema desde distintas perspectivas, sólo será, por ejemplo, psicológico cuando se investigue bajo los constructos teóricos y la metodología específicos de la psicología. En este último caso supone atenderlo exclusivamente bajo un contexto comportamental (Oña et al., 1999).

El estudio del movimiento del hombre constituye el núcleo problemático del conocimiento denominado ciencias del movimiento humano. Desde cada perspectiva básica de la ciencia se produce una aproximación al núcleo problemático del movimiento humano. Así, desde la psicología se realiza una aproximación científica que conforma un área de desarrollo denominada Comportamiento Motor, desde la cual se podrían analizar los procesos básicos del comportamiento implicados en una situación motora, como son los de su aprendizaje, los de su control o los de su desarrollo con la edad. Por tanto, dentro de las ciencias o disciplinas que tienen como objeto de estudio la motricidad encontramos el Comportamiento Motor (figura I.1.1).

<i>Perspectivas básicas</i>	<i>Motricidad: Áreas especiales</i>	<i>Áreas aplicadas (ejemplos)</i>	<i>Técnicas aplicadas (ejemplos)</i>
Física	Biomecánica	Cinemática	Análisis de técnica deportiva
		Dinámica	
Química	Bioquímica del ejercicio	Mecánica muscular	Técnicas biológicas
		Nutrición deportiva	
Biología	Fisiología del ejercicio	Medicina deportiva	Control del entrenamiento
Psicología	Comportamiento Motor	Control Motor	Técnicas de entrenamiento psicológico.
		Aprendizaje Motor	Técnicas de enseñanza
Sociología	Sociología de la Motricidad	Antropología	Técnicas de muestreo
		Sociología del deporte	

Figura I.1.1.- Estructura de las ciencias de la Motricidad Humana (tomado de Oña et al., 1999).

I.2. EL COMPORTAMIENTO COMO OBJETO DE ESTUDIO Y EL MODELO COMPORTAMENTAL.

El estudio desarrollado en esta tesis doctoral se enmarca dentro del entrenamiento de gestos deportivos, habilidades motoras, que requieren altas prestaciones en el campo del rendimiento deportivo. En palabras de Ruiz y Sánchez (1997), por rendimiento deportivo se entiende *aquel proceso de máxima cualificación expresada en resultados objetivos de éxito en el deporte a estudiar, en una búsqueda continua de optimización del rendimiento del deportista en base al análisis de los procesos de adquisición y regulación motriz.*

El *Comportamiento Motor*, como área especial de la Motricidad, está recogido como objeto de estudio por la Psicología, cuyo entorno científico requiere una referencia empírica clara y precisa. Así Watson (1930), lo definía como *aquello que un organismo hace o dice*, dando un aspecto amplio a su significado. Por su parte Thorndike (1931), y de forma más funcional Hull (1943), definen el Comportamiento Motor (C) como *la interacción entre el organismo (O) y el medio donde se desenvuelve (M)* relacionado en la expresión (E- I.2.1):

E- I.2.1

$$C = f(O, M)$$

siendo f es una constante

En consecuencia, y siguiendo a éste último autor, el comportamiento lo constituyen tres elementos básicos un *organismo*, un *medio* y unas *interacciones* que constituyen la conducta, lo cual supone un continuo intercambio para el individuo que con su comportamiento modifica aquello que le rodea y esas modificaciones, a su vez, pueden modificar su comportamiento posterior (figura I.2.1).

Podemos deducir de lo expuesto que ambos elementos, *medio y organismo*, son dependientes uno del otro, y ambos constituyen un proceso de adaptación continua (Wallon, 1968).

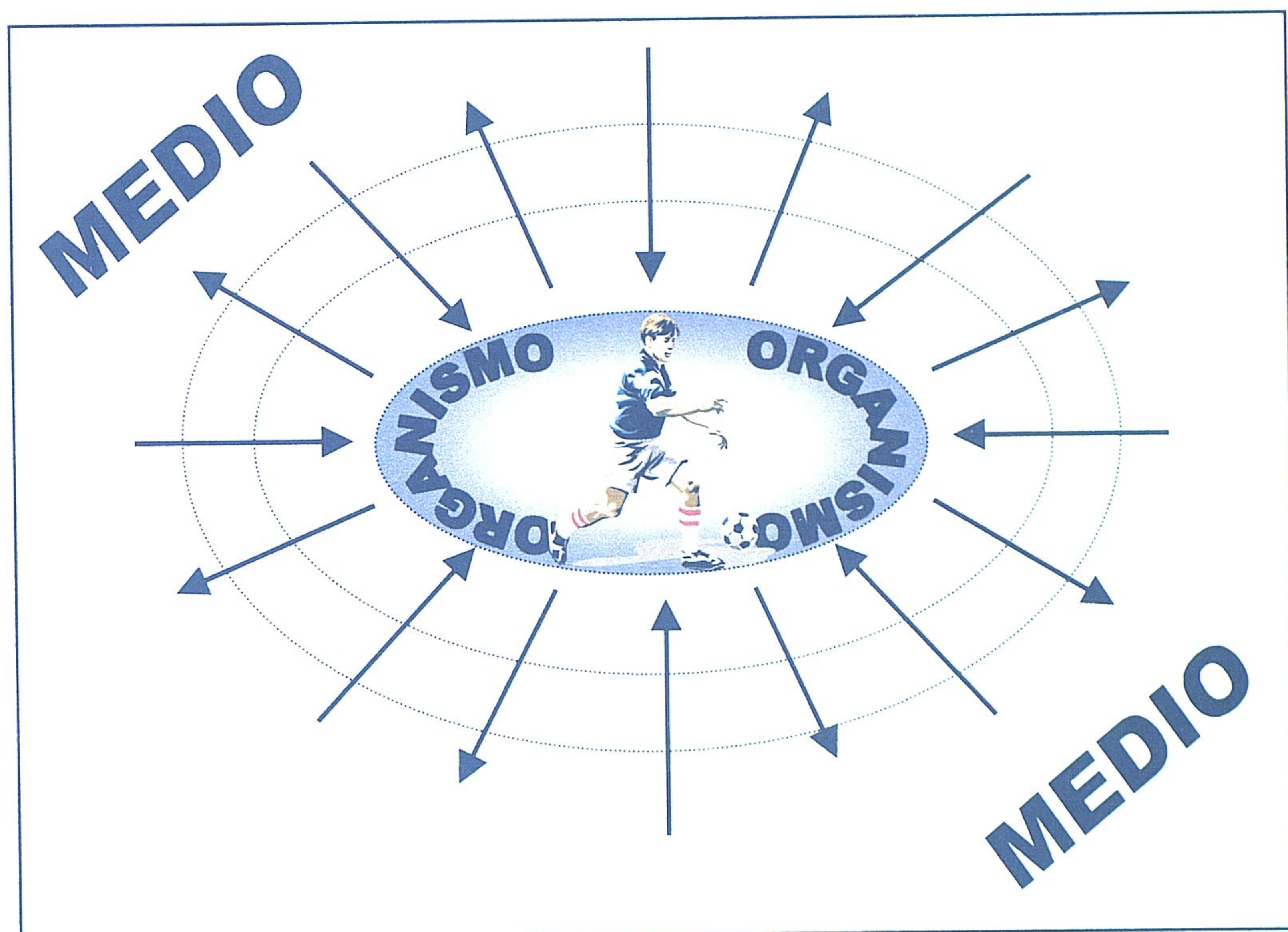


Figura I.2.1.- Interacción del organismo con el medio (Oña 1994).

Esa interacción entre el sujeto y el medio puede tener diversas formas de manifestación. Cuando se produce a través del movimiento estaremos frente al *Comportamiento Motor* (Oña, 1994), el cual constituye el estudio científico bajo la perspectiva psicológica del movimiento humano.

En la actualidad se suele utilizar alternativamente al término *psicología* el de *ciencias del comportamiento*, haciendo referencia a su actual objeto de estudio, con el propósito de delimitarla mejor terminológicamente y de superar connotaciones acientíficas (Oña et al., 1999). Parece, también, que se extiende el término *comportamiento* para designar áreas específicas de aplicación de la psicología como ocurre con el *Comportamiento Motor*.

Siguiendo a Singer (1985), a través del Comportamiento Motor se pretende comprender las variables que determinan la eficacia de la ejecución motora y el aprendizaje de esa ejecución o conducta específica. Igualmente delimita dos áreas constituyentes: *Control Motor* y *Aprendizaje Motor*, a las cuales se les suele unir una tercera, el *Desarrollo Motor* (figura I.2.2). Las dos primeras utilizan una metodología experimental mientras en el Desarrollo Motor se emplea una metodología descriptiva, basada en la observación de los cambios de patrones motores a lo largo del tiempo:

- a) El *Control Motor* se ocupa de los procesos básicos del movimiento, de los procesos de recepción y procesamiento de la información. Dichos procesos comienzan por (a₁) la *sensación y la percepción* en los procesos relacionados con la recepción de información asociada al movimiento, (a₂) la *memoria* en los procesos de almacenamiento y recuperación de la información motora, (a₃) la *atención* en los procesos de activación y selección de información relevante para todas las fases de información implicadas en la eficacia del gesto y (a₄), la *programación motora y los patrones neuromusculares* implicados en los procesos de organización de la información y ejecución de la respuesta motora. El Control Motor, por tanto, estudia desde la recepción de información relevante, estímulos, hasta la programación y ejecución de la respuesta motora (Oña 1994).

- b) El *Aprendizaje Motor* como tal aprendizaje supone un proceso de modificación de conducta, más exactamente un cambio estable como consecuencia de la práctica siendo, en nuestro caso, motoras las conductas a modificar (Magill, 1989). El Aprendizaje Motor se ocupará, por tanto, de la adquisición de habilidades motrices. Considerando al organismo como un sistema de procesamiento de información, la práctica sería un proceso de control y manipulación de la información con objeto de producir la modificación de la conducta motora (Schmidt, 1988).
- c) El *Desarrollo Motor* que, a diferencia de las dos áreas anteriores, utiliza una metodología descriptiva basada en técnicas observacionales con predominio de estudios longitudinales. Siguiendo a Baltes et al. (1981), los dos métodos básicos de estudio son el *longitudinal* y el *transversal*. Mediante el primero se trata de establecer la evolución de los distintos patrones motores básicos en el mismo sujeto; con el segundo se estudian las tendencias medias de los diferentes patrones motores en muestras de sujetos situados en períodos iguales, comparando luego las diferencias entre períodos.

Partimos, en consecuencia, desde la perspectiva del Comportamiento Motor, concretamente, dentro del área del Control Motor para el estudio de los procesos de recepción, procesamiento de la información y control de ejecución, así como los elementos básicos de modificación de conducta motora dentro del Aprendizaje Motor, como consecuencia de la práctica, que resulten responsables de un cambio estable hacia un estilo táctico en el lanzamiento de penalty en fútbol. Debíamos para ello desarrollar un sistema automatizado que nos permitiera controlar y estabilizar la situación de aprendizaje de una habilidad motora abierta como es el lanzamiento de penalty, considerándola desde un punto de vista táctico, en un intento de acercar a la situación real de campo, teniendo en cuenta factores como la visión periférica, componentes temporales de la respuesta motora, preíndices de anticipación, programa motor del golpeo y el feedback autorregulado.

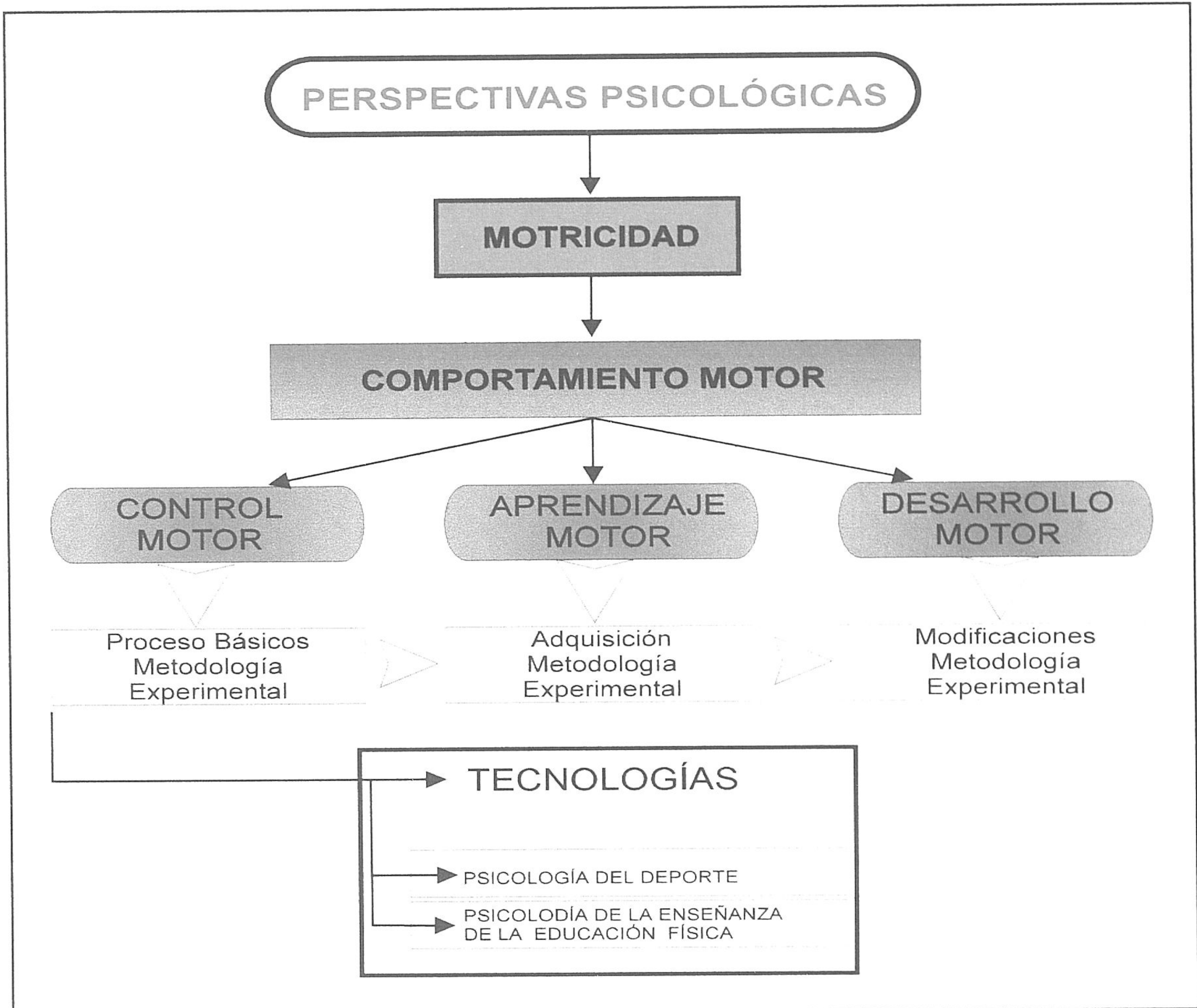


Figura I.2.2.- Áreas que componen el Comportamiento Motor (Singer, 1985).



Continuamos ahora analizando la base teórica de dichos conceptos implicados en la consecución de los objetivos que nos planteamos en esta tesis, comenzando con los modelos explicativos del procesamiento de la información.

En el ámbito del Comportamiento Motor los modelos explicativos vigentes tratan de establecer, como hemos visto en el apartado anterior, una relación funcional entre organismo y el medio tratando de aplicar los principios de la *teoría del procesamiento de la información* en el esquema comportamental. Los distintos modelos no son opuestos, sino complementarios, pudiendo establecer un continuo que va desde los *modelos básicos* hasta los *modelos servosistema*.

En el esquema básico de *procesamiento* en el organismo se podría estructurar como un mecanismo de entrada y salida de información (figura I.2.3). El proceso se inicia con una entrada (input) de uno o varios estímulos, a través de los órganos sensoriales, de información facilitada por el medio que son recibidos para su procesamiento con el objetivo de emitir una respuesta motora o salida (output). Dentro de este procesamiento de información tendrían cabida todos aquellos elementos de la estructura cognitiva desde la sensación y su reconocimiento por los sentidos, pasando por los sistemas de memoria, pensamiento y elaboración de estrategias y programas. Y se incluiría la estructura de activación, la emoción como un proceso que interactúa con la estructura cognitiva (Oña, 1994).

Sobre el esquema general del comportamiento, se han desarrollado diferentes explicaciones. Una de las más ilustrativas es la teoría de Donders (1868), a través de su *método substractivo*, donde considera tres estadios de procesamiento: a) identificación del estímulo; b) selección de la respuesta; y c) programación de la respuesta. Estos estadios estarían en departamentos estancos relacionándose secuencialmente cada vez que un estímulo llega al sistema y hasta que se hace manifiesta la respuesta, mostrando así el carácter del proceso (figura I.2.4).

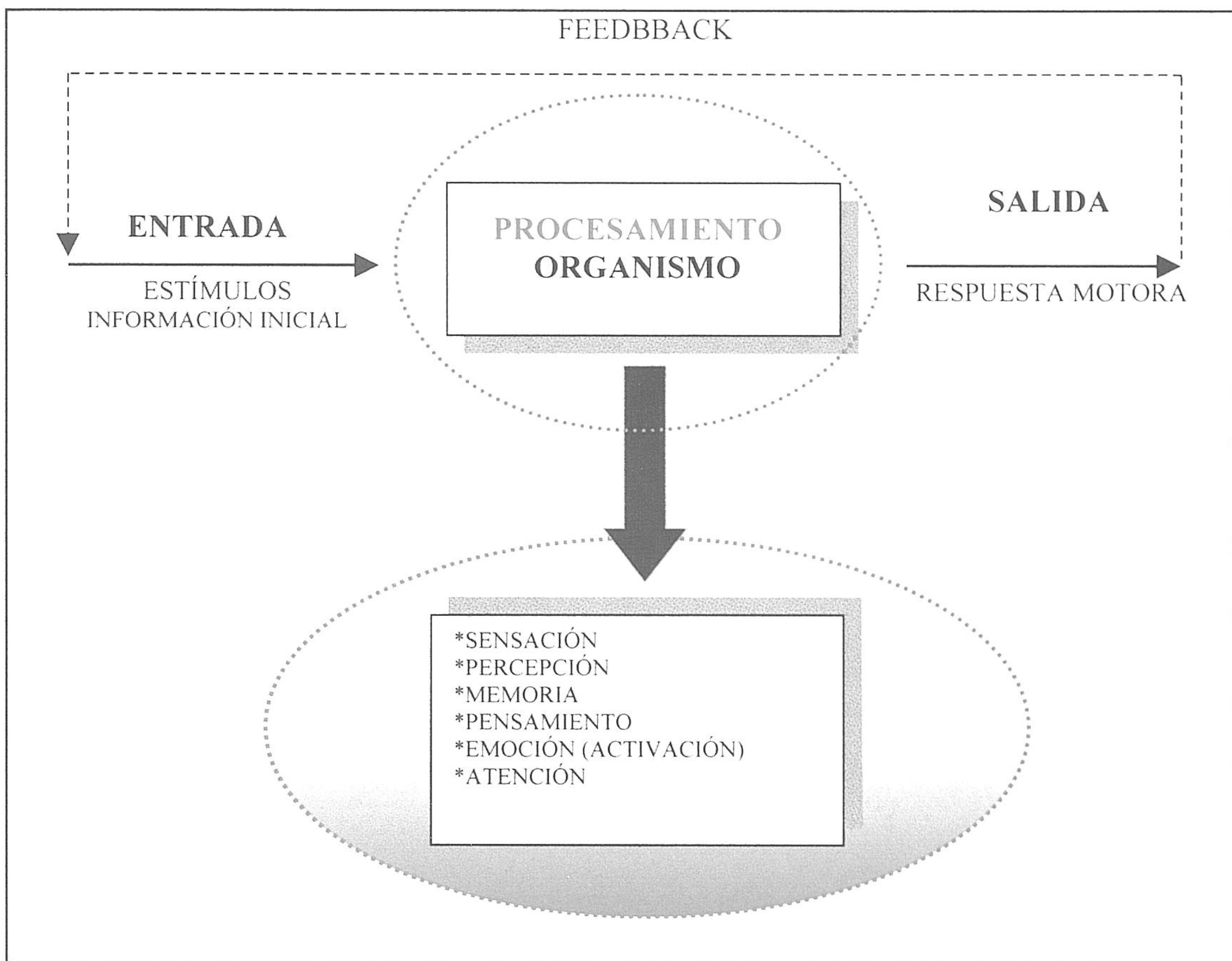


Figura I.2.3.- Esquema comportamental de procesamiento de la información.



Figura I.2.4.- Modelo serial de procesamiento de la información.

Frente a esta concepción de procesamiento surgieron ampliaciones explicativas del modelo anterior como la de Sternberg (1969) y su *método de los factores aditivos*, que desarrolla una extensión y reorganización de los niveles de procesamiento en donde aparece el concepto de *codificación*, sustituyendo al de identificación de estímulos, y que va a tener importancia como término actual de la psicología cognitiva y el control motor, para expresar la sustitución del estímulo nominal por el estímulo funcional de la actividad del sujeto. El modelo de Sternberg incluye, igualmente, los procesos de *memoria, búsqueda y decisión*.

Otros modelos más flexibles, basados en el procesamiento en paralelo (Taylor, 1976), introdujeron la posibilidad de que los diferentes estadios se relacionaran continuamente de una forma no serial (figura I.2.5).

Más allá de los modelos de procesamiento serial y paralelo se encuentra teoría de *servosistema* procedente de la ingeniería el cual, siguiendo a Oña (1994), pretende explicar la integración de todos los componentes anatómicos implicados en una respuesta motora (músculos, sistema nervioso, receptores sensoriales), con los componentes comportamentales (unidades de información, niveles de procesamiento).

La forma en que se produce esa integración, o actividad conjunta de los componentes, se denomina *control del sistema*. En ingeniería se definen varias formas de control, dos de ellas son básicas y polares según precise (*bucle abierto*) o no (*bucle cerrado*) o *servosistema* de un agente externo para su funcionamiento.

Siguiendo el modelo de *servosistema o de bucle cerrado*, la conducta motora humana en su aplicación al deporte, de acuerdo con Oña (1994), es posible explicarla considerando el esquema comportamental del organismo como un sistema de procesamiento de la información autorregulado a través del *feedback*. En primer lugar encontramos el *mecanismo de referencia* o comparador, que establece los objetivos en función de la información inicial (*feedforward*) que ha recibido. Tras la ejecución de la respuesta programada se producen modificaciones en el entorno, se

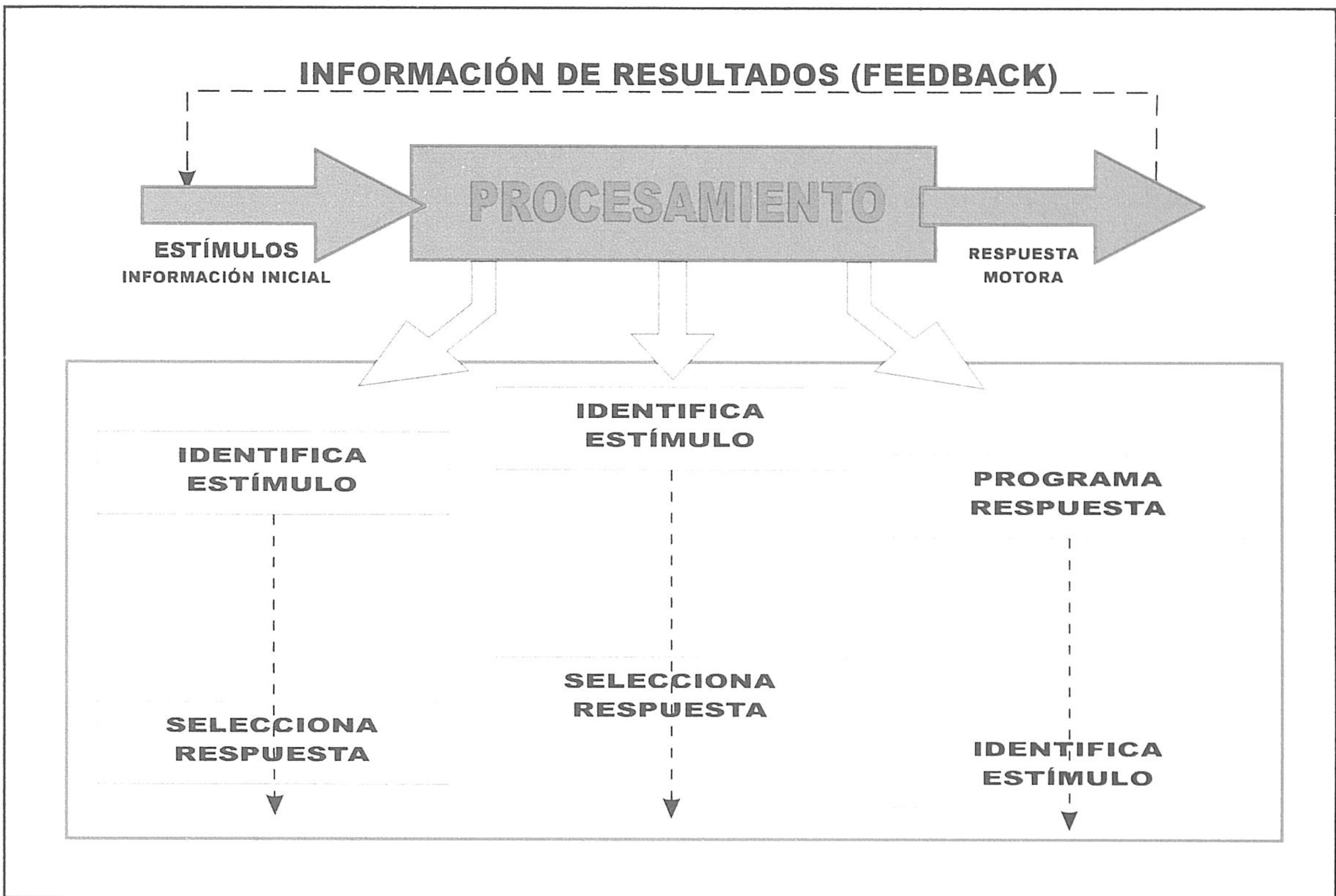


Figura I.2.5.- Modelo de procesamiento en paralelo.

envía información sobre los resultados de esa ejecución mediante un *anillo (bucle)* de retroalimentación (*feedback*) que vuelve al organismo, al mecanismo de referencia, éste vuelve a comparar las modificaciones producidas en el entorno respecto a los objetivos, calcula el *error* y programa de nuevo la respuesta atendiendo a la corrección de dicho error (figura I.2.6).

El modelo de servosistema de *bucle abierto* carece de anillo de retroalimentación actuando inmutablemente en cada ejecución, no permitiendo ajustes en función de las variaciones externas y dependiendo de un agente externo que modifique esos objetivos marcados por el *feedforward*.

El sistema de control de *bucle cerrado*, es aplicable sobre todo a movimientos largos, continuos y abiertos; como p.e. en un partido de fútbol, o en nuestro caso a un lanzamiento de penalty, donde pretendemos que el lanzador adapte su gesto a la actuación del portero basándose en el análisis de la información, la toma de decisiones y las correcciones que realiza en cada ensayo.

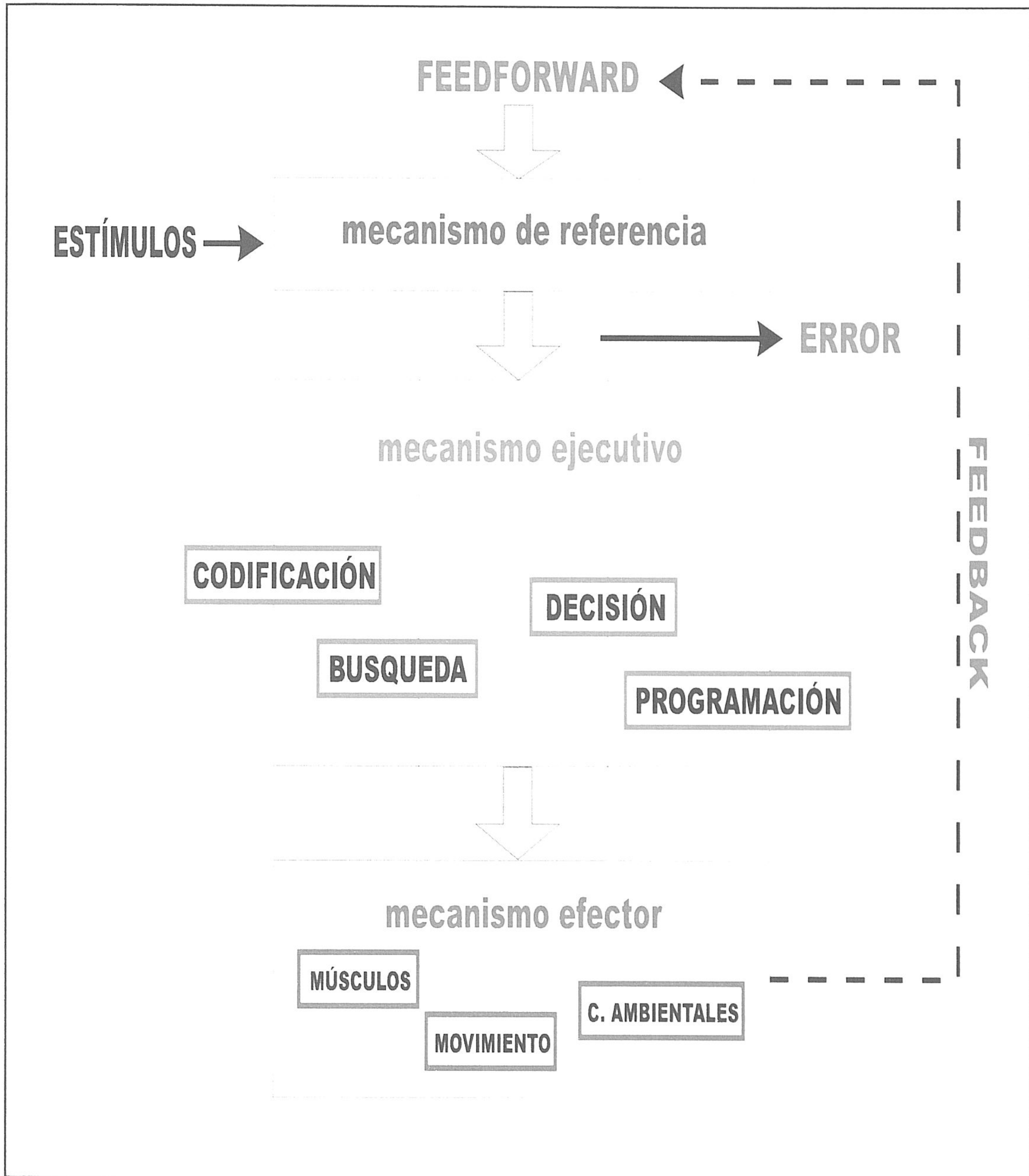


Figura I.2.6.- Modelo de servosistema.

I.3. EL PROGRAMA MOTOR DENTRO DEL MODELO COMPORTAMENTAL.

Siguiendo un orden secuencial en este desarrollo, una vez recibida la información, identificada y almacenada la información, ha de programarse una respuesta motora que será ejecutada a nivel efector. La programación de dicha respuesta está asociada al concepto de *programa motor*, de tal forma que la programación motora es el proceso, mientras que el programa motor es el producto de ella (Oña et al., 1999). Son dos términos complementarios e imprescindibles que constituyen en la actualidad el ámbito del Control y el Aprendizaje Motor.

Podemos definir *programa motor*, por tanto, al producto de la programación motora integrada por una serie de órdenes. Dichas órdenes se enviarán al sistema efector (aparato locomotor) para que las unidades neuromusculares actúen con un nivel de tensión determinado en los músculos agonistas, exigiendo a la vez un determinado nivel de relajación en los antagonistas. Siguiendo a Oña et al. (1999), a ese juego sincrónico tensión-relajación, a lo largo de un patrón temporal, por el que el programa motor se traduce en actividad neuromuscular se conoce como *patrón neuromuscular*.

La programación motora ocupa un lugar central en todos los modelos de comportamiento motor, desde los seriales hasta aquellos de procesamiento en paralelo o los de servosistema.

En el ámbito del Comportamiento Motor el concepto original de programa motor se realizó, fundamentalmente, a partir del modelo de tambor de memoria, o *memory-drum* (Henry & Rogers, 1960). De acuerdo con este modelo, la estructura cognitiva de un gesto, una vez automatizado, se almacena como una serie de comandos en la memoria neuromotora (Henry, 1981) que permanece inmutable para un uso futuro. Cada gesto se almacenaría independiente, por lo que cualquier variación, tal como ocurre en los deportes abiertos, resultarían en patrones neuromusculares diferentes con su huella correspondiente en la memoria.

Este concepto de programa motor, tal como lo concibe el modelo del memory-drum y los modelos de procesamiento análogos, se puede considerar como *restringido*. Todos ellos se han basado en supuestos genético-biológicos en donde todos los procesos son automáticos y seriales. Pero fueron varios los autores que revisaron los trabajos del programa motor restringido encontraron resultados inconsistentes que no daban respuesta a variables tales como la *práctica* por no matizar suficientemente el concepto de *complejidad*, el *almacenamiento* y la *novedad en la respuesta*.

Como alternativa para explicar las insuficiencias encontradas de este modelo restringido de programa motor, y en un intento de dar solución a citadas inconsistencias, nace el *término programa motor generalizado* (Schmidt, 1975), aceptado en una línea semejante por otros autores (Brooks, 1979; Keele, 1968) y del cual derivarán otros términos como el de *estructura coordinativa* (Bernstein, 1967; Kugler et al., 1980; Turvey, 1977), el de *control multiniveles* (Greene, 1972), o el de *esquema motor* (Schmidt, 1975, 1988).

La noción de *estructura coordinativa* planteada por Bernstein (1967) hace referencia a la capacidad del sujeto de controlar los diversos grados de libertad de su cuerpo, consiguiendo conjuntar los grupos musculares y las articulaciones para que actúen como una unidad. Las estructuras de coordinación son, por tanto, unidades de control motor que gobiernan grupos de músculos situados en las diferentes articulaciones del cuerpo, y que hacen que funcionen como una unidad.

Los modelos comportamentales como el *esquema* de Schmidt (1975, 1988), subrayarán la participación del individuo en la construcción del programa en cada ensayo, y la flexibilidad en la relación de los niveles de procesamiento, que podrían actuar en paralelo, en lugar de serialmente. Para Schmidt (1975), cuando se realiza un movimiento usando un esquema, se almacenan cuatro elementos: a) *condiciones iniciales* (posiciones corporales, peso de los objetos...); b) *parámetros asignados a priori* al movimiento (velocidad, fuerza...); c) *feedback sensorial* de la ejecución; y d) *conocimiento de resultados*. De estas cuatro fuentes de información se abstrae el

esquema, haciendo comparaciones y estableciendo relaciones entre ellas sobre la síntesis de ensayos anteriores.

En el *control multiniveles*, los niveles más altos de procesamiento representan aspectos globales organizados como metas, desde donde pasan progresivamente a niveles inferiores, controlados más bien por factores periféricos como el feedback, para concretarse en las órdenes dadas a las unidades musculares. Si existen grandes alteraciones ambientales, actúan los niveles superiores y se cambia de programa, si las variaciones son pequeñas el programa motor generalizado se ajusta a los nuevos parámetros (figura I.3.1).

En el caso que nos ocupa, el lanzamiento a portería en fútbol, se encontraría como un elemento global y organizado en el control multiniveles, desde donde pasan progresivamente a niveles inferiores, donde se va concretando hasta que se toma una decisión particular sobre las ordenes dadas a las unidades musculares sobre utilización de una determinada superficie de contacto (interior, exterior, empeine interior o empeine total) en función de la actuación del oponente, en este caso el portero.

Los *elementos globales o invariantes* del programa motor generalizado (Schmidt, 1988), que son los que se mantienen comunes para cada ensayo y variedad, se almacenarían en los niveles superiores, mientras que los *elementos variables*, que diferencian a una ejecución de otra, se incorporan desde los niveles inferiores, según las necesidades del medio (figura I.3.2).

Los invariantes más conocidos parecen ser tres: a) orden de las acciones; b) estructura temporal; y c) la fuerza relativa. El orden de los elementos supone que las fases del gesto se realizan de forma secuencial en el mismo orden cronológico (Lashley, 1951). La estructura temporal del movimiento es rígida, lo que supone que éste se realiza con la misma alternancia (contracción-relajación), siendo el tiempo empleado mayor o menor, pero siempre proporcional entre las fases del gesto.

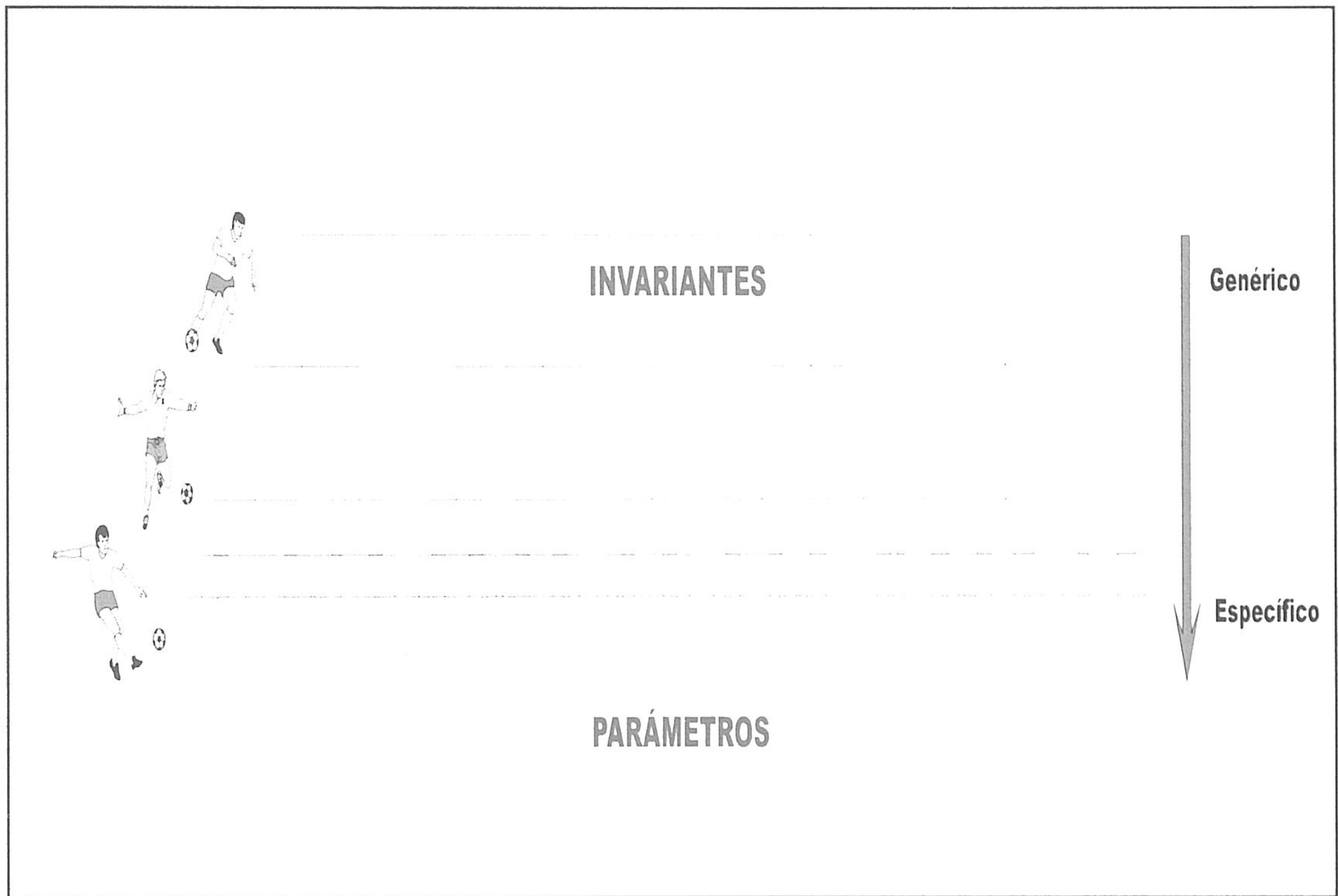


Figura I.3.1.- Organización del movimiento en memoria según el esquema motor (basado en Martínez, 1994).

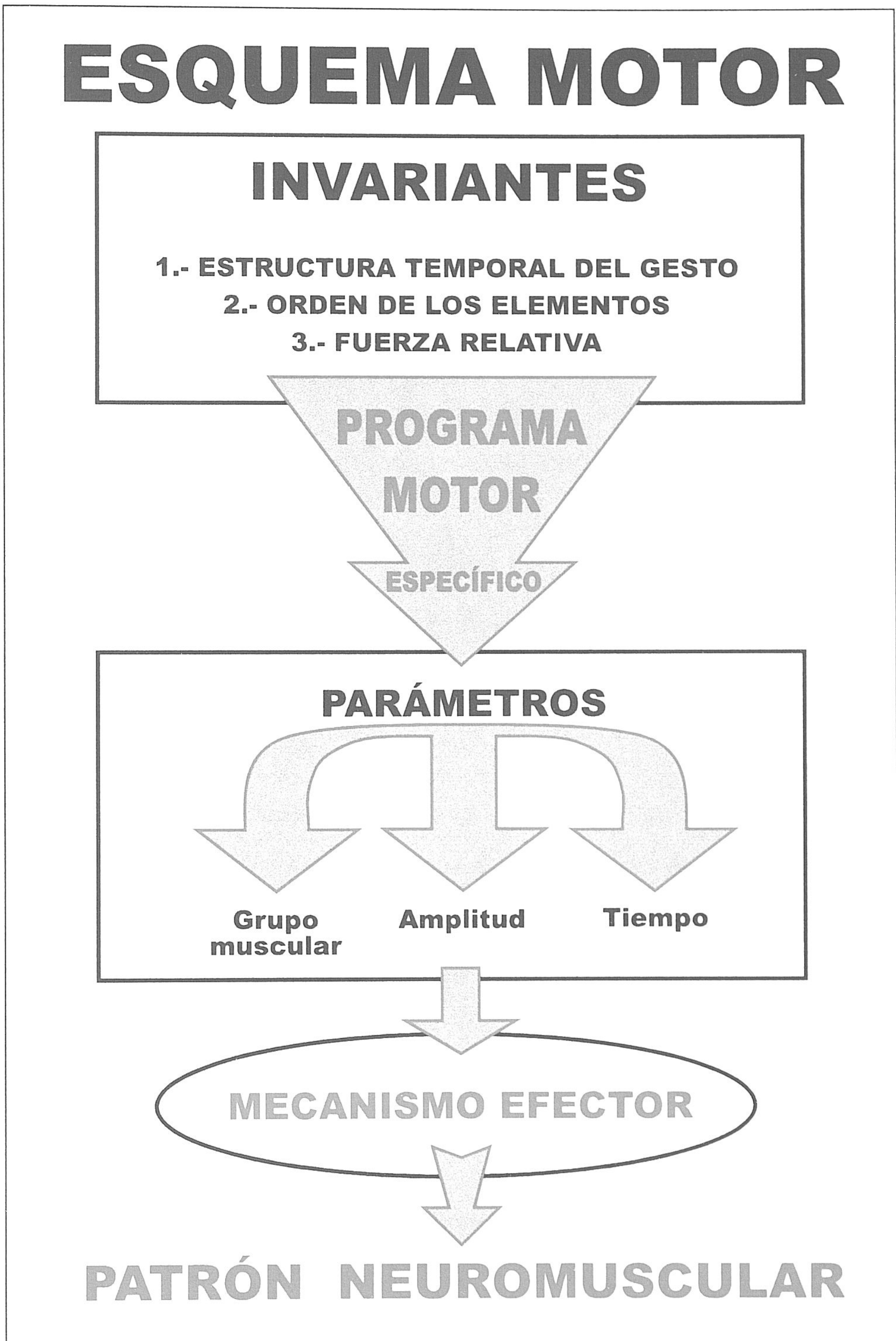


Figura I.3.2.- Programa motor generalizado (adaptado de Schmidt, 1988).

La fuerza relativa hace referencia a la fuerza producida por cada grupo muscular, la cual permanece constante de ensayo a ensayo. Esta evidencia ha sido contrastada por Rojas (1997), quien observó que los jugadores se adaptan a la presencia de la oposición mediante las variables o parámetros de duración, velocidad y amplitud del gesto; los dos primeros se modifican en el tiempo de vuelo, mientras que la amplitud del gesto hace mención a toda la reorganización segmentaria producida en el momento del lanzamiento. Igualmente Rojas et al. (1998), observan en jugadores profesionales una alta consistencia temporal intrasujeto que, aún hallando variabilidad entresujeto por no existir un modelo universal, refleja la sofisticación en la ejecución del programa motor y la precisión determinada en la relación fuerza/tiempo de las contracciones musculares intervinientes.

Por su parte Párraga (1999) estudia los parámetros biomecánicos y de precisión asociados al momento de aparición de estímulos visuales en el lanzamiento en balonmano, observando una consistencia temporal del patrón de lanzamiento analizado intrasujeto, aunque manteniéndose una cierta variabilidad entresujetos.

Partiendo de la teoría del esquema motor, la *variedad en la práctica* es esencial para la adquisición del máximo rendimiento en una habilidad abierta, la cual definiremos a continuación, ya que amplía la capacidad de adaptación y transferencia del programa motor generalizado (Schmidt, 1988) a situaciones que requieran respuestas nuevas. Así, en los deportes de equipo en los que las soluciones son variables, la precisión unida al pensamiento táctico son criterios decisionales importantes para juzgar las variantes individuales (Neumeier y Ritzdorf, 1994).

Desde la invariabilidad de la automatización del gesto hasta las necesidades de adaptar éste a niveles superiores de respuesta del programa multiniveles, se hace necesario un tratamiento en la práctica partiendo de un planteamiento abierto que obligue jugador a realizar adaptaciones motoras, respecto a las experimentadas con anterioridad, provocando así la aparición de una de las características fundamentales del programa motor generalizado como es la capacidad de adaptación ante situaciones que demanden respuestas nuevas basándose en las experiencias previas.

I.4. EL LANZAMIENTO DE PENALTY COMO HABILIDAD MOTRIZ ABIERTA.

El lanzamiento de penalty puede identificarse dentro de los patrones generales de lanzamientos y golpes propuestos por Kreighbaum & Barthel (1981), considerando como patrón de movimiento al conjunto de aquellas destrezas con desplazamientos segmentarios similares u objetivos análogos. Las diferencias radican en la posición que adopta el segmento que debe incrementar su velocidad angular (mano baja, laterales, mano alta), o el caso en que el golpeo se realice con el pie (ver tabla I.4.1). Altwater (1980) afirma que el patrón general de lanzamientos y golpes es, posiblemente, el más utilizado después de la carrera.

El patrón de lanzamientos lo integran aquellas destrezas que pretenden alcanzar la máxima velocidad del extremo libre de la cadena cinética y una apropiada dirección de dicho vector velocidad. En definitiva, son destrezas que pueden tener uno de los dos objetivos siguientes: a) proyectar un objetivo a la máxima distancia horizontal, y b) proyectar un objeto hasta un punto determinado (puntería) con la máxima velocidad (Altwater, 1980).

Si analizamos el gesto objeto de estudio en el contexto del Control Motor y su ubicación como una habilidad motora, se podría clasificar como un patrón en el que se pretende el segundo objetivo, aunque no siempre implicaría su realización a máxima velocidad puesto que la utilización del interior o empeine interior como superficies de contacto más habituales en el lanzamiento de penalty, que quizá asegura un mayor grado precisión, no lo permitirían.

Pero para continuar con el análisis del gesto técnico del lanzamiento a portería debemos estudiar el término *habilidad motora*. Denominaciones como habilidad, destreza, tarea, acto y otros son utilizadas y combinadas según la línea de pensamiento sobre la motricidad. De todos modos, se utiliza el término *tarea* en un sentido general como parte de una situación de enseñanza sugerida o impuesta al deportista por el profesor o entrenador. En cambio, el término *habilidad* se considera desde una perspectiva personal, del sujeto hábil, a las características de eficiencia, estabilidad, consistencia, constancia o adaptabilidad para ejecutar una tarea (Ruiz, 1994).

Tabla I.4.1.- Agrupación de destrezas de lanzamiento y golpeo (Kreighbaum & Barthels, 1981).

MANO BAJA	LATERALES	MANO ALTA	GOLPEOS CON EL PIE
Bolos	Disco	Béisbol	Fútbol
Voleibol	Martillo	Jabalina	Rugby
Bádminton	Voleibol	Voleibol	
Golf	Béisbol	Baloncesto	
Hockey	Tenis	Tenis	
	Bádminton	Bádminton	
	Tenis	Cricket	
	Squash		
	Balonmano		

No existe, por tanto, una claridad terminológica pero si podemos distinguir los diferentes criterios utilizados para realizar las distintas definiciones. Para ello Ruiz (1994), realiza un compendio de las principales clasificaciones de las habilidades motrices que incluyen los conceptos utilizados por los distintos autores (tabla I.4.2).

Pero la clasificación más en boga y que es citada por la mayoría de los autores revisados es la que propuso Poulton (1957), y posteriormente Knapp (1979), popularizando los conceptos de *abierto* y *cerrado*, para destacar el papel que el contexto espaciotemporal tiene en el aprendizaje y en la realización de las habilidades motrices. A partir de este momento se habla de habilidades motrices de carácter *abierto* y habilidades motrices de carácter *cerrado*.

Decimos que una actividad deportiva es de carácter cerrado cuando el contexto espaciotemporal es estable y con pocas modificaciones. Numerosas actividades deportivas se desarrollan sobre elementos con características como dimensiones, distancias, peso o disposición son conocidas para el atleta. En estos casos en donde tampoco aparece la oposición directa de un contrincante que modifique estas variables podemos hablar de *habilidades motoras cerradas*. Este es el caso, por ejemplo, del lanzamiento de tiro libre en baloncesto. No se espera que la canasta se mueva, sino que es el sujeto el que actúa conociendo las referencias espaciales de la forma concreta. Consideremos que, en el ámbito de la Actividad Física, analizar las habilidades motrices que se enseñan permite valorar las demandas cognitivas que poseen, su grado de complejidad, y conocer que practicar una habilidad de carácter abierto bajo formas cerradas no parece una buena metodología; sin embargo es frecuente que los sujetos aprendan en situaciones más autorreguladas y cerradas, para ir pasando a formas de actuación más abiertas y de regulación externa, máxime si la habilidad es de carácter abierto (figura I.4.1).

Tabla I.4.2.- Criterios en las distintas clasificaciones de las habilidades y tareas motrices.

VARIABLE	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Participación corporal	Globales ----- finas	Grupos musculares que participan, o precisión.
Grado de regulación de los movimientos	Aotorreguladas -- ----- regulación Externa	Posibilidad, o no, de ejercer control sobre la tarea.
Duración del movimiento	Discreta ----- seriadas-contínuas	Fluidez de la tarea o inconsistencia.
Grado de control ambiental	Cerradas ----- abiertas	Reguladas, o no. Por el medio (espacial o espaciotemporal).
Disponibilidad de feedback	Continuo ----- terminal	Posibilidad de obtener feedback.
Participación cognoscitiva	Alta ----- baja (perceptivo- (motrices cognoscitivo) habituales)	Predominio perceptivo o motor

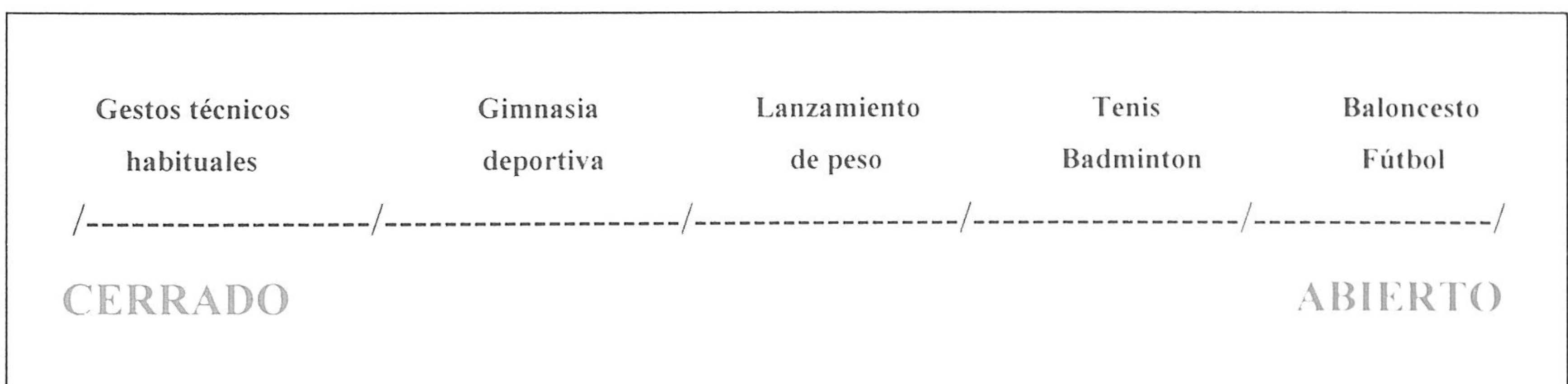


Figura I.4.1.- Clasificación de los deportes basada en el continuum ABIERTO-CERRADO (según Knapp, 1979).

La noción de *abierto* resalta el valor cambiante, incierto, variable y que exige operaciones cognitivas que permiten anticipar y evaluar lo que puede o no puede ser. Por ejemplo, en deportes de balón la acción a realizar por el sujeto depende en cada momento de la trayectoria y velocidad del móvil, de la situación en el terreno de los compañeros, del grado de oposición del oponente... En otros deportes de enfrentamiento como la esgrima, la lucha o la situación de penalty en nuestro caso, las circunstancias variables del medio son producto de la acción de un oponente (el portero), hablando en este caso de *habilidades motoras abiertas*. Por ejemplo, Bayer (1986) o Riera (1989), realizan su clasificación en función del *grado de oposición y de colaboración*, pero al fin y al cabo es producto de la profundización de las categorías abierto/cerrado de Poulton (op. cit.). Sin embargo, no debemos entender de forma absoluta esta dualidad como dicotomía ya que en realidad todas las habilidades tienen un oponente más o menos abierto o más o menos cerrado.

Las habilidades motoras abiertas son normalmente de este tipo. Por ejemplo, en un remate en fútbol la acción se inicia en función del momento del pase, la trayectoria y velocidad del balón y la acción del contrario. Todo ello hace que el entorno en el que se desarrolla la actividad sea extremadamente variable y como tal ha de ser analizado para poder planificar el proceso de aprendizaje (Sánchez, 1992).

Para concluir este análisis, debemos señalar que la teoría del esquema motor de Schmidt (1975), como representante de los programas motores generalizados, nos comenta que lo almacenado en la memoria es un esquema de movimiento, una estructura general o patrón no definido totalmente que deberá actualizarse y reajustarse en función de cada contexto. Por tanto, en aquellas habilidades en las que el contexto o ambiente es cambiante, como ocurre en la habilidad motora abierta del lanzamiento de penalty planteado desde un punto de vista táctico, más amplio debería ser este esquema para contemplar un buen número de posibilidades. Igualmente, refiriéndose al aprendizaje de dichas habilidades, Schmidt (1988) añade que las habilidades abiertas parecen requerir rápidas adaptaciones en un ambiente cambiante en continuo cambio, mientras que las habilidades cerradas requieren ejecuciones constantes y estables en un entorno predecible.

Las conclusiones obtenidas a raíz de la teoría del esquema motor se enfrentan a las aportaciones de Henry que en 1960 defendía la teoría de la especialización neuromotora y la independencia de las actuaciones en varias acciones motoras. Esto es, la especificidad en la práctica para obtener la máxima transferencia sobre la conducta objeto.

De todo lo anterior interpretamos que el planteamiento práctico a llevar a cabo en esta tesis doctoral debería partir de una tarea a realizar por los jugadores, donde les resultase imprescindible una toma de decisiones y adaptación rápidas a las circunstancias cambiantes en el enfrentamiento contra el portero, para acercarse así a una situación real de juego en donde encontramos una habilidad motora no cerrada sino abierta.

Partiendo del análisis de las habilidades motoras abiertas, Singer (1986) señala que *estas acciones requieren que el actuante se anticipe y tome decisiones sobre la adaptación de la respuesta en un breve período de tiempo. Están guiadas exteriormente y, a pesar de haberse establecido planes, debe existir un sentido de adaptación ante los posibles incidentes cambiantes o no previstos* (p.91).

Esta última aportación nos daría pie al estudio de otros aspectos necesarios para el desarrollo de este trabajo como son los componentes temporales que gobiernan la respuesta de reacción, los recursos informativos de que dispone el lanzador y las conductas de anticipación que se presentan asociadas al penalty.

I.5. COMPONENTES TEMPORALES DEL PENALTY COMO HABILIDAD MOTORA.

En cualquier actividad deportiva en donde existe un móvil podemos observar como el factor temporal es un elemento clave en todo momento para alcanzar el éxito. Realizar un gesto determinado en un tiempo limitado puede ser determinante en la consecución de un objetivo. Este hecho conforma una línea directriz en este trabajo y por tanto debemos prestar una especial atención a la denominada *respuesta de reacción*.

La integración del *modelo de control servosistema*, del *modelo de procesamiento de información* y el *paradigma de la respuesta de reacción*, aplicado al estudio del movimiento humano, permite entender los procesos psicológicos cognitivos, implicados en una conducta motora, como habilidades medibles y modificables con el entrenamiento (Oña, 1994).

La respuesta de reacción (RR) ha sido un elemento un elemento extensamente estudiado tanto en Psicología del Deporte (Roca, 1983) como en Psicología Experimental (Tudela, 1983). Los primeros trabajos y análisis psicológicos datan del siglo XIX, aunque el análisis temporal de los componentes de un gesto es un método común en su estudio motor y proviene esencialmente del área de la biomecánica.

La aproximación cronométrica (Posner, 1978) ha sido la que más utilizada para determinar la estructura del procesamiento de la información, en donde se mide el intervalo entre la presentación del estímulo y el comienzo de la respuesta, conocida como *técnica del tiempo de reacción*. El paradigma de la respuesta de reacción (RR) incluye, además del tiempo de reacción (TR), al tiempo de movimiento (TM), y permite estudiar un gesto bajo la técnica de análisis temporal. El tiempo de reacción (TR) se entiende como el que transcurre desde la aparición del estímulo hasta el comienzo del movimiento. Convencionalmente se puede medir el TM desde la aparición del movimiento hasta su finalización de la respuesta motora o hasta la finalización del gesto principal o de su primer fragmento. Existe también un

componente externo denominado preperiodo (PP) que lo constituye el tiempo de espera hasta la aparición del estímulo.

En el ámbito motor, a partir de Weiss (1965), se distinguen a su vez dos componentes dentro del tiempo de reacción: a) tiempo de reacción premotor (TRP), y b) tiempo de reacción motor (TRM).

Si aplicamos estos conceptos a una tarea deportiva común como la salida de tacos en pruebas de velocidad, el tiempo transcurrido entre la señal de “listos” y el disparo constituiría el PP. Igualmente, el tiempo transcurrido entre ese estímulo y la contracción muscular que aparece como un cambio en la línea base de un registro electromiográfico (EMG) constituye el TRP. El tiempo entre dicho indicativo electromiográfico y la apreciación directa del movimiento de impulsión sobre los tacos o los brazos se denomina TRM. El TRM puede constituirse como el tiempo transcurrido entre dicha impulsión apreciable y el primer apoyo de la salida, el segundo o recorrer los diez primeros metros. Para la teoría general del comportamiento motor se acepta que el TRP representa mecanismos centrales y el TRM procesos periféricos.

En el caso que nos ocupa, el lanzamiento a portería, podríamos establecer una estructura temporal de RR en la tarea, considerando la carrera de aproximación como PP, la cual sería particular en su velocidad para cada lanzador. El TRP no aparecería por la ausencia de registro electromiográfico que identificase el cambio de la línea base en la contracción de los músculos agonistas específicos del gesto. El TR se situaría entre el penúltimo apoyo (aparición del estímulo luminoso al contactar sobre la alfombrilla) y el último apoyo (coincidiendo con el armado de la cadena cinética en extensión de cadera). El TRM estaría localizado entre el último apoyo y el golpeo del balón (figura I.5.1).

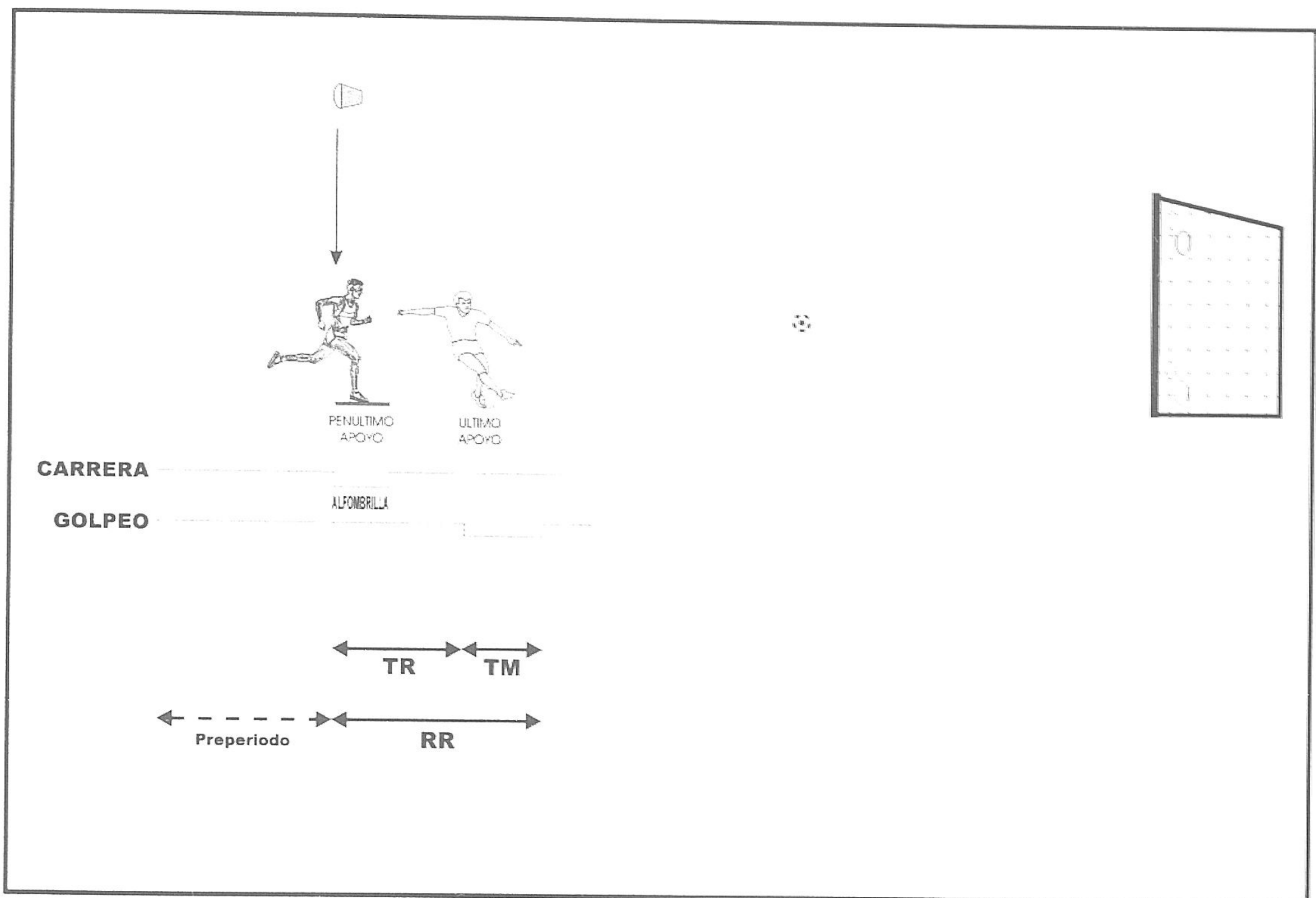


Figura I.5.1.- Componentes temporales de la respuesta (adaptado de Moreno, 1996)

Donders (1968) estableció a través de su *método substractivo* los diferentes estadios de procesamiento de la información que nos vale para determinar tres tipos de TR: a) *simple*, situación en donde aparece un solo estímulo al que corresponde una única respuesta; b) *de elección*, donde aparecen varios estímulos y una respuesta asignada a cada uno de ellos y, c) *de selección*, cuando sólo uno de los estímulos que pueden aparecer tiene una respuesta asociada válida.

El método de Donders se base en supuestos como los de *serialidad*, existencia de *estadios diferentes* y el *genetismo*, o imposibilidad de modificarse por el aprendizaje. Todo ello restringen su ámbito de aplicación recibiendo por ello críticas referidas a la insuficiencia para abordar la interacción y el sentido integrado de los procesos de aprendizaje. En palabras de Oña et al. (1999), recientemente han existido otras alternativas explicativas de mayor funcionalidad.

En nuestro estudio nos encontramos con una situación que se encuadra dentro del tipo de TR *de elección*, en donde al jugador se le presentan varias posibilidades de estímulos, en cuanto a localización espacial, debiendo utilizar una determinada superficie de contacto (interior o empeine interior) para dirigir el lanzamiento a la zona correspondiente de la portería parcelada. Se requerirán así procesos cognitivos de identificación del estímulo y selección de la respuesta adecuada en un margen muy reducido de tiempo.

En palabras de Schmidt (1988), efectivamente, parece aceptado que el incremento del tiempo de reacción de un sujeto en relación con otro puede ser un índice significativo de una menor capacidad de procesamiento general. Según Kerr (1982), cada operación mental desarrollada en el control de un movimiento toma una cierta cantidad de tiempo para procesar. Tanto si se incrementa el nivel de complejidad como el número de operaciones cognitivas involucradas en el control del movimiento, igualmente se incrementará el tiempo empleado para programar la respuesta motora.

Pero a la hora de estudiar las habilidades en las que el TR juega un papel importante, debemos resaltar que existe, siguiendo a Roca (1983), tres variables fundamentales o grupos de factores que pueden afectar a ese TR: a) factores relacionados con el ambiente y las características de los estímulos; b) factores relacionados con el estado de los órganos de reacción y; c) factores relacionados con el medio social.

Nos interesan aquellos que estudian el problema, dentro del ámbito perceptivo-motor, del reconocimiento de estímulos y su relación con el tiempo de ejecución motora. Se trata de establecer el efecto de la complejidad estimular asociada a la elección de respuesta, determinando así un patrón E-R concreto medido a través del TR, manipulando la cantidad de información presentada a través del número de alternativas estimulares. Nos situamos, por tanto, bajo condiciones de tiempo de reacción de elección (TRe), en donde a cada estímulo le correspondería una respuesta asociada diferente.

Hick (1952) y Hyman (1953), de forma paralela, comprueban que una variable a considerar en el estudio del TR es el número de alternativas estímulo-respuesta. En sus trabajos, utilizando como tarea una serie de luces con un número equivalente de interruptores que debían ser presionados, observaron que conforme se incrementaba el número estímulos y el número de respuestas asociadas posibles aumentaba también el TR, hallando así que dicho incremento era constante (aproximadamente 150ms) cada vez que se duplicaba el número de alternativas estímulo-respuesta, lo cual dio lugar a que estableciesen una relación matemática conocida como *ley de Hick* (E-I.1.3.1):

E-I.1.3.1

$$TR = a + b (\log_2 N)$$

En dicha función logarítmica “N” corresponde al número de estímulos, a lo cifraron en 180 ms como tiempo mínimo para $N=1$ y que refleja la eficacia de la codificación del estímulo y las operaciones de ejecución de la respuesta y b es el valor de la pendiente que refleja la eficacia de las operaciones de identificación de estímulos, de patrones, y selección de la respuesta (Keele, 1973).

La ley de Hick trató de establecer una relación funcional exacta entre cantidad de información y tiempo de procesamiento, en ese sentido, similar al planteamiento del modelo memory-drum, aunque éste manipuló la complejidad de la respuesta motora (tiempo de movimiento y número de unidades musculares).

A partir del planteamiento de Hick, surgieron variables que cuestionaban dicha teoría como el *efecto de la practica*, la *compatibilidad estímulo-respuesta* o el conocido como *efecto Simon*, el cual minimiza las exigencias de compatibilidad estímulo respuesta.

Respecto al problema de *la práctica*, Mowbray & Rhoades (1959) sometieron a sujetos experimentales a tareas en donde el número de estímulos se incrementaba de dos a cuatro y comprobaron que, tras una práctica muy considerable de 42.000 ensayos, el tiempo de reacción en la situación de dos estímulos disminuía hasta prácticamente hasta el mismo punto alcanzado en la situación de cuatro estímulos. La práctica, el entrenamiento, o el aprendizaje parece, pues, afectar no sólo a la mejora mecánica de la habilidad motora empleada sino también a los procesos cognitivos concomitantes (Oña, 1994).

El concepto de *compatibilidad* se entiende por el hecho de que el estímulo y la respuesta tengan una disposición para facilitar la dirección que debe de seguir el miembro efector en su respuesta. De acuerdo con ello, Fitts y Petterson (1964) consiguieron reducir la pendiente alcanzando un valor de 110 ms en vez de los 150 ms obtenidos en el experimento de Hick, al hacer coincidir un interruptor y la luz en el mismo objeto.

Posteriormente, trabajos como el planteado por Simon & Rudell (1967), minimizan las exigencias de compatibilidad estímulo respuesta. En el conocido como *efecto Simon* los autores presentaban a los sujetos experimentales la palabra “derecha” o “izquierda”, aleatoriamente, en uno u otro oído, debiendo presionar un interruptor conectado a una tecla derecha o izquierda asociada a la palabra del mismo nombre. Los tiempos encontrados no dependían de la mayor o menor compatibilidad de la palabra con el oído correspondiente. No obstante, más recientemente Hasbroucq & Guiard (1991) han cuestionado con sus datos el efecto Simon.

En cualquier caso, para la habilidad abierta que nosotros planteamos en la fase de tratamiento del lanzamiento de penalty, existe compatibilidad entre estímulo y respuesta, puesto que la luz-estímulo y la dirección del lanzamiento (tal como está concebido) deben coincidir. Así, el problema que pudiese afectar al TR del jugador en la tarea estaría salvado.

Por otro lado Roca (1983) afirma en sus estudios que el tiempo de reacción es una medida de la capacidad de concentración del sujeto, es decir, de si es capaz de fijarse en aquello que es relevante para responder más rápido y de ignorar aquello que es secundario. Con la experiencia se observa cómo el sujeto va afinando la respuesta y, por tanto, mejorando el tiempo de reacción. Podríamos extraer de aquí que el tiempo de reacción estuviese en función de la complejidad estimular a identificar.

Tras todo lo anterior, parece quedar claro el valor que alcanza la adaptabilidad a la tarea para el aprendizaje de una habilidad motriz abierta como la que planteamos. Ahora bien, sería necesario saber qué posibilidades o con qué recursos informativos cuenta el lanzador de penalty para adaptarse a dicha tarea.

I.6.- DISPONIBILIDAD TEMPORAL DE INFORMACIÓN EN LA HABILIDAD MOTRIZ ABIERTA DEL PENALTY.

En la iniciación o el aprendizaje deportivo, para conseguir los objetivos previstos, es necesario estar informado. Es decir, y siguiendo a Ruiz (1994), el deportista necesita saber si está consiguiendo y cómo está consiguiendo lo previsto, siendo para ello fundamental conocer los resultados de su actuación.

Cuando en apartados anteriores, donde comentamos los modelos de procesamiento de información, hablábamos de *retroalimentación (feedback)* como un factor clave en el aprendizaje y en el control del movimiento. Por feedback entendemos, siguiendo a Kerr (1982), toda la información que el deportista recibe mientras ejecuta la tarea o como resultado de la ejecución de la misma. Igualmente, Schmidt (1988), la define como toda aquella información sobre la respuesta producida que es recibida durante o después del movimiento.

Por tanto, la información interna es la que el sujeto consigue por sus propios medios a través de sus receptores, que captan los estímulos del exterior o de su propio cuerpo y que posteriormente son procesados obteniendo los resultados de su acción y los objetivos de un próximo ensayo. La información externa es aquella que recibe por un elemento externo, generalmente del entrenador, indicándole las pautas a seguir, los objetivos a alcanzar, las características de su ejecución o los resultados. A estas dos vías también se les ha denominado *feedback intrínseco* (interno), sensorial o inherente y, por su parte, al *feedback extrínseco* también se le ha denominado como feedback aumentado.

Durante un lanzamiento de penalty en situación real para un jugador de un cierto nivel, donde el gesto ya está automatizado, el feedback intrínseco le permitirá realizar los ajustes necesarios de postura, movimiento y superficie de contacto de ante cualquier modificación que se de en los sistemas intervinientes (Zubiaur, 1995). En este caso dicha modificación la constituiría el movimiento del portero actuando como feedback extrínseco.

La tarea de lanzamiento de penalty que aquí planteamos durante el tratamiento es una clara situación de feedback intrínseco que aporta suficiente información, a través del bucle cerrado de retroalimentación, sobre la ejecución (propioceptivo) basado, a su vez, en el resultado de la acción (directo e inmediato o terminal) suministrado por el sistema automatizado que describiremos más adelante. Existiría, de acuerdo con la clasificación de Schmidt (1988), una conjunción entre conocimiento de ejecución y conocimiento de resultados en una situación de feedback intrínseco, ya que dicha información la consigue por sus propios medios, pero apoyada por una fuente de feedback extrínseco constituido por el sistema automatizado (apartado II.3).

Pero deberemos también establecer qué tiempo se necesitará para poder utilizar el feedback interno como corrección de errores en la tarea del lanzamiento de penalty. Para ello Oña (1994) señala cómo, sin duda, la duración del movimiento determina el tipo de sistema de control. En movimientos largos es más fácil aplicar, de la forma más ortodoxa, los modelos de bucle cerrado. En movimientos cortos, donde no hay tiempo para procesar el feedback, es más aplicable el de bucle abierto.

El TR puede ser también un buen criterio, sin pensamos que el resultado medio en la situación más básica (TR simple) puede ir de 180 a 200 ms. Ese será el tiempo mínimo necesario para procesar la información, entre ellas la de feedback, excepto en programas motores cortos y rápidos como las llamadas reacciones disparadas, y entre ellas el *efecto de la copa de vino* (Johanson & Westling, 1984), que tan sólo precisa unos 80 ms o los automatismos monosinápticos que pueden llegar a producirse en 30 ms, debiendo en tal caso explicar el control motor de otra forma (Oña, 1994).

También Keele & Posner (1968) en sus estudios sobre control del movimiento sitúan entre 190 y 260 ms el mínimo necesario para procesar la información visual, que posteriormente fue replicado por Zelaznick et al. (1982) situándolo en un valor cercano a 100 ms. Igualmente otros experimentos (Carlton, 1981; Smith & Bowen, 1980) confirmaron cómo el feedback visual podría ser

procesado más rápidamente de lo que pensaban Keele & Posner, pudiendo intervenir en el control de movimientos cortos y rápidos. En consecuencia, el criterio de establecer como movimientos cortos aquellos que por su escasa duración no puedan utilizar feedback, hace que se pueda situar ese límite de 200 ms (Meyer et al., 1982; Wright & Meyer, 1983) e incluso menor, precisamente, el tiempo medio para procesar una información simple. Por lo tanto, existirían dos niveles de procesamiento de información visual: el primero se situaría entorno a los 100 ms, mientras que el segundo se situaría entre los 180-200 ms.

Respecto a éste último, McLeod (1987) sitúa en 200 ms al *tiempo de reacción visual* como el tiempo de latencia inherente por encima del cual pueden realizarse posibles correcciones basadas en la visión. Bakker et al. (1990) critican dicho tiempo de latencia cuando se tratan situaciones de elección más que de tiempo de reacción simple, por lo que existiría una sobreestimación del período de latencia. Además argumentan, en contra de lo afirmado por McLeod & Jenkins (1991) en cricket o béisbol, que el movimiento de bateo implica considerablemente más inercia que el movimiento de un dedo en paradigmas tradicionales basados en laboratorio. En consecuencia, establecer un valor exacto para el período de latencia puede estar contaminado por la masa del implemento utilizado e incluso, es posible que bajo ciertas condiciones puedan ser considerablemente más bajo. Este podría ser el caso de situaciones en donde el estímulo está presente continuamente y no que aparezca repentinamente.

McLeod & Jenkins (op. cit.) estudian las posibilidades de que los jugadores de crickets puedan reaccionar ante la bola a una velocidad menor a 200 ms, que constituye la barrera clásica del tiempo de reacción mínimo para poder elegir una información visual indefinida y usarla para controlar la acción. Sólo comprueban cómo los crickets pueden alcanzar una precisión temporal de ± 2 ms (para una persona normal este valor alcanza ± 10 ms) en el contacto con la bola. Este supone el límite posible para la estructura de la retina humana. Como réplica Whiting (1991), argumenta la posibilidad acercarse a estos tiempo en los citados jugadores sólo si se implica el uso de *tau*.

Tras todo anterior quedaría fundamentada la tarea de lanzamiento de penalty que nos planteamos, puesto que, como analizaremos más adelante, la duración del movimiento es superior al límite de 200 ms, lo cual permite procesar la información visual o sensorial propioceptivo en la ejecución, además de obtener feedback intrínseco tras la ejecución.

En general, se ha mantenido la hipótesis de la integración de las vías propioceptivas y de éstas con la visual, más que la hipótesis de una percepción propioceptiva especializada (Adams, 1971; Adams et al., 1977). Ahora bien, cuando el sujeto debe elegir entre información visual y propioceptiva, tiende a elegir la primera en situaciones de tiempo de reacción (Jordan, 1972), localización espacial de objetos (Kinney & Luria, 1970; Page & Locke, 1977) y equilibrio (Dickinson, 1974).

Sin embargo, la información propioceptiva es procesada antes, ofreciendo menores tiempos de reacción (TRs) que otras modalidades sensoriales, de acuerdo con los trabajos sobre la compatibilidad E-R de la ley de Hick. Si se dan juntas la información propioceptiva y la visual, ésta última puede ser redundante, como muestran Kamen & Morris (1988).

Para el lanzador, tanto en situación real como durante la fase de tratamiento, si que resultaría trascendental el tiempo de reacción visual para identificar rápidamente la posición del portero justo hasta el momento del golpeo, o el lugar donde aparece el estímulo en la fase de tratamiento, para así actuar en consecuencia.

Respecto a la actuación del portero, debemos profundizar aún más en la menciona variable *tau*, que estará relacionada con las necesidades de anticipación que presente éste en la tarea del penalty.

I.7. PERCEPCIÓN DE TRAYECTORIAS Y ANTICIPACIÓN.

Las técnicas de oclusión visual temporal, iniciadas por Withing (1970), despertaron gran interés en el mundo de la actividad física y el deporte por su incidencia en la apreciación de trayectorias de balones o pelotas. Esta línea de trabajo trataba de determinar la relación entre el tiempo de visión del móvil por el observador, durante distintos momentos en el período de vuelo, y la eficacia en la interceptación. Estos experimentos se realizaban bajo condiciones donde se limitaba el tiempo de visión del móvil, apagando y encendiendo la luz de la habitación o bien iluminando internamente el móvil en una habitación oscura. Se comprobó que el incremento del período de visión (PV), desde 100 a 400 ms, incrementa paralelamente el número de aciertos en la tarea de interceptar.

En otro estudio similar Whiting & Sharp (1974) demuestran una eficacia de interceptación en “catchers” experimentados del 40%, mientras que Nessler (1973) obtiene un valor del 75% en condiciones de laboratorio similares. Este hecho supuso el punto de partida de discrepancias respecto a las amplias variaciones individuales de rendimiento, a pesar del considerable esfuerzo en reproducir ejemplos puros.

I.7.1. LA VARIABLE ÓPTICA TAU.

Las regularidades en la estructura óptica del entorno puede servir como una vía de información potente para la coordinación y control de las acciones deportivas (Lee & Aronson, 1974; Lee et al., 1982, 1983). Quizá el mejor desarrollo de las regularidades o invariantes ópticas las cuales pueden aprovechar los deportistas con experiencia es la variable *tau*.

Savelsbergh & Bootsma (1994) señalan que el éxito en la ejecución de acciones interceptivas en el deporte se necesita superar tres tipos de limitaciones o dificultades. Los deportistas necesitan: a) asegurarse de que se contacta con el objeto deseado (normalmente una superficie o un balón; b) contactar con el mismo con la

velocidad adecuada; y c) contactar con la orientación espacial adecuada para satisfacer los requerimientos (normalmente severos) de precisión en la tarea. Para salvar estas limitaciones, los deportistas necesitan percibir información sobre el tiempo hasta el contacto (T_c) que el segmento corporal o el implemento necesita para lograr la interceptación en espacio y tiempo correcto (Bootsma & Peper, 1992).

Tresilian (1991) apunta que la variable óptica denominada tiempo hasta el contacto (T_c), originariamente denominada (y formulada a través de un análisis de geometría) como *tau* por Lee (1976), es el ejemplo del paradigma de investigación sobre las variables ópticas en la percepción directa. Este autor demostró que la información óptica especificada por los datos espacio-temporales necesarios para contactar con una superficie, interceptar o evitar un objeto que se aproxima puede obtenerse, en principio, directamente del ambiente como argumenta Gibson (1979). Básicamente, Lee (op. cit.) demuestra que $T_c(t) = \text{Tau}(t)$, asumiendo una velocidad constante de aproximación del objeto, por la cual la ecuación d/v que define a T_c es directamente percibida como variable óptica, en donde d es la separación angular entre dos puntos de la imagen del objeto y v es la velocidad de separación de los puntos de dicha imagen (E- I.2.3.1).

$$\text{Tau} = \frac{\text{Separación angular entre dos puntos de la imagen de un objeto}}{\text{Velocidad de separación entre los puntos de la imagen}}$$

E- I.2.3.1

A partir de esta expresión se han realizado trabajos teóricos que copian el argumento propuesto por Lee (1976), quién define *tau* como la inversa de la velocidad relativa de dilatación de la imagen de un objeto aproximándose sobre la retina del observador. La adaptación del argumento matemático original de Lee (op. cit.) parte del astrónomo Hoyle (1957).

Un ejemplo del uso de *tau* en el deporte más cercano a nuestro objeto de estudio ocurre cuando el portero de hockey se hace sensible a la información invariante o regular generada por la velocidad de la imagen óptica de la bola expandiéndose sobre la superficie de la retina. Cuando *tau* alcanza un valor crítico, la denominada *tau marginal*, se concreta y permite al portero utilizarla para predecir el momento en el que debe iniciar el movimiento e intentar parar el lanzamiento. El refinamiento de esta explicación parte en la reducción de los grados de libertad para controlar el sistema de acción, esto es, *tau* permite al portero mantener una invarianza relativa en la acción de parada de las bolas aproximándose a distintas velocidades. Los porteros no necesitan computar la relación espacio-temporal e iniciar un programa motor almacenado para responder a la tarea. Además, las regularidades o invariantes de imágenes pasadas de una bola en movimiento no se necesitan representar para compararlas con imágenes estáticas de la bola actual en movimiento (Williams et al., 1992).

La lógica de la perspectiva ecológica sobre la relación entre percepción-acción ha sido sintetizada concretamente por Bootsma & Peper (1992, p. 289):

En términos de procesos evolutivos, por los que se ha dotado a la mayoría de las especies de sistema visual, resulta posible la sensibilidad que posee un observador enfrentado a un objeto que se aproxima de no tener que confiar en estimaciones de distancia y velocidad basadas en señales ambiguas (o peor, tener que esperar hasta que la información binocular esté disponible), pero sea capaz de percibir directamente el tiempo restante hasta la colisión, y por tanto actuar en consecuencia.

En ese mismo sentido, Savelsbergh & Bootsma (1994) estudian la relación percepción-acción desde su perspectiva ecológica, utilizando jugadores de élite en tenis de mesa en donde se produce la acción simultánea de recepción y golpeo. Comprueban cómo un golpe de ataque está gobernado por una conexión sutil entre percepción (tiempo-al-contacto) y acción (aceleración). Lee (1976, 1978), ha demostrado que esa información temporal especificada por la *tau* puede percibirla el

jugador directamente. Otra cosa sería que el jugador pudiese contactar con la pelota, pero eso dependerá de la capacidad del jugador.

Por lo tanto, para nuestro objeto de estudio, el penalty en fútbol, la influencia de la variable óptica *tau* sería de utilidad para la actuación del portero, la cual le permitiría calcular directamente el momento de contacto mano-balón y asegurar así la interceptación de la trayectoria, de acuerdo con su capacidad individual o incluso de la posibilidad temporal de alcanzar el balón si éste es ajustado a la base de los postes.

Pero éste último argumento sobre la capacidad o temporalidad de alcanzar el balón da pie a un nuevo concepto, la anticipación, que ahora pasamos a desarrollar y del que dependerían muchas de las opciones de éxito del portero en su actuación.

I.7.2. CONDUCTAS DE ANTICIPACIÓN.

El movimiento de los objetos desarrolla en el sujeto estrategias para el cálculo del momento de interceptación de alguna parte de su cuerpo con él, lo que puede provocar conductas defensivas o de anticipación. Según Lee & Aronson (1974), el cambio de los objetos en relación al propio cuerpo y su velocidad se percibe a partir de una construcción basada en la expansión de la imagen retiniana denominada *tau*, explicada en el apartado anterior.

Siguiendo a Lee & Young (1985), esa información puede ser usada en muchas actividades, perteneciente a las siguientes categorías: a) objetos que se mueven y el sujeto permanece estático, b) objetos estáticos y el observador en movimiento, c) con ambos en movimiento, objeto y sujeto, como ocurre normalmente en los deportes de balón.

De acuerdo con ello, en una situación de penalty se dan las dos últimas situaciones. La actuación del lanzador se produce bajo la segunda situación, mientras

que en la actuación del portero se produce la tercera, en su intento de contactar con el balón y parar el penalty.

Son numerosos las situaciones deportivas en donde es frecuente observar que el tiempo disponible para el ejecutante es insuficiente para realizar una acción de manera eficaz, viéndose obligado a actuar previamente a la culminación de la acción del oponente o la apreciación de la trayectoria del objeto (el balón en nuestro caso). En situaciones de habilidades motoras abiertas, como la que nosotros estudiamos, la eficacia en la acción no sólo depende de la destreza del portero que reacciona sino de factores espacio-temporales que determinarán la posibilidad o imposibilidad física en su intervención.

La única opción de estos deportistas en tales situaciones es actuar antes para ganar tiempo. Este hecho es conocido como anticipación a la acción del entorno, representado generalmente por un contrario o un objeto que se aproxima. Frente a ellas, como consecuencia del experiencia y el aprendizaje, el deportista desarrolla conductas motoras de anticipación. En palabras de Irlinger (1977), el estímulo que permite anticiparse en la acción depende, en gran medida, del nivel de perfeccionamiento de los procesos de información, que aportarán los indicios relevantes de comportamiento y posibilitará la anticipación a las intenciones.

Pero si buscamos en una definición más concreta sobre el término anticipación, Sánchez (1992) lo define como la acción originada en una interpretación perceptiva correcta de los estímulos ocasionados en el entorno antes de que el resultado de éstos se materialice (p. 66). Siguiendo a Oña (1994) el parámetro más utilizado, en el ámbito experimental, en el estudio de este proceso ha sido el tiempo de reacción (TR). De estos estudios sobre el TR se concluye que se requiere un tiempo de procesamiento y de puesta en marcha tras la aparición del estímulo. Considerando que el TR más rápido se mueve alrededor de 170 ms (Sage, 1977), con unos valores de dispersión por lo general no superiores a 30 ms (Roca, 1983), podemos entender que valores de TR menores de 180-200 ms pueden ser resultado

de la intervención de sistemas rápidos automatizados ya descritos, al aprendizaje, la compatibilidad estímulo-respuesta o como resultado de conductas de anticipación.

Fue Poulton (1957) quién mostró interés por los procesos de anticipación en sus trabajos diferenciando tres tipos de anticipación: *efectora*, *receptora* y *perceptiva*.

La anticipación *efectora* consiste en la predicción por parte del ejecutante del tiempo que va a conllevar su propia acción. Para llevar cabo una labor eficaz, el deportista debe ajustar el tiempo de su acción al tiempo que le llevará realizar ésta. La anticipación *receptora* se basa en la predicción de la duración de la acción del oponente o de la alteración del medio desde su comienzo hasta el punto en el que el propio sujeto debe actuar.

La unión de estas dos modalidades, anticipación efectora y receptora, es denominada como *anticipación coincidente*, *intercepción* o *timing* (Kerr, 1982; Roca, 1983). Serían ejemplos típicos la intercepción y agarre de un móvil que sigue con trayectoria determina, caso de los deportes tradicionales de balón o pelota (tenis, catching, béisbol, etc.,).

En último término, la anticipación *perceptiva* se refiere a la identificación por parte del ejecutante de cierta regularidad en la presencia de estímulos que permiten predecir la aparición de la acción final subsiguiente. En nuestro caso, el portero observa las acciones que el lanzador realiza previas al golpeo e intenta predecir la dirección del balón para actuar en consecuencia.

Por su parte Schmidt (1988), diferencia dos tipos de anticipación: *temporal* y *espacial*. La anticipación *temporal* implica el ajuste por parte del sujeto de la respuesta respecto al momento de la aparición del estímulo. Para ello, Quesada & Schmidt (1970) manipulan el preperiodo en una situación de tiempo de reacción simple (TRs), comprobando la diferencia entre preperiodos aleatorios y constantes. En el segundo caso los TRs son menores, pudiendo con cierta práctica casi responder

simultáneamente a la aparición del estímulo. Si además se utilizan estrategias cognitivas de sincronización como la denominada *cuenta atrás* se obtienen TRs menores (Simon & Slaviero, 1975; Martínez, 1994).

La anticipación *espacial* implica la localización futura del estímulo y su clase. Esta modalidad de anticipación puede identificarse con la denominada anteriormente como *anticipación perceptiva*. La técnica de *preíndices* y la técnica de *oclusión* son las utilizadas como estrategias de anticipación espacio-temporal, en situaciones abiertas donde el entorno cambiante presenta multitud de estímulos y respuestas motoras posibles asociadas.

La técnica de preíndices (*precuing technique*), consiste en dar información relevante al deportista sobre los índices o indicios previos al estímulo principal a través de los cuales puede predecir el comportamiento del oponente o del objeto y adelantar su acción en consecuencia. Los aspectos relevantes serán los que permitan la anticipación, dejando otros sin especificar para la llegada del estímulo (Rosenbaum, 1980; Zelaznick & Hahn, 1985). Las diferencias en cuanto al nivel de experiencia de los sujetos le permitirán eliminar la información redundante e identificar los índices realmente válidos (Abernethy, 1987).

Rosenbaum (1980) en un experimento con técnica de preíndices, en el que utilizó como variable dependiente el TR de elección, observó cómo se reducían significativamente los resultados de dicho TR. En cambio, se puede producir el denominado *costo de anticipación incorrecta* (LaBerge, 1973), producto de un reconocimiento erróneo de los preíndices o de preíndices falsos, que provoca un incremento del TR incluso mayor que en situación neutra o aleatoria (Posner, 1978; Schmidt & Gordon 1977).

Respecto a la técnica de *oclusión*, también denominada *de eventos*, sólo se permite al deportista observar los movimientos iniciales del oponente hasta un determinado punto de la secuencia completa de la acción. Se solicita al deportista en dicho punto una respuesta que implica anticipación ante el oponente o el objeto. La

experiencia juega aquí un papel importante, adquiriendo los sujetos a través de éstas capacidades que le permiten reconocer los indicios válidos para anticipar la acción (Abernethy, 1987a).

En nuestro estudio, la anticipación jugará un papel importante para el portero y es una consecuencia evidente de la experiencia y del aprendizaje. Es por ello que hemos denominado a este apartado como *conducta de anticipación*. Será un elemento importante en la actuación del portero, puesto que de ella dependerá un porcentaje elevado de su éxito. Para ello deberá aprender a identificar los preíndices significativos que le ofrece el lanzador e intentar así contrarrestar la ventaja real e iniciativa que éste último posee. Precisamente, dicha conducta será un hecho que facilita la acción del lanzador y deberá aprender a aprovecharla.

I.7.3. UTILIZACIÓN DE SEÑALES DE ANTICIPACIÓN A LA DIRECCIÓN DE BALÓN.

Las técnicas de oclusión estimularon una línea de trabajo asumiendo esa estrecha relación percepción-acción en condiciones de laboratorio. Realmente, percepción y acción fueron más emparejadas que nunca en investigación orientada cognitivamente sobre los procesos perceptivos en el deporte. El propósito era examinar el papel de los procesos temporales, conductas de anticipación de eventos, reconocimiento de patrones y atención en situaciones de laboratorio. Tales factores de *software*, como fueron denominados por Starkes & Deakin (1984), enfatizan la influencia del aprendizaje de las estructuras cognitivas sobre el rendimiento deportivo.

Un enfoque común era la diferenciación en niveles de experiencia de sujetos en varios deportes para procesar información donde las variables dependientes eran la velocidad y precisión de respuesta. Estos estudios han demostrado las diferencias con relación a la experiencia, de donde nos interesa la línea de trabajo que estudia la utilización de señales de anticipación a la dirección del balón.

La perspectiva de detección de señales se utiliza para examinar si los deportistas expertos son mejores a la hora de detectar la presencia o ausencia de un objeto en un campo visual. En este paradigma, se presentan a los sujetos breves exposiciones de estímulos específicos deportivos estructurados e inestructurados.

Inicialmente fueron Allard & Starkes (1980) quienes pidieron a jugadores de voleibol que detectaran la presencia del balón en fotogramas presentados taquitoscópicamente que representaban situaciones de juego y sin juego real. Se halló que los jugadores experimentados eran más sensibles para responder más rápido que otros no jugadores para situaciones de juego y no juego. No hallaron diferencias respecto a la precisión de la respuesta entre los grupos. Señalan además que los deportes rápidos de balón tales como el voleibol, béisbol, cricket y tenis requieren que los jugadores ignoren muchas de las estructuras que se presentan en el juego y se concentren mientras tanto en detectar la posición del balón. Al contrario, en juegos de equipo invasivos tales como el fútbol, hockey hierba, rugby y baloncesto requieren una parcelación o búsqueda visual rápida y experta.

La presentación taquitoscópica no está exenta de críticas al diferir del tipo de estimulación perceptiva que se le presenta al sujeto en una situación real. Durante una presentación taquitoscópica los sujetos son incapaces de usar las señales contextuales relevantes para anticiparse a la llegada de un balón. Aunque en muchas situaciones deportivas los sujetos necesitan responder rápidamente a un estímulo inesperado (por ejemplo, el portero que es tapado por una nube de jugadores), generalmente ven una secuencia de acciones y son capaces de hacer uso de información contextual y probabilidades situacionales para anticiparse al destino inminente del balón.

La utilización de señales anticipatorias se refiere a la habilidad del deportista para realizar predicciones seguras basadas en la información contextual disponible anterior a una secuencia de acción (Abernethy, 1987a). Se han utilizado muchas técnicas para estudiar el uso de señales anticipatorias en el deporte. Éstas están divididas lógicamente en estudios de laboratorio y de campo. El paradigma típico de

laboratorio ha implicado el uso de la película para simular una situación visual a la que los deportistas se enfrentan durante el juego. Las técnicas más populares han sido el paradigma de oclusión de secuencias filmadas y el paradigma de tiempo de reacción. En su contra, los estudios de campo han adoptado un énfasis más ecológico para medir el rendimiento usando directamente técnicas tales como el análisis de película de alta velocidad y las gafas de oclusión de cristal líquido.

I.7.3.1. La técnica de oclusión temporal.

Como **estudios de laboratorio**, dentro del paradigma de oclusión, nos encontramos con la técnica de *oclusión temporal*. La película se edita selectivamente en diferentes puntos de la acción y se realiza una parada u oclusión temporal. Jones & Miles (1978) utilizaron inicialmente este paradigma y comprobaron que los jugadores expertos en tenis eran capaces de utilizar más eficazmente que los inexpertos la información disponible antes del contacto pelota-raqueta durante el servicio para predecir la dirección de la pelota.

Chamberlin & Coelho (1993) argumentan que a los inexpertos o novatos les falta confianza y se presentan más cautos a la hora de tomar una decisión, prefiriendo esperar para adquirir más información.

Animados por el éxito de estos estudios, numerosos investigadores han intentado determinar si los expertos en otras especialidades deportivas son capaces de hacer un uso más ventajoso de la información disponible antes del evento. La habilidad para usar dichas señales anticipatorias se ha comprobado en hockey hierba (Starkes, 1987; Lyle & Cook, 1984), cricket (Abernethy & Russell, 1984; Houlston & Lowes, 1993), tenis (Isaacs & Finch, 1983; Goulet, Bard & Fleury, 1989; Tenenbaum et al., 1996; Moreno 1996, 1998; Farrow et al., 1998), voleibol (Widmaier, 1983), squash (Abernethy, 1990a), badminton (Abernethy & Russell, 1987; Abernethy, 1988) y fútbol (Patrick & Spurgeon, 1978; Jackson, 1986).

Son numerosos los estudios realizados en tareas específicas de anticipación de trayectorias móviles. El estudio de la situación de penalty en fútbol ha suscitado una atención especial a tenor de las investigaciones llevadas a cabo. Williams & Burwartz (1993) analizan los índices de anticipación utilizados por el portero a lo largo de cuatro condiciones temporales (120 ms antes del contacto, 40 ms antes, en el momento del contacto y 40 ms después del contacto) utilizando la técnica de oclusión temporal sobre proyecciones en vídeo. Constatan que los porteros experimentados intentan anticiparse a la dirección del balón antes del contacto pié-balón, acertando en un 25% de las ocasiones el lado de la portería hacia donde se lanza el balón, aunque en un 61% de las ocasiones cometen errores respecto a la altura de la trayectoria. Además, confirman a través de un cuestionario que las señales de anticipación más valiosas utilizadas por los porteros son el lado y ángulo en la carrera previa de aproximación, el arco descrito por la pierna de golpeo y la posición de la cadera, siendo éste última información la más valorada.

En términos similares se expresan McMorris et al. (1993), quienes se centran en precisar la anticipación de porteros experimentados mediante el paradigma de oclusión temporal en vídeo utilizando distintos momentos (2 fotogramas anteriores al contacto, fotograma 0 del contacto pié-balón y 2 fotogramas posteriores al contacto). La última condición produjo menores errores, no siendo significativa la diferencia de errores entre -2 y 0 fotogramas de oclusión. Estos resultados sugieren que el portero podría iniciar su movimiento antes del contacto o esperar hasta el contacto, aunque no obtendría mayor información significativa por su retardo, lo cual debería ser aprovechado para ganar tiempo en la ejecución del movimiento. Aunque recomienda que el portero espere hasta el contacto para iniciar el movimiento e intentar afinar el movimiento posteriormente, ello no significa que la información del precontacto sea irrelevante. Al contrario, reducirá el tiempo de reacción, la posible trayectoria del balón y con ello el número de respuesta posibles. Confirmaron además que el ángulo de la carrera previa y la posición del tronco constituían los índices de anticipación más relevantes que pueden ayudar al portero a responder mas rápidamente.

Por su parte, Fradua et al. (1994) realizan un entrenamiento específico en varias fases, alternando tanto el paradigma de oclusión temporal en sala de vídeo como prácticas de campo, para intentar mejorar la utilización eficaz de preíndices (precuing). Los parámetros escogidos en dicho entrenamiento fueron los siguientes: El ángulo del brazo en oposición a la pierna de golpeo, la posición del pie de apoyo y la preparación y apertura de la pierna de golpeo con un movimiento interno o externo de la cadera. Concluyen señalando lo siguiente:

- a) El entrenamiento llevado a cabo fue efectivo para los cuatro porteros.
- b) El entrenamiento para percepción de preíndices es más efectivo ante ciertos golpes que frente a lanzadores que piensan de antemano dónde enviarán el balón sin mirar la posición del portero.
- c) El entrenamiento utilizado no resultó muy efectivo frente a lanzadores que esperan la respuesta del portero y frente a aquellos que tienen habilidad para modificar sus movimientos en el último momento del lanzamiento.

Citando a McMorris et al. (1995), realizan un estudio con jugadores semiprofesionales bajo el paradigma de oclusión temporal (-2 , -1 y fotograma 0) y utilizando los lanzadores distintas superficies de contacto. Obtuvieron una anticipación significativamente mayor en los penalties lanzados hacia la izquierda del portero en el momento del contacto pie-balón (fotograma 0). La superficie de contacto utilizada no influyó significativamente en los resultados. Además los porteros declaraban cómo tenían en cuenta la velocidad de la carrera previa para decidir si podrían “aguantar” o no hasta el momento del contacto para iniciar su respuesta.

De nuevo McMorris & Colenso (1996), aplican ahora a jugadores profesionales el paradigma de oclusión temporal en las tres condiciones típicas ya mencionadas (-2 fotogramas, fotograma 0 y +2 fotogramas). Un análisis doble de varianza (pie x punto de oclusión) demostró que la anticipación de porteros profesionales de penalties lanzados hacia la derecha era significativamente mayor que los penalties lanzados hacia la izquierda. Esto nos sugiere que debemos utilizar más lanzadores zurdos en el lanzamiento de penalty y que los porteros deberían

entrenar más la observación de esos lanzadores. También indican que, en las entrevistas *post hoc*, los porteros declararon que los preíndices más utilizados para la anticipación eran el ángulo en la carrera previa y la posición del pie y cadera en el momento del contacto pie-balón. Raya & Navarro (1990), realizan un estudio descriptivo durante una fase final de un Campeonato del Mundo y constatan cómo los diestros lanzaron más frecuentemente a la derecha del portero y los zurdos a la izquierda.

Refiriéndonos a Kuhn (1988), comprueba que el penalty a menudo se lanza a una velocidad superior a 75 Km/h ante lo cual, el portero dispone de 400 ms para salvar la situación. En ese tiempo el portero tiene que averiguar la trayectoria del balón, su velocidad, decidir la respuesta más adecuada y ejecutarla. Es improbable que el portero pueda realizar todo ello en menos de 400 ms. McMorris & Colenso (1996) afirman que es más probable que los porteros profesionales hayan aprendido a usar los índices de información precontacto y contacto más eficazmente que porteros no experimentados, como ocurre en el caso de McMorris et al. (1993) donde se utilizaron porteros colegiales.

I.7.3.2. La técnica de oclusión espacial o de eventos.

Una limitación de la técnica de oclusión de temporal es que sólo proporciona información acerca del tiempo de extracción de las señales visuales importantes. No permite saber la naturaleza de las señales anticipatorias que el ejecutante usa en el proceso de anticipación. Para ello, la combinación del procedimiento de oclusión temporal junto con el de *oclusión espacial o de eventos* resuelve este problema. La oclusión de eventos consiste en presentarle al sujeto una secuencia de acciones a lo largo de distintos intentos mientras se ocluyen selectivamente parte de las señales específicas de anticipación. El fundamento radica en que la accesibilidad a una señal y el momento en que ésta se hace disponible influye en la estrategia perceptiva del deportista. La mayoría de la investigación usando la oclusión de eventos proviene de Abernethy y colaboradores en la Universidad de Queensland (p.e. Abernethy 1988,

1990b; Abernethy & Rusell, 1987). Los resultados mostraron que los expertos son capaces de predecir el destino final de la pelota en todas las condiciones de oclusión excepto en la situación de control (se visionaba la secuencia completa de la acción pero ocluida parcialmente).

I.7.3.3. El paradigma de tiempo de reacción como técnica de oclusión.

Una alternativa a las técnicas de oclusión es el *paradigma de tiempo de reacción*. En esta perspectiva la duración del tiempo disponible para ver la situación está bajo el control del propio sujeto y se le permite tantear con la precisión en la respuesta (Abernethy, 1985).

Williams et al. (1994) utilizan este paradigma para examinar también la capacidad de anticipación en una situaciones ofensivas 11 x 11 en fútbol. Grupos de jugadores expertos e inexpertos visionaron secuencias filmadas de 10 s. sobre patrones de ataque. En cada patrón de juego visionado se le pedía a los sujetos que verbalizasen tan rápido y preciso como les fuera posible la zona del campo hacia la cual se enviaría el pase. Los jugadores expertos fueron mucho más rápidos que los inexpertos en la anticipación futura del destino del pase, no hallándose diferencias utilizando una medida de respuesta verbal o computerizada respecto a la precisión de las mismas.

El paradigma de tiempo de reacción también ha sido utilizado con éxito en voleibol (Handford & Williams, 1992), baloncesto (Cárdenas, 1995), béisbol (Paull & Glencross, 1997), tenis (Moreno 1996) y en fútbol (Helsen & Pauwels 1992, 1993; Williams & Davids, 1998).

Aunque este paradigma ha sido exitoso para identificar las diferencias en capacidad de anticipación en el deporte, ha recibido muchas críticas. Éstas se basan principalmente en el tamaño reducido de la imagen y las dimensiones cuando se usan

pantallas de monitores pequeños de televisión, así como la ausencia de medidas de respuesta basadas en movimientos reales. Igualmente, la ausencia de otras vías de información sensitiva tales como la audición pueden tener efectos que perjudiquen las posibilidades de anticipación en el deporte (Cobner, 1981; Takeuchi, 1993).

En cambio, los argumentos a favor para incrementar la validez ecológica de los paradigmas de investigación empleados son en la actualidad increíblemente familiares en el deporte y en las ciencias del ejercicio (Williams et al., 1992). Su fundamento se basa en que cuanto más cercanos sean los protocolos experimentales que replican una tarea natural o habitual mayor será la ventaja del experto sobre el inexperto o novato (Abernethy et al., 1993). Abernethy et al. (op. cit.) argumentan que la simplicidad o las controvertidas tareas de laboratorio pueden negar la ventaja de los expertos basándose en la modificación que se produce en la tarea por la aplicación de los principios experimentales, introduciendo efectos meseta o techo en los procesos de medida y provocando que los expertos actúen de forma diferente por substraerles el acceso a las vías de información que utilizan normalmente o induciéndoles hacia otras diferentes para solventar un problema concreto.

A este respecto, Williams, Davids & Burwitz (1994) estudian la importancia del uso del paradigma basado en el movimiento para examinar la anticipación en el deporte. Grupos de futbolistas defensas con distinto nivel de experiencia visionaron secuencias de 1 x 1 y 3 x 3 con proyector de vídeo sobre una gran pantalla. En la primera condición experimental se pedía a los jugadores que indicaran verbalmente su respuesta, mientras que en la segunda condición se les pedía que respondieran físicamente con las mismas secuencias de acciones en movimiento que si fuesen a interceptar el balón. Los resultados mostraron que los jugadores más experimentados respondían más rápido tanto verbal como en movimiento. No se encontraron diferencias en la exactitud de la respuesta entre las dos condiciones. Estos resultados confirman que cuanto más cercana es la reproducción de una tarea experimental respecto a la situación real mayor es la ventaja de los expertos sobre los inexpertos. La gran diferencia observada con el paradigma basado en el movimiento puede ser debido a la mejora de la compatibilidad estímulo-respuesta bajo condiciones reales.

Bajo la interpretación de Proctor & Reeve (1990), estos datos tienen un acceso mucho más rápido, y una recuperación, a la información de la tarea específica almacenada en la memoria. Otra interpretación puede basarse en la distinción que hacen Milner & Goodale (1995) entre el uso de la visión para discriminación perceptiva e identificación de procesos y el papel de la visión en el control de la acción. Históricamente la psicología de la percepción sólo ha empleado tareas de discriminación en donde no se requiere el componente acción, mientras la ejecución en contextos reales implica la respuesta basada en el movimiento puede implicar dos vías corticales visuales diferentes.

I.7.3.4. Análisis de secuencias de alta velocidad y la técnica de oclusión visual.

Dentro de los **estudios de campo**, para el análisis de *secuencias filmadas de alta velocidad* Howarth et al. (1984) utilizaron una velocidad de 100 fotogramas por segundo para estudiar la anticipación en squash. Tomando como tiempo de latencia visual de referencia 200 ms (McLeod, 1987), demostraron que la velocidad global de juego era similar en ambos grupos de expertos e inexpertos, pero los movimientos iniciales anticipatorios en la dirección correcta fueron significativamente más rápidos en los jugadores expertos.

Por otro lado, como técnicas *de oclusión visual* encontramos la utilización de gafas de cristal líquido. Day (1980), en un intento de réplica sobre el estudio de Jones & Miles (1978), utiliza esta técnica para ocluir el punto de contacto pelota-raqueta en tenis. Los resultados confirmaron anteriores trabajos de laboratorio y demostraron que los jugadores expertos de tenis eran capaces de hacer predicciones correctas basadas en los indicadores del pre-contacto.

La misma técnica se ha utilizado en otras especialidades como el saque en voleibol (Starkes et al., 1995). Aunque obtienen resultados globales que muestra la capacidad de los jugadores expertos para prever el destino final del balón y sugieren que es una técnica novedosa y con buenas perspectivas para el trabajo en campo, no está exenta de críticas y requiere más investigación.

I.8. LAS HABILIDADES VISUALES EN EL DEPORTE.

En el rendimiento motor humano la visión es el receptor determinante que administra la mayor cantidad de información acerca del movimiento de objetos y las características espacio-temporales del entorno. Autores como Schmidt (1988) han calificado al sistema visual como *el sistema receptor más importante para suministrar información sobre el movimiento objetos en el mundo que nos rodea*. Igualmente Cutting (1986) afirma que el sistema visual tiende a dominar sobre el resto de sistemas de entrada de información sensitiva, permitiendo conocer nuestro entorno y movernos en él. Payne & Isaacs (1987) mantienen que la mayoría de tareas motoras se inician como respuesta de información visual. La visión es el sentido dominante por el que la información se recibe y procesa durante las primeras fases del aprendizaje motor. Según Hubel (1988), el 30% de los procesos cerebrales están dedicados a la información visual. Igualmente Magill (1989), habla de la visión como sistema sensorial predominante y dice que la información visual juega un importante papel en el control de diversas habilidades.

Para hacernos una idea de la importancia del tema decir que, según Berman (1995), sólo en los Estados Unidos de América se gasta más 300 millones de dólares al año en mejoras ópticas específicamente relacionadas con actividades deportivas, estando destinadas la mayoría de esas inversiones para apoyar y mantener la claridad visual.

Deportistas, periodistas y seguidores discuten y debaten las razones del superior rendimiento de determinados jugadores de élite. Esto se pone de manifiesto particularmente en deportes en donde un objeto o móvil se desplaza a altas velocidades, debiendo ser atrapado, parado o controlado de alguna manera. El baseball, tenis, bádminton o deportes de equipo presentan estas características. No resulta sorprendente referirse a que dichos jugadores poseen un “ojo increíble”, una “visión magnífica” o una “visión periférica excelente”. Tales afirmaciones implican una estructura anatómico-fisiológica (*hardware*) visual superior y probablemente han constituido la razón de ser de la investigación en visión deportiva (Williams et al., 1999). Fue Fullerton en 1925 quien evaluó la capacidad visual de famosos

deportistas de baseball usando presentaciones taquitoscópicas y afirmó que eran un 12% más rápidos que personas normales y de ahí su excepcional habilidad de golpeo. Desde entonces la investigación ha discurrido en tres líneas, fundamentalmente, para demostrar tres proposiciones: que los deportistas tienen unas habilidades visuales superiores a los no deportistas; que los deportistas de élite poseen unas habilidades visuales superiores a los deportistas ordinarios; y que las habilidades visuales específicas se pueden mejorar con el entrenamiento (estructuras o habilidades cognitivas *software*), lo cual implicaría una mejora en el rendimiento del deportista. Estas tres proposiciones se mantienen hoy día vigentes en la investigación, pero existiendo discrepancias sobre el papel preciso que juega la visión en el deporte.

Aunque la dicotomía *hardware* frente *software* es muchas veces arbitraria, se puede argumentar que la *claridad de visión* se basa predominantemente en la estructura anatómica-fisiológica. Es decir, los factores hardware están relacionados principalmente con la recepción (sensación) de la información visual, mientras los factores software juegan un papel dominante en la subsiguiente percepción (Abernethy, 1987b).

No obstante, a pesar de reconocerse como la base del rendimiento de la mayoría de habilidades deportivas, pocos entrenadores reconocen que el funcionamiento de la visión es una habilidad aprendida susceptible de mejora en el entorno. En ese sentido, como argumentan Milner & Goodale (1995) la mayoría de las investigaciones previas desarrolladas en psicología han atribuido un papel puramente perceptivo a la visión, como fenómeno de información sensitiva del mundo exterior, e ignorando que el concepto de sistema visual ha evolucionado para convertirse en un apoyo sobre la respuesta comportamental adaptativa y efectiva.

Antes de analizar las distintas estrategias visuales y las implicaciones sobre las decisiones tácticas que conllevan, haremos a un breve recorrido anatómico y fisiológico del sistema visual. Continuaremos este apartado explicando aquellos términos y funciones más usuales cuando se habla de habilidades visuales, según la Academia Internacional de Visión Deportiva, centrándonos en la tarea del penalty.

I.8.1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA BÁSICA DEL SISTEMA VISUAL.

El sistema visual detecta e interpreta los estímulos de naturaleza lumínica. En los vertebrados, los estímulos visuales son ondas electromagnéticas de una longitud de onda comprendida entre 400 y 700 nm (milimicras), que es la **luz visible**. La luz entra al ojo y estimula **fotorreceptores** de un epitelio sensorial especializado, la **retina**. Los fotorreceptores son los **bastones** y los **conos**. Los bastones tienen unos umbrales bajos para detectar la luz y por tanto funcionan mejor bajo condiciones de luz reducida (**visión escotópica**). Sin embargo, los bastones no pueden ofrecer imágenes visuales bien definidas ni contribuyen a la visión de los colores. Por el contrario, los conos no son tan sensibles a la luz como los bastones, pero funcionan mejor bajo condiciones de luz diurna (**visión fotópica**). Por el contrario, los conos son los responsables de la agudeza visual y de la visión de los colores. El procesamiento de la información dentro de la retina lo realizan las **interneuronas retinianas** y las señales de salida viajan hasta el cerebro por los axones de las **células ganglionares retinianas** a través de los **nervios ópticos** y de las **cintillas ópticas**. La vía visual principal pasa por el **núcleo geniculado lateral** del **tálamo** y llega hasta las áreas visuales receptoras de la **corteza cerebral**.

I.8.1.1.- Estructura del ojo.

El ojo está formado por tres capas concéntricas (ver figura I.8.1.1). La más externa es la cubierta fibrosa, que incluye la **córnea**, transparente, con su epitelio, la **conjuntiva** y la **esclerótica**. La capa media es la cubierta vascular que incluye el **iris** y la **coroides**. El iris contiene fibras musculares lisas de orientación radial y circular que constituyen el **dilatador** y el **esfínter pupilar**; el iris forma un diafragma que controla el tamaño de la **pupila**. *El sistema nervioso simpático activa el dilatador y el sistema nervioso parasimpático activa el esfínter (nervio oculomotor)*. La coroides es rica en vasos sanguíneos que enervan las capas más externas de la retina. Las capas más internas de la retina se nutren gracias a ramas tributarias de la arteria central y de las venas de la retina; estos vasos discurren junto al nervio óptico.

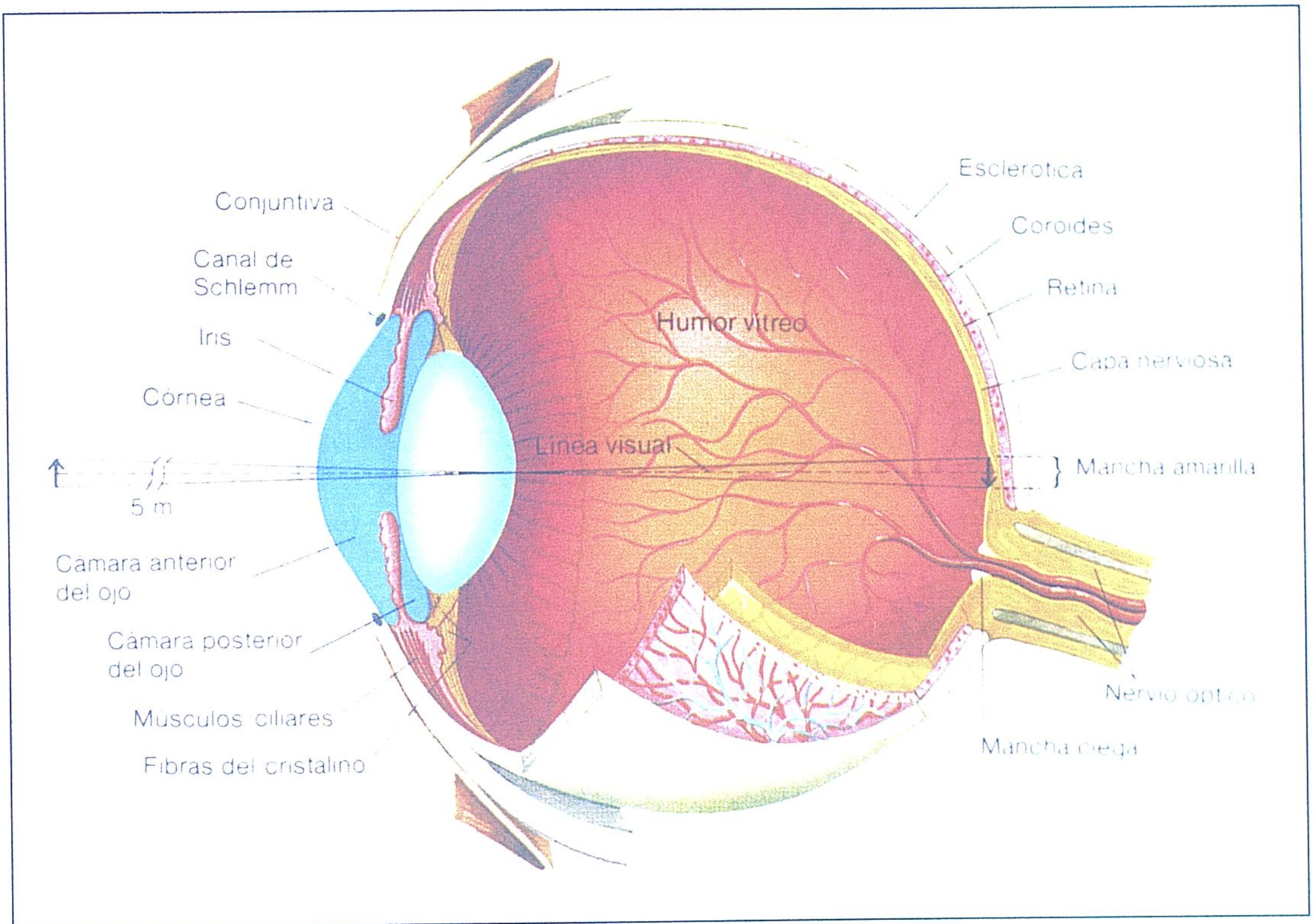


Figura I.8.1.1.- Corte transversal del globo ocular humano (Bartels & Bartels, 1982).



La capa más interna del ojo es la capa neural, la **retina**. La parte funcional de la retina cubre la parte posterior del ojo, exceptuando la mancha o punto ciego, que es la salida del nervio óptico. La actividad visual es superior en la parte central de la retina, la **mancha amarilla o mácula**. La fovea es una pequeña depresión en el medio de la mácula donde se enfocan los objetos de mayor atención visual; es el **punto de fijación** o punto en el que los rayos de luz se enfocan cuando los ojos se dirigen hacia un punto visual de mayor interés.

Cuando la atención es atraída o fijada sobre un objeto, los ojos normalmente se mueven, de modo que los rayos luminosos reflejados por el objeto caigan sobre la fovea, cubriendo un ángulo de visión de aproximadamente 1-2 grados (Zeki, 1995).

Además de la retina, el ojo contiene el cristalino para enfocar la luz en la retina, un **pigmento** para reducir la dispersión de la luz y líquidos denominados **humor acuoso** y **humor vítreo** que ayudan a mantener la forma del ojo. Por fuera se encuentran los **músculos extraoculares**, que ayudan a dirigir el ojo hacia un determinado objeto visual.

El cristalino se mantiene por detrás del iris gracias a los **ligamentos suspensorios** (o **fibras zonulares**) que unen la pared del ojo al **cuerpo ciliar**. *Cuando los músculos ciliares se relajan, la tensión ejercida por los ligamentos suspensorios tienden a aplanar el cristalino. Cuando los músculos ciliares se contraen, se reduce la tensión en los ligamentos suspensorios, permitiendo que el cristalino asuma una forma más esférica debido a sus propiedades elásticas.* El sistema nervioso parasimpático activa los músculos ciliares a través del nervio oculomotor (tercer par craneal).

El pigmento minimiza la dispersión de la luz dentro del ojo. La coroides contiene abundante pigmento. Además, la capa más externa de la retina es un epitelio que contiene pigmento. Aparte, de absorber la luz, las células de la **capa pigmentada de la retina** participan en el recambio de los segmentos exteriores de los fotorreceptores y en la regeneración de la rodopsina.

El espacio que existe alrededor del iris está relleno de humor acuoso, un fluido claro que recuerda al líquido cefalorraquídeo. El humor acuoso es segregado de forma activa por los **procesos ciliares**, que forman un epitelio posterior al iris y que protruye dentro de un espacio denominado **cámara posterior**.

El humor acuoso circula por la cámara posterior, fuera de la pupila y dentro de la **cámara anterior**. Después se absorbe por el **conducto de Schlemm** y retorna a la circulación venosa.

El espacio que hay detrás del cristalino contiene un material gelatinoso, el **humo vítreo**, el cual se recambia muy despacio.

Los músculos extracelulares se insertan en la esclerótica desde su origen en la órbita ósea.

I.8.1.2.- Fisiología óptica.

El ojo se suele comparar a una cámara fotográfica. Ambos son dispositivos que captan imágenes empleando un sistema de lentes para enfocar la luz sobre una superficie fotosensible. La calidad de la imagen mejora cuando se emplea un diafragma para reducir el efecto de las aberraciones esféricas de las lentes y aumentar la profundidad de campo. El diafragma también controla la cantidad de luz que entra.

Al igual que una cámara fotográfica, produce una imagen invertida del objeto. La inversión está causada por el cruce de los rayos de luz procedentes del objeto a nivel del punto nodal de la lente. La imagen se invierte tanto de lado a lado como de arriba a abajo.

La capacidad de un lente para angular la luz se denomina **poder de refracción**. La unidad de poder de refracción es la **dioptría**. Para que una imagen quede enfocada en la retina, la luz que llega de cualquier punto del objeto y pasa por la córnea y por el cristalino del ojo debe refractarse lo suficiente para que incida en el punto correspondiente de la retina. La córnea es la superficie refractaria más importante del ojo; tiene un poder de refracción de 43 dioptrías. Sin embargo, el cristalino es crucial par el enfoque de las imágenes en la retina, porque su poder de refracción puede variar (de 13 a 26 dioptrías). *El poder de refracción del cristalino se modifica con los cambios en la forma de la lente dependiendo de la relajación o contracción de los músculos ciliares.* La **acomodación** es el proceso por el cual la contracción del músculo ciliar hace que el cristalino aumente su curvatura.

En reposo el cristalino es mantenido tenso por los ligamentos del cristalino. Debido a que la sustancia del cristalino es maleable y su cápsula tiene considerable elasticidad, el cristalino es obligado a tomar una forma aplanada. Cuando la mirada se dirige a un objeto cercano, el músculo ciliar se contrae, lo cual determina que la distancia entre los bordes del cuerpo ciliar decrezca y se relajen los ligamentos del cristalino permitiendo que éste tome una forma más convexa. En sujetos jóvenes, este cambio puede suponer 12 dioptrías al poder refringente del ojo. La relajación de los ligamentos del cristalino producida por la contracción del músculo ciliar se debe en parte a la acción esfínteroide de las fibras musculares del cuerpo ciliar y en parte a la contracción de las fibras musculares longitudinales que se insertan en la parte posterior, cerca de la unión corneoescleral. El resultado de la acomodación es que las imágenes de los objetos cercanos queden enfocados en la retina.

Con el envejecimiento, el cristalino pierde su elasticidad. Tal pérdida reduce la capacidad de acomodación del ojo. Este trastorno visual se denomina presbiopía. Otros trastornos frecuentes en la capacidad para enfocar son la **miopía** (las imágenes quedan enfocadas delante de la retina), la **hipermetropía** (“vista cansada” por enfocarse las imágenes por detrás de la retina) y el **astigmatismo** (curvatura anormal de la córnea).

I.8.1.3.- Las vías ópticas.

Los axones de las células ganglionares se dirigen hacia atrás formando el **nervio óptico** y la **cintilla óptica** para terminar en el **cuerpo geniculado lateral (NGL)**, el cual forma parte del tálamo óptico (ver figura I.8.1.3). En el cuerpo geniculado lateral, las fibras de la mitad nasal de una retina y las de la mitad temporal de la otra hacen conexión sináptica, dirigiéndose al lóbulo occipital de la corteza cerebral o al tubérculo cuadrigémino anterior (colículo superior). Como consecuencia de esta organización, cada cintilla óptica contiene fibras cruzadas y no cruzadas.

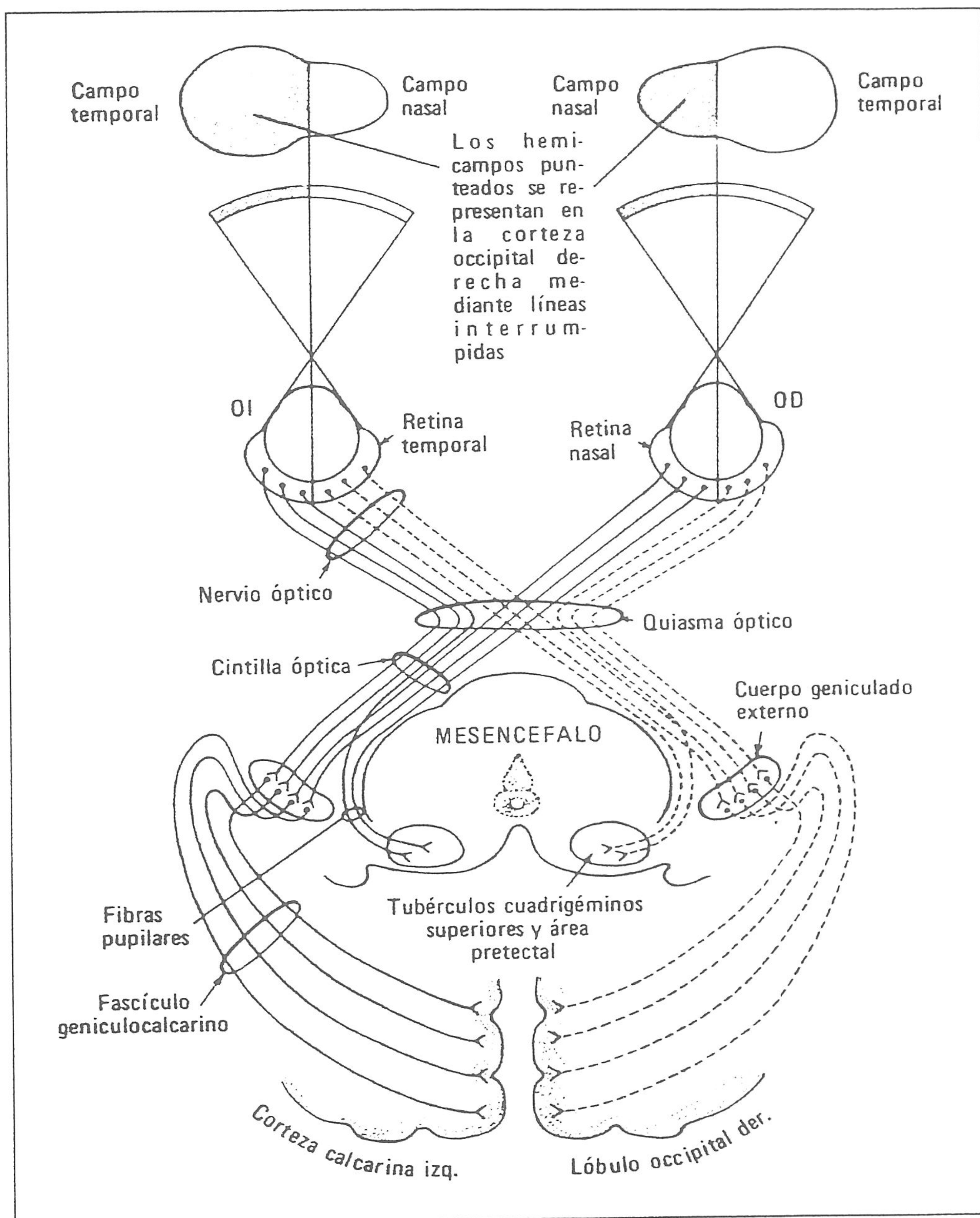


Figura I.8.1.3.- La vía óptica. Las líneas discontinuas representan fibras nerviosas que desde la retina llevan a la corteza occipital impulsos visuales y pupilares aferentes de la mitad izquierda del campo visual (tomado de Vaughan & Asbury, 1982).

Las radiaciones ópticas procedentes del cuerpo geniculado lateral forman el área receptora visual primaria (**córtex visual estriado o primario**, área estriada 17 de Brodmann o área V1), donde se inicia el análisis de la información y que se encuentra situada principalmente a los lados de la cisura calcarina.

Siguiendo a Zeki (1995), la retina está unida a la corteza visual primaria, la cual se encuentra en su mayor parte oculta bajo la cisura calcarina. Las conexiones entre la retina y la corteza son topográficas, reproduciendo así un mapa de la retina (y, por tanto, del campo visual contralateral) en cada área V1. El área V1 izquierda “mira” a la mitad derecha del campo visual. La parte inferior de éste se representa en la corteza calcarina superior, y la parte superior en la corteza calcarina inferior, mientras que la visión central aparece reflejada en el lóbulo occipital.

Las células ganglionares foveales y perifoveales, a pesar de que sólo ocupan el 5% de la superficie de la retina forman prácticamente la mitad de las proyecciones que llegan a cada núcleo genicular, esta sobreactivación repercute en el córtex occipital. Esto es debido a la gran densidad de las células ganglionares en la fovea e ilustra su papel en la agudeza visual.

Las otras células ganglionares de las vías ópticas se dirigen hacia los colículos superiores. Proporcionan la información necesaria para el movimiento del globo ocular y para la localización de un móvil en el campo visual, regulan la dirección y la amplitud de las sacudidas de fijación. Permiten diferenciar el movimiento por el desplazamiento de la imagen retiniana que resulta del movimiento de un objeto. Siguiendo a Rigal (1987), esta discriminación es consecuencia de dos procesos diferentes: uno sensitivo y otro sensomotor. A través del proceso sensitivo, el desplazamiento del objeto es deducido del cambio de posición de las imágenes retinianas que se producen mientras que el ojo queda fijo (sistema retiniano aferente u ojo-retina). Mediante el proceso sensomotor, el movimiento del ojo persigue un objeto cuya imagen retiniana queda fija en la fovea (sistema eferente ojo-cabeza), es decir, la percepción del desplazamiento angular del ojo mientras que la imagen queda fija suministra información sobre la velocidad del desplazamiento del objeto. Esta información visual se conjuga con la información auditiva y somatosensitiva; así se

inicia una integración sensorial en que los movimientos de cabeza y ojos están coordinados en función de la localización de un objeto en el campo circundante.

Por tanto, en términos de percepción del movimiento estamos hablando del sistema de visión focal y sistema visual ambiental, que pueden explicar la *hipótesis de los dos sistemas visuales* propuesta por Trevarthen (1968). El primer sistema (focal) es más lento, y en él se procesa la información consciente y controlada por el sujeto. En el segundo, la información está controlada por el ambiente y no es consciente (Oña, 1994).

I.8.2 .- ESTRATEGIAS VISUALES Y TOMA DE DECISIONES TÁCTICAS.

Teóricamente, la habilidad de los expertos para codificar y recuperar información en el deporte de forma efectiva y precisa debería de ser extremadamente valiosa en la toma de decisiones. Wickens (1992) argumenta que los expertos son capaces de seleccionar la/s señal/es más relevante/s de la situación basada en una parcelación perceptiva. Además, ellos tienen un mayor repertorio de soluciones posibles almacenadas en la memoria a largo plazo y son mejores para calibrar sus decisiones, probabilidades y riesgos.

Respecto al uso de *filmaciones estáticas*, los programas de investigación en laboratorio iniciados por Bard y colaboradores en la Universidad de Laval en Canada fueron los primeros en investigar sistemáticamente las diferencias en estrategia de búsqueda visual en el deporte (por ejemplo, Bard & Carriere, 1975; Bard & Fleury 1976, 1981; Bard, Fleury & Carriere 1976). Estos estudios investigaban usualmente las diferencias en estrategias de búsqueda visual que ocurren cuando se le presentan a los sujetos filmaciones estáticas de situaciones deportivas, mientras se analizaban los patrones de búsqueda visual utilizando técnicas de registro de movimiento de ojos como el sistema NAC. Por ejemplo, Bar & Fleury (1976) analizaron los patrones de jugadores expertos y novatos de

baloncesto mientras visualizaban situaciones típicas de juego atacante. Los resultados indicaron que el número de fijaciones requeridas antes de la respuesta está en relación con el nivel de complejidad presentada en la situación estática. Estas investigaciones tuvieron continuidad sugiriendo que la velocidad de búsqueda visual puede estar en función con la incertidumbre presentada en la situación (por ejemplo, Bard & Fleury, 1981; Tyldesley et al., 1982).

En el estudio de Tyldesley et al. (1982) se presenta a los sujetos situaciones fotogramas estáticos de jugadores lanzando penalties en fútbol. Grupos de jugadores expertos e inexpertos tenían que anticiparse a la dirección del balón presionando cuatro teclas que representaban cuatro situaciones alternativas (arriba-abajo, izquierda-derecha). Los resultados mostraron que los jugadores experimentados respondían significativamente más rápido a este estímulo específico. Los datos de búsqueda visual revelaron que cuando un jugador diestro golpeaba el balón, la fijación era más estructurada, consistente y restrictiva hacia la parte derecha del cuerpo y hacia la pierna de golpeo. Los jugadores inexpertos utilizaban una media de 26.6 ms más de tiempo que los jugadores experimentados. Ambos grupos necesitaron más fijaciones para responder a una tarea de cuatro posibles soluciones (responder lado y altura), que para responder a una tarea de sólo dos posibilidades (responder lado). Cuando los sujetos tenían que decidir entre las cuatro esquinas de la portería necesitaban al menos dos fijaciones antes de responder, dirigiendo el 60% de las primeras fijaciones hacia la cadera y casi el 30% a las piernas, pie y balón. Las segundas fijaciones tendían a dirigirse hacia a la región de los hombros. Es decir, la estrategia visual se iniciaba en la mitad inferior del cuerpo para continuar hacia arriba. Todo ello sugiere que los porteros pueden inicialmente determinar la dirección de lanzamiento de penalty basándose en la información proveniente de la cadera y la parte inferior de las piernas, mientras la altura es determinada a continuación por la parte superior del tronco o la parte inicial del vuelo del balón.

McMorris & Beazeley (1997) someten a dos grupos de jugadores de fútbol de distinto nivel de experiencia a tests específicos sobre toma de decisiones tácticas (avanzar conduciendo, lanzar, pasar o driblar), recuerdo de posiciones de jugadores

(reconstrucción) y velocidad de búsqueda visual (localización del balón) ante situaciones estructuradas (juego) y no estructuradas (no juego). Se trataba de fotogramas que representaban posiciones tácticas en pizarra presentadas a través de temporizador taquitoscópico, ante las cuales los sujetos debían responder lo más rápido y preciso posible. Los jugadores con mayor experiencia fueron significativamente mejores que los menos expertos en la toma de decisiones. Los resultados de recuerdo mostraron que los jugadores experimentados superaban significativamente a los menos experimentados, siendo el recuerdo en las situaciones estructuradas significativamente mejor que en las no estructuradas. La velocidad de búsqueda visual era más rápida en las situaciones inestructuradas. Concluyen finalmente, que el hecho de que superasen los jugadores experimentados a los no experimentados en la toma de decisiones, apoya la idea de una mayor atención selectiva y capacidad de comparación entre experiencias pasadas y presentes.

También se ha intentado reemplazar las presentaciones filmadas estáticas por *filmaciones dinámicas*. Respecto a dichas investigaciones referidas a patrones visuales implicados en la toma de decisiones tácticas en fútbol, Helsen & Pauwels (1992, 1993) presentan a grupos de expertos e inexpertos situaciones reducidas simuladas de juego atacante (3 x 3, 4 x 4) y situaciones de finalización. En un momento determinado de la secuencia filmada, un jugador aparecía con el balón controlado y entonces se les requería a los sujetos que respondieran rápido y preciso la respuesta correcta a realizar entre lanzamiento a portería, pase a un compañero o driblar al portero u contrario de la pantalla. Los resultados sugieren que el rendimiento superior del grupo de expertos se debe a su mayor habilidad para reconocer estructuras e ignorar la redundancia de la situación, resultando en un uso más eficiente del tiempo de búsqueda visual. Esta hipótesis quedó demostrada porque el registro de movimiento de ojos reveló que los patrones de búsqueda visual de los expertos eran más económicos con fijaciones más cortas sobre las diferentes áreas de la presentación. Los expertos se preocupaban más por las posiciones del defensa libre y alguna área potencial de espacio libre, mientras los inexpertos buscaban la información de aspectos menos significativos como otros atacantes, la portería y el balón.

Por su parte Fradua (1993) realiza un entrenamiento específico de la visión periférica en laboratorio para intentar mejorar las acciones técnico-tácticas del lanzamiento final a portería. Tras la comparación de los resultados obtenidos entre las fases de pretest y postest en campo, afirma que el entrenamiento realizado en laboratorio parece haber contribuido a una mejora en la acción técnico-táctica propuesta necesitada de habilidades visuales.

En el citado trabajo de Williams et al. (1994) se estudia la capacidad de anticipación y estrategias de enfoque visual de jugadores expertos e inexpertos de fútbol en situaciones de juego 11 contra 11, lo cual nunca anteriormente se había experimentado, al igual que la utilización de un proyector de vídeo con pantalla de 3 m x 3 m. En anteriores estudios (Helsen & Pauwels, 1992) se habían utilizado situaciones reducidas de juego 2 contra 2 o 3 contra 3 y en proyecciones sobre película de 16 mm. Williams et al. (1994) concluyen demostrando cómo los jugadores inexpertos fijan su atención más frecuentemente sobre el balón o sobre el pasador del balón, mientras los jugadores expertos se fijan más sobre las posiciones y movimientos de los jugadores alejados del balón. Además, la estrategia visual más extensiva de los jugadores expertos estaba justificada por la mayor frecuencia de sus fijaciones pero de menor duración. Con el instrumental utilizado, los jugadores tenían una visión más amplia de la situación de juego que les permitía no centrarse exclusivamente en el entorno próximo al balón.

La velocidad de búsqueda visual más elevada demostrada en expertos contradice estudios anteriores como, por ejemplo, el citado de Helsen & Pawels (1992, 1993). Williams et al. (1994) sugirieron que una estrategia de búsqueda visual la cual implicase periódicamente un escaneo hacia áreas de la situación tales como movimientos de compañeros atacantes, era más ventajosas que las fijaciones sobre el pasador o el balón sólo.

Similares hipótesis en la velocidad de búsqueda y fijaciones visuales en los deportistas expertos han manejado otros investigadores en disciplinas como la esgrima (Hasse & Mayer, 1978) y tenis de mesa (Ripoll, 1989), pero dichas

investigaciones no están exentas de contradicciones. Abernethy (1991) señala que en teoría los expertos deberían mostrar una velocidad de búsqueda visual más baja puesto que necesitan procesar menos cantidad de información para crear una representación perceptiva coherente de la situación. Como quiera que sea, las discrepancias existentes en la literatura se deben, en parte, a las diferencias en la definición operacional de una fijación y a la sensibilidad del sistema de registro de movimiento de ojos utilizado (Abernethy, 1987a).

Dichas discrepancias pueden ser debidas a las distintas estrategias que usan los sujetos en situaciones específicas. Por ejemplo, los jugadores de deportes de equipo pueden caracterizarse por unas altas velocidades de búsqueda visual cuando intentan reconocer patrones de desarrollo del juego, mientras que velocidades de búsqueda visual más bajas pueden emplearse en situaciones más específicas tales como estructuras de equipo en ataque o defensa, esto es, situaciones limitadas temporalmente que involucran a un número de jugadores reducido (por ejemplo, 3 x 3 en el borde del área de penalty).

Relacionado con lo anterior, Williams & Davids (1998) intentaron hallar el modelo de estrategia visual comparando las estrategias visuales observadas en situaciones individuales (1 x 1) y reducidas (3 x 3) con aquellas observadas previamente en simulaciones 11 x 11. En ambas situaciones se simulaba la actuación de un defensa que intenta anticiparse a un pase o a un regate por su izquierda o derecha. Los datos de búsqueda visual se recogieron usando el sistema ASL 4000SU de reflexión corneal para obtener información sobre el orden de búsqueda, localización de las fijaciones, duración y número. Los jugadores experimentados mostraron una anticipación superior en las situaciones 3 x 3 y 1 x 1, no existiendo diferencia en la estrategia visual en la situación 3 x 3. Ahora bien, en situación 1 x 1, los jugadores experimentados tuvieron mayor velocidad de búsqueda visual (más fijaciones de menor duración) fijando durante más tiempo sobre la región de la cadera, lo cual indica que era el área más importante para anticiparse a los movimientos del atacante.

El análisis de las velocidades de búsqueda visual a lo largo de las tres situaciones (11 x 11, 3 x 3, 1 x 1) confirma la hipótesis inicial que indica que las características de la búsqueda son determinadas por las limitaciones de la tarea concreta. Es decir, en las simulaciones 11 x 11 los jugadores expertos emplean una estrategia visual que implicaba más fijaciones pero de menor duración. Esta estrategia visual extensiva es más ventajosa en situaciones 11 x 11 porque los defensores tienen que atender a un número elevado de vías de información perceptiva distanciadas a lo largo del área de juego. En efecto, la extensión de la zona de juego limita u obliga al observador experto para utilizar fijaciones más frecuentes que en la situación 3 x 3. Las limitaciones son menos severas en situación 3 x 3 resultando en un mayor protagonismo de la visión periférica. Los jugadores experimentados recogen la información del jugador en posesión del balón mientras simultáneamente controlan los cambios de posiciones en la periferia.

Este tipo de visión tiene varias ventajas. Primero, los movimientos sacádicos de ojos, los cuales separan cada una de las fijaciones foveales, son períodos inactivos de procesamiento de información, así que en circunstancias limitadas temporalmente un patrón de búsqueda con un menor número de fijaciones puede ser más eficiente (Nougier et al., 1991; Posner & Raichle, 1994). Segundo, las investigaciones sugieren que nosotros podemos usar la visión periférica para procesar información relacionada con movimientos más rápidamente que con visión foveal (Milner & Goodale, 1995). Pero en situación 1 x 1, donde los observadores necesitan de una información más precisa del movimiento relativo a las angulaciones articulares para identificar la dirección, velocidad y fuerza de locomoción en el regate, esta información puede sólo puede ser suministrada vagamente por el sistema de visión periférica, por lo que obligan al observador al uso de la visión foveal la mayor parte del tiempo (Williams & Davids, 1998).

Podríamos aplicar esta última situación al enfrentamiento lanzador-portero en el penalty, considerado desde un punto de táctico-individual, en donde el lanzador necesita información precisa e inmediata sobre la dirección y velocidad de los movimiento del portero.

Ripoll (1991), apuntaba que las diferencias entre expertos e inexpertos (novatos) se deben a que los más formados dirigen su mirada a la posición en donde pueden suceder muchos eventos, haciéndolo de forma integrada durante una simple fijación ocular (*análisis sintético*), mientras que el inexperto dirige su mirada de acuerdo al orden cronológico de los acontecimientos (*análisis analítico*).

Debemos destacar que son muchos los estudios que han identificado las diferencias en estrategia de búsqueda visual usando técnicas de filmación. Por ejemplo, las diferencias relacionadas con la eficiencia han sido justificadas en tenis (Singer et al., 1996; Goulet et al., 1989), voleibol (Handford & Williams, 1992; Ripoll, 1988), béisbol (Shank & Haywood, 1987), boxeo francés (Ripoll et al., 1995). Estos estudios han demostrado diferencias en la localización de fijaciones en las áreas seleccionadas de la situación y, generalmente, han indicado algunas diferencias en las velocidades de búsqueda entre los diferentes grupos de experiencia.

El progresivo desarrollo de una validez experimental más ecológica ha fructificado en un número de estudios que examinan el comportamiento de búsqueda visual en **situaciones de campo** más que en laboratorio. Fueron Bard & Fleury (1981) quienes sometieron a porteros expertos e inexpertos de hockey hielo a que respondieran de forma real, sobre el propio hielo, a un modelo que ejecutaba lanzamientos en seco o en barrido. Los resultados mostraron que los porteros experimentados iniciaban su respuesta mucho antes que los inexpertos con indiferencia del tipo de lanzamiento realizado por el jugador atacante. Concluyeron que los expertos se anticipaban a la trayectoria de la pastilla usando como índices de anticipación la orientación del stick y la velocidad de movimiento, mientras que los inexpertos tendían a tomar las mismas decisiones pero sólo después de que la pastilla fuese golpeada.

En un estudio de campo más reciente, Vickers (1992) comparó las estrategias visuales de golfistas de menor nivel (handicap alto) con otros de mayor nivel (handicap bajo) realizando series de putts de 3 m. El grupo de menor nivel exhibió duraciones de fijaciones más cortas sobre la bola y mayor propensión a mirar al palo

en el punto de golpeo, lo cual contrastó con los jugadores de mayor nivel que hicieron un uso más selectivo de las fijaciones tendiendo a concentrarse más sobre la bola.

Otros prometedores y recientes estudios de campo han sido diseñados para evaluar el comportamiento de la mirada mientras simultáneamente se graban las acciones de los sujetos usando cámara de vídeo con mezclador de efectos digitales que permiten el funcionamiento en conjunto de una cámara de vídeo externa (grabando las acciones del jugador) y un sistema de registro de movimiento de ojos colocado en una cámara de escena montada sobre la cabeza (mostrando el punto de fijación de la mirada del jugador). Estos estudios ofrecen muchas excitantes posibilidades para examinar la relación entre la percepción (deducido a través del punto de fijación de la mirada) y la acción (determinado por los movimientos físicos) en situaciones reales. Este procedimiento lo han empleado Vickers (1996) en el tiro libre de baloncesto, Vickers & Adolphe (1997) en la recepción del saque en voleibol y Williams et al. (1998) en el resto de tenis.

Estudios adicionales de campo se han realizado sobre paradas y golpes en hockey hielo (Vickers et al., 1988), tenis (Petraakis 1986), tenis de mesa (Ripoll 1989), disparo con pistola (Ripoll et al., 1985) y escalada en roca (Dupuy & Ripoll, 1989). Por lo general, estos estudios han demostrado la habilidad de los expertos para emplear las vías perceptivas más eficazmente. Tales estudios destacan el progresivo desarrollo que alcanzan perspectivas con mayor validez ecológica.

I.8.3.- LAS HABILIDADES VISUALES EN LA ACCIÓN DE PENALTY.

Llegado a este punto acometemos la explicación de aquellos términos y conceptos más usuales cuando hablamos de habilidades visuales en el deporte, centrándonos concretamente sólo en aquellas que pueden influir en mayor o menor medida en la acción de penalty desde el punto de vista del lanzador y del portero,

tanto en situación real como en la tarea de entrenamiento que proponemos, concebida como habilidad motriz abierta.

Son muchos los autores que estudian específicamente sobre las capacidades visuales en el deporte, destacando entre los más recientes Sherman (1980), Seiderman & Schneider (1985), Chevaleraud (1986), Quevedo & Solé (1990), García & Plou (1989), Hitzeman & Beckerman (1993), Fradua (1993), Loran & MacEwen (1995), Cárdenas (1995), Moreno (1996), Cebeira (1997), Párraga (1999), Williams & Davids (1998), y otros. Ahora bien, según Planer (1994), en su Manual de Visión Deportiva publicada por la Academia Internacional de Visión Deportiva, los términos más comunes cuando se habla de habilidades visuales se exponen en la figura I.8.3. Todos ellos forman una batería de tests estandarizados que pretende medir el estado de salud visual del deportista para el rendimiento deportivo, proponiendo una serie de recomendaciones e incluso programas de mejora de dichas habilidades que permitan al deportista un aumento potencial en su rendimiento.

I.8.3.1.- Agudeza visual dinámica.

La *agudeza visual* es el poder de resolución del ojo que consiste en percibir hasta el más pequeño detalle posible de un elemento físico y distinguir entre sí las diferentes partes del campo visual, es decir, es el grado con el cual se perciben los detalles y los contornos de los objetos.

En palabras de Blundell (1984), la agudeza visual se refiere a la claridad con que los ojos pueden discernir los detalles en el aparato óptico. La agudeza visual más elevada se obtiene cuando la imagen se proyecta sobre la fovea. Clínicamente, la agudeza visual se determina por lo general mediante el uso de las cartas de Snellen, compuestas de líneas de letras de diferentes tamaños vistas a una distancia de 6 m.

Academia Internacional de Visión Deportiva

Salud Visual y Evaluación del Rendimiento

Nombre _____ Corrección Visual _____
 Fecha Nac. _____ Día de Evaluación _____
 Deporte/Equipo _____
 Posición _____

ESCALA DE RENDIMIENTO

Superior														
Adecuado														
Aceptable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inadecuado														
Necesita atención inmediata														

HABILIDADES VISUALES

Salud ocular														
Agudeza visual estática														
Agudeza visual dinámica														
Sensibilidad al contraste														
Visión cromática														
Motilidad ocular														
Acomodación														
Binocularidad														
Estereopsis														
Tiempo de reacción visual														
Visión central-periférica														
Coordinación ojo-mano-pie														
Ajustabilidad visual														
Visualización														

Figura I.8.3.- Hoja de evaluación sobre salud y rendimiento visual publicada por la Academia Internacional de Visión Deportiva (adaptado de Planer, 1994).

Cuando las circunstancias son dinámicas existe un relativo movimiento entre el ejecutante y la escena visual. Esto es, tanto la persona o el objeto u objetos de interés están en movimiento y, normalmente, ambos se mueven al mismo tiempo. Tales circunstancias requerirán que el deportista sea capaz de resolver detalles en situaciones dinámicas. Esta habilidad se conoce como *agudeza visual dinámica* (Miller & Ludvigh, 1962). Ahora bien, la agudeza visual dinámica no está forzosamente derivada de la agudeza estática (Barmack, 1970). Como Sanderson (1981) señala, la agudeza visual estática depende inicialmente de la efectividad en la combinación de los movimientos de los ojos y/o la cabeza para capturar y registrar fovealmente al móvil.

Las investigaciones realizadas sobre esta habilidad visual en situaciones deportivas demuestran cómo la agudeza visual dinámica disminuye y juega un papel decisivo conforme aumenta la velocidad del objeto en la tarea (Whiting & Sanderson, 1974; Sanderson & Whiting, 1978). En deportes de pelota de alta velocidad de ejecución esta habilidad es un componente esencial, ahora bien, otra cuestión sería conocer si es una cualidad genética o si se puede mejorar con el entrenamiento y la práctica.

Convencionalmente la evaluación de la agudeza visual dinámica requiere que la cabeza del sujeto se mantenga fija, o de alguna forma limitada durante el movimiento, para poder recoger los datos. Tales limitaciones no se producen en situaciones reales deportivas, por lo que los investigadores son escépticos ante dichos datos. Long & Riggs (1991) comparan los efectos de un entrenamiento sobre agudeza visual dinámica a un grupo de jugadores colegiales de baloncesto, hockey, tenis y fútbol frente a otro grupo de nadadores y otros deportes. Los resultados fueron virtualmente los mismos que en estudios anteriores referidos a visualizaciones con la cabeza fija. Los sujetos con un nivel inicial más bajo de agudeza visual dinámica mejoraron más, además de no encontrar diferencias entre atletas y no atletas. Estos autores sugieren que los deportistas se pueden beneficiar de un entrenamiento específico de este tipo, aunque la relación exacta entre dicha mejora de agudeza visual dinámica y el rendimiento en acciones específicas deportivas está

aún por dilucidar. Como afirman Hitzeman & Beckerman (1993), la agudeza visual dinámica es un área de la visión deportiva que merece más estudio.

El lanzamiento real de penalty, parte del lanzador en movimiento y el portero relativamente estático, aunque mayoritariamente finalizan con una acción explosiva a uno u a otro lado de la portería. Cuanta más explosiva sea dicha acción, en principio y aparte de otras implicaciones con las siguientes habilidades visuales, más podría dificultar la agudeza visual dinámica al lanzador. Para el portero, una correcta agudeza visual dinámica (más aún cuanto mayor velocidad adquiriera el balón tras el golpeo) podría resultar necesaria para su actuación, conjuntamente con la sensibilidad al contraste y la visión cromática que desarrollamos ahora.

I.8.3.2.- Sensibilidad al contraste.

La función de *sensibilidad al contraste* es definida por Brown (1972a, 1972b) como la capacidad del sistema visual para filtrar y procesar información del objeto y su fondo bajo condiciones variables de iluminación. Evidentemente, la sensibilidad al contraste es un elemento integral de la estereoagudeza visual dinámica en las acciones deportivas, la apreciación de tamaños, profundidad y las distancias. Por una parte, en visión fotópica obtenemos imágenes en color, normalmente con una amplia variedad de tonos, saturaciones y claridades. Por otra, aún olvidándonos del color de las imágenes, está claro que éstas presentan una variedad de claridades de unas partes a otras dentro de un objeto observado o de unas partes a otras de la escena vista. Por tanto, y siguiendo a Romero et al. (1996), la capacidad de percibir detalles no va a estar solamente relacionada con la agudeza visual del observador sino con su sensibilidad para distinguir contrastes de claridades en ellos. Para evaluarla, se ha introducido la medida de lo que se conoce como *curva de sensibilidad al contraste* (CSF).

La CSF se mide de muchas formas, algunas de las cuales requieren de un instrumental muy sofisticado (Kluka, et al. 1995; Planer, 1994). Muchos estudios han demostrado que atletas de deportes en los que el objeto se mueve normalmente a altas velocidades (por ejemplo, voleibol, softball, baseball) poseen una CSF superior comparado con sujetos de otras especialidades y no deportistas (Hoffman et al., 1984; Kluka et al., 1995). De cualquier modo, han surgido críticas por la fiabilidad del proceso de evaluación de la CSF utilizando instrumentos tan sofisticados como el Optec 2000, ya que usa estímulos estáticos de dudosa extrapolación hacia situaciones de juego dinámicas propias de muchos deportes. Consecuentemente, Kluka et al. (1995) reclaman mayores esfuerzos en la investigación específica que clarifique el modelo de velocidad del objeto, la posición de contacto con el mismo y variabilidad luminosa ambiental.

Vemos, por tanto, el papel decisivo que podría jugar esta habilidad conjuntamente con la agudeza visual y visión cromática en la acción de penalty. Para el lanzador distinguir y controlar la posición del portero resultaría definitorio. Para ello la luminosidad ambiental debe ser adecuada, y así lo es normalmente, además del hecho de que el contraste del portero sobre el fondo verde del césped o el colorido de las gradas facilitaría la acción del lanzador. Para la función del portero, el contraste del balón a ras de césped está asegurado utilizando el balón del color habitual, ahora bien, si el balón iniciase una trayectoria aérea podría dificultar la función de contraste en sí misma si existiese alguna interferencia luminosa ambiental, lo cual no es el caso de nuestra investigación. Hemos controlado tales aspectos utilizando un contraste adecuado tanto de fondo, iluminación y objetos a identificar por parte de portero y lanzador.

I.8.3.3.- Visión cromática.

La *visión cromática* se refiere a la capacidad que presentan los conos del sistema visual para discriminar los colores (visión fotópica). Éstos últimos tienen tres

atributos: matiz, intensidad y saturación (pureza). La sensación de cualquier color del espectro, del blanco y aún del color extraespectral púrpura, puede ser producida mezclando en diversas proporciones la luz roja (de longitud de onda de 723 a 647 nm), la luz verde (575 a 492 nm) y la luz azul (492 a 450 nm). Por tanto, el rojo, el verde y el azul son los *colores primarios*.

Siguiendo a Ganong (1992), la teoría de Young-Helmholtz acerca de la visión de los colores en el hombre postula la existencia de tres clases de conos, cada uno de ellos con un fotopigmento diferente y sensibilidad máxima a uno de los tres colores primarios. El pigmento que tiene su máxima absorción a 440 nm responde al azul y el pigmento que lo representa a 535 nm, el verde. El pigmento restante presenta su máximo en la porción amarilla del espectro, a 565 nm, pero su espectro se extiende bastante más lejos en las grandes longitudes de onda respondiendo al rojo. Esto es lo que requiere la teoría de Young-Helmholtz.

La utilización en la fase experimental del color rojo para los porteros y el color amarillo sobre fondo negro para los estímulos luminosos, además de utilizar para éstos últimos una intensidad elevada, nos asegurarían una buena discriminación cromática para el lanzador por ser los colores de mayor longitud de onda. Son colores vivos y cálidos.

I.8.3.4.- Motilidad ocular.

La *motilidad ocular* asegura mediante los músculos extraoculares la movilidad del globo ocular. El movimiento de los globos oculares por medio de la musculatura extraocular tiene como fin llevar la imagen (línea visual) del objeto al punto de retina adecuado, es decir, a la fovea (Sobrado et al., 1996). La formación de dicha imagen depende de las informaciones retinianas y necesitan seis diferentes músculos oculomotores insertos en el globo ocular y en la órbita (recto externo, interno, superior e inferior; oblicuo mayor y menor).

Hay cuatro tipos de movimientos oculares, cada uno controlado por un sistema neural diferente, pero compartiendo la misma vía común final, las motoneuronas que enervan a los citados músculos extrínsecos del ojo. Los movimientos cortos y rápidos espasmódicos (*movimientos sacádicos*) ocurren cuando la mirada se desplaza de un objeto a otro. Los *movimientos suaves de persecución* son movimientos rastreadores de los ojos cuando siguen objetos en movimiento. Los *movimientos vestibulares*, ajustes que ocurren en respuesta a estímulos que se inician en los conductos semicirculares, mantienen la fijación visual cuando se mueve la cabeza. Por último, los *movimientos de convergencia* llevan los ejes visuales uno hacia otro cuando la atención se enfoca sobre objetos cercanos al observador, es decir, existe una transición del punto de fijación desde un objeto alejado hacia el mismo u otro más próximo. Del mismo modo, si miramos de un objeto próximo a otro alejado, los ojos deben efectuar un movimiento de *divergencia*. De acuerdo con Ganong (1992), la semejanza con un sistema rastreador sobre una plataforma inestable como un barco es obvia: los movimientos sacádicos seleccionan los blancos visuales, los movimientos de persecución los siguen cuando ellos se mueven y los movimientos vestibulares estabilizan el dispositivo rastreador cuando la plataforma (la cabeza) sobre la cual está montado se mueve.

Para Rigal (1987) los movimientos de sacudidas podrían alcanzar una velocidad de $700^\circ/\text{s.}$, son de tipo balístico, sin control voluntario y constituyen la base del sistema de detección del movimiento imagen-retina (sin movimiento de cabeza). En los movimientos de persecución el desplazamiento del objeto no supera los $120^\circ/\text{s.}$, se apoyan sobre un feedback visual permanente del objeto localizado en la fovea y constituyen la base del sistema de detección del movimiento ojo-cabeza (con movimiento de cabeza).

En la tarea de penalty por tanto, el portero utilizaría los movimientos oculares de persecución y convergencia, puesto que se enfrentará ante un objeto que se aproxima. Los cálculos ópticos de la velocidad de acercamiento del balón podrían estar relacionados con el cálculo de la variable *tau*, explicada en el punto I.7.1 de este informe, en función de la velocidad de cambio del tamaño de la retina del

portero. En cambio, la localización foveal del portero en su estirada por parte del lanzador se realizaría a través de movimientos sacádicos (sacudidas), para la situación en la cual se pretende que el lanzador centre su atención hacia los movimientos del portero y controle periféricamente, como explicaremos con más detalle posteriormente, la posición del balón.

I.8.3.5.- Binocularidad.

La *visión binocular* es la capacidad de los ojos para enfocar un objeto de forma independiente y entonces fusionar ambas imágenes en una sola (Vaughan et al. (1995). Esta reunión de dos imágenes monoculares, cuya parte central del campo visual coincide (*horóptero u área de Panum*), se mira con visión binocular. Los impulsos que son originados en las dos retinas por los rayos luminosos de un objeto son integrados a nivel cortical en una sola imagen (*fusión*). Cada punto de la corteza visual comprendido dentro del campo binocular recibe impulsos desde un punto de cada retina. Los puntos de la retina sobre los cuales debe caer la imagen del objeto para que sea visto con visión binocular se llaman *puntos correspondientes*. Ahora bien, las imágenes proyectadas en los puntos correspondientes por un objeto más cercano respecto a otro más distante incidirán en puntos dispares en las dos retinas, y la cantidad de disparidad dependerá de la distancia entre ambos objetos. De este modo, puede entenderse que si el cerebro es capaz de calcular la disparidad, obtendrá información precisa sobre las distancias relativas de los objetos en el mundo (Bruce & Green, 1994).

Pero cuando algo no permite que las imágenes de los dos ojos sean semejantes, el fenómeno de fusión no se produce y la binocularidad fracasa. Por ejemplo, en el caso de desviación latentes de los ejes visuales compensadas por los mecanismos de fusión, la binocularidad se lleva a cabo gracias a un considerable consumo energético, y por ello situaciones en situaciones de estrés o fatiga, muy típicas en deportistas, la binocularidad se rompe (Sobrado et al, 1996).

Por tanto, la relación entre los movimientos de convergencia de los ojos y la acomodación, las características y requisitos de la fusión de las imágenes obtenidas en cada ojo y, por último, la *estereopsis* o percepción de la profundidad (visión en relieve) son consecuencia de la binocularidad (Romero et al., 1996).

Tanto en la situación real de lanzamiento de penalty como en la fase de tratamiento, la binocularidad permitiría al lanzador percibir con exactitud la posición del portero respecto a los postes puesto que, como veremos en el apartado de aspectos reglamentarios (I.9.1), éste puede desplazarse lateralmente sobre la línea de gol.

I.8.3.6.- Tiempo de reacción visual.

En cuanto al **tiempo de reacción visual**, Romero et al. (1996) lo definen como el tiempo que el sistema visual y motor precisa para dar respuesta a un estímulo luminoso. En el apartado I.6, quedó desarrollada la disponibilidad temporal de habilidad visual bajo el paradigma de respuesta de reacción. Es evidente que no sólo es necesaria una respuesta rápida, como señalan Sobrado et al. (1996), sino también precisa. Por su parte, Planer (1994) involucra en esta habilidad a la capacidad del deportista para utilizar la información auditiva y apoyar a la estimulación visual.

I.8.3.7.- Visión central-periférica.

El *campo visual* es todo espacio visible en un momento determinado sin mover el ojo (Guyton, 1983). Así, se abarcan unos 180° en sentido horizontal y 130° en el vertical, que con el entrenamiento han logrado mejoras de 10° y 5° respectivamente (Quevedo & Solé, 1990). Teóricamente dicho campo debería ser

circular, pero en realidad está disminuido en la parte interna por la nariz y en la parte superior por el techo de la órbita (Ganong, 1992). El hacer mapas de los campos visuales es de importancia en el diagnóstico neurológico; las porciones periféricas de los campos visuales son trazadas con un instrumento llamado *perímetro* y la operación se conoce con el nombre de *perimetría*. El perímetro de Goldmann es un hueco esférico cóncavo con fondo blanco enfrente del cual se sitúa el paciente, a quien se le presenta una luz de tamaño e intensidad variable tanto de forma estática como dinámica (Vaughan et al., 1995). Actualmente existen otros perímetros automatizados y computerizados aún más sofisticados y sensibles para medir el campo visual.

Por tanto, la visión central-periférica, siguiendo a Sobrado et al. (1996), son dos campos visuales especializados. El primero, y que corresponde a la región foveal, está especializado en la detección de detalles pequeños, puesto que el espaciamiento entre los fotorreceptores en el mismo es muy pequeño. En cuanto al campo periférico, está especializado en la detección de movimientos y variaciones de luminosidad, descendiendo en él mucho la agudeza visual. Resulta fácil deducir la importancia que en el deporte tiene una buena visión periférica, sobre todo en los deportes de equipo (Uson & Miralles, 1994), porque permite al jugador controlar la posición de otros jugadores mientras mantiene la fijación en la pelota. Es la habilidad de ver e identificar lo que ocurre alrededor de un objeto particular sobre el que se fija la atención (Quevedo & Solé, 1990).

En opinión de Antón (1992), la visión periférica permitiría la percepción óptica del propio gesto e informa sobre las modificaciones del medio ambiente. A este respecto, Bayer (1986) apunta que el principiante puede mejorar gracias a la visión periférica porque ésta le permite descentrarse o liberarse de la atracción que supone el balón. En principio, su insuficiencia técnica le exige un constante control visual del mismo y le imposibilita la percepción de multitud de estímulos generados en el entorno.

Por su parte Rigal (1987) relaciona la capacidad de percibir el movimiento con la estimulación de la retina periférica como forma de convertirse en un estímulo que se localice posteriormente en la retina central. Igualmente apunta que la retina central es capaz de detectar movimiento más lentos que la retina periférica. Por tanto, la retina periférica necesita de movimiento de objetos a una mayor velocidad que en la retina central.

Siguiendo a Williams et al. (1999), la región foveal es responsable de la agudeza visual en un arco de 1-2 grados de la línea de visión (1% de la superficie total de la retina) tanto en vertical como en horizontal, reduciéndose la agudeza visual hasta el 50 % a los 2.5 grados de arco y hasta el 4 % en la periferia extrema.

De todos modos, es importante diferenciar los términos *campo de visión* y *campo visual* (Smythies, 1996). El campo de visión o campo de estímulos se refiere al arco visual máximo o ángulo en donde el sujeto puede detectar estímulos presentados en la periferia visual y depende de factores anatómicos estructurales (denominados factores *hardware*). Harrington (1964) sitúa en 160° el arco visual horizontal y en 200° el vertical, dentro de los cuales somos capaces normalmente de detectar una señal. En cambio, el campo visual se refiere a la amplitud de reconocimiento periférico posible para el deportista durante la ejecución deportiva. No es fijo y puede variar ampliamente en función de la tarea que realiza el deportista con visión central (también llamada *carga foveal*) y el nivel de estrés, fatiga o excitación que soporta. Se relaciona o es dependiente, al menos en parte, de factores más cognitivos o de *software*, evaluándose normalmente a través de paradigmas de tareas duales.

Aunque existen estudios que han identificado con éxito las diferencias, al igual que otros que no las han encontrado, en campo de visión entre deportistas expertos e inexpertos (por ejemplo, Cockerill, 1981; Williams & Horn, 1995), existe una falta general de consenso respecto al método empleado para cuantificar la función visual periférica y a la citada distinción entre campo de estímulos y campo visual (Williams et al., 1999).

La sensibilidad al contraste es máxima en la fovea y decrece rápidamente a medida que aumenta la excentricidad. Es por ello que en visión periférica estará muy disminuida, y sin embargo, cobra gran importancia en visión central (Quevedo & Solé, 1990). Relacionado con todo ello, Pérez & Pérez (1991) realizan un estudio, bajo el paradigma de tiempo de reacción, referido a las diferencias de color de objetos presentados como estímulo en situación comparativa de utilización conjunta de visión central o directa y periférica respecto a utilización única de visión directa. No encuentran diferencias relevantes respecto al color, en términos de tiempo de reacción, sobre la visión periférica, pero dichos tiempos fueron significativamente menores en la tarea exclusiva de visión directa.

En consecuencia, la dualidad visión central-periférica tendría un protagonismo pleno en la actuación del lanzador. En una situación ideal, resultado de la experiencia y la adaptación en la tarea experimental planteada, se pretenderá que el lanzador fije y atienda a la posición del portero con visión central para obtener la máxima agudeza visual dinámica posible y el menor tiempo de reacción visual posible, lo cual le podría permitir, a su vez, disponer de más tiempo y ganar seguridad en la ejecución técnica del golpeo. En cambio, la posición del balón correspondería a la percepción marginal de la retina periférica.

I.8.3.8.- Coordinación ojo-mano-pie.

La *coordinación ojo-mano-pie* es la relación entre visión y cinemática, resultando en una localización espacial óptima, fundamental para relacionar la dominancia de un ojo y una mano ó un pie (Quevedo & Solé, 1990). El sistema visual trabaja conjuntamente con todo el organismo, es decir, implica la integración del ojo con el resto del cuerpo (Planer, 1994). La eficacia de esta habilidad dependerá de la relación de dominancia del ojo y de la mano o el pie. A veces existe dominancia cruzada, es decir que el ojo y la mano o el pie no son del mismo lado, aunque la mayoría de las personas tienen dominancia homolateral. Podemos, a su

vez, distinguir entre ojo dominante y ojo director, que habitualmente suelen coincidir y parecen mostrar mejor coordinación (Quevedo & Solé, 1990). Existen investigaciones (Fischman & Schneider, 1985; Bardfield & Fischman, 1991) que indican que la propiocepción visual del miembro utilizado es importante durante tareas como agarrar una pelota y controlar un balón en fútbol.

Barfield & Fischman (1991) plantean una situación de laboratorio en donde se estudió la interacción visión y propiocepción articular en una tarea simple de fútbol. Se trataba de golpear un balón a ras de suelo con la pierna preferida y controlarlo dentro de una zona restringida. En la mitad de cada intento la visión se tapaba con la gafas Kant Peek, que obligaban al sujeto a utilizar la información propioceptiva para el posicionamiento del pie en el control. Los jugadores expertos cometieron menos errores en el control que los novatos y ambos grupos cometieron menos errores cuando podían ver la posición del pie, aunque en ningún caso fueron significativos.

La coordinación óculo-pédica es la más habitual para un jugador de fútbol, a excepción del portero que es óculo-manual (pero cuya exclusividad resulta hoy día de valía cuestionable). En la tarea de penalty, una u otra sí que son exclusivas y resultan condiciones imprescindibles sin las cuales no hablaríamos de jugadores del nivel de los sujetos experimentales implicados en este estudio, aunque deberemos de discutir la interacción entre visión periférica del balón y propiocepción del golpeo en la tarea lanzamiento que estudiamos.

I.9. ESTUDIO ESPECÍFICO DEL PENALTY EN FÚTBOL.

Una vez analizadas las estructuras anatómico-fisiológicas que permiten al jugador una adaptación-aprendizaje de las habilidades cognitivas visuales necesarias en la acción de del penalty, definidos por Starkes & Deakin (1984) como factores *hardware* y *software*, al igual que la estrategias visuales que podrían aplicarse para la toma de decisiones en la situación 1 x 1 de nuestro objeto de estudio, acometemos ahora el análisis técnico-táctico en sí de la tarea de penalty, tratando de justificar un planteamiento táctico individual en esta habilidad motriz considerada así como abierta.

I.9.1. CONDICIONANTES REGLAMENTARIOS.

El lanzamiento de penalty se considera la sanción técnica más grave que recoge el reglamento. El portero tiene que defender un espacio de 7.32 m x 2.44 m ante un lanzamiento directo a 11 m de distancia sin ninguna otra oposición. Se trata por tanto, de una situación de enfrentamiento exclusivo uno contra uno lanzador-portero que constituye todo un ritual en fútbol. El juego está parado. Cada uno de ellos utilizará mutuamente todas aquellos recursos y argucias que pudiesen, aunque sea mínimamente, descentrar a su oponente rozando el límite reglamentario bajo la atenta y exclusiva vigilancia del árbitro principal.

El reglamento FIFA (1998) en su regla XIV, tras la 112 reunión ordinaria de su órgano competente la Internacional Football Association Board celebrada en París el 6 de marzo de 1998 (entrando en vigor el 1 de julio de 1998), dice:

Se concederá un tiro penal contra el equipo que comete una de las diez faltas que entrañan un tiro libre directo, dentro su propia área penal mientras el balón está en juego. Se podrá marcar un gol directamente de un tiro penal. Se concederá tiempo adicional para poder ejecutar un tiro penal al final de cada tiempo o al final de los períodos del tiempo suplementario.

Pero debemos ir a la regla XII del mismo reglamento para definir las faltas y conducta antidportiva por las que se concederá un tiro penal. Entre ellas distingue seis faltas de una manera que el árbitro considere temeraria, peligrosa o con el uso de una fuerza excesiva:

- *Dar o intentar dar una patada a un adversario.*
- *Poner o intentar poner una zancadilla a un adversario.*
- *Saltar sobre un adversario.*
- *Cargar contra un adversario.*
- *Golpear o intentar golpear a un adversario.*
- *Empujar a un adversario.*

Se concederá asimismo un tiro libre directo al equipo adversario si un jugador comete una de las siguientes cuatro faltas:

- *En el momento de luchar por el balón, dar una patada al adversario antes de tocar el balón.*
- *Sujetar a un adversario.*
- *Escupir a un adversario.*
- *Tocar el balón con las manos deliberadamente (se exceptúa al guardameta dentro de su área de penal).*

Finalmente, la regla XII aclara que se concede el penal si un jugador comete una de las diez faltas mencionadas dentro de su propia área penal, independientemente de la posición del balón y siempre que el mismo esté en juego. Pero, además, en las decisiones adicionales respecto a esta regla XII del International F.A. Board, en su punto 1, recoge:

Se concederá un tiro penal si un guardameta golpea o intenta golpear a un adversario en su área penal lanzándole el balón mientras el mismo está en juego.

Respecto a la **posición del balón y de los jugadores** en la ejecución del penalty, la regla XIV dice:

- *El balón se colocará en el punto de penal.*
- *El ejecutor del tiro penal deberá ser debidamente identificado.*

- *El guardameta defensor deberá permanecer sobre su propia línea de meta, frente al ejecutor del tiro, y entre los postes de la meta hasta que el balón esté en juego.*

Debemos hacer notar que sólo se alude a que el portero debe permanecer sobre su propia línea de meta, lo cual no impide al portero moverse y desplazarse lateralmente sobre la misma. Ello le posibilita, en teoría, atraer más la atención del lanzador y, en consecuencia, que éste último tuviese más en cuenta la posición y el desplazamiento del primero, puesto que no tendrá restricciones a la hora de anticipar su estirada respecto al golpeo de balón, e incluso realizar fintas de desplazamiento y estiradas finales al lado contrario. Se produciría, por tanto, un aumento de la complejidad en la tarea para el lanzador sobre la base de la recepción de información visual del portero.

Esta modificación en la regla, que entró en vigor tras la última reunión de la International Board anteriormente citada, podría influir en la acción técnico-táctica objeto de estudio en este trabajo, por cuanto anteriormente el portero debía estar inmóvil y con los pies fijos al suelo hasta el momento de que el balón fuese pateado y que éste estuviese en juego; es decir, fuese golpeado por el delantero y rodase una distancia igual o superior a la longitud de su circunferencia.

- **Los jugadores, excepto el ejecutor del tiro, estarán ubicados en el terreno de juego, fuera del área de penal, detrás del punto penal y a un mínimo de 9,15m del punto penal.**

Respecto al **procedimiento** la regla XIV señala además:

- *El ejecutor del tiro penal pateará el balón hacia delante.*
- *No podrá volver a jugar el balón hasta que el esférico no haya tocado a otro jugador.*
- *El balón estará en juego en el momento en que es pateado y se pone en movimiento.*

Pero también en relación con el procedimiento la Comisión de Árbitros Fifa (1980), recogido por Escartín (1993), expone el siguiente caso:

Un penalty encargado de ejecutar un penalty engaña, simulando el tiro hacia un lado y luego tira al otro tras una finta, todo ello antes de que el jugador haya

lanzado el balón. Si marca, amonestación y nueva ejecución del castigo; si yerra, amonestar y saque de puerta; si el balón va a córner, amonestación y saque de esquina (Comisión Árbitros Fifa, diciembre 1980).

Escartín (1993) comenta respecto a ello que el engaño por parte del ejecutor del castigo será siempre acción ilegal de la que no puede obtener ningún beneficio, lance el penalty quieto o en carrera. Este acuerdo ratifica la buena doctrina.

De ello podríamos interpretar que toda detención en la carrera de aproximación o cualquier finta de lanzamiento puede interpretarse como una acción ilegal de engaño, y por tanto, sancionable.

I.9.2. IMPORTANCIA ESTADÍSTICA EN COMPETICIÓN.

No resulta difícil explicar la transcendencia que puede tener un lanzamiento de penalty en competición. Podemos incluso recordar fácilmente varias ocasiones, ya históricas, en donde no convertir el mismo ha implicado perder un partido, una eliminatoria, una final de Copa, una Liga o un Mundial. En algo que coincidirían tanto aficionados como profesionales de fútbol es que supone la forma más sencilla de conseguir gol pero, en nuestra opinión, también la menos justificable cuando se falla. Tengamos en cuenta que hablamos de un enfrentamiento uno contra uno, donde se produce un lanzamiento directo a 11 m de distancia sin otra oposición que el portero, el cual tiene que cubrir un espacio muy amplio de 7.32 m x 2.44 m.

Siguiendo a Castillo et al. (2000), como muestra estadística de su importancia, si analizamos los últimos campeonatos de la Liga de Fútbol Profesional Española de 1ª división, el porcentaje de errores desde el punto de penalty ha aumentado del 24.44 % de la temporada 97/98 hasta un 31.81 % en la temporada 98/99 (ver tabla I.9.2.1). En la temporada 96/97 el 6.45 % de los goles se consiguieron de penalty (82 de 116 intentos); en la temporada 97/98 el porcentaje fue del 8.91 % (90 de 112); y en la temporada 98/99 alcanzó el 8.77 % (88 de 116). Podemos hacer además una doble lectura de estos datos. En primer lugar, teniendo en

cuenta que durante la temporada 96/97 había 22 equipos en 1ª división y ello obligó a que se jugaran 82 partidos más, podemos comprobar cómo ha aumentado el número de penalties intentados y aumentado porcentualmente el número de errores. En segundo lugar, y en consonancia con lo anterior, podríamos preguntarnos si dichos errores pueden ser debido a la modificación de la regla XIV que afecta al penalty, que entró en vigor a partir del 1 de julio de 1998, como hemos visto en el apartado anterior.

Si nos referimos al máximo nivel futbolístico posible, de acuerdo con Miller (1996) y Castillo et. al (2000), en la tabla I.9.2.2 podemos observar que el porcentaje de goles conseguidos a través de lanzamientos de penalty se ha duplicado desde el Mundial de España '82 hasta alcanzar el 9.9 % el Mundial de Francia '98, sólo durante el tiempo reglamentario (90 minutos o prórrogas). En España '82 se convirtieron 17 de 22 lanzamientos de penalty (77 %, 8 de 10 durante el tiempo reglamentario); en Méjico '86, 33 de 43 intentos (77 %, 12 de 16 durante el tiempo reglamentario); en Italia '90, 41 de 56 intentos (73 %, 13 de 18 en tiempo reglamentario); en USA '94, 33 de 44 intentos (15 de 15 en tiempo reglamentario); y en Francia '98, 37 de 46 intentos (80 %, 17 de 18 en tiempo reglamentario).

Debemos de resaltar la diferencia en los dos últimos Mundiales entre el porcentaje de intentos errados durante el tiempo reglamentario, respecto a las rondas eliminatorias para deshacer los empates tras las prórrogas. Podríamos cuestionarnos si ello puede ser debido a que en las rondas eliminatorias realizan los lanzamientos de penalties tanto especialistas como menos especialistas en dicha situación, los cuales no lo hacen habitualmente durante los partidos, y quizá tampoco en sus clubs respectivos. También puede influir lo comentado por Miller (1996) como probabilidad estadística en la actuación del portero ante un mayor número de intentos, o a la mejor interpretación de los preíndices por parte de portero, sobre todo ante lanzadores menos experimentados.

Tabla I.9.2.1.- Estadística comparativa referente al penalty de los tres últimos Campeonatos Nacionales de Liga de España en 1ª división (tomado de Castillo et al., 2000).

LIGA	96/97	97/98	98/99
Número de partidos jugados	462	380	380
Total de goles*	1271	1009	1003
Goles de penalty	82	90	88
Porcentaje de goles de penalty	6.45 %	8.91 %	8.77 %
Número de penalties lanzados	106	112	116
Número de penalties fallados	24	22	28
Porcentaje de penalties fallados	22.64 %	19.64 %	24.13 %

* Incluyendo los goles de penalty.



Tabla I.9.2.2.- Estadística comparativa referida al penalty durante los cinco últimos Campeonatos del Mundo (tomado de Miller, 1996; Castillo et al., 2000).

MUNDIAL	España '82	Méjico '86	Italia '90	USA '94	Francia '98
Total de goles	154	144	128	156	171
Penalties transformados*	8	12	13	15	17
Porcentaje respecto a goles	5.19 %	8.33%	10.15%	9.61 %	9.95 %
Rondas eliminatorias	1 (semifinal)	3 (3 cuartos)	4 (2 octavos, cuartos y 2 semifinales)	3 (2 octavos, cuartos y final)	3 (octavos, cuartos y semifinal)
Errores en tiempo de juego	20 %	25 %	27.77 %	0 %	5.55 %
Errores en eliminatorias	25 %	22.22 %	26.31 %	37.93 %	21.42 %

* Durante el tiempo reglamentario (90' o prórroga)

Por último, debemos resaltar que ya desde el último Mundial de Francia '98 entró en vigor la modificación del reglamento FIFA (1998) respecto a la **duración de los partidos, prórrogas, gol de oro y definición del ganador mediante tiros de penales** (capítulo X, artículo 10, puntos 3 y 4). Dicha modificación no afectó al número de rondas eliminatorias necesarias para decidir el ganador de un partido ya que, al igual que en anteriores ocasiones, en Francia '98 uno de octavos, otro de cuartos y una semifinal se decidieron desde el punto de penalty.

I.9.3. ANÁLISIS TEMPORAL Y TÉCNICO-TÁCTICO.

Pero debemos ahondar aún más centrándonos ahora en el análisis de la situación de penalty, concretamente en un análisis temporal y técnico-táctico de los 46 lanzamientos de penalty realizados durante el último Mundial de Francia '98 (Castillo et al., 2000).

En primer lugar, destacamos el uso predominante del empeine interior como superficie de contacto en el golpeo (ver tabla I.9.3.1). Es la superficie de contacto que, como veremos en el apartado siguiente, permitiría modificar la dirección de dicho golpeo con mayor seguridad, existiendo una buena combinación potencia-precisión.

En cuanto a la carrera previa o carrera de aproximación (ver tabla I.9.3.1), se ha comprobado la utilización mayoritaria de la una carrera larga frontal (partiendo cuando menos del borde del área de penalty), casi perpendicular a la portería (un máximo de 20°-25°). Ello podría indicar que los jugadores buscan asegurar un mínimo de potencia en el lanzamiento o, al menos, hacérselo ver así al portero. En su contra, los jugadores utilizaron una carrera corta o media (en curva) con menor potencia, combinada con la utilización del empeine interior.

Tabla I.9.3.1.- Análisis temporal y técnico-táctico de los lanzamientos de penalty durante el Mundial de Francia '98 (tomado de Castillo et al., 2000).

FASE DEL PARTIDO		TIEMPO DE JUEGO	RONDAS ELIMINATORIAS
NÚMERO DE PENALTIES LANZADOS		18	28
TIPO DE GOLPEO	Empeine interior	9	17
	Interior	5	10
	Empeine total	3	1
CARRERA PREVIA	Corta en curva	2	4
	Media en curva	1	2
	Larga casi frontal	15	22
REACCIÓN DEL PORTERO	Coincidente	11	20 (7 parados)
	No coincidente	7 (1 poste)	8 (1 poste)
TIEMPO ENTRE APOYOS Y GOLPEO	Penúltimo-último	280-360 ms	200-400 ms
	Último-golpeo	60-160 ms	60-180 ms
TIEMPO ANTICIPACIÓN DEL PORTERO		0*-240 ms	0*-360 ms
TIEMPO TRAYECTORIA DEL BALÓN		360-440 ms	360-400 ms
LATERALIDAD	Diestros	14	22
	Zurdos	4	6
PORCENTAJE DE ERRORES SEGÚN LATERALIDAD	Diestros	7.14 %	27.27 %
	Zurdos	0 %	33.33 %

* Se refiere a cada uno de los dos casos totales en que no hubo desplazamiento del portero.

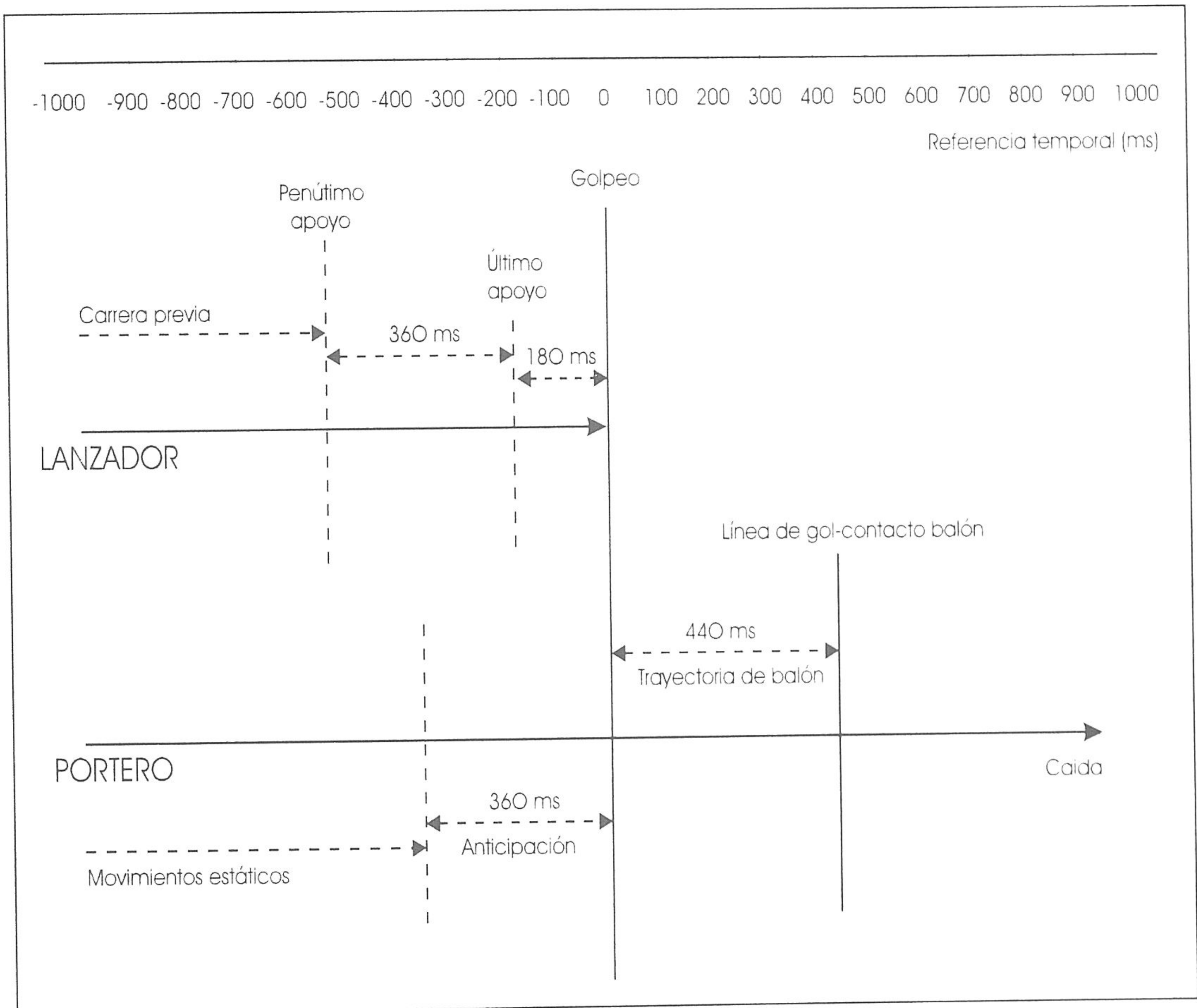


Figura I.9.3.1.- Representación de la secuencia temporal de eventos en los lanzamientos de penalty durante el Mundial de Francia '98 (tomado de Castillo et al., 2000)

La reacción del portero, coincidente o no con la dirección del balón en su estirada, puede resultar sorprendente, sobre todo en las rondas eliminatorias (ver tabla I.9.3.1). Esto podría evidenciar la excelente capacidad de interpretación, por parte de los porteros, de los preíndices que ofrece el lanzador. No olvidemos que estamos ante los mejores jugadores del mundo, más aún en un puesto tan específico con el portero. El porcentaje de reacciones coincidentes aumenta en las rondas eliminatorias, en donde podrían encontrarse lanzadores menos experimentados, e incluso tiene una lógica influencia las probabilidades o el azar. En cualquier caso, todas las paradas de los porteros se realizaron en la zona central y a media altura de la portería, incluidos los dos lanzamientos fallados que dieron en el larguero.

Respecto a la temporalización entre apoyos, podemos interpretar que en las tandas eliminatorias, con lanzadores menos experimentados, existe un intervalo temporal más amplio quizá debido a una menor estabilidad gestual en la tarea de penalty (ver tabla I.9.3.1).

En el tiempo de anticipación de los porteros, los datos ofrecen evidencias claras de que ésta es mayor, confirmada ya por estudios específicos que revisaremos en el capítulo I.7.3.1, ante lanzadores menos experimentados por percibir más eficazmente los preíndices que ofrecen éstos. Para medir la anticipación se tuvo en cuenta el inicio aparente del movimiento definitivo hacia una dirección concreta, que puede o no coincidir con la dirección del balón. Sólo han existido dos casos en que los porteros permanecieron estáticos, no obteniendo ningún beneficio (ver tabla I.9.3.1). Estos datos pueden apoyar lo señalado por Kuhn (1988), respecto a que una estrategia no anticipativa sólo sería efectiva ante lanzamientos de velocidad baja o media, que no es éste el caso.

El tiempo de trayectoria del balón (ver tabla I.9.3.1) hasta cruzar la línea de meta o, lo que es lo mismo, el tiempo del que dispone el portero para contactar con la pelota desde que ésta es golpeada, si no se anticipase, es inferior en algunos casos a 400 ms (100 km/h). Si recordamos a Kuhn (1988), es improbable que en ese tiempo el portero puede averiguar la trayectoria del balón, su velocidad, decidir la respuesta

más adecuada y ejecutarla. McMorris & Colenso (1996) afirmaban que es más probable que porteros profesionales hayan aprendido a usar los índices de información precontacto y contacto más eficazmente que porteros no experimentados.

Por último, la relación entre lateralidad y porcentaje de errores (ver tabla I.9.3.1) muestra una desventaja proporcional para los zurdos, aunque lo realmente llamativo sigue siendo la desproporción en los errores respecto al momento de juego (tiempo reglamento y rondas eliminatorias).

La figura I.9.3.1 representa la secuencia temporal de eventos en la actuación de lanzador y portero basándose en los datos obtenidos del análisis de los penalties efectuados durante el Mundial de Francia '98 (Castillo et al., 2000), los cuales se muestran en la tabla I.9.3.1. La referencia central se sitúa en el momento del golpeo, el cual determina la anticipación del portero como modo de ganar opciones en el intento de alcanzar el balón.

I.9.4. LA TÁCTICA INDIVIDUAL ANTE EL PENALTY.

I.9.4.1.- El modelo cognitivo comportamental aplicado al pensamiento táctico.

En toda acción de juego deben implicarse de forma integrada un componente técnico estructural y un componente inteligente. Siguiendo a Mahlo (1981), por acción de juego se entiende a la *combinación significativa, más o menos complicada, de los diversos procesos motores y psíquicos, indispensables a la solución del un problema nacido de la situación de juego* (p. 22). Tradicionalmente, autores como Mahlo (op. cit.) aluden al pensamiento táctico como la solución de los numerosos problemas que aparecen en tal o cual situación de juego, siendo un componente indisoluble de la misma. Este autor distingue tres fases principales en la acción táctica: a) la percepción y el análisis de la situación; b) la solución mental del problema; y c) la solución motriz del problema.

Dichas fases pueden explicarse a través modelo comportamental de procesamiento de la información y del modelo de *servosistema* (capítulo I.2), tratando de resolver de forma sucesiva y correlacionada cada una de las situaciones que se le plantean al jugador.

En la primera de las fases del modelo comportamental se produce la recepción de la información sensorial (input) y equivale a fase descrita por Mahlo (1981) como *percepción y análisis*. A continuación, dentro del modelo comportamental, se procesa dicha información y se elabora una respuesta que se corresponde con la segunda fase de Mahlo (1981) de *solución mental*. Por último, se ejecuta la respuesta motora o salida (output), bajo la perspectiva comportamental, que se asemeja a la denominada por Mahlo (1981) como *solución motriz*.

En relación con el modelo de *servosistema*, el primer nivel de procesamiento establece los objetivos iniciales (mecanismo de referencia o comparador) de la tarea en función de la información inicial (feedforward). En segundo lugar, valora las condiciones del entorno cambiantes a la hora de programar la respuesta y enviar los impulsos neuromusculares. En último termino, se ejecuta la respuesta a nivel efector que completará el ciclo, posibilitando la comparación con los objetivos iniciales y permitiendo, en su caso, corregir el movimiento o el gesto para sucesivos intentos.

No resulta difícil entender cómo las fases del acto táctico descritas por Mahlo (1981) reflejan los mecanismos que tienen lugar en la ejecución de una habilidad motriz abierta como el penalty en fútbol, cuyo entorno cambiante hace que pueda explicarse a través del modelo de *servosistema*.

Antón (1992) realiza un análisis de elementos comunes y matices distintivos del concepto de táctica a través de autores tan significativos como Hegedus (1981), Teodorescu (1984), Matveev (1980), Weineck (1988), diccionario de la R.A.E. (1992) y el propio Mahlo (1981). Antón (op. cit.) concluye definiendo, de forma globalizadora, el término táctica como *todas las acciones motrices inteligentes, realizadas con ajuste espacio-temporal, resultado de la observación de situaciones*

previas de compañeros, adversarios y sus modificaciones espaciales, adecuándose a las reglas del juego (p. 39). En consecuencia, prosigue explicando, la táctica individual reclama del jugador todo tipo factores para optimizar la conducta del jugador, representando la unión de la técnica deportiva de un modo racional aplicada a una situación y circunstancias del entorno concretas.

Igualmente de Antón (1998) se desprende que el objetivo fundamental del comportamiento táctico es encontrar soluciones óptimas en la práctica ante problemas que se le plantean al jugador en competición, dentro de un objetivo general guiado hacia el éxito o resultado favorable en la interacción frente al adversario y/o el medio.

Podríamos decir que la táctica individual sería la utilización de la mejor opción técnica, dentro las capacidades y limitaciones del jugador, aplicada puntualmente en cada situación. En el caso del lanzamiento de penalty en fútbol existe un enfrentamiento directo lanzador-portero, en el que el primero debería utilizar de forma inteligente su capacidad técnica en el momento justo del golpeo, ajustado a parámetros espacio-temporales y reglamentarios, aparte de controlar todos aquellos factores de intimidación y ambientales que resultasen del enfrentamiento.

I.9.4.2.- Condicionantes técnicos del estilo táctico en el penalty.

Debemos completar este análisis realizando un análisis técnico de la acción de penalty que apoye la elección táctica individual como válida y posible de ejecución por parte del jugador.

Kuhn (1988) realiza un análisis temporal del lanzamiento de penalty, a partir de una distinción entre los dos estilos diferentes que utilizan mutuamente lanzadores y porteros en su enfrentamiento. Gramer (1952) y Schmid et al. (1968), diferencian dos estilos básicos de ejecución del lanzamiento de penalty, predominando en uno la potencia, en el otro la precisión. Respecto a los estilos del portero, Maier & Pfaff

(1984), realizan distinciones basadas en el estudio previo de los hábitos del lanzador, realización de fintas previas a la dirección de la estirada final y el análisis de las señales del pre-contacto (preíndices). Todas ellas darían como resultado intentar reducir la ventaja con la que parte el lanzador a través de la anticipación perceptiva.

A partir de aquí Kuhn (1988) realiza el análisis temporal de 88 lanzamientos a lo largo de dos temporadas de la Bundesliga Alemana, determinando que el tiempo entre el contacto del balón y el momento que traspasa éste la línea de gol oscila entre 400 ms (100 Km/h) y 800 ms (50 Km/h), situando una velocidad media de 600 ms (75 km/h), aunque en algunos casos se sobrepasan los valores máximos. Se comprobó además que el 80.3 % de los penalties convertidos buscaron la colocación y el 19.7 % la potencia. En la primera estrategia la variable dominante es la velocidad sin que el lanzador muestre intenciones de ajustar el balón hacia una zona concreta. En la segunda, el lanzador retarda hasta el último momento la culminación del gesto en espera de percibir información de la posición del portero, a la vez de encubrir en lo posible las señales anticipatorias (preíndices) a éste. Esto resulta a menudo en una fase preparatoria de aproximación y golpeo de baja a media velocidad.

Respecto a las estrategias del portero, la que implicaba no anticiparse y esperar hasta el momento del contacto, tuvo éxito en 9 de 15 ocasiones (60 %) en que fue utilizada, mientras la estrategia de anticipación obtuvo éxito en 4 de 51 ocasiones (7.8 %) ocasiones. Kuhn (1988) señala que, aunque los datos no fueron tratados estadísticamente, parece que la estrategia en la que el portero espera hasta el contacto sería la más adecuada para el caso de lanzamiento con una velocidad baja o media.

Por su parte Miller (1996), realiza un análisis de las estrategias que utilizan porteros y lanzadores de penalty durante el Mundial USA '94. En cuanto a los porteros, distingue dos estrategias básicas: la primera, “aguantar” la posición hasta el momento del contacto y reaccionar al mismo; la segunda, “ leer” los preíndices que muestre el lanzador (ángulo de la carrera de aproximación, superficie de contacto o posición del tronco) y anticiparse al momento del contacto. Una tercera estrategia,

exclusiva para tandas eliminatorias, sería por ejemplo lanzarse siempre hacia el mismo lado o en la misma dirección respecto a la carrera de aproximación, con lo que las leyes de probabilidad le concederían posibilidades de, al menos, salvar un lanzamiento. Respecto a las estrategias y superficies de contacto en el golpeo de los lanzadores, éstos utilizan el interior del pie para colocar el balón cerca de la base del poste con potencia baja, el empeine total para lanzamiento directo de potencia alta por el centro y el empeine interior de una potencia moderada para cambiar la dirección del balón a uno u otro lado. En la tabla I.9.4.2 se muestran la relación de penalties conseguidos y errados (salvados por el portero, perdidos fuera o al poste), la reacción del portero hacia la dirección del balón y la dirección del lanzamiento respecto a la carrera de aproximación.

Con respecto a las superficies de contacto Csanádi (1984), en su tratado general sobre fútbol habla del golpeo con el **interior del pie** como la más segura para dirigir el balón porque es la que mayor superficie del pie ofrece en relación con otras modalidades. Como desventaja, la velocidad y, por tanto, la distancia que alcanza el chut o pase utilizando el interior es relativamente pequeña.

Del **empeine interior** afirma que es apto para pasar o chutar el balón relativamente fuerte a larga distancia, aunque no consigue la precisión del toque con el interior. Las posibilidades de utilización del golpeo con el empeine interior son casi ilimitadas (pases cortos, largos, lineales y transversales, para dirigir balones con efecto, para despeje, lanzamiento a portería y también de penalty).

Por último, la utilización del **empeine total o completo** no es tan frecuente como, por ejemplo, con el empeine interior. En distancia y potencia es a veces insuperable, pero podemos chutar sólo en línea recta y no se consigue precisión por la delgadez de la superficie de contacto.

Pero si buscamos una argumentación rigurosa a la utilización de los distintos golpes, diremos, en primer lugar, que el patrón general del movimiento consiste en un desplazamiento del sistema más una secuencia de rotaciones segmentarias denominadas **Cadena Cinética** (Gutiérrez & Soto, 1992).

Tabla I.9.4.2.- Tipo de golpeo en los lanzamientos de penalty durante el Mundial USA '94 (tomado de Miller, 1996).

TIPO DE GOLPEO	INTERIOR	EMPEINE TOTAL	EMPEINE INTERIOR
Número	23 (11)	4 (2)	17 (2)
RESULTADO			
Convertido	18 (11)	4 (2)	11 (2)
Salvado	5	0	2
Perdido	0	0	4
REACCIÓN DEL PORTERO			
Correcta	9 (1)	0	5
Incorrecta	14 (10)	4 (2)	12 (2)
DIRECCIÓN DEL LANZAMIENTO			
Directo	18 (8)	3 (1)	3
Redirigido	5 (3)	1 (3)	14 (2)

() En paréntesis, lanzamientos realizados durante el tiempo reglamentario (90' o prórroga).

Según manifiestan Zernicke & Gregor (1979), en la mecánica general de la Cadena Cinética implicada en el golpeo de balón con el pie con el objetivo de alcanzar una velocidad del móvil importante, la secuencia de participación segmentaria se inicia con una rotación de la cadera a través del eje vertical del pie de apoyo, seguida de una flexión de la cadera y rodilla de la pierna de golpeo y, finalmente, una rápida extensión de la rodilla.

En cambio, según Gutiérrez, Raya & Soto (1994), siempre que el golpeo requiera una gran precisión, el modelo de Cadena Cinética cambia hacia lo denominado por Kreighbaum & Barthels (1981) como Modelo de Empuje. Esto nos hace pensar que la precisión en el golpeo no sólo depende de la mayor o menor superficie de contacto utilizada, sino que es necesario también la sincronía de participación segmentaria que aporta el Modelo de Empuje.

Gutiérrez & Raya (1994) encuentran diferencias significativas en la velocidad tangencial del pie cuando éste toma contacto con el balón utilizando diferentes superficies de contacto (interior y empeine interior), lo cual ratifica lo afirmado en tratados generales (Gayoso, 1982; Csanádi, 1984). Según Gutiérrez & Raya (op. cit.), las causas de que el pie alcance una mayor velocidad final cuando el golpeo se realiza con el empeine interior del pie, pueden deberse a tres factores: a) la secuencia temporal de participación segmentaria utilizada en el golpeo, lo que ratifica la teoría general expresada por Kreighbaum & Barthels (1981) y los trabajos de Robertson & Mosher (1985); b) la mayor distancia entre el centro de gravedad (Cg.) y el talón del pie de golpeo, lo que confirma los estudios realizados por Atwater (1980) relativas al incremento del radio como factor que determina la velocidad de salida de un móvil en el golpeo y; c) la mayor desaceleración producida por el Cg. durante el golpeo, lo que facilita la creación de un momento angular determinado sobre el miembro inferior (Gutiérrez & Soto, 1992).

El hecho de que exista una mayor velocidad y desaceleración en el plano transversal del Cg. cuando el golpeo se realiza con el empeine interior del pie hace posible que el Cg. se encuentre más retrasado con respecto al apoyo en el instante

que contacta con el suelo. Este hecho, además de facilitar la coordinación de impulsos segmentarios (Hochmuth, 1973), hace que la amplitud de movimiento sea mayor.

Continuando el análisis de Miller (op. cit.), diferencia seis zonas en la portería en los penalties realizados: una zona central de 3.66 metros y dos zonas laterales contiguas a partir de cada poste de 0.915 metros cada una. A excepción de una asombrosa parada del guardameta Campos sobre su zona lateral derecha más próxima al poste (0.915 m), todos los penalties detenidos (salvados) se realizaron en la zona central. Los lanzadores menos experimentados forzaron más sus intentos y mostraron menos calidad en cuanto a colocación, habilidad para enmascarar el lanzamiento (ocultar preíndices) y tipo de golpeo utilizado. Miller (op. cit.) concluye que los porteros podrían haber salvado al menos 12 lanzamientos, sobre la zona central, si hubiesen mantenido su posición sin precipitarse en su estirada hacia las zonas laterales, e incluso podrían aumentar significativamente sus opciones si son capaces de interpretar los preíndices para adivinar la dirección del chut, especialmente frente a lanzadores menos experimentados.

Por tanto, tras lo estudiado a lo largo de este capítulo, las superficies de contacto aconsejables serían, en primer lugar, el empeine interior, después el interior y, por último, el empeine total. Nuestro objeto de estudio plantea la utilización de la superficie de contacto más adecuada en función de la posición del portero, para lo cual se confirmaría al empeine interior como la mejor opción técnico-táctica individual.

I.9.5. OTRAS VARIABLES RELACIONADAS.

Hasta ahora, no se han mencionado otras variables relacionadas con la tarea de penalty como la presión ambiental, autoconfianza, autoestima, situaciones de ansiedad, estrés e incluso la fatiga previa que podrían darse en una situación real de

penalty durante un partido de competición. Nos detenemos brevemente sobre algunos trabajos específicos hallados, acerca de esta problemática, sobre el penalty.

Autores como Bar-Eli & Friedman (1988), identifican varios factores que pueden relacionar con el rendimiento del jugador de fútbol en una tarea como el penalty en competición (equipo, entrenador, directivos, oponente, espectadores, medios de comunicación y el propio jugador), pero destacando el papel del entrenador respecto al nivel de estrés y rendimiento del jugador. Sugieren finalmente que el jugador haga un ensayo mental del penalty para mejorar los procesos de preparación.

Fueron Dagrou & Gauvín (1992) quienes compararon los efectos de la autoinstrucción positiva (grupo experimental) mediante verbalización frente a la verbalización neutra e irrelevante (grupo control) en una tarea de precisión de lanzamientos de penalty, midiendo el error sobre los ejes X e Y respecto a las esquinas superiores de la portería. El grupo experimental redujo significativamente los errores, mientras en el grupo control incluso aumentaron. Los resultados apoyan la idea del efecto beneficioso de utilizar la verbalización positiva sobre el rendimiento en tales situaciones deportivas.

Respecto a la posible influencia de la fatiga en un lanzamiento de penalty, Miller (1996) en su análisis sobre el Mundial de USA '94, cita al jugador italiano Baggio quien, tras fallar el penalty que supuso a su equipo perder la final, manifestó: “Normalmente, yo suelo precisar mis lanzamientos, pero no me sentí con fuerza para enviar el balón a la izquierda y sólo decidí golpearlo tan fuerte como pudiese”.

Por su parte, Thill & Brunell (1995) afirman que una estrategia mental dirigida hacia la propia tarea (p.e., tus progresos están siendo muy lentos) obtiene mejores resultados que aquella otra estrategia dirigida hacia el “ego” personal de comparación con otros jugadores (p.e., parece que has conseguido mejores resultados que tus compañeros) en una tarea de precisión lanzando desde el punto de penalty, independientemente del tipo de feedback positivo o negativo administrado.

Dunn & Nielsen (1996) realizan un estudio con sujetos de distintos deportes de equipo tratando de identificar y clasificar situaciones de juego que inducen ansiedad basándose en sus características objetivas. La tarea de penalty estaría encuadrada dentro de la categoría de situaciones críticas, relacionadas con el tiempo y el marcador, que producen normalmente ansiedad en deportes de equipo tales como el fútbol.

Geisler & Leith (1997), sometieron a jugadores de fútbol universitario a un estudio de lanzamientos de penalty con y sin público como espectadores. No encontraron diferencias significativas en el número de goles conseguidos asociados con las medidas generales de personalidad estudiadas (autoestima y autoconvencimiento) ni tampoco el nivel de activación difirió significativamente entre los dos ambientes. Sugieren que, basándose en los resultados, merecen estudiarse otro tipo de variables cognitivas o situacionales para determinar su influencia sobre el rendimiento en el lanzamiento de penalty.

Por último, Hale & Whitehouse (1998) utilizaron la relajación progresiva por audición y la práctica imaginada a través de vídeo para situar a los sujetos frente a un lanzamiento hipotético de penalty “ganador” en un partido. Concluyeron que un enfoque de la situación hacia el reto o desafío personal produce menos ansiedad cognitiva, ansiedad somática y más autoconfianza que un enfoque con énfasis sobre la presión del entorno en dicha situación.

I.10. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS.

Como hemos visto las variables anteriormente descritas están ahí, siendo escasos y cuestionables los intentos por controlar o crear situaciones inducidas que se asemejen a la competición real. Ahora bien, debemos de ir más allá investigando rigurosamente hasta agotar todas las posibilidades en todas las facetas que puedan mejorar el rendimiento. Nosotros, en este trabajo, nos hemos centrado principalmente en el estudio de todos aquellos aspectos técnico-tácticos, su fundamentación teórica y los estudios específicos relacionados que pueden orientar la tarea del penalty que planteamos como objeto de estudio.

La situación de penalty, a priori y según lo visto, se presentaría como claramente favorable para el lanzador pero, aún así, son numerosas las ocasiones las que podemos recordar donde esa clara superioridad, incluso en jugadores supuestamente muy dotados en el aspecto técnico, no se ha puesto en evidencia. Consideramos como poco riguroso intentar justificar únicamente por el azar, la suerte o factores de presión del entorno el error en una situación de tal desigualdad. Una errónea decisión técnico-táctica puede hacer coincidir por azar la localización final del lanzamiento con la estirada del portero en su intento intuitivo o por detener el penalty.

Las exigencias de la tarea específica del lanzamiento de penalty, según hemos visto en el apartado anterior, conllevan que ante un lanzamiento en potencia es imposible que el portero reaccione a tiempo. Esta solución sería la más aconsejable pero, qué ocurre si el azar o los indicadores de anticipación perceptiva (apartado I.7.3) utilizados por el portero aciertan con la dirección del lanzamiento decidido de antemano por el lanzador. Se tratará entonces, de una exigencia no sólo de ejecución técnica, entendida en el sentido tradicional, sino técnico-táctica en donde el lanzador debe decidir la dirección final del lanzamiento dependiendo de la acción del portero. Es decir, la iniciativa debe partir del portero en su respuesta intuitiva o elegida al azar para salvar el penalty, adoptando por tanto el lanzador un estilo de acción técnico-táctica individual al ser consciente de su clara ventaja en el enfrentamiento.

En el peor de los casos, cuando el portero “aguantase” la posición o incluso adivinase la dirección del balón, una correcta ejecución técnica en precisión del lanzador volvería a poner de manifiesto su clara superioridad en el lanzamiento. Las exigencias en su respuesta motriz implicarían habilidades perceptivas que tiendan a controlar la posición del balón estático con visión periférica y centrar su visión directa hacia los movimientos del portero (apartados I.8.2 y I.8.3.7), jugando un papel determinante en dicha respuesta la velocidad de procesamiento de información y su entrenabilidad para la toma de decisiones (apartados I.5 y I.6).

Una vez llegado a este punto nos encontramos en disposición para enunciar que el objeto de este trabajo de tesis doctoral pretende **estudiar el efecto de un entrenamiento visual específico sobre el rendimiento del lanzamiento de penalty, desarrollando para ello un sistema automatizado para la emisión de estímulos, en jugadores expertos e inexpertos de fútbol.**

Dicho objetivo podemos desglosarlo, a su vez, en los siguientes:

1. Desarrollar un sistema automatizado de emisión de estímulos visuales, que incluya el instrumental y software específico, de fácil utilización durante el entrenamiento habitual en campo de situaciones de lanzamiento a portería.
2. Conseguir que dicho sistema simule el tipo de estímulo (movimiento del portero) y su momento de aparición al que se enfrenta el lanzador en situación real.
3. Aplicar dicho sistema a una tarea motriz abierta como el lanzamiento de penalty, en condiciones de respuesta de reacción de elección, considerado así en función de la acción del portero.
4. Mejorar la eficacia del jugador en el lanzamiento de penalty entrenando la velocidad de procesamiento de información y la toma de decisiones.
5. Comprobar el efecto que, sobre el estilo habitual de lanzamiento de los jugadores, provoca la aplicación del entrenamiento utilizando el sistema automatizado desarrollado.

6. Comparar la efectividad del entrenamiento aplicado en jugadores expertos e inexpertos en la tarea de penalty.

En consecuencia, nuestra **hipótesis** inicial de trabajo sería la siguiente:

“La aplicación de un entrenamiento específico visual en campo utilizando un sistema automatizado para la emisión de estímulos, bajo un paradigma de respuesta de reacción, y ofrecidos al lanzador en el penúltimo apoyo previo al contacto pie-balón, aumentará el rendimiento del lanzador de penalty en jugadores tanto expertos como inexpertos de fútbol”.

La distinción referida entre jugador experto e inexperto la entendemos equivalente a especialista o no especialista en el lanzamiento de penalty, al igual que ocurre normalmente en cualquier equipo donde existen uno o varios jugadores que se ocupan de esta tarea en competición.

II

MÉTODO



II. MÉTODO.

II.1. SUJETOS.

Como sujetos experimentales han participado voluntariamente 24 jugadores de fútbol divididos en dos grupos: 9 expertos mas 3 porteros y 9 inexpertos mas 3 porteros en la tarea de penalty objeto de estudio (ver tabla II.1). Es decir, existe una proporción entre lanzadores y porteros de 3:1, siendo de igual categoría en cada grupo. El grupo de expertos lo formaban jugadores en activo con experiencia profesional y semiprofesional en categoría nacional (2ª, 2ª B y 3ª división) durante una media de 13.7 (DS 3.3) años, siendo todos ellos habituales lanzadores de penalty en sus equipos respectivos. El grupo de inexpertos lo formaron alumnos de último curso de Aplicación Específica en Fútbol de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Granada, todos ellos con experiencia en categoría regional federada durante una media de 7.2 (DS 3.9) años.

II.2. DISEÑO.

El presente estudio utiliza un diseño mixto de series temporales interrumpidas de dos grupos experimentales con medidas pre y postratamiento (Pereda, 1987).

II.2.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES.

II.2.1.1. Variable independiente.

Existe una sola variable independiente, de tipo *orgánica* u *organicista* (Escotet, 1980), que adopta dos valores (niveles) de acuerdo con el grado de experiencia (expertos e inexpertos) en la manipulación de selección:

VI.- Tratamiento aplicado a ambos grupos, utilizando el sistema automatizado descrito en el capítulo II.3, según indica el apartado de procedimiento.

Tabla II.1.- Características de los sujetos.

JUGADORES	EDAD (años)	ALTURA (cm)	PESO (kg)
EXPERTOS			
Lanzadores (N=9)	26.7 (4.9)	175.7 (7.3)	71.2 (6.4)
Porteros (N=3)	27.0 (1.7)	186.3 (1.5)	83.0 (1.7)
INEXPERTOS			
Lanzadores (N=9)	23.5 (1.3)	175.4 (6.1)	69.8 (5.6)
Porteros (N=3)	22.0 (1.7)	177.3 (0.5)	74.0 (3.4)

*Los valores se expresan como media (M) y desviación standard (DS).

II.2.1.2. Variables dependientes.

Se han determinado dos variables dependientes:

-BÁSICAS-

VD₁.- Eficacia en la tarea de penalty, medida a través del número total de GOLES de penalty conseguidos (en situación real contra portero).

VD₂.- Eficacia táctica individual, medida a través del número de lanzamientos realizados en dirección no coincidente respecto a la actuación del portero anticipándose o no al golpeo (DNC).

-DERIVADAS-

- Número de penalties parados por el portero.
- Número de penalties enviados fuera o al poste.

II.2.1.3. Control de variables contaminadoras.

Para controlar la incidencia de posibles variables contaminadoras de sujeto, tanto los lanzadores como los porteros dentro de cada grupo eran de igual categoría. Aspecto éste importante a la hora de evaluar el nivel inicial en la tarea.

Respecto a la actuación del experimentador en el estudio, éste sólo realizó funciones de supervisión (colocación y control de funcionamiento del material e instrumental), puesto que existió en todo momento la figura de experimentador auxiliar para conducir la sesión (ofrecer la información inicial, orden de la actuación de los sujetos y toma de datos).

Las condiciones ambientales, dentro de las variables de procedimiento, se controlaron manteniéndose constantes respecto a hora del día para cada grupo, iluminación, condiciones del césped, ruido, observadores y motivación, temperatura

y humedad. Destacaríamos el aspecto motivacional como muy positivo, puesto que, aparte de la participación voluntaria, las características de la tarea y la observación mutua entre los sujetos asegura dicho aspecto.

Por otro lado, respecto a los aspectos de la tarea objeto de estudio, decir que por sus peculiaridades (apartado I.9.5) el registro de datos para las situaciones pretest y postest se dividieron en dos sesiones que evitasen aquello de tener “un mal día”.

La frecuencia de las sesiones fue de dos por semana, aunque en uno de los grupos (expertos) mantener esa frecuencia en la sesiones de tratamiento fue imposible en dos casos concretos por las lesiones leves y molestias que se presentaron. Tengamos en cuenta que estaban inmersos en competición de liga en sus equipos respectivos. Este motivo obligó a aplazar y recuperar la sesión correspondiente. En cualquier caso, todos los sujetos completaron el mismo número de sesiones no mezclando a sujetos de distinto grupo en una misma sesión.

El orden de actuación de porteros en las sesiones pretest y postest, partiendo de la proporción 3:1 entre lanzadores y porteros, fue idéntica en todas las sesiones, de forma que cada portero actuaba frente a cada lanzador el mismo número de veces. En la sesiones de tratamiento, sin porteros, se mantuvo el mismo orden en los lanzadores, lo cual agilizó las sesiones y facilitó la concentración en los jugadores.

La información inicial se entregó por el experimentador auxiliar y por escrito en cada sesión aunque, por el carácter repetitivo de la tarea, a partir de la segunda sesión de tratamiento no era necesaria ofrecer dicha información. Al final, en las sesiones postest se volvió a entregar la misma información inicial del pretest.

Por último, señalar que diariamente se comprobó el estado de los elementos reglamentarios que intervienen en la situación de penalty (distancia del punto de penalty, redes y presión de los balones). Además, en las sesiones de tratamiento se midió la colocación del instrumental electrónico (alfombrillas) que generan la respuesta del jugador para que fuese idéntica en todas ellas.

II.3. INSTRUMENTAL: DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA EMISIÓN DE ESTÍMULOS VISUALES.

Como material específico de fútbol se han utilizado petos de uso habitual en color rojo para los porteros y balones marca Adidas Questra adecuados para césped. La grabación de las sesiones se realizó con cámara de vídeo Hi8 Sony Handycam CCD-V900E con lente de conversión en anchura X.07 Sony VCL-0752B.

II.3.1. CONCEPTO DE SISTEMA AUTOMATIZADO.

La rigurosidad del método científico se ve facilitada por la utilización de nuevas tecnologías. El avance en la investigación va normalmente unido al desarrollo de nuevos instrumentales que, como en el caso de los sistemas automatizados, posibilitan la manipulación y el control de variables.

Un *sistema automatizado* es una disposición de elementos físicos conectados entre sí, de manera que actúan y se autorregulan por sí mismos, sin precisar agentes externos (Langill 1965). Se trata de reducir la influencia de la variabilidad de intervención humana en situaciones experimentales que se pretendan homogeneizar. Es decir, presentar al sujeto las condiciones estimulares adecuadas, registrar los diferentes parámetros y analizarlos mediante sistemas de cálculo adecuados, sin que la actuación del experimentador mediatice y pusiese en duda la fiabilidad del sistema.

La tecnología de la computerización, la electrónica y el uso de periféricos que comunica a éstos con el computador, hacen posible trasladar situaciones típicas de laboratorio, de un rígido control experimental, hacia situaciones de campo muy próximas al contexto real, con idéntico control experimental, pero con un mayor de validez ecológica.

En nuestro caso, el retardo uniforme entre la señal de entrada, el tiempo de procesamiento de dicha señal y la aleatoriedad del lugar de aparición del estímulo visual están controladas por el computador que, con ayuda de los periféricos, dan fiabilidad al sistema y posibilitan simular la situación real que nos interesa mejorar sobre el propio campo de juego.

II.3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

II.3.2.1. El soporte físico (hardware).

De un modo genérico, el soporte físico o instrumental desarrollado consta de una unidad electrónica para compatibilizar los periféricos de entrada y salida de señal al ordenador PC portátil. Como periféricos de entrada distinguimos dos plataformas electrónica de contacto y como periféricos de salida cuatro focos luminosos colocados dentro de cada una de las parcelas de la portería delimitadas por bandas elásticas blancas.

II.3.2.1.1. Dispositivo de entrada y salida de señales.

Se trata de un dispositivo electrónico diseñado especialmente que recoge la señal eléctrica de entrada, consecuencia de la presión sobre la alfombrilla de contacto, pasándola al ordenador a través de un cable centronics y utilizando el puerto paralelo de impresora según describe Martínez (1994). El dispositivo está alimentado eléctricamente a 220 voltios para suministrar la señal de salida, que parte de éste mismo dispositivo, para iluminar las luces (ver figura II.3.2.1.1.1).

En la figura II.3.2.1.1.2 se describe el esquema del circuito electrónico desarrollado.

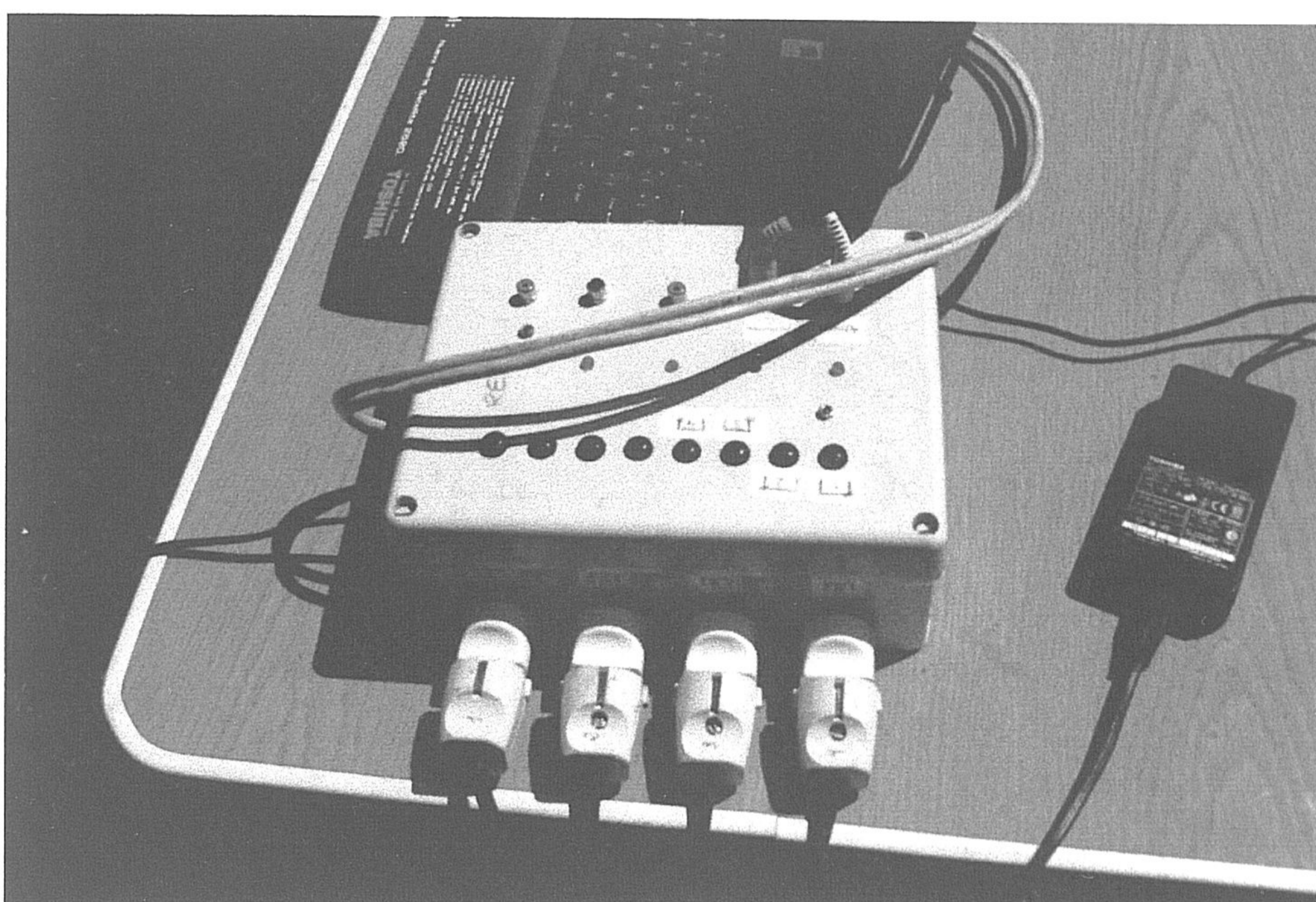


Figura II.3.2.1.1.1.- Dispositivo electrónico de entrada y salida de señales conectado por el cable centronics al puerto paralelo.

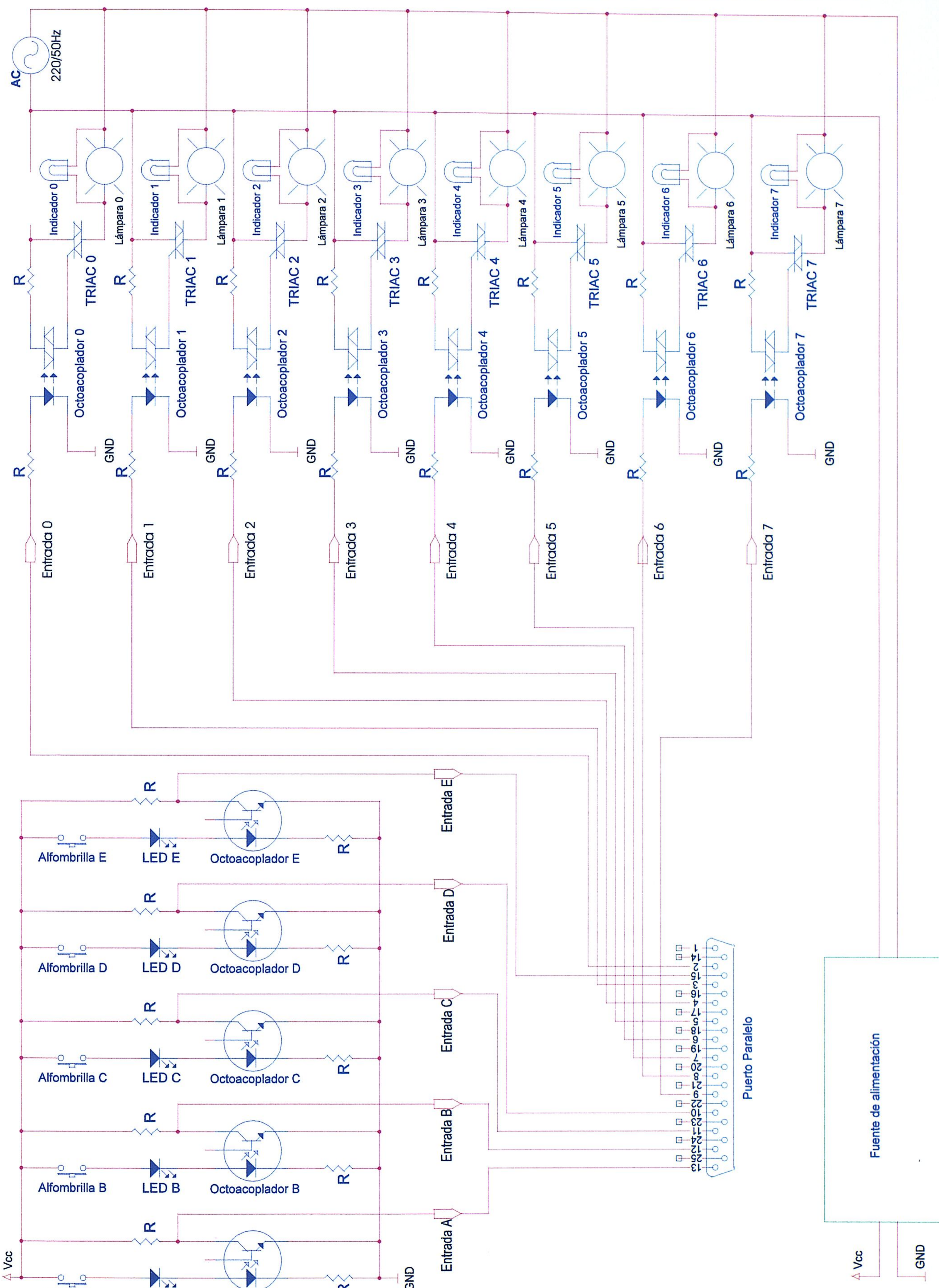


Figura II.3.2.1.1.2.- Esquema del circuito electrónico.

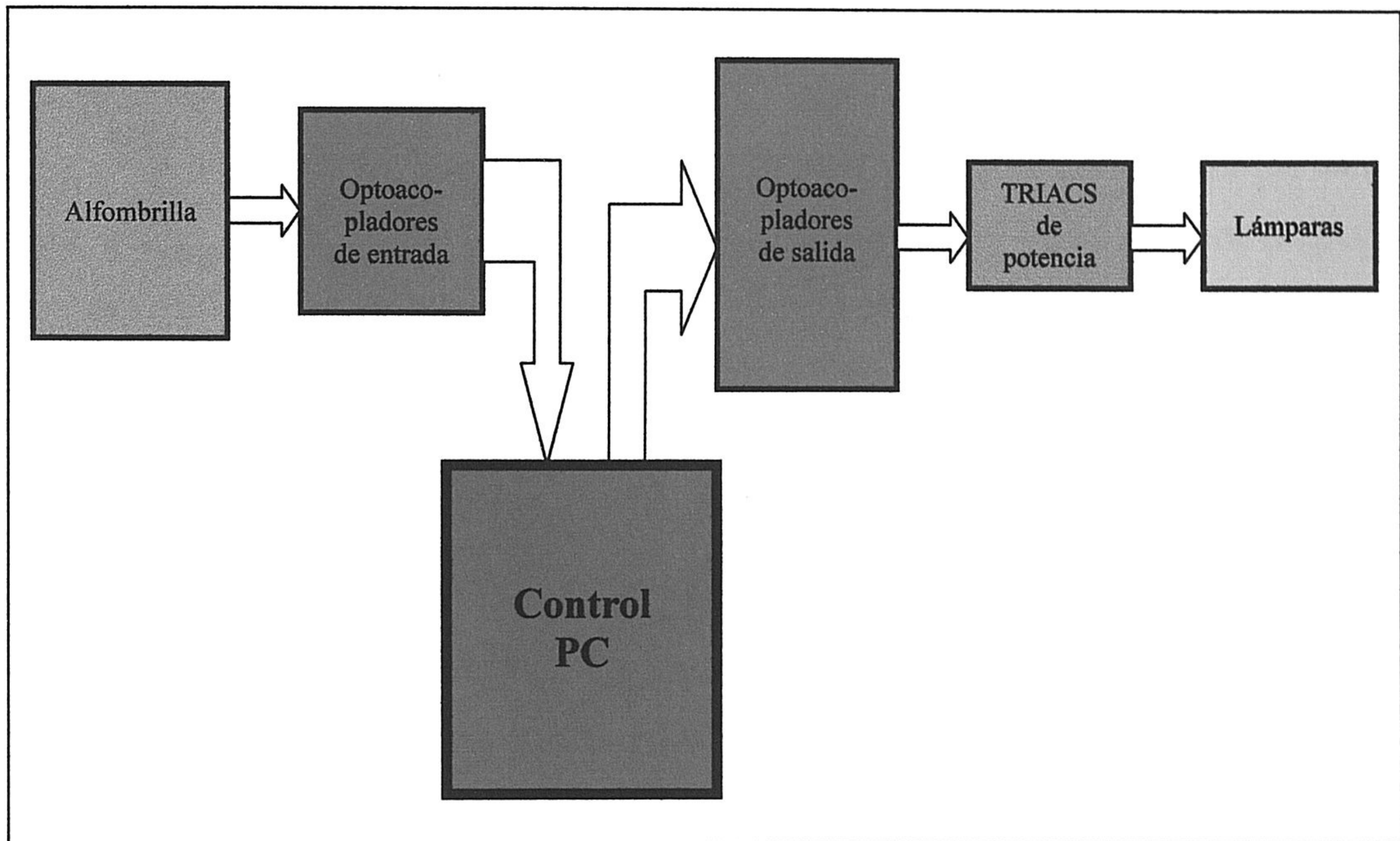


Figura II.3.2.1.1.3.- Diagrama de bloques del dispositivo electrónico.

En la figura II.3.2.1.1.3 se representa su diagrama de bloques funcionales, en el cual no se representa la alimentación (tanto continua como alterna) aunque, obviamente, deben suponerse conectadas a sus respectivos bloques, como bien se aprecia en el esquema del circuito. Los interruptores (alfombrillas) proporcionan un dato binario (un bit) al ordenador a través de unos optoacopladores que aíslan eléctricamente al puerto paralelo del dispositivo. A partir de estos datos de entrada el programa elabora una salida que, igualmente aislada por medio de optoacopladores, disparan los triacs de potencia los cuales controlan el encendido de las lámparas.

II.3.2.1.2. PC portátil.

El hardware recomendado que soporte el software de tratamiento se señales debe ser un ordenador PC Compatible Pentium 133 o superior. Se utilizó un portátil marca Toshiba modelo Satélite 2520 CDS, procesador de 300 Mhz.

II.3.2.1.3. Alfombrillas de presión.

Se utilizaron dos alfombrillas de presión denominadas por el importador (Psymtéc) como bases de respuesta para TKK 1264-II. Sus dimensiones son de 0.5 x 0.6 m cada una y funcionan a modo de interruptor al presionarlas mínimamente.

II.3.2.1.4. Focos de luz.

Son cuatro los focos de luz utilizados de color amarillo extensivo, marca Philips par 38-100 W extensiva, incrustada cada una dentro de una caja de madera de color negro. La caja, rellena de esponja, posee una tapa superior desmontable con una abertura circular y una protección metálica en forma de cruz (ver figura II.3.2.1.4) ante posibles impactos del balón. Las dos cajas que ocupan las parcelas superiores poseen enganches con cadena metálica para fijarlas a la parte posterior de la red o al larguero de la portería.

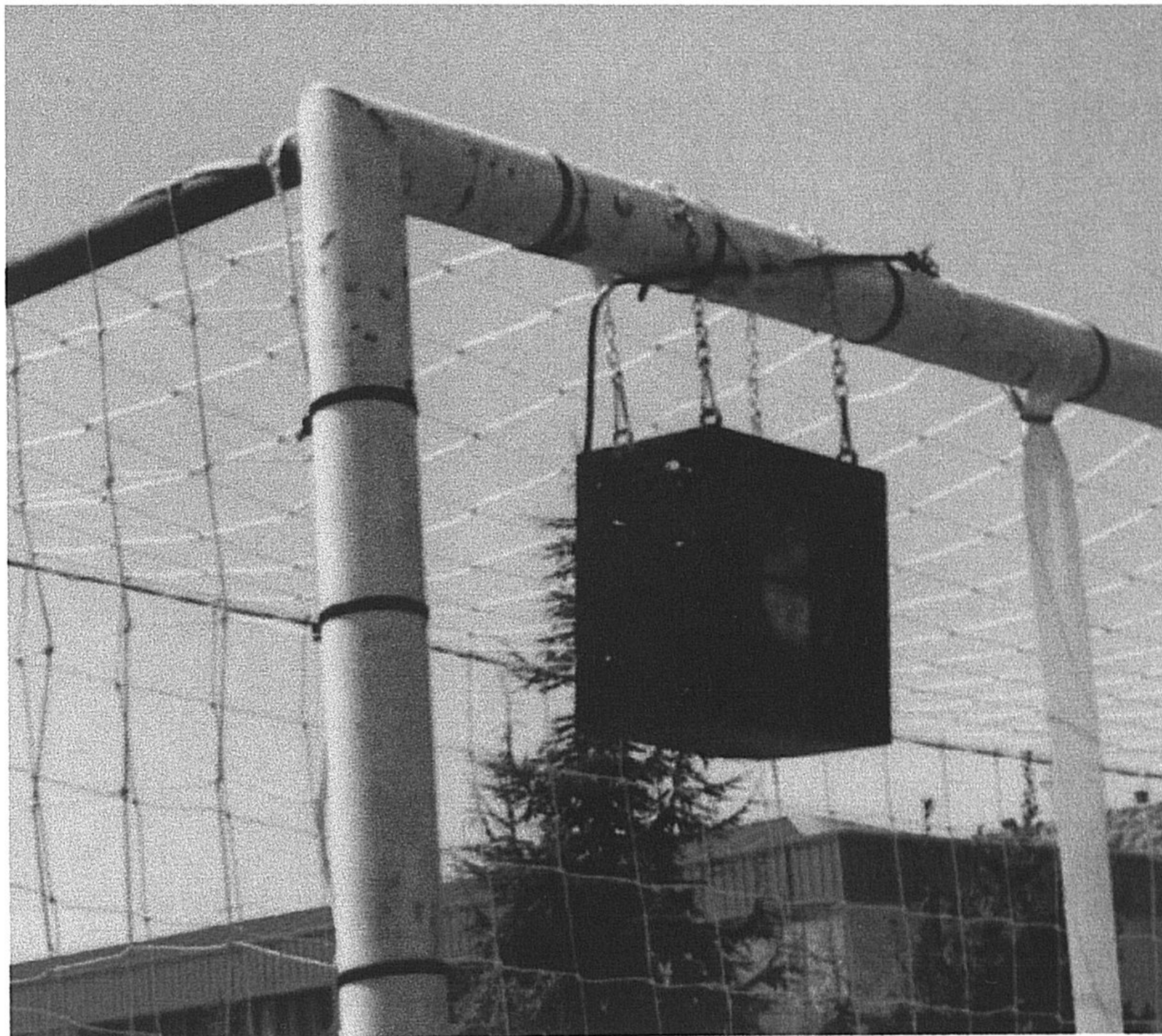


Figura II.3.2.1.4.- Foco de luz incrustada en la caja fijado al poste o a la parte posterior de red.

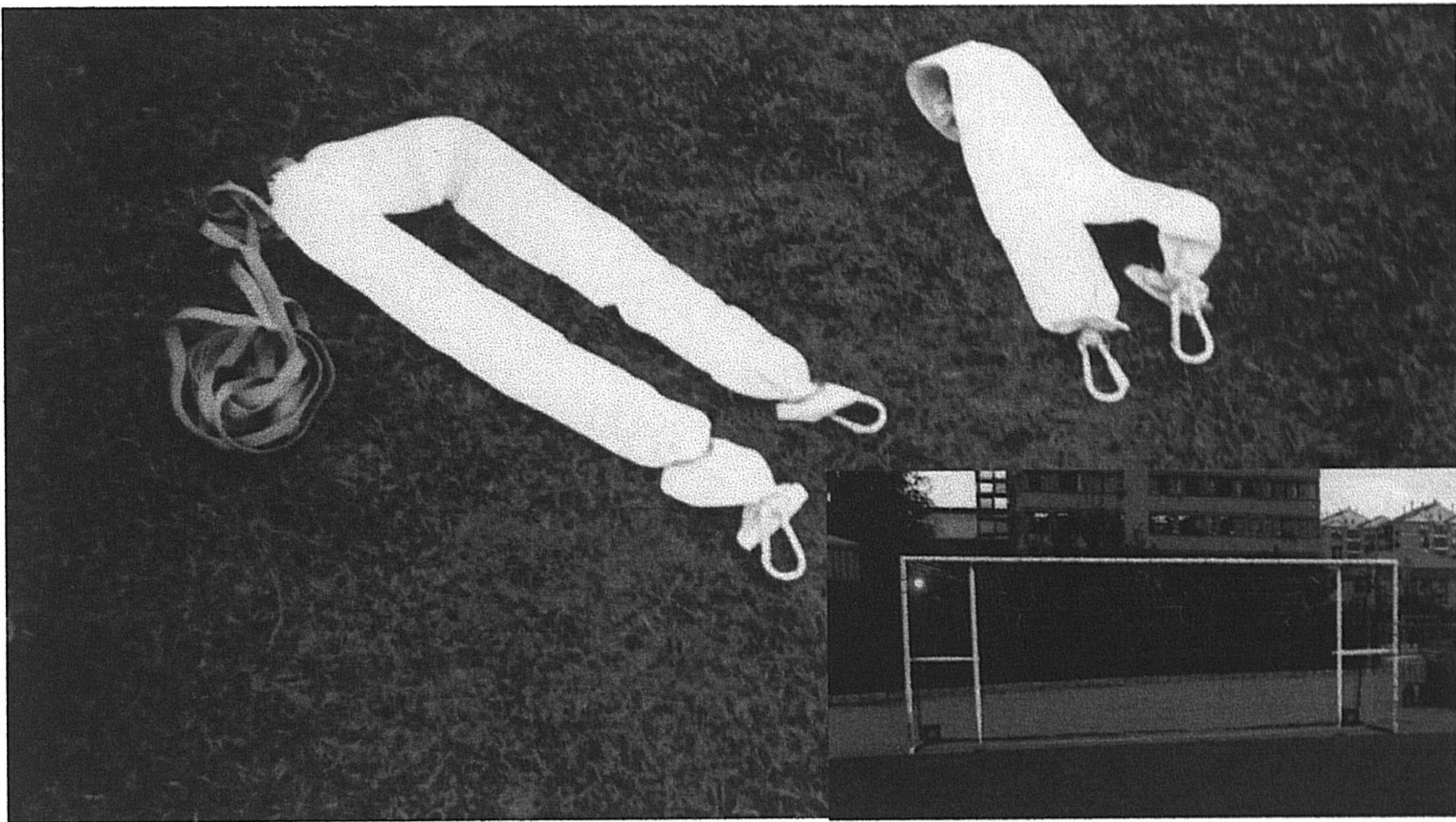


Figura II.3.2.1.5.- Bandas elásticas con enganches y parcelas resultantes.

II.3.2.1.5. Bandas elásticas.

Las bandas elásticas de color blanco, al igual que la portería y de 0.1 m de anchura, poseen en sus extremos enganches metálicos que rodean los postes, fijándose las verticales al suelo con clavos de acampada o contrapesos (ver figura II.3.2.1.5). Las bandas horizontales que separan las parcelas superiores e inferiores están unidas en su parte central por cinta gris de menor grosor para facilitar el contraste y distinguir perfectamente únicamente las cuatro parcelas que nos interesan. Dichas bandas delimitan cuatro parcelas de la portería a una anchura de 0.90 m respecto a cada poste y de 1.22 m de altura, de tal forma que distinguimos dos parcelas superiores (izquierda y derecha) y dos inferiores (izquierda y derecha).

II.3.2.2. Soporte lógico (software).

Dentro del apartado tecnológico del presente trabajo, se ha desarrollado un software específico para controlar y temporalizar los distintos procesos que deben sincronizar los periféricos de entrada y salida.

El programa, que se ha denominado FUTBOLUZ©, es una aplicación informática que funciona bajo el sistema operativo Windows 95/98.

II.3.2.2.1. Objetivos de la aplicación.

Con el programa se ha pretendido que el proceso automatizado desde que el jugador entra en contacto con cualquiera de las dos alfombrillas hasta el encendido de la luz en la esquina seleccionada aleatoriamente se lleve a cabo eficazmente, reduciendo al máximo las posibles inercias temporales. A su vez, se buscó la máxima automatización, evitando la intervención del factor humano y los errores que ésta pudiera acarrear. El manejo de la aplicación es de gran sencillez, lo que facilita su uso y configuración (figura II.3.2.2.1). Básicamente lo que la aplicación realiza es

generar un número al azar entre 1 y 4, que corresponderá a cada una de las esquinas de la portería parcelada, cuando el jugador pulse cualquiera de las dos alfombrillas, con una inercia de una milésima de segundo, e iluminará el foco de luz correspondiente a ese número.

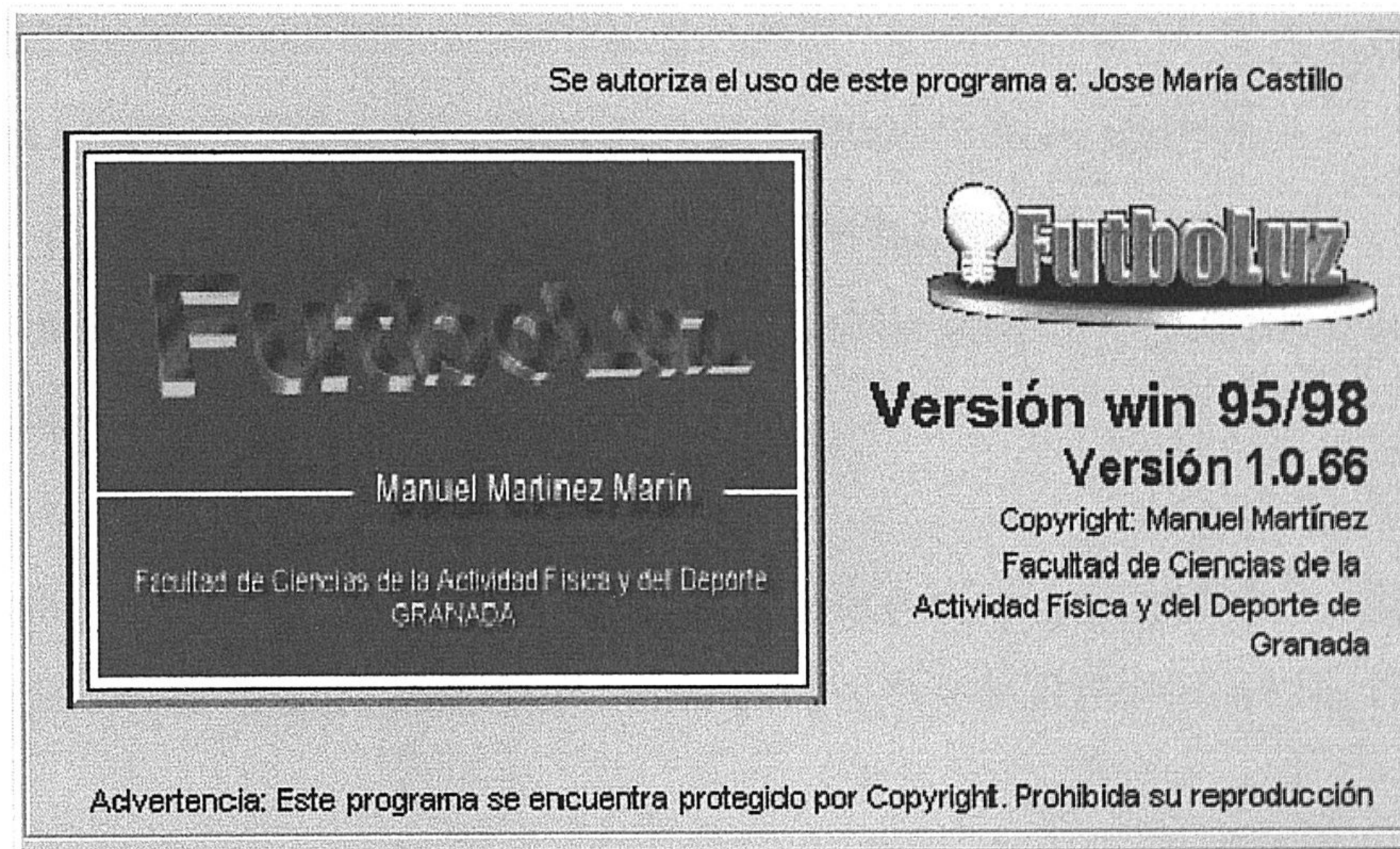


Figura II.3.2.2.1.- Pantalla de presentación del programa.

II.3.2.2.2. Áreas de aplicación FutboLuz.

El programa informático se ha creado para su instalación desde tres disquetes, que deben instalarse en el disco duro del ordenador.

Para una mejor comprensión del modo de uso de la aplicación se ha dividido en tres áreas, que son las siguientes:

1. Instalación de la Aplicación.
2. Definición de los parámetros principales.
3. Desarrollo de la secuencia.



II.3.2.2.2.1. *Instalación de la aplicación.*

Para su correcto funcionamiento, la aplicación necesita ser instalada en un equipo con los siguientes requisitos mínimos:

- Ordenador PC Compatible Pentium 133 o superior. Se recomienda que sea portátil.
- Sistema operativo Windows 95 o superior.
- Tarjeta gráfica VGA con una resolución de 800 x 600 o superior.
- Puerto paralelo de tipo CENTRONICS activado.
- Hardware específico de entrada (alfombrillas de presión) y salida (focos de luz) con conexión al puerto.

Una vez conectado el hardware específico al puerto paralelo, introducir el diskette etiquetado como INSTALACIÓN 1/3 y ejecutar el programa SETUP.

Cuando se almacene la información básica en los archivos temporales, aparecerá la pantalla principal de instalación (figura II.3.2.2.2.1).

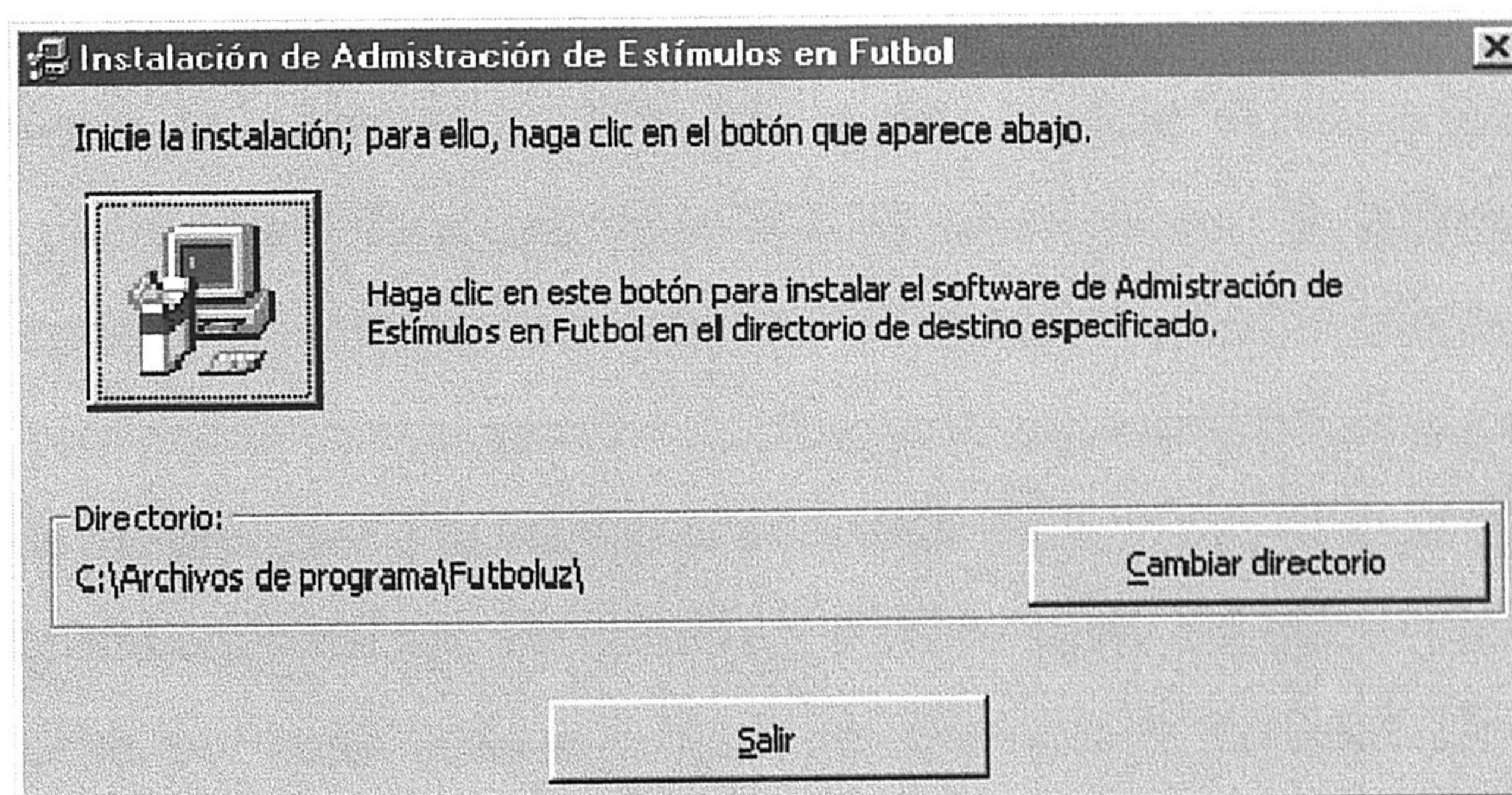


Figura II.3.2.2.2.1.- Pantalla de instalación.

En esta pantalla se deberá pulsar sobre el icono de instalación y, después de unos instantes, el sistema solicitará el segundo (2/3) y tercer disco (3/3) de instalación. Cuando finalice el proceso y aparecerá la leyenda *aplicación instalada con éxito*. A ella se accede seleccionando en el menú INICIO, la carpeta FÚTBOL y la aplicación FÚTBOL.

II.3.2.2.2.2.- Configuración de los parámetros principales.

El proceso de instalación se lleva a cabo una vez, y a partir de ese instante solo será necesario configurar la aplicación para su correcto funcionamiento. Una vez ejecutado el programa se expone la pantalla de presentación (figura II.3.2.2.1) y se accede a la pantalla principal.

En este instante, se debe pulsar sobre el icono superior izquierdo que simboliza la conexión del puerto paralelo o desplegar el menú OPCIONES y seleccionar CONFIGURAR.

Aparecerá una ventana donde se pueden realizar las tareas de configuración. La primera de ellas es la de establecer correctamente el valor del puerto paralelo. Se trata de la fase más importante del todo proceso y determina el correcto funcionamiento de la aplicación. Esta fase se debe realizar debido a que para poder acceder al puerto paralelo a una velocidad de milisegundos, la aplicación lo hace utilizando rutinas especiales. Una solicitud de acceso al puerto usando las API de Windows, provocaría en este entorno multitarea la imposibilidad de poder garantizar el control de los procesos a la velocidad adecuada. Para ello se utilizan los puertos de acceso y dependiendo del tipo de ordenador dicho número del puerto varía.

Se debe, por tanto, indicar la dirección adecuada en decimal (Dec) del puerto (figura II.3.2.2.2.1).

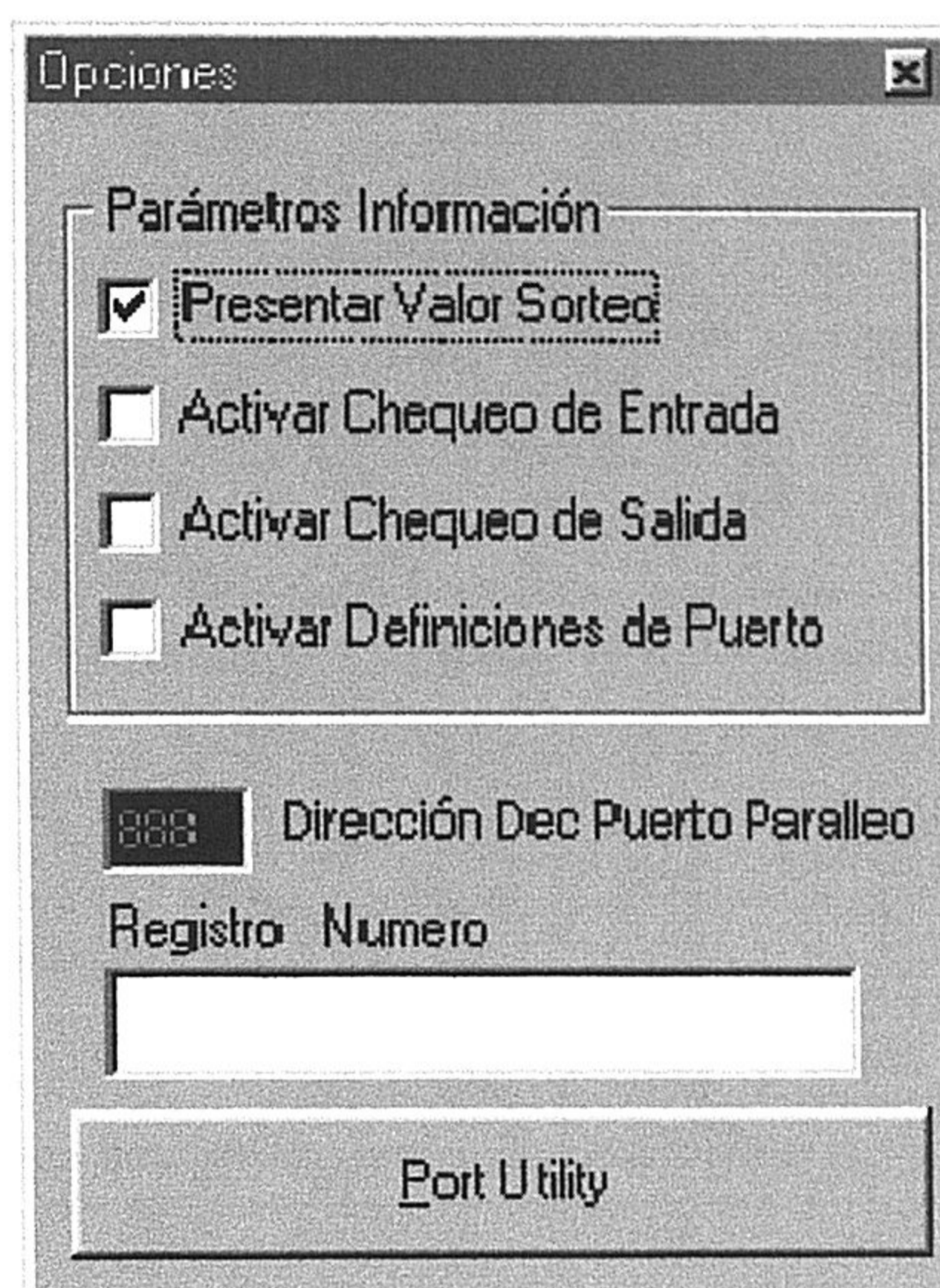


Figura II.3.2.2.2.1.- Ventana de configuración.

Dicho valor se puede conocer consultando el manual del ordenador o consultando en la BIOS el valor que se le asigna al puerto LPT1. Ante la imposibilidad de conocer tal valor, se incluye una utilidad que lo calcula automáticamente (figura II.3.2.2.2.2) y que a su vez permite rastrear los datos de entrada y salida del puerto, por lo que al pulsar las alfombrillas, si el hardware funciona correctamente, deberían cambiar los valores. Una vez revisados los valores, no olvidar cerrar la ventana accionando la esquina superior derecha para volver al menú de configuración e introducir la información adecuada.

PARALLEL PORT DEBUG TOOL Copyright 1997 Craig Peacock								
Base Address	378	Hex	888	Decimal	LPT 1	[X]	LPT 2	[]
Printer Port	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8	Pin 9
Bit Number	0	1	2	3	4	5	6	7
Status	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]	[]
Base + 1	Status Port	<Input>			Base + 2	Control Port <Open Collector>		
Bit 7	[]	Busy	<Pin 11>		Bit 7	[X]	Reserved	
Bit 6	[X]	ACK <NOT>	<Pin 10>		Bit 6	[X]	Reserved	
Bit 5	[X]	Paper Out	<Pin 12>		Bit 5	[]	Enable Bidirectional Port	
Bit 4	[X]	Select In	<Pin 13>		Bit 4	[]	Enable IRQ via ACK <Pin 10>	
Bit 3	[X]	Error <NOT>	<Pin 15>		Bit 3	[]	Select Printer <Pin 17>	
Bit 2	[X]	IRQ <NOT>			Bit 2	[]	Initialize Printer <Pin 16>	
Bit 1	[X]	Reserved			Bit 1	[]	Auto Linefeed <Pin 14>	
Bit 0	[]	Reserved			Bit 0	[]	Strobe <Pin 1>	

Figura II.3.2.2.2.2.- Utilidad del cálculo de dirección del puerto paralelo.

También en el programa principal se puede verificar que los valores de entrada y salida funcionan adecuadamente activando los valores de ACTIVAR CHEQUEO DE ENTRADA y ACTIVAR CHEQUEO DE SALIDA (figura II.3.2.2.2.2.1).

Una vez introducidos los valores adecuados, cerrar la ventana de definición, lo que nos permite acceder a la pantalla principal del programa.

Existe una segunda definición para el desarrollo del funcionamiento de la aplicación. El llamado MODO CONTINUO y el MODO NO CONTINUO. Por omisión se accede al modo continuo, lo que significa que el sistema se activa automáticamente tres segundos después de que se encienda alguna de las luces. De esta manera no se necesita que ninguna persona se encuentre pendiente del ordenador durante el desarrollo de la práctica.

El modo NO CONTINUO, necesita que después de cada ejecución se accione el botón preparado. En este instante se genera el número aleatorio entre 1 y 4 que corresponde a la esquina de la portería. Si el número no es adecuado para el experimentador o entrenador, pulsando el botón preparado otra vez se genera otro

número y así hasta que se considere adecuado. El número que aparece en la pantalla corresponderá al foco de luz que se encienda cuando se pulse la alfombrilla.

II.3.2.2.2.3.- Desarrollo de la secuencia.

Una vez que se han definido los parámetros adecuadamente y nos hemos asegurado que no esté funcionando el sistema en modo de chequeo de entrada o de salida (figura II.3.2.2.2.1) el programa entra en modo de ejecución. Según se trabaje en modo no continuo o continuo la asistencia del operador será mínima (solo pulsar una tecla en cada ensayo) o nula. El programa cuando detecta que se presiona una alfombrilla activa el valor correspondiente en el puerto al que se ha conectado y simultáneamente activa el canal de salida que concuerde con el número aleatorio. Para facilitar la identificación de la zona activada, se puede ver en pantalla cómo una fotografía de una portería simula el foco de luz correspondiente que se ilumina en la portería parcelada (figura II.3.2.2.2.3).



II.3.2.2.2.3.- El programa en el desarrollo de la secuencia.

II.3.2.2.3.- Información del desarrollo de la aplicación.

Para desarrollar el presente software se ha utilizado el lenguaje de programación orientado a objetos Microsoft Visual Basic versión 6.0. El programa se ha optimizado para garantizar un funcionamiento correcto en dos puntos clave: el acceso a los periféricos y la temporización. En estos aspectos se utilizan librerías externas y se prescinde del propio lenguaje.

Para controlar el acceso a los periféricos por el puerto paralelo se utilizan rutinas en bajo nivel en código máquina, que permiten acceder directamente sin necesidad del sistema operativo Windows, lo que elimina posibles errores de diferentes configuraciones, drivers o incompatibilidades. Esto es posible con Windows 95 o 98. En Windows en su versión NT o 2000 no permite el acceso a bajo nivel de llamadas a la BIOS por su trabajo integral en modo protegido por lo que esta aplicación no funcionará adecuadamente en dichos sistemas. Para aumentar la velocidad de respuesta, igualmente se utiliza un programa contador externo al propio reloj del lenguaje de programación, lo que permite una respuesta siempre en milisegundos e independiente de las tareas en segundo plano que puedan funcionar en Windows.

La inercia del sistema (portátil, alfombrillas y luces) es la misma velocidad de la señal eléctrica (AC). El reloj interno que utiliza el programa y su aleatoriedad se aproxima al azar en la elección de un valor entre 1, 2, 3 o 4, a razón de mil cambios por segundo. La secuencia, a pesar de ser muy larga, no es infinita. De cualquier manera, ningún ser humano podría predecir la secuencia en base a repeticiones pasadas ya que el punto de partida de la misma es distinto cada vez.

En la tabla II.3.2.2.3.1 se muestra una secuencia ejemplo de interrupciones del sistema entre las opciones 1, 2, 3 o 4 de la portería parcelada tomada de una sesión real del tratamiento llevado a cabo en este estudio que después detallaremos. En la tabla II.3.2.2.3.2 se muestra la frecuencia y porcentaje de dichas interrupciones.

Tabla II.3.2.2.3.1.- Secuencia ejemplo de interrupciones del sistema.

SUJETO	Ronda 1	Ronda 3	Ronda 3	Ronda 4	Ronda 5	Ronda 6	Ronda 7	Ronda 8	Ronda 9	Ronda 10
1	1	3	3	2	2	3	2	4	4	1
2	2	3	2	3	1	2	1	3	3	4
3	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1
4	4	3	2	4	3	1	3	2	2	2
5	3	4	1	1	1	3	1	3	3	2
6	4	3	2	3	4	2	1	1	2	3
7	3	2	3	2	4	4	4	1	3	4
8	2	3	1	4	3	4	4	2	3	1
9	1	3	4	2	2	3	2	4	3	1

Tabla II.3.2.2.3.2.- Frecuencia absoluta (f), frecuencia acumulada (f_a), porcentaje absoluto (p) y porcentaje acumulado (p_a) de las interrupciones del sistema referidas.

PARCELA	f	f_a	P	P_a
1	21	21	23.3	23.3
2	26	47	28.9	52.2
3	26	73	28.9	71.1
4	17	90	18.9	100.0

II. 4. PROCEDIMIENTO.

II.4.1. ESQUEMA GENERAL DE ACTUACIÓN.

La fase experimental de toma de datos en este estudio incluye 28 sesiones prácticas, distribuidas en 14 sesiones para cada grupo, de las cuales las 2 primeras corresponden a la situación pretest, las 10 siguientes al tratamiento y las 2 últimas a la situación posttest. La frecuencia de las sesiones fue de dos por semana.

Se elaboró un protocolo de información inicial (ver anexo 1) para cada situación experimental desarrollada, con o sin porteros, idéntica para ambos grupos, que fue entregada por el experimentador auxiliar. En cada sesión, una vez completado el calentamiento general, supervisado por el experimentador auxiliar y de acuerdo con dicho protocolo, se acababa el calentamiento específico con una ronda de lanzamientos con o sin portero, dependiendo de la situación experimental. A continuación se iniciaban las rondas de lanzamientos objeto de registro.

El experimentador auxiliar también disponía de un protocolo de actuación de jugadores en cada grupo (ver anexo 2). El orden de actuación de los lanzadores era el mismo con indiferencia de que se tratase de una sesión pre-posttest o de tratamiento, con la salvedad de que existiese, por tanto, actuación o no de los porteros.

En la situación pretest y posttest, cada lanzador realizó un total de 24 lanzamientos separados en 2 sesiones de 12 intentos cada una frente a portero, de acuerdo con un orden también establecido, de modo que cada ronda de lanzamientos era iniciada por un portero distinto (ver anexo 3). Así, al final de la sesión cada lanzador había realizado igual número de intentos frente a cada uno de los porteros.

En situación experimental de tratamiento no actuaban los porteros, utilizando sólo aquí el sistema automatizado descrito en el apartado de instrumental (II.3). Cada sujeto realizaba 10 lanzamientos por sesión de acuerdo al orden establecido en el protocolo inicial (anexo 4).

El protocolo y las características de la tarea evitaría la aparición de la fatiga y posibilitaría que el sujeto mantuviese la concentración y la actuación de los mecanismos de procesamiento de la información asociados al feedback. El intervalo entre ensayos en situación pretest y postest era aproximadamente de 4 minutos, lo que resultaba en una duración de la sesión de entre 35-40 minutos. En situación de tratamiento, sin porteros, el tiempo entre ensayo estaba entorno a unos 3 minutos, dando lugar a sesiones de 25-30 minutos de duración.

II.4.2. EJECUCIÓN DE LANZAMIENTOS.

Las situaciones pretest y postest se realizaba de acuerdo a reglamento (apartado I.9.1). Únicamente debemos señalar que todos los porteros, aparte de su indumentaria habitual, vistieron un peto de color rojo.

En situación de tratamiento, el protocolo de información inicial recordaba a los lanzadores el aspecto reglamentario que no permite la parada o cualquier tipo de finta una vez iniciada la carrera de aproximación al golpeo. Una vez mecanizado el gesto durante el calentamiento específico en la primera sesión no fue necesario, a partir de entonces, insistir sobre este aspecto.

El procedimiento de ejecución de la situación de tratamiento es la siguiente (ver figuras II.4.2.1, II.4.2.2 y II.4.2.3):

Al acercarse el jugador en carrera previa y pisar en el penúltimo apoyo sobre la base de respuesta C (derecha o izquierda para diestros o zurdos respectivamente) se activa una señal de entrada que es recogida por la unidad B (canalizada por la unidad A), quien la procesa y emite una señal de salida (de nuevo canalizada por la unidad A) que hace iluminarse aleatoriamente uno de los cuatro focos de luz (unidades D) en la portería parcelada. El jugador deberá dirigir el lanzamiento o chut hacia esa parcela.

El experimentador auxiliar anotaba en la hoja de registro (anexo 3 y anexo 4) el destino final del lanzamiento que sería posteriormente, en la fase de análisis de datos, contrastado con la grabación de vídeo tomada en cada sesión. Las claves de registro para cada lanzamiento consta de 2 caracteres, un número y una letra. El número corresponde al número de ronda de lanzamiento para cada jugador y la letra (S = Si; N = No) significa si se ha conseguido gol (para la situación pretest y postest) o si ha habido acierto sobre la parcela iluminada (para la situación de tratamiento). En esta última situación, se anotaban como aciertos los lanzamientos que entrasen por la parcela iluminada, no considerando válido si el balón tocaban la cinta elástica y entraba por la parte externa de dicha parcela.

Por último, apuntar que todas las sesiones fueron grabadas en vídeo desde una posición frontal alejada de la zona de lanzamiento que permitiera, además de confirmar la localización final de cada lanzamiento, observar claramente la actuación del portero en la situación pretest y postest.

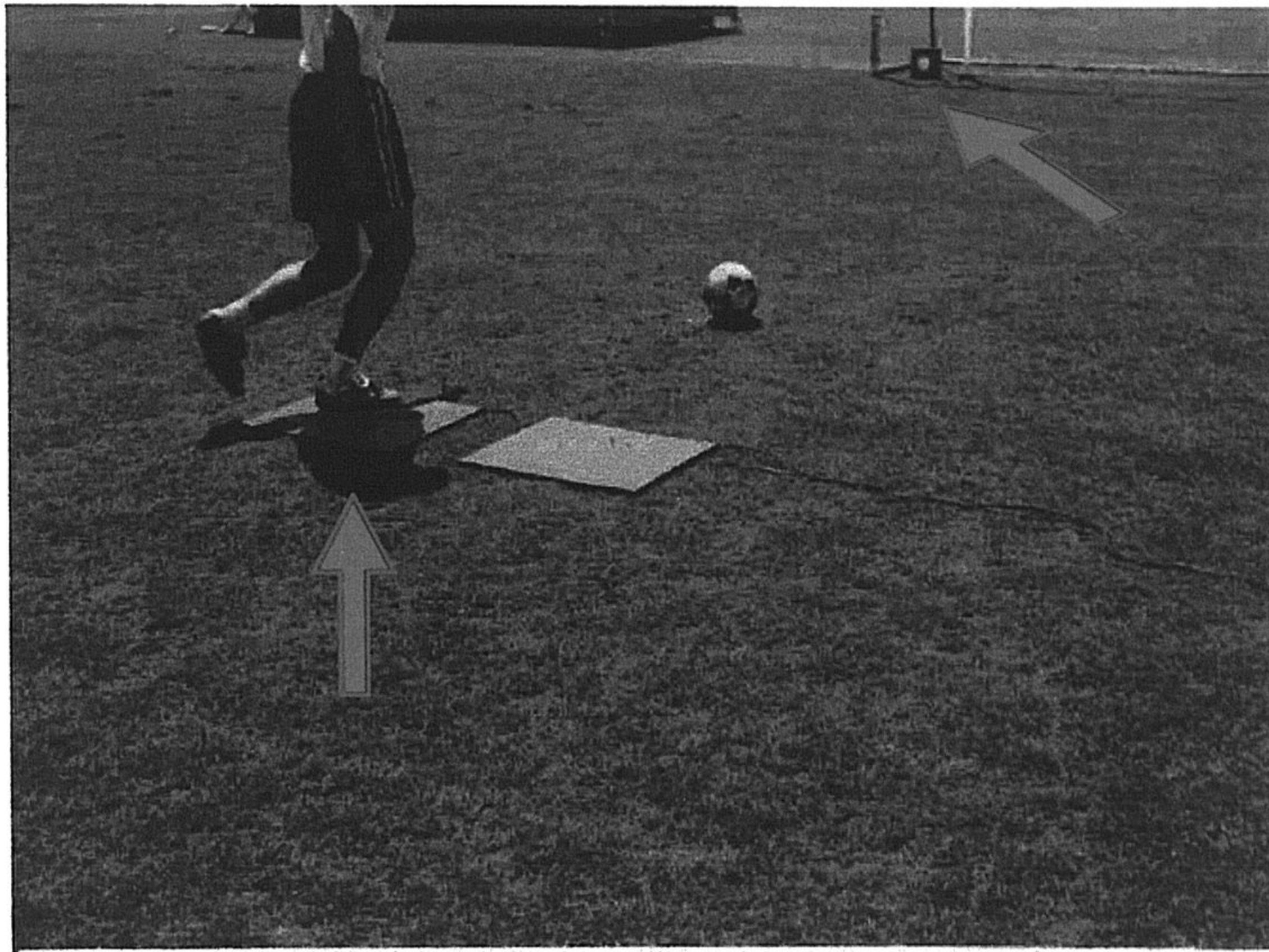


Figura II.4.2.1.- Apoyo y aparición del estímulo.



Figura II.4.2.2.-Chut hacia la parcela correspondiente.

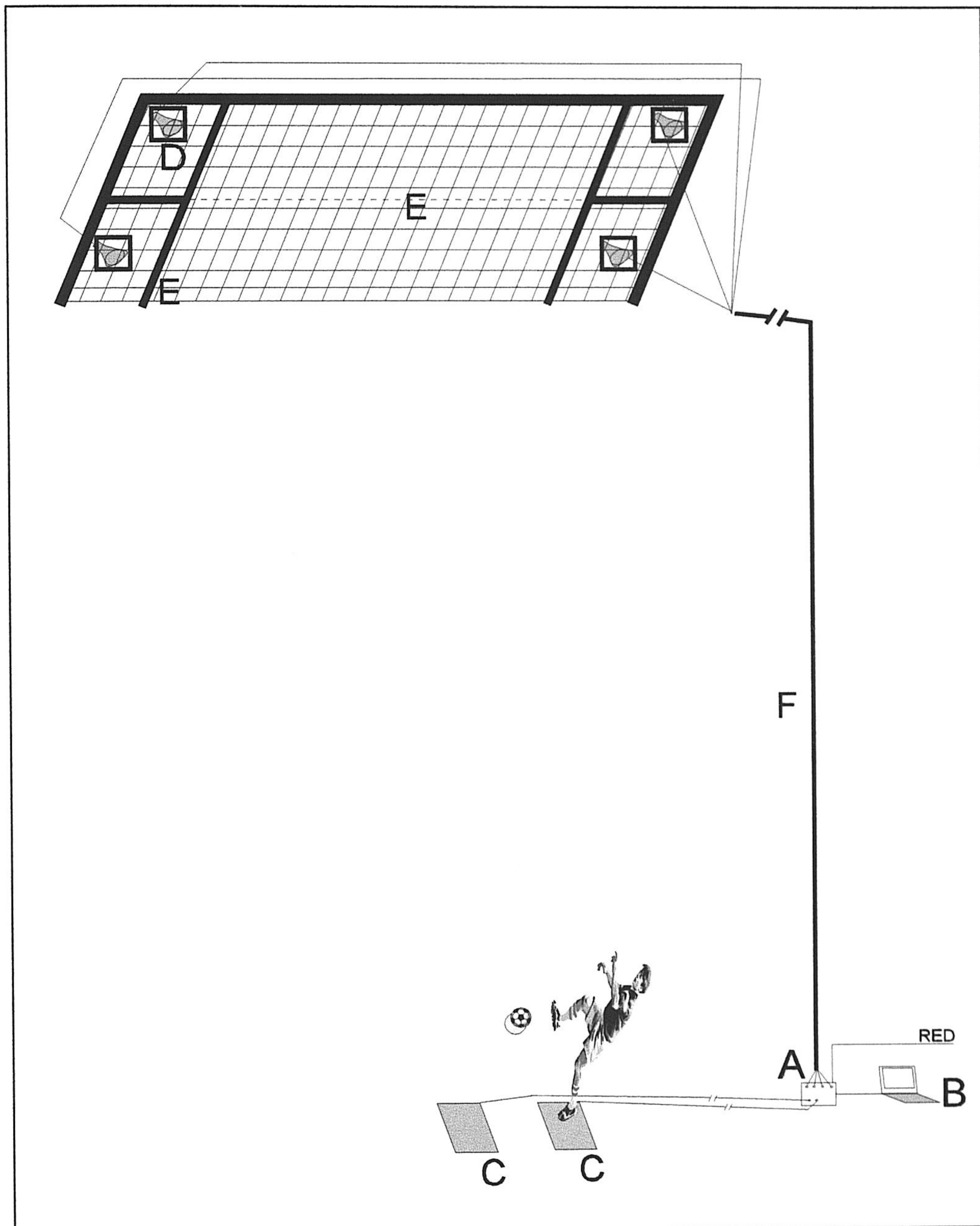


Figura II.4.2.3.- Estructura del sistema automatizado y esquema de la situación experimental.

- A.- Dispositivo electrónico.
- B.- PC portátil.
- C.- Bases de respuesta.
- D.- Focos de luz
- E.- Bandas elásticas.
- F.- Cable alargador de corriente.



III

RESULTADOS

III. RESULTADOS.

III.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

III.1.1. SITUACIÓN EXPERIMENTAL PRETEST.

Iniciamos este apartado exponiendo los resultados pormenorizados en cada uno de los grupos. En la tabla III.1.1.1 se expone la estadística descriptiva correspondiente a la situación experimental pretest del grupo A (expertos).

A continuación, en la tabla III.1.1.2, se exponen los mismos valores referidos al grupo B (inexpertos) en situación pretest. Partiendo de un total de 216 lanzamientos intentados, observamos una frecuencia similar en relación al grupos de expertos respecto en las variables dependientes básicas (total de GOLES y DNC).

Respecto a las variables dependientes derivadas (número de penalties parados y lanzamientos enviados fuera o al poste) presentan similar frecuencia para la primera e idéntica frecuencia en la segunda. Recordemos que, dentro de cada grupo, tanto porteros como lanzadores eran de igual categoría.

Relacionando las variables básicas, encontramos valores similares para ambos grupos en el número de GOLES conseguidos en DNC. Similar es el caso del valor fuera-poste en DNC. Los lanzamientos parados, lógicamente, no necesita asociación.

En la figura III.1.1.1 se representa gráficamente la frecuencia sumatoria pretest de las tablas III.1.1.1 y III.1.1.2. de forma comparativa entre ambos grupos.

En la figura III.1.1.2 se muestra la relación que parece existir entre la variable GOLES y la variable DNC de dichos goles. Es decir, un porcentaje mayoritario de los goles fueron conseguidos lanzando en dirección no coincidente respecto a la actuación del portero. No obstante, aún siendo grupos de distinto nivel técnico, no se observan grandes diferencias a priori en cada variable.

Tabla III.1.1.1.- Descriptivos de la situación pretest del grupo de expertos.

GRUPO DE EXPERTOS	
Nº DE INTENTOS	216
GOLES	152
DIRECCIÓN NO COINCIDENTE (DNC)	100
GOLES EN DIRECCIÓN NO COINCIDENTE	91
PARADOS	39
FUERA-POSTE	26
FUERA-POSTE EN DNC	9

Tabla III.1.1.2.- Descriptivos de la situación pretest del grupo de inexpertos.

GRUPO DE INEXPERTOS	
Nº DE INTENTOS	216
GOLES	145
DIRECCIÓN NO COINCIDENTE (DNC)	97
GOLES EN DNC	83
PARADOS	45
FUERA-POSTE	26
FUERA-POSTE EN DNC	14

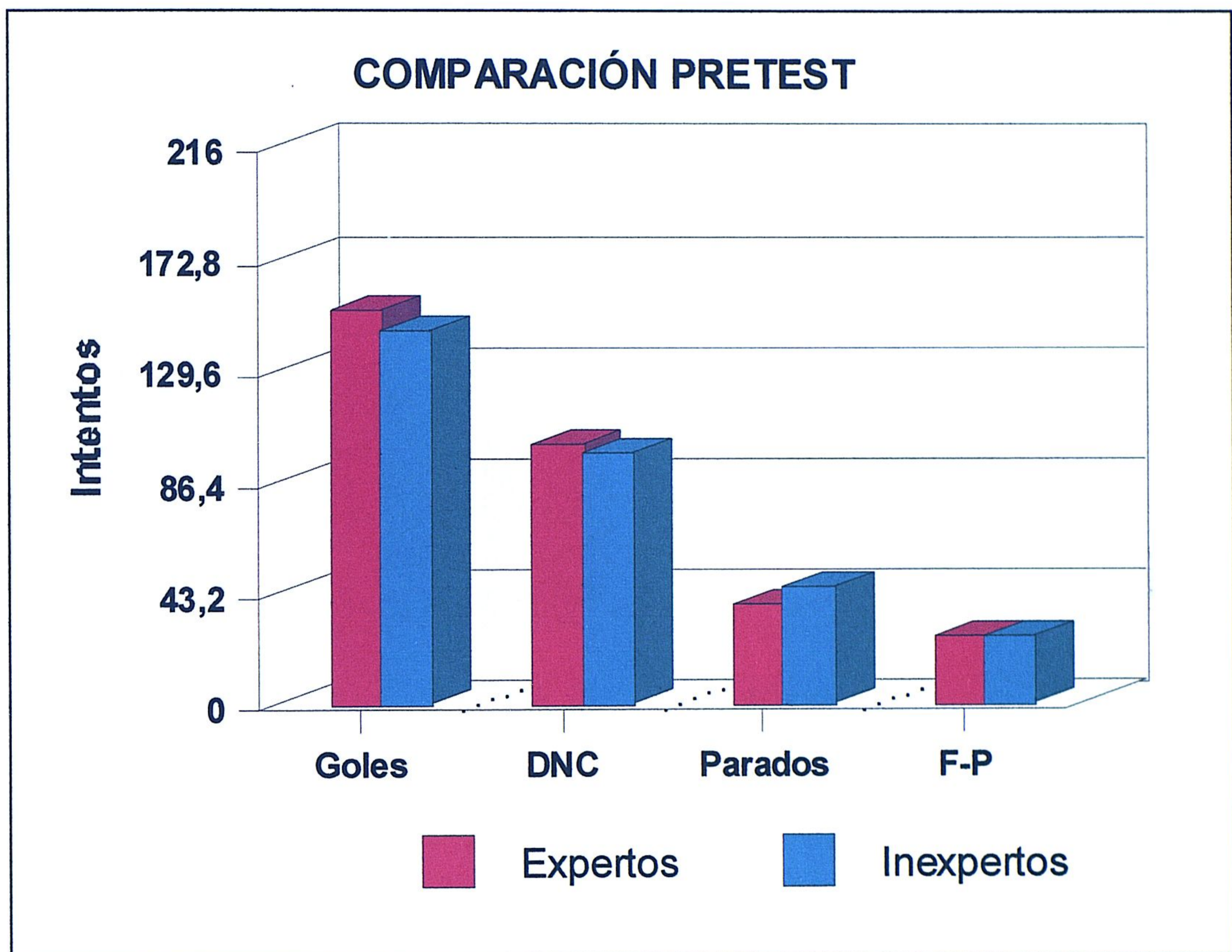


Figura III.1.1.1.- Resultados comparativos de la situación pretest entre ambos grupos.

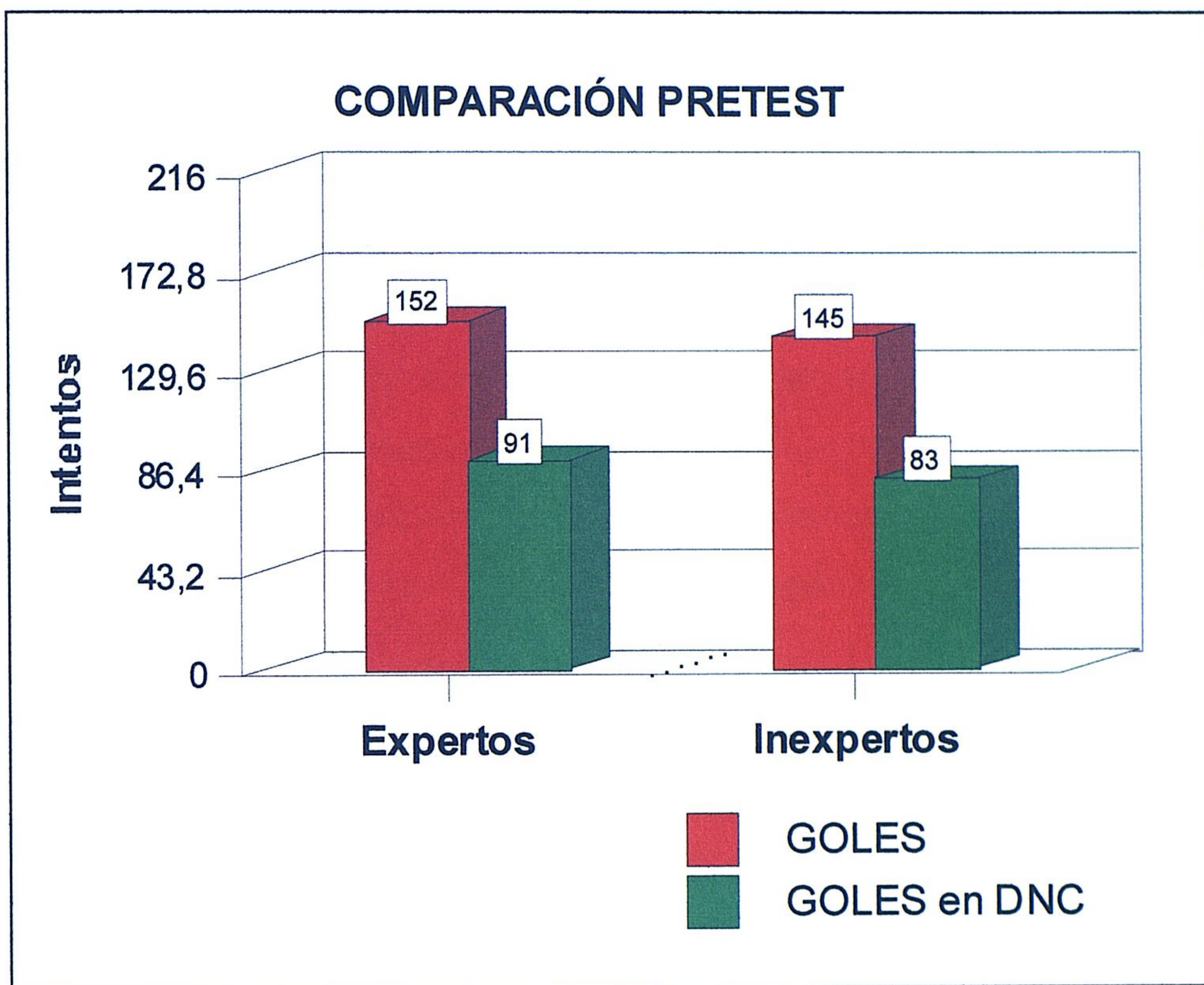


Figura III.1.1.2.- Relación entre las variable GOLES y la DNC de los mismos.

III.1.2. SITUACIÓN EXPERIMENTAL DE TRATAMIENTO.

Iniciamos los descriptivos de la situación experimental de tratamiento desglosando en la tabla III.1.2.1 el número de aciertos por parcelas conseguidos a lo largo de las diez sesiones por el grupo de expertos. Podemos observar cómo la primera sesión arrojó los valores más bajos tanto en el total de aciertos como sobre las parcelas (superior izquierda y derecha, inferior izquierda y derecha). Si distinguimos la parte superior e inferior, se aprecia una diferencia considerable que podría evidenciar la dificultad técnica que conlleva la tarea. En la figura III.1.2.1 se observan más gráficamente las diferencias a que alude la tabla III.1.2.1. No se aprecian diferencias tan pronunciadas entre parte izquierda y derecha.

Refiriéndonos al grupo de inexpertos, en la tabla III.1.2.2 se exponen de igual manera los resultados desglosados de aciertos en cada sesión de tratamiento. El nivel inicial en la tarea se muestra más bajo respecto al grupo de expertos, lo que puede evidenciar diferencias en el nivel técnico y la adaptación a la tarea en la primera y la segunda sesión. La figura III.1.2.2 clarifica gráficamente esas diferencias.

La figura III.1.2.3 representa la comparación entre ambos grupos de los resultados totales respecto a cada parcela. Podemos destacar cómo la tarea propuesta ha evidenciado la mayor dificultad técnica que suponen los lanzamientos realizados hacia la parte superior de la portería parcelada. Las mayores diferencias se hallan entre las parcelas superior e inferior derecha.

Debemos concluir, por tanto, cómo a lo largo del tratamiento aplicado ha existido una mejora más o menos paralela con tendencia ascendente en la precisión sobre cada parcela a partir de un nivel inicial diferente en cada grupo, pero alcanzando finalmente una mejora global superior el grupo de expertos. Esta diferencia se puede apreciar globalmente en la figura III.1.2.4.

Tabla III.1.2.1.- Resultados descriptivos de aciertos por parcelas durante las sesiones de tratamiento correspondientes al grupo de expertos.

SESIÓN / SUJETO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL											
PARCELAS	2	4	6	7	7	6	4	6	3	3	3	10	4	9	3	8	6	8	7	11	45	72
	8	9	8	11	11	7	10	10	11	8	14	10	7	9	13	10	8	12	9	17	99	103
TOTAL	23	32	31	30	25	37	29	34	34	44	319											
ARRIBA	6	13	13	10	6	13	13	11	14	18	117											
ABAJO	17	19	18	20	19	24	16	23	20	26	202											
IZQUIERDA	10	14	18	14	14	17	11	16	14	16	144											
DERECHA	13	18	13	16	11	20	18	18	20	28	175											

Tabla III.1.2.2.- Resultados descriptivos de aciertos por parcelas durante las sesiones de tratamiento correspondientes al grupo de inexpertos.

SESIÓN / SUJETO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TOTAL											
PARCELAS	2	5	2	2	4	1	2	4	6	2	2	6	4	3	5	2	7	8	4	7	38	40
	6	5	5	7	7	9	6	10	11	8	13	12	9	6	6	7	13	8	13	9	89	81
TOTAL	18	16	21	22	27	33	22	20	36	33	248											
ARRIBA	7	4	5	6	8	8	7	7	15	11	78											
ABAJO	11	12	16	16	19	25	15	13	21	22	170											
IZQUIERDA	8	7	11	8	17	15	13	11	20	17	127											
DERECHA	10	9	10	14	10	18	9	9	16	16	121											

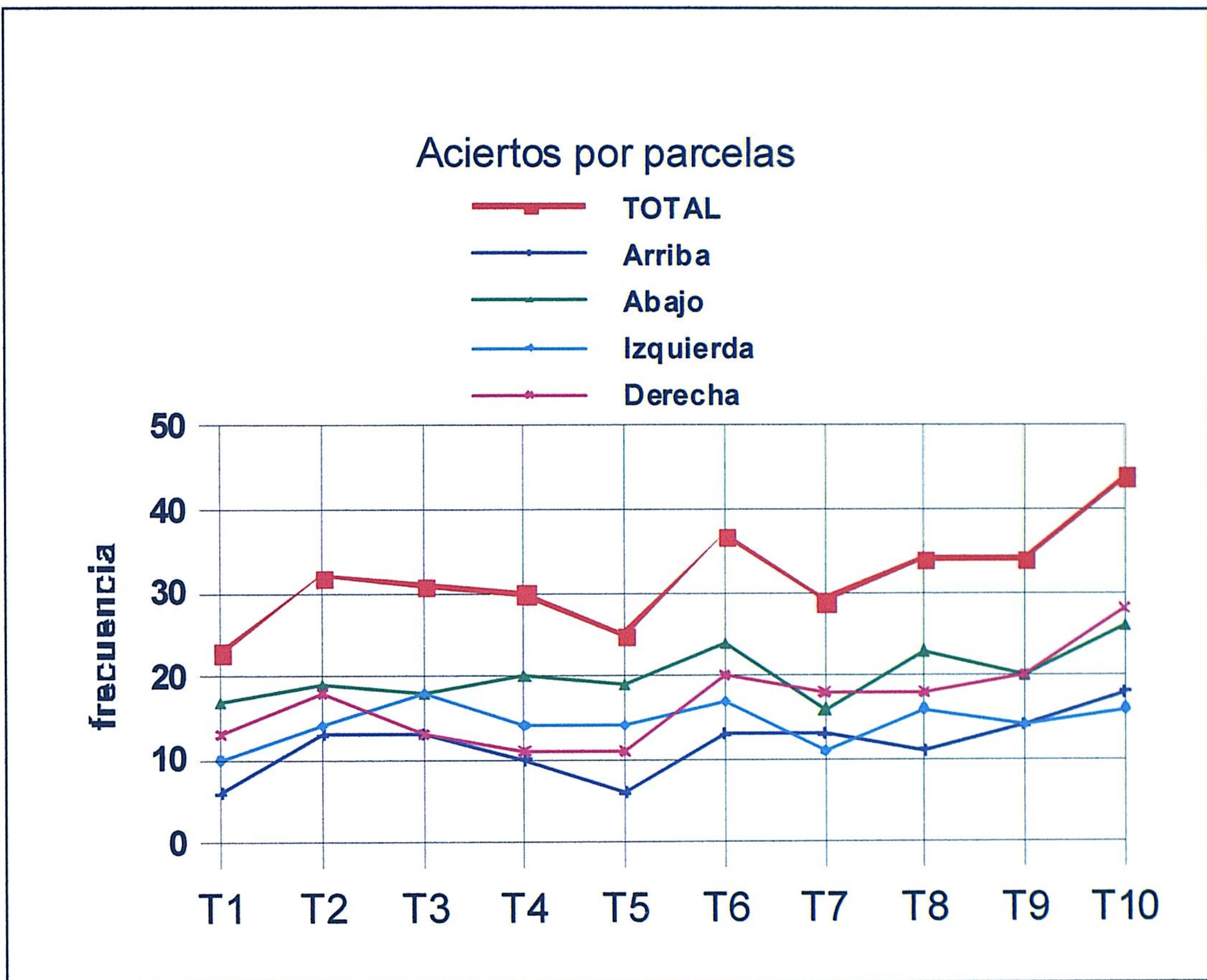


Figura III.1.2.1.- Evolución de la frecuencia de aciertos por parcelas en las sesiones de tratamiento para en el grupo de expertos.

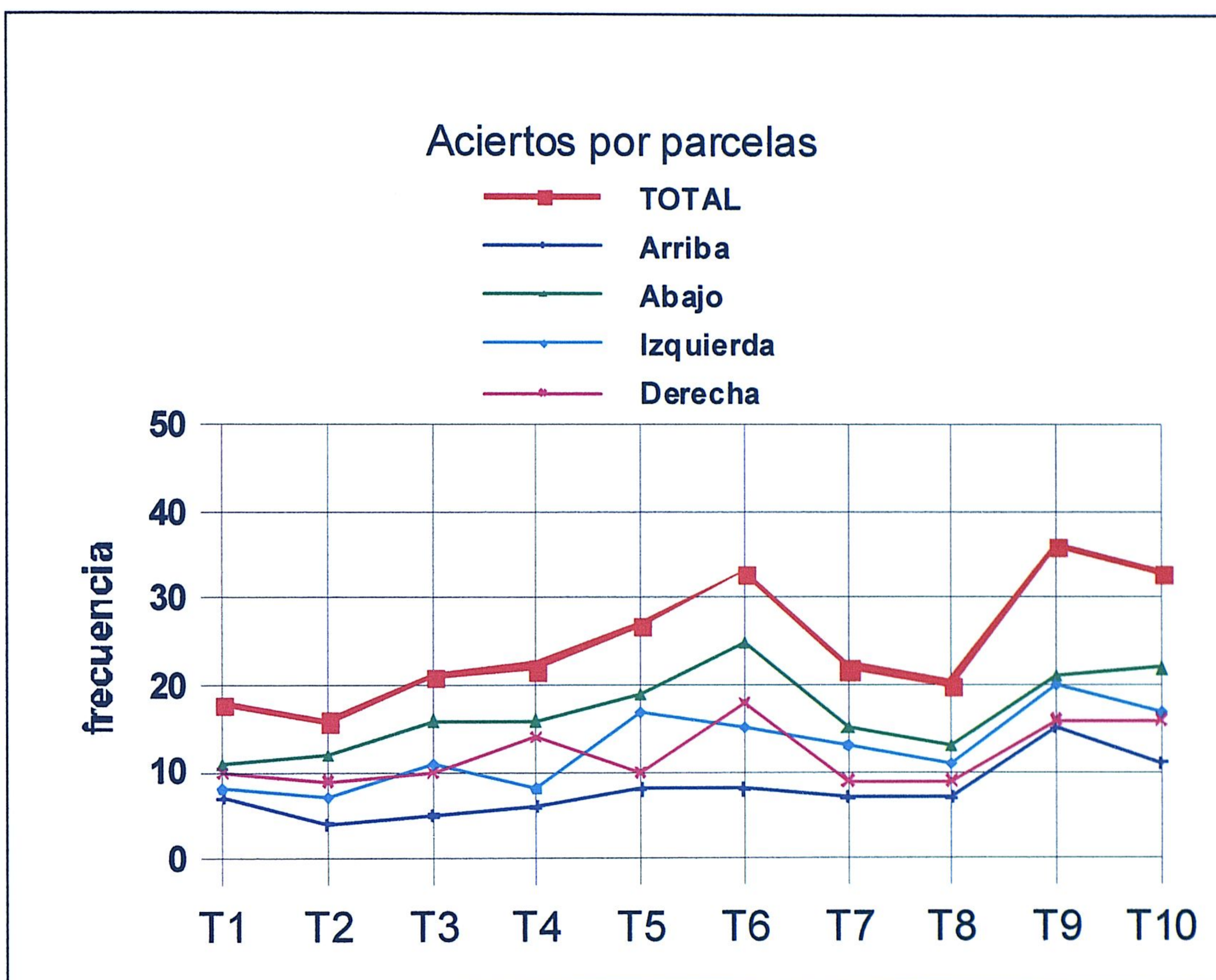


Figura III.1.2.2.- Evolución de la frecuencia de aciertos por parcelas en las sesiones de tratamiento para en el grupo de inexpertos.

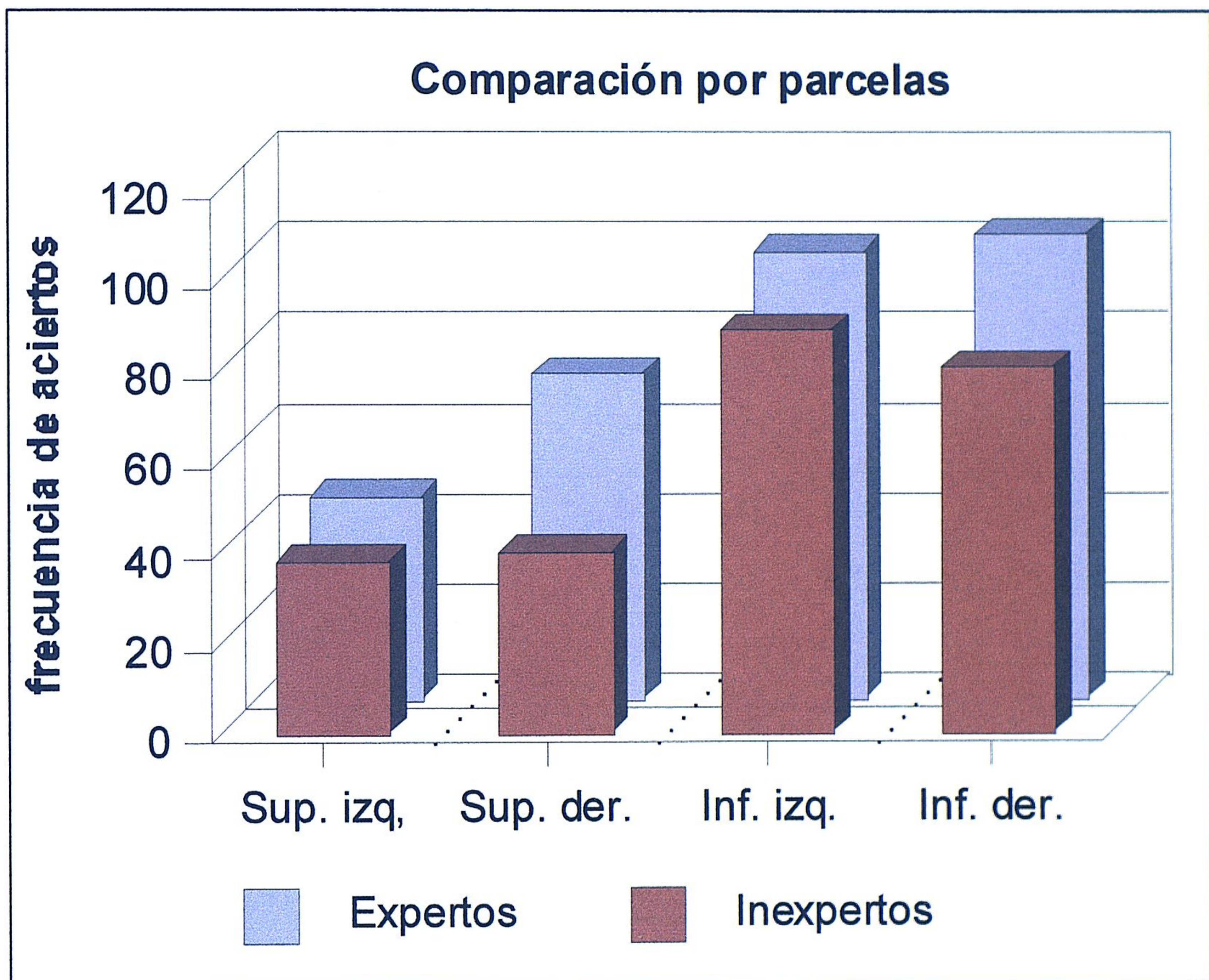


Figura III.1.2.3.- Comparación de los aciertos por parcelas entre el grupo de expertos e inexpertos en la sesiones de tratamiento.

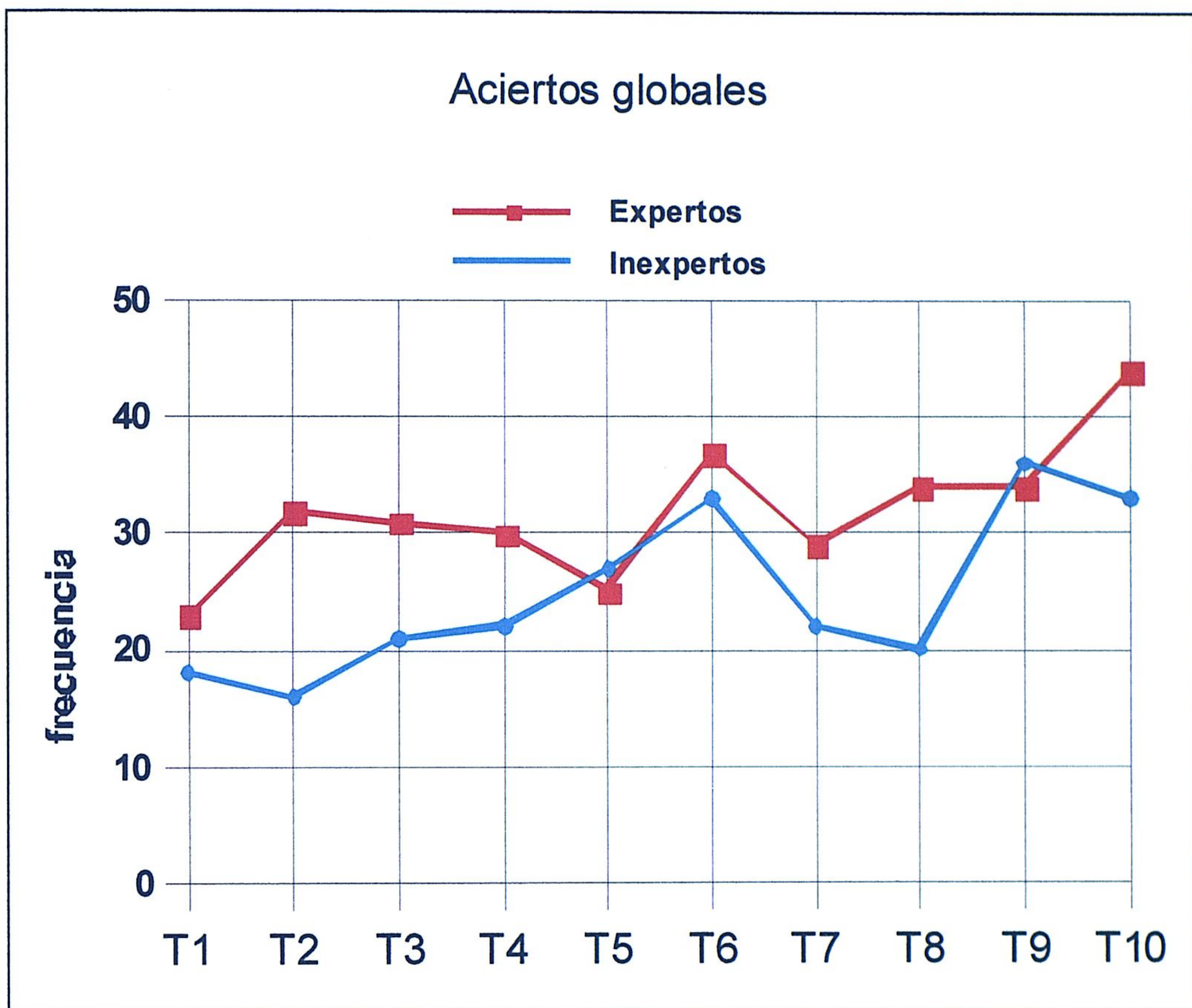


Figura III.1.2.4.- Comparación global de la evolución en la frecuencia de aciertos entre el grupo de expertos e inexpertos en la sesiones de tratamiento.

III.1.3. SITUACIÓN EXPERIMENTAL POSTEST.

En tabla III.1.3.1 expresa los resultados descriptivos del grupo de expertos para la situación posttest. Podemos observar un aumento del número de GOLES conseguidos, también aumento del valor DNC y, en su contra, una reducción del número de penalties parados por el portero y enviados fuera o al poste.

Si comparamos los resultados posttest entre ambos grupos (tabla III.1.3.1 y tabla III.1.3.2), podemos observar una diferencia, ya si considerable, en los valores alcanzados a favor del grupo de expertos. Destacamos la diferencia en el número total de GOLES conseguidos y la DNC de los lanzamientos.

En la figura III.1.3.1 se representa gráficamente la frecuencia posttest tanto de las variables básicas como las derivadas a que se refieren las tablas III.1.3.1 y III.1.3.2.

La figura III.1.3.2 compara la relación entre la variable GOLES y la DNC de los mismos en la situación posttest para ambos grupos. Existe un aumento lineal en el grupo de expertos respecto a la situación pretest (ver figura III.1.1.2).

Finalmente, en las figuras III.1.3.3 y III.1.3.4 contrastamos la situación pretest y posttest en ambos grupos. Observamos cómo existe un aumento de las variables dependientes básicas, más pronunciada en el grupo de expertos, acompañada de una reducción entorno a la mitad en el número de penalties parados y de aquellos otros lanzados fuera o al poste como variables dependientes derivadas. La variable dependiente DNC ha aumentado su valor total y, consecuentemente, su relación con la variable GOLES.

En el grupo de inexpertos no se aprecian variaciones destacables ni en la variable GOLES ni en la variable DNC (figura III.1.3.4). En cambio, resulta llamativo cómo han disminuido el número de penalties parados por el portero, pero en cambio aumenta el número de lanzamiento enviados fuera o al poste.

Tabla III.1.3.1.- Descriptivos de la situación posttest del grupo de expertos.

GRUPO DE EXPERTOS	
Nº DE INTENTOS	216
GOLES	185
DIRECCIÓN NO COINCIDENTE (DNC)	136
GOLES EN DIRECCIÓN NO COINCIDENTE	124
PARADOS	13
FUERA-POSTE	18
FUERA-POSTE EN DNC	12

Tabla III.1.3.2.- Descriptivos de la situación posttest del grupo de inexpertos.

GRUPO DE INEXPERTOS	
Nº DE INTENTOS	216
GOLES	151
DIRECCIÓN NO COINCIDENTE (DNC)	103
GOLES EN DIRECCIÓN NO COINCIDENTE	87
PARADOS	31
FUERA-POSTE	34
FUERA-POSTE EN DNC	16

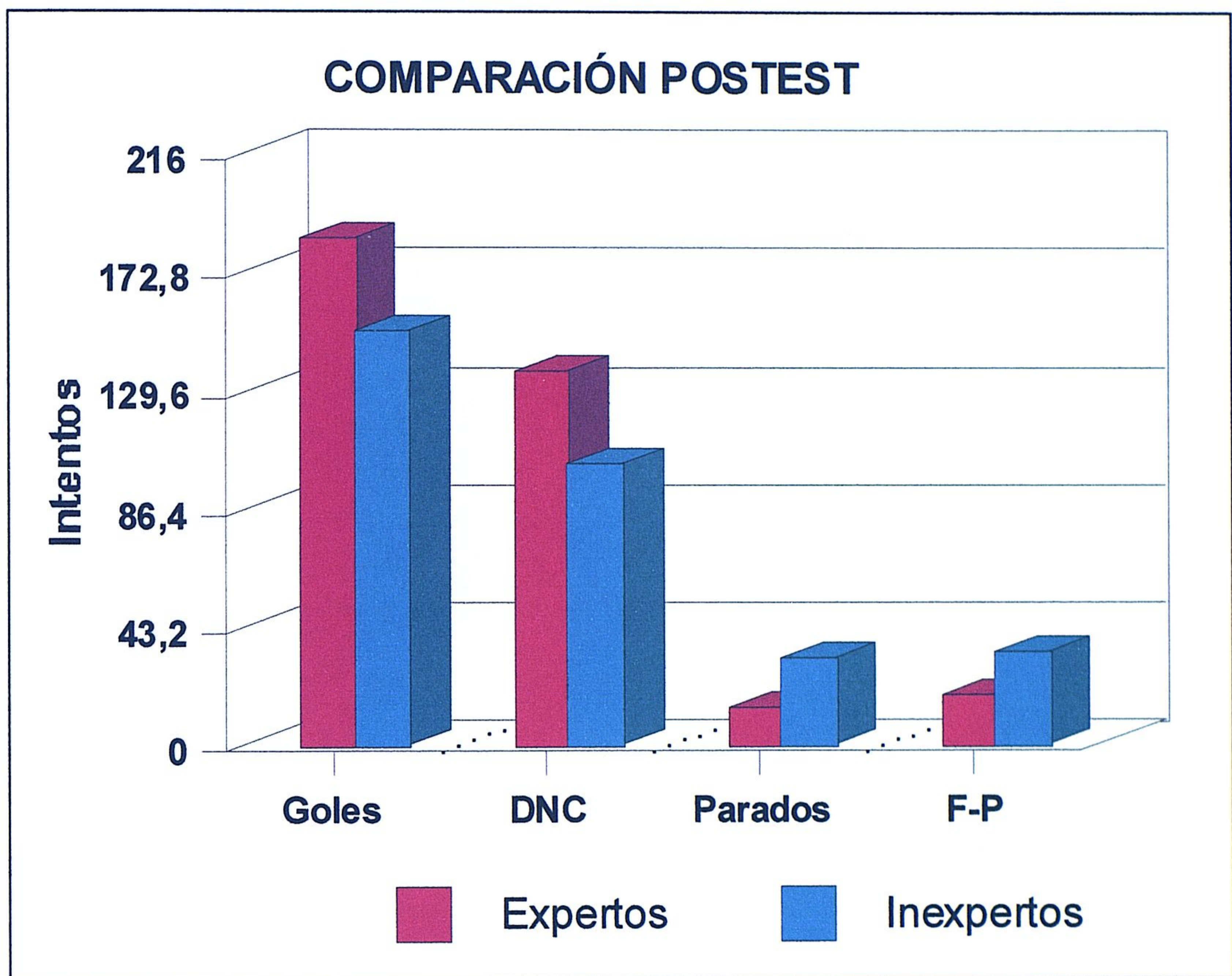


Figura III.1.3.1.- Resultados comparativos de la situación posttest entre ambos grupos.

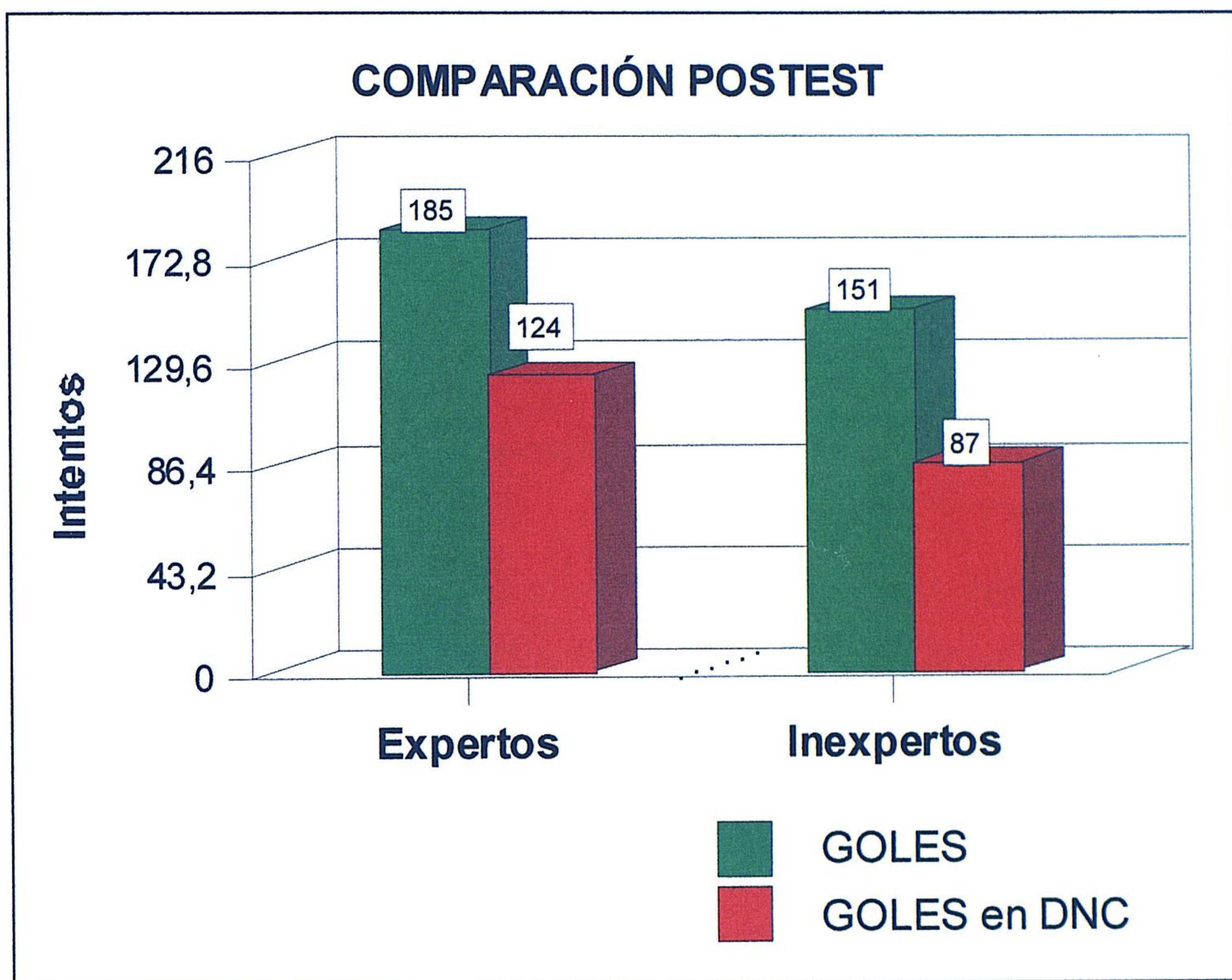


Figura III.1.3.2.- Relación entre las variable GOLES y la DNC de los mismos.

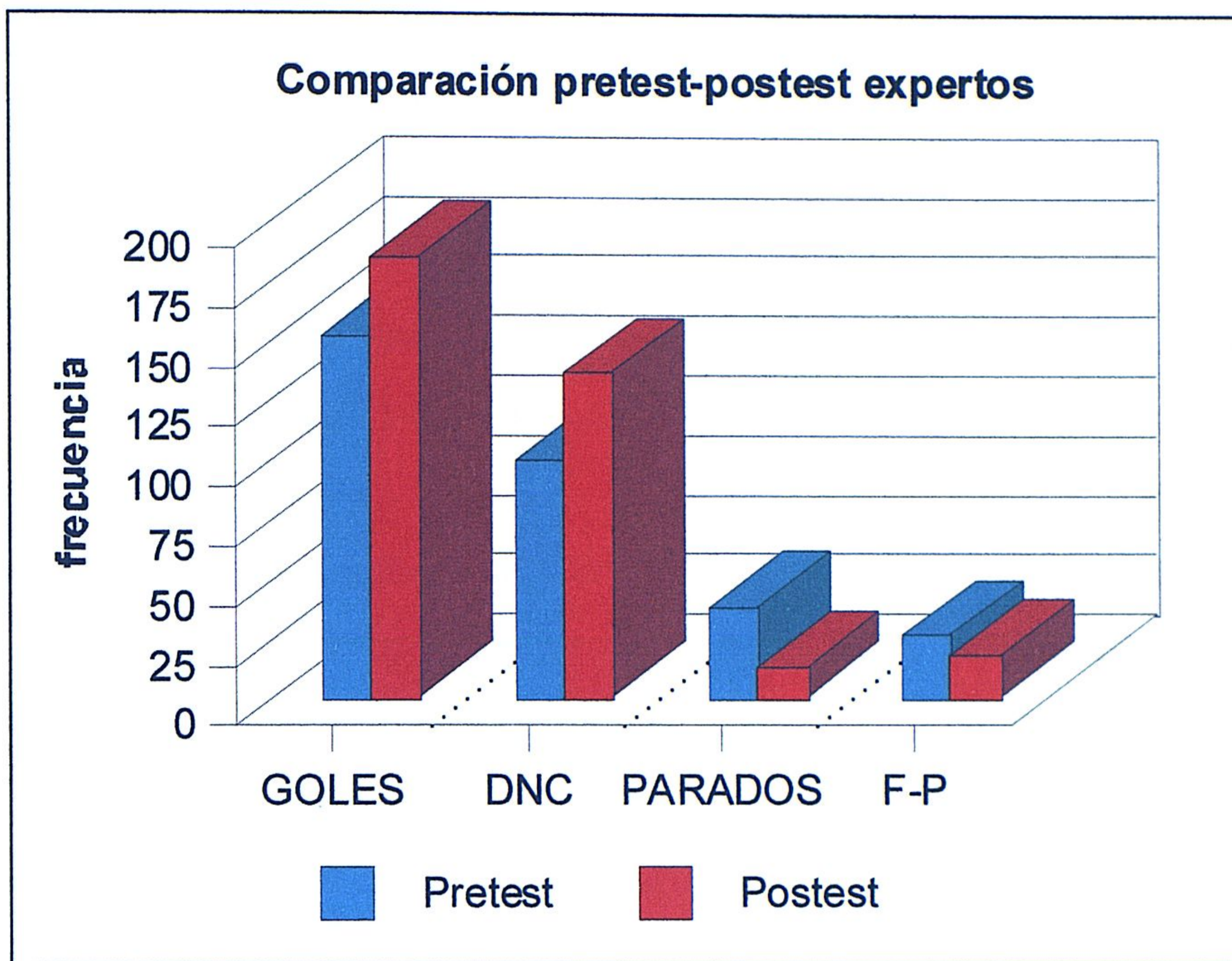


Figura III.1.3.3.- Comparación pretest-postest grupo de expertos.

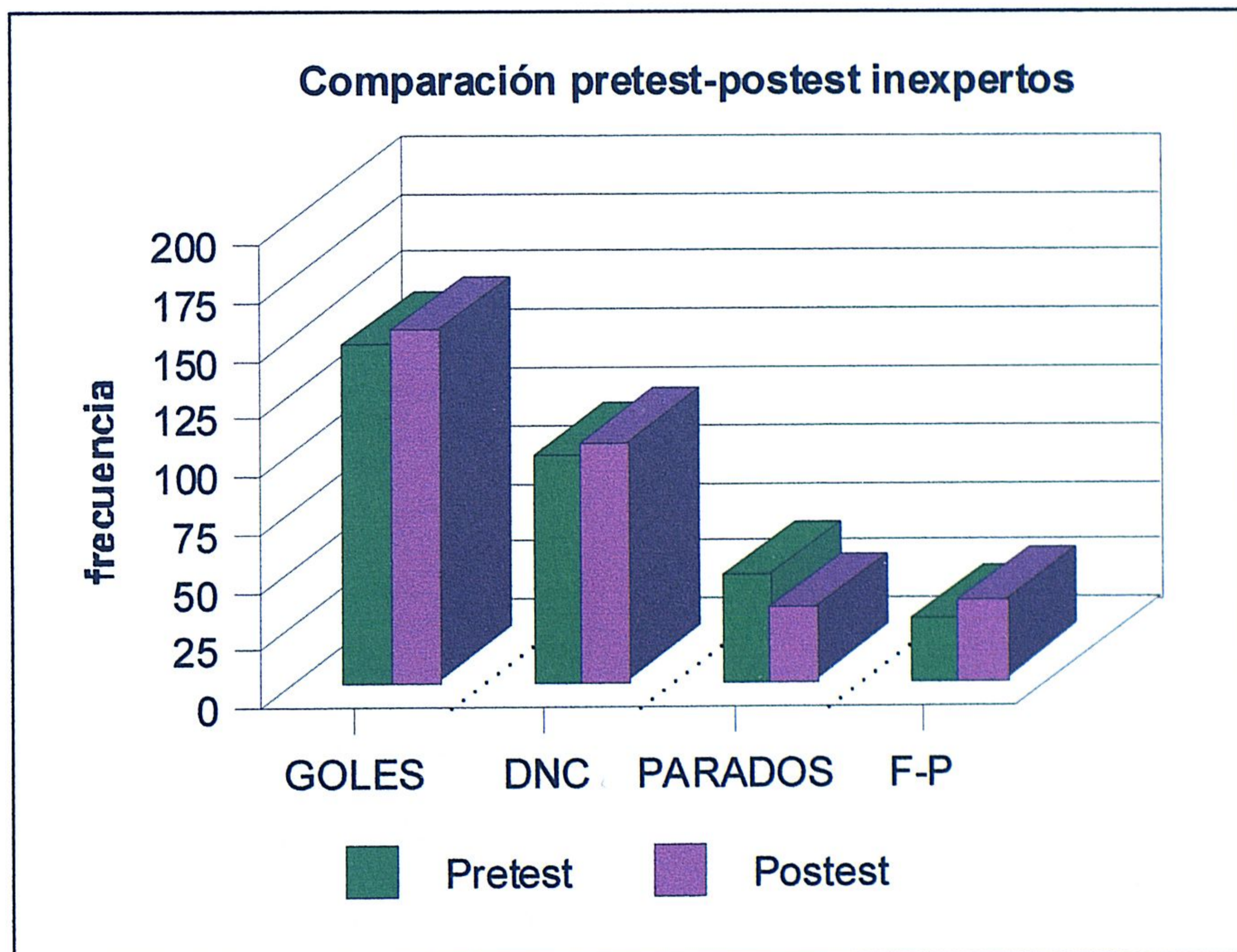


Figura III.1.3.4.- Comparación pretest-postest grupo de inexpertos.

III.2. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

III.2.1. ANÁLISIS INTRAGRUPPO.

Nos centramos ahora en el análisis inferencial intragrupo de los resultados expuestos en el apartado anterior, concretamente en las variables dependientes básicas. Dicho análisis se ha realizado utilizando el software específico SPSS 9.0.

En primer lugar debemos analizar qué distribución siguen los datos. Para ello, en la tabla III.2.1.1 podemos observar que dicha distribución se ajusta a la curva Normal en la VD₁ (GOLES), la VD₂ (DNC) y la asociación de ambas (GOLES en DNC) tanto situación experimental pretest como postest. Para ello hemos utilizado las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

Tabla III.2.1.1.- Pruebas de normalidad de las VD en pretest y postest del grupo de expertos.

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GOLESPRE	,180	9	,200(*)	,939	9	,542
GOLESPOS	,180	9	,200(*)	,967	9	,844
DNCPRET	,196	9	,200(*)	,917	9	,404
DNCPOST	,187	9	,200(*)	,928	9	,465
GOLDNCPR	,185	9	,200(*)	,970	9	,877
GOLDNCPO	,204	9	,200(*)	,838	9	,065
* Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a Corrección de la significación de Lilliefors						

En la tabla III.2.1.2 aparecen las diferencias entre los valores pretest y postest en la variable dependiente básica GOLES. Aplicando la prueba *t* de Student para muestras relacionadas (dependientes), hemos comprobado diferencias muy significativas ($p < 0.01$) en el número de goles conseguidos por el grupo de expertos.

Tabla III.2.1.2.- Pruebas *t* de Student para muestras dependientes (relacionadas) para la VD goles entre pretest y postest en el grupo de expertos.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
GOLESPRE - GOLESPOS	-3,6667	2,6926	,8975	-5,7364	-1,5970	-4,085	8	,004

De igual modo, para la variable dependiente básica DNC hemos encontrado diferencias significativas ($p < 0.05$) en el grupo de expertos (tabla III.2.1.3).

Tabla III.2.1.3.- Pruebas *t* de Student para muestras dependientes (relacionadas) para la VD DNC entre pretest y postest en el grupo de expertos.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
DNCPRET - DNCPOST	-4,0000	3,9051	1,3017	-7,0017	-,9983	-3,073	8	,015

La tabla III.2.1.4 analiza el incremento en la asociación de ambas variables básicas entre pretest y postest, es decir, atendiendo sólo a los goles conseguidos en dirección no coincidente. Encontramos valores significativos ($p < 0.05$) en dicho incremento.

Tabla III.2.1.4.- Pruebas *t* de Student para muestras dependientes (relacionadas) aplicada al incremento del número de goles conseguidos en DNC en el grupo de expertos.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
PRETEST Gol-dnc – POSTEST gol-dnc	-3,6667	3,9686	1,3229	-6,7172	-,6161	-2,772	8	,024

Respecto al grupo de inexpertos, tras comprobar que la distribución de los datos se ajusta a la Normal, hemos aplicado idéntico análisis inferencial no hallando diferencias estadísticamente significativas que corroboren al aumento descriptivo observado en ambas VD básicas y su asociación. Se necesitaría, quizá, prolongar el tratamiento aplicado en este grupo.

Continuamos ahora el análisis inferencial del tratamiento aplicado con el sistema automatizado y diremos, en primer lugar, que puesto que tratamos con una variable discreta constituida por el número de aciertos por sesión de tratamiento, limitada por valores de 0 a 10, ésta sigue una distribución Binomial. En muchas ocasiones la heterogeneidad de las varianzas viene acompañada, y es reflejo, de una no Normalidad en los datos. La ANOVA está pensada para distribuciones Normales y varianzas homogéneas.

Para tales situaciones hay ciertas formas de transformar los datos que tienden a convertirlos, por un lado en Normales, y, por otro, a hacer homogéneas las varianzas. Dichas transformaciones, junto con otras, se las llama de un modo general *transformaciones estabilizadoras de las varianzas*, y persiguen todas ellas un mismo fin: hacer homogéneas las varianzas (Martín & Luna, 1990). En otros casos es preciso utilizar métodos especiales de transformación (Snedecor & Cochran, 1980).

En nuestro caso, para los datos procedentes de una Binomial, hemos utilizado la función $\text{arc sen } \sqrt{x} / 10$ para transformarlos. Una vez transformados podemos utilizar las técnicas de ANOVA. En el anexo 5 se muestran los valores de dicha transformación y los estadísticos descriptivos respectivos.

A partir de los valores de aciertos alcanzados en cada grupo realizamos, aplicamos ahora un análisis de varianza de medidas repetidas que confirma la influencia global del tratamiento aplicado en ambos grupos. En la tabla III.2.1.5 se observa dicho análisis para el grupo de expertos. El mismo análisis refleja la tabla III.2.1.6 referido al grupo de inexpertos.

Tabla III.2.1.5.- ANOVA global de medidas repetidas del tratamiento en el grupo de expertos.

Fuente	ACIERTOS	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ACIERTOS	Lineal	,185	1	,185	7,969	,022
Error (ACIERTOS)	Lineal	,186	8	2,326E-02		

Tabla III.2.1.6.- ANOVA global de medidas repetidas del tratamiento en el grupo de inexpertos.

Fuente	ACIERTOS	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ACIERTOS	Lineal	,500	1	,500	5,993	,040
Error (ACIERTOS)	Lineal	,667	8	8,338E-02		

Pero incidimos aún más para determinar en qué momento produce efecto el tratamiento aplicado. Realizamos para ello una prueba *t* de contraste múltiple por pares entre las sesiones. En la tabla III.2.1.7 se puede observar cómo a partir de la sexta sesión se observan diferencias significativas respecto a la primera sesión en el grupo de expertos. En la octava sesión aumentan hasta muy significativas esas diferencias que vuelven a confirmarse en la última sesión. También se observan diferencias entre las sesiones cuarta, quinta y séptima respecto a la última sesión.

Tabla III.2.1.7.- Prueba *t* de contrastes múltiples entre las sesiones de tratamiento en el grupo de expertos.

(I) ACIERTOS	(J) ACIERTOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error tip.	Sig.(a)	Intervalo de confianza al 95 % para diferencia(a)	
					Límite inferior	Límite superior
1	6	-,167(*)	,065	,033	-,317	-1,689E-02
	8	-,136(*)	,030	,002	-,205	-6,611E-02
	10	-,246(*)	,061	,004	-,386	-,105
4	10	-,167	,072	,050	-,334	6,403E-05
5	10	-,215(*)	,080	,028	-,400	-2,941E-02
6	1	,167(*)	,065	,033	1,689E-02	,317
7	10	-,169(*)	,063	,027	-,314	-2,427E-02
8	1	,136(*)	,030	,002	6,611E-02	,205
10	1	,246(*)	,061	,004	,105	,386
	4	,167	,072	,050	-6,403E-05	,334
	5	,215(*)	,080	,028	2,941E-02	,400
	7	,169(*)	,063	,027	2,427E-02	,314

Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

a Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Sesión / Sesión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1						*		**		**
4										*
5										*
7										*

* Significativo

** Muy significativo

Repetimos igualmente el análisis de contrastes múltiple para el grupo de inexpertos. En la tabla III.2.1.8 se puede apreciar cómo hasta la novena sesión no se alcanza el límite de significación en el número de aciertos respecto a la primera sesión, confirmándose de nuevo en la última sesión. Las diferencias se repiten si comparamos la segunda sesión con la quinta, sexta, novena y décima sesión. Por último, también hallamos diferencias significativas entre octava y novena sesión. La diferencia de resultados en el análisis inferencial, que también incluye el mencionado anexo 5, únicamente la encontramos en que utilizando los valores sin transformación desaparece el contraste significativo en el grupo de inexpertos entre las sesiones 2 y 5, además de que el nivel de significación del contraste entre la sesiones 2 y 6 resulta de menor nivel ($p < .05$). Podemos comprobar que este último contraste se debe a que el número de aciertos conseguidos por este grupo es menor en la segunda sesión que en la primera.

Tabla III.2.1.8.- Prueba *t* de contrastes múltiples entre las sesiones de tratamiento en el grupo de inexpertos.

(I) ACIERTOS	(J) ACIERTOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Sig.(a)	Intervalo de confianza al 95 % para diferencia(a)	
					Límite inferior	Límite superior
1	9	-,275(*)	,113	,042	-,536	-1,308E-02
	10	-,245(*)	,093	,031	-,460	-2,946E-02
2	5	-,221(*)	,093	,046	-,436	-5,064E-03
	6	-,286(*)	,076	,005	-,461	-,112
	9	-,322(*)	,095	,010	-,542	-,103
	10	-,292(*)	,091	,012	-,502	-8,268E-02
5	2	,221(*)	,093	,046	5,064E-03	,436
6	2	,286(*)	,076	,005	,112	,461
8	9	-,219(*)	,093	,046	-,433	-4,785E-03
9	1	,275(*)	,113	,042	1,308E-02	,536
	2	,322(*)	,095	,010	,103	,542
	8	,219(*)	,093	,046	4,785E-03	,433
10	1	,245(*)	,093	,031	2,946E-02	,460
	2	,292(*)	,091	,012	8,268E-02	,502

Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

A Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Sesión / Sesión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									*	*
2					*	**			*	*
8									*	

* Significativo

** Muy significativo

Todo ello nos hace pensar en la diferente rapidez de adaptación a la tarea que experimenta cada grupo. Respecto a la primera sesión, el grupo de expertos lo demuestra a partir de la mitad del tratamiento y logra mayores diferencias al final del mismo. El grupo de inexpertos tuvo que esperar hasta la penúltima y última sesión para encontrar un efecto en el tratamiento aplicado. Parece razonable pensar en que el grupo de inexpertos también consigue adaptarse al tratamiento aunque precisa de un mayor número de sesiones.

III.2.2. ANÁLISIS ENTREGRUPO.

El análisis entregupo precisaría la homogeneidad inicial de ambos grupos. Para ello, tras comprobar en el apartado anterior la distribución normal de los datos (tabla III.2.1.1), hemos aplicado la prueba *t* de Student para muestras independientes en la VD₁, VD₂ y en la asociación de los GOLES conseguidos en DNC en la situación experimental pretest (tabla III.2.2.1). Encontramos una igualdad en ambos grupos, quizá comprensible si recordamos que dentro de cada grupo tanto porteros como lanzadores eran de igual categoría. No existe significación estadística alguna que indique diferencias en las medias de ambos grupos. Por tanto, estos datos nos confirman dicha igualdad y permiten comprobar nuevamente a ambos grupos en la situación experimental postest.

Tabla III.2.2.1.- Prueba de homogeneidad inicial (pretest) de grupos.

	Prueba T para la igualdad de medias						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
GOLES	,648	16	,526	,7778	1,2006	-1,7673	3,3229
	,648	12,591	,529	,7778	1,2006	-1,8245	3,3800
	Prueba T para la igualdad de medias						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
DNC	,250	16	,806	,3333	1,3356	-2,4981	3,1648
	,250	15,137	,806	,3333	1,3356	-2,5113	3,1780
	Prueba T para la igualdad de medias						
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
GOLES-DNC	,603	16	,555	,8889	1,4741	-2,2360	4,0137
	,603	13,541	,556	,8889	1,4741	-2,2827	4,0605

En la tabla III.2.2.2 podemos observar cómo en la situación experimental posttest existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la VD GOLES y en la VD DNC, así como muy significativas ($p < 0.01$) en la asociación de los GOLES conseguidos en DNC. Esta asociación nos indicaría la diferencia respecto a la estrategia visual utilizada por el grupo de expertos.

Tabla III.2.2.2.- Prueba de diferencia final (postest) de grupos.

	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
GOLES	2,929	16	,010	3,7778	1,2898	1,0435	6,5120
	2,929	14,443	,011	3,7778	1,2898	1,0194	6,5362
	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
DNC	2,900	16	,010	3,6667	1,2644	,9862	6,3471
	2,900	14,173	,012	3,6667	1,2644	,9578	6,3755
	Prueba T para la igualdad de medias						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ de la diferencia	Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
GOLES-DNC	3,185	16	,006	4,4444	1,3955	1,4860	7,4029
	3,185	12,645	,007	4,4444	1,3955	1,4209	7,4679

Completamos así el análisis intragrupo realizado en el apartado anterior y confirmamos la mayor adaptación al tratamiento por parte del grupo de expertos y su efectividad frente a la tarea de penalty objeto de estudio.

Nos restaría estudiar el aspecto correlacional entre las VD básicas, es decir, comprobar estadísticamente si existe asociación entre dichas variables.

III.2.3. CORRELACIÓN DE VARIABLES.

El planteamiento para la correlación de las variables dependientes básicas debe ser cualitativo y no cuantitativo. Esto es, queremos saber si existe relación entre la variable GOL y la variable DNC, de forma que comprobemos si el hecho conseguir gol en la tarea de penalty esta asociado o relacionado en alguna medida con el hecho de lanzar en dirección contraria o no coincidente con la actuación del portero.

Ante tal asociación cualitativa utilizamos una tabla de contingencia 2 X 2 que refleje todas las posibilidades que pueden darse en la situación de penalty.

La primera posibilidad será conseguir GOL que, a su vez, conlleva la posibilidad de conseguirlo lanzando al lado contrario (DNC con la actuación del portero), o conseguirlo lanzando hacia el mismo lado de la acción del portero.

La segunda posibilidad será errar el intento lanzando fuera pero habiéndolo hecho en DNC con la actuación del portero. Por otro lado, lanzar coincidiendo con la actuación del portero y parándolo éste, el poste o lanzarlo fuera.

Por todo ello hemos planteado dicha tabla de contingencia, para una prueba de independencia de variables cualitativas, aplicando concretamente la prueba chi-cuadrado de Pearson, con lo que se precisa estudiar cada uno de los 216 lanzamientos de cada situación experimental (pretest y postest) en cada grupo.

De la tabla III.2.3.1 a la tabla III.2.3.4 se exponen los resultados estadísticos junto con las tablas de contingencia resultantes en cada situación. A lo largo de cada situación encontramos una asociación que va desde muy significativa ($p < 0.01$) hasta altamente significativa ($p < 0.001$). Dicha valores no dejan lugar a dudas pero, si nos fijamos en el valor chi-cuadrado de Pearson, observaremos que en las situaciones pretest de ambos grupos dicho valor es más alto. Esto indicaría que en las situaciones pretest existía más probabilidad de conseguir GOL si se lanzaba en DNC. Por el contrario, en las situaciones postest, quizá debido a la exigencia técnica en precisión del tratamiento, no sería tan indispensable realizar el lanzamiento en DNC.

La tabla III.2.3.1 corresponde al grupo de expertos en el pretest, donde podemos observar cómo de un total entre filas y columnas de 216 lanzamientos, 152 fueron gol y 64 no lo fueron. Pero de esos 152 GOLES, 91 casos se consiguieron en DNC. De igual modo, de un total de 64 lanzamientos errados, 9 fueron en DNC.

Tabla III.2.3.1.- Tabla 2 X 2 y prueba chi-cuadrado para el grupo de expertos en pretest.

		DNC		Total
		NO	SI	
GOL	SI	91	61	152
	NO	9	55	64
Total		100	116	216
PRUEBA		Valor	gl	Sig. asint. (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson		38,007(b)	1	,000
Corrección de continuidad (a)		36,187	1	,000
Razón de verosimilitud		41,516	1	,000
Asociación lineal por lineal		37,831	1	,000
N de casos válidos		216		
a Calculado sólo para una tabla de 2x2.				
b 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 29,63.				

La tabla III.2.3.2 corresponde al grupo de expertos en el postest, podemos observar nuevamente cómo de un total entre filas y columnas de 216 lanzamientos, 185 fueron gol y 31 no lo fueron. Pero de esos 185 GOLES, 124 se consiguieron en DNC. A la vez, sobre un total de 31 lanzamientos fallados, 12 lo fueron en DNC.

Tabla III.2.3.2.- Tabla 2 X 2 y prueba chi-cuadrado para el grupo de expertos en postest.

		DNC		Total
		NO	SI	
GOL	SI	124	61	185
	NO	12	19	31
Total		136	80	216
PRUEBA		Valor	gl	Sig. asint. (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson		9,130(b)	1	,003
Corrección de continuidad(a)		7,956	1	,005
Razón de verosimilitud		8,798	1	,003
Asociación lineal por lineal		9,088	1	,003
N de casos válidos		216		
a Calculado sólo para una tabla de 2x2.				
b 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 11,48.				



La tabla III.2.3.3 corresponde al grupo de inexpertos en el pretest, donde podemos observar cómo de un total entre filas y columnas de 216 lanzamientos, 145 fueron gol y 71 no lo fueron. Además, de esos 145 GOLES, 83 casos se consiguieron en DNC. Igualmente, de un total de 71 lanzamientos errados, 14 fueron en DNC.

Tabla III.2.3.3.- Tabla 2 X 2 y prueba chi-cuadrado para el grupo de inexpertos en pretest.

		DNC		Total
		NO	SI	
GOL	SI	83	62	145
	NO	14	57	71
Total		97	119	216
PRUEBA		Valor	gl	Sig. asint. (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson		27,124(b)	1	,000
Corrección de continuidad(a)		25,629	1	,000
Razón de verosimilitud		28,735	1	,000
Asociación lineal por lineal		26,999	1	,000
N de casos válidos		216		
a Calculado sólo para una tabla de 2x2.				
b 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 31,88.				

La tabla III.2.3.4 corresponde al grupo de inexpertos en el postest, observamos nuevamente cómo de un total 216 lanzamientos, 151 fueron gol y 65 fueron errados. Pero además, de 151 GOLES, 87 se consiguieron en DNC. Por último, sobre un total de 65 lanzamientos fallados, 16 lo fueron en DNC.

Tabla III.2.3.4.- Tabla 2 X 2 y prueba chi-cuadrado para el grupo de inexpertos en postest.

		DCN		Total
		NO	SI	
GOL	SI	87	64	151
	NO	16	49	65
Total		103	113	216
PRUEBA		Valor	gl	Sig. asint. (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson		19,837(b)	1	,000
Corrección de continuidad(a)		18,536	1	,000
Razón de verosimilitud		20,614	1	,000
Asociación lineal por lineal		19,745	1	,000
N de casos válidos		216		
a Calculado sólo para una tabla de 2x2.				
b 0 casillas (,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 31,00.				

IV

DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN.

IV.1. CREACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA EMISIÓN DE ESTÍMULOS VISUALES.

Uno de los objetivos que pretende un sistema automatizado aplicado a un gesto deportivo es precisamente simular la situación real permitiendo así manipular o actuar sobre alguna de sus claves de eficacia. El objetivo final intenta que exista una transferencia hacia la situación real en competición.

El interés por el estudio de las habilidades motoras ha hecho que evolucionen los sistemas basados en la simulación deportiva que va desde el análisis de la situaciones deportivas mediante simulaciones de imágenes estáticas o dinámicas (estudiadas en el apartado I.7.3), pasando por el estudio de las estrategias visuales y la consecuente toma de decisiones tácticas (apartado I.8.2), hasta llegar a idear sistemas totalmente computerizados que controlen el aporte de información estimular, el registro del comportamiento motor del deportista y la administración de feedback para mejorar la eficacia. Este es el caso fundamentalmente de situaciones que han intentado mejorar los parámetros de eficacia entorno a la Respuesta de Reacción.

Con respecto a esto, la aplicación de sistemas automatizados sobre el entrenamiento de diversas habilidades motoras cerradas en experimentos precedentes (Arellano & Oña, 1987; Oña 1990; Oña et al., 1990; Oña et al., 1994; Martínez, 1994) le siguen trabajos que aplican dichos sistemas a habilidades motoras abiertas como la mejora del pase en baloncesto (Cárdenas, 1995), el resto en tenis (Moreno, 1996) o el lanzamiento ante estímulos con variabilidad en el tiempo de aparición en balonmano (Párraga, 1999). El objetivo de esta tesis doctoral continua esta línea iniciada en el seno del grupo de Análisis del Movimiento Humano del Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada, aplicando el sistema automatizado descrito en el apartado II.3 de instrumental a una habilidad motriz abierta como el penalty en fútbol, entendido como la ejecución de un gesto técnico

adaptado al contexto cambiante que se produce en el enfrentamiento lanzador portero, tornándose así en un gesto técnico-táctico.

Los resultados de este trabajo nos confirman el haber ideado un sistema que cumple con las exigencias para el entrenamiento de una habilidad motriz abierta como el penalty en situaciones de campo. Cumple perfectamente con el objetivo pretendido al simular dicha situación, permitiendo así manipular o actuar sobre los factores de eficacia del lanzador. Es por ello portátil y versátil hacia otro tipo de habilidades deportivas en donde se pretenda manipular la aparición de estímulos visuales. A partir de la estructura del sistema se abre la posibilidad de una progresiva computerización hacia otras posibles claves de eficacia.

IV.2. APLICACIÓN DEL SISTEMA AL PENALTY EN FÚTBOL.

IV.2.1. DISPONIBILIDAD Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.

La aplicación experimental del sistema automatizado ideado se ha centrado en el uso de la información visual disponible por parte del lanzador frente a la actuación del portero. Los resultados obtenidos corroboran, de acuerdo con el análisis temporal desarrollado en el apartado I.9.3, cómo los lanzadores más experimentados se han adaptado más rápidamente que los inexpertos a una disponibilidad de información que permite, en un intervalo entre 300-500 ms, percibir el estímulo, procesar la información y ejecutar la respuesta más adecuada. El sistema automatizado utilizado se ajusta a un modelo *de servosistema* de modo que les ofrecía un feedback inmediato y directo para calcular el error posibilitando su corrección para el siguiente ensayo.

Los resultados obtenidos corroboran, entre otros autores, las afirmaciones de McLeod (1987) y McLeod & Jenkins (1991) cuando sitúan la barrera de 200 ms como el tiempo de latencia visual por encima de la cual pueden realizarse

correcciones basadas en la visión. La duración de la tarea de lanzamiento propuesta en el tratamiento es superior a ese límite de 200 ms, lo cual permite procesar la información visual o sensorial propioceptiva en la ejecución, además de obtener feedback intrínseco tras la misma.

Parece quedar claro el valor de la práctica para la adaptabilidad a una habilidad motriz abierta como la planteada lo cual, estaría en consonancia con lo expresado por Oña (1994) cuando afirma que la práctica, el entrenamiento, o el aprendizaje, parece afectar no sólo a la mejora mecánica de la habilidad motora empleada sino también a los procesos cognitivos concomitantes.

Ahora bien, de qué modo han utilizado los recursos informativos visuales cada grupo experimental que justifiquen los resultados obtenidos.

IV.2.2. USO CENTRAL Y PERIFÉRICO DE LA INFORMACIÓN VISUAL.

El sistema automatizado ideado pretendía compatibilizar el uso central y periférico de la información. Es un planteamiento que parte de un modelo de procesamiento de la información en paralelo, como alternativa a los modelos seriales clásicos, considerando así un modelo flexible de *atención como capacidad aprendida* (La Berge, 1973; Schneider & Shiffrin, 1977). Los resultados están de acuerdo con la línea de Oña (1994), de tal modo que podríamos afirmar cómo la orientación atencional se ha modificado con el aprendizaje, al menos en el grupo de expertos, hacia una habilidad que cubriese las exigencias de la tarea abierta planteada.

Los resultados confirman igualmente lo expresado por Milner & Goodale (1995) para quienes el concepto de sistema visual ha evolucionado para convertirse en un apoyo a la respuesta comportamental no asignando un papel puramente perceptivo. La visión se convierte así en una habilidad aprendida susceptible de mejora en el entorno. El grupo de expertos, en mayor medida, han aprendido a utilizar sus habilidades visuales al requerimiento central y periférico de la tarea.

Partíamos del análisis de los estudios existentes sobre la anticipación (apartado I.7.3) donde autores como Kuhn (1988) demuestran que los porteros no tienen mejor opción que anticiparse ante lanzadores experimentados. Cuestión a la que McMorris & Colenso (1996) añadían que los porteros experimentados aprenden a utilizar los preíndices que ofrece el lanzador.

La tendencia apuntada por Bayer (1986) sobre el uso de la visión periférica debía de ser referencia para el planteamiento. En todo aprendizaje técnico, en donde se pretende un dominio de un objeto, debe existir una progresiva descentración de la atracción que supone en nuestro caso el balón, posibilitando al principiante centrarse progresivamente en los estímulos generados en el entorno.

Por otra parte, si retomamos la opinión de Ripoll (1991), podemos pensar que las diferencias en los resultados alcanzados entre el grupo de expertos e inexpertos se deben a que las deficiencias técnicas de los últimos les han obligado a utilizar una estrategia de *análisis analítico* en la mirada, en contra de una estrategia de *análisis sintético* para el grupo de expertos. Es decir, los expertos han sido capaces de adaptarse más rápidamente durante el tratamiento aplicado a mirar la posición del portero y del balón de forma integrada (atención dividida), mientras el grupo de inexpertos necesitaba, en primer lugar, la posición y actuación del portero y posteriormente centrarse en la ejecución técnica del golpeo.

Si observamos los resultados del tratamiento comprobaremos que sólo hasta penúltima y última sesión los inexpertos no logran diferencias significativas respecto a la primera, lo cual nos hace pensar necesitarían un mayor número de sesiones para modificar su estrategia visual antes de volver a aplicar la situación real con portero. Pero este es un aspecto quizá justificable si pensamos la complejidad y el riesgo de muerte experimental o lesiones que implicaba mantener durante más tiempo la fase experimental de tratamiento con sujetos que participaban simultáneamente en competición, y además en las últimas jornadas, de sus respectivas ligas. Quizá sería un objetivo posible, dentro de un deporte tan peculiar como el fútbol, a lo largo una temporada completa con sujetos de un único equipo.

IV.2.3. EFICACIA EN NÚMERO DE GOLES.

El tratamiento aplicado ha demostrado un aumento muy significativo en variable número de GOLES para el grupo de expertos y no así en el grupo de inexpertos, quizá por las razones expuestas en el apartado anterior referentes a una utilización diferenciada de las estrategias visuales, motivadas por el diferente nivel técnico en cada grupo.

A pesar de que ambos partían con resultados homogéneos en la situación pretest, tras el tratamiento de diez sesiones aplicado, se observan diferencias tanto en dicho tratamiento (intragrupo) como en la comparación posttest (entregupo). Los jugadores inexpertos, debido a su diferencia técnica no han logrado mejorar lo suficiente, y como consecuencia no han modificado su estrategia visual durante el tratamiento, antes de volver a aplicar la situación real con portero.

Estos resultados está en consonancia con diferenciación expertos-inexpertos de todas las investigaciones previas revisadas en el apartado I.8.2 que demuestran la habilidad de los expertos para emplear las vías perceptivas más eficazmente. Además, este estudio subrayaría el progresivo desarrollo que están alcanzando planteamientos o perspectivas con mayor valor ecológico puesto que, como señalan Abernethy et al. (1993) en el apartado I.7.3.3, cuanto más cercanos sean los protocolos experimentales que replican una tarea natural o habitual mayor será la ventaja del experto sobre el inexperto o novato.

IV.2.4. EFICACIA TÁCTICA INDIVIDUAL.

Los lanzadores más dotados técnicamente se han adaptado más rápidamente a la tarea de atención dual planteada. Este grupo, a partir de la sexta sesión ya demuestra diferencias estadísticas significativas respecto a la primera sesión y llega a hacerlas muy significativas en la última sesión. Por el contrario, el grupo de

inexpertos debió completar hasta la penúltima, y más claramente en última sesión, para mostrar diferencias significativas.

El grupo de inexpertos no se ha adaptado tan rápidamente a la aleatoriedad que imponía el sistema automatizado en la tarea que, no olvidemos, intenta simular el espacio libre o más vulnerable que dejaría el portero en la situación real. Creemos por ello que ha existido sólo una mejora técnica apreciable a lo largo del tratamiento, pero insuficiente mejora táctica como corroboran los datos de las situaciones pre-test. La variable DNC se ha mantenido igual sin ninguna diferencia significativa.

Por lo tanto, si intentamos saber hasta qué punto ha existido un cambio en el estilo de lanzamiento del penalty, podemos afirmar que en el grupo de expertos si que ha existido dicho cambio, por cuanto que la variable DNC ha aumentado muy significativamente de forma global y significativamente en su relación exacta con el número de GOLES conseguidos en el postest. Es decir, los lanzadores en el grupo de expertos han tenido en cuenta la actuación del portero y, dependiendo de ésta, han lanzado en consecuencia. Esto se traduce en un cambio hacia un estilo de lanzamiento táctico individual, en contra de un estilo de lanzamiento estratégico, entendiéndose éste cuando el lanzador decide premeditadamente la dirección del lanzamiento con indiferencia de la actuación del contrario.

Pero la variable DNC tiene otra valiosa interpretación en el postest, si pensamos que eran los mismos porteros del pretest los que se enfrentaban a los mismos lanzadores. Resulta lógico que, como porteros experimentados (apartado I.7.3), identificasen con más facilidad los preíndices que ofrecían los lanzadores y que detuviesen más lanzamientos. Pero no fue así y dicha variable aumentó igualmente, por lo que creemos que la superioridad del lanzador se impone si una tarea como el penalty en fútbol se plantea como una habilidad motriz abierta.

Ante dicho planteamiento el lanzador tenía dos opciones posibles. La primera, esperar hasta el último momento para observar la anticipación del portero y actuar en consecuencia lanzando al lado contrario. La segunda, si el portero

“aguantase” su posición hasta el último momento, la alta exigencia técnica alcanzada en el tratamiento haría imposible alcanzar el balón ajustado al poste, corroborando lo afirmado por Kuhn (1988) y McMorris & Colenso (1996), ya que ese tiempo que gana el portero (apartado I.9.3) cuando se anticipa, si no lo utiliza sería el suficiente para no llegar a contactar con el balón.

Esto puede dar lugar, y de hecho así lo creemos, a modificar incluso la distancia y la velocidad de la carrera pero siempre ajustada a los condicionante reglamentarios (apartado I.9.1), lo cual le permitiera observar la actuación del portero. Ahora bien, esto puede implicar un lanzamiento con menor potencia y que el portero pudiese alcanzar la pelota. No sucedió así en el grupo de expertos como muestran los resultados. Este aspecto podría interpretarse como una mejora en la seguridad y en la confianza de los lanzadores utilizando este estilo de lanzamiento táctico. De hecho, parece lógico pensar que el mejor modo de conseguir confianza y seguridad en toda habilidad motriz es entrenando específicamente.

En cambio, el grupo de inexpertos, al no alcanzar suficiencia técnica para acometer la situación real con porteros bajo un prisma táctico, éstos últimos tenderían a “aguantar” más la posición, que por otro lado les ofrecería más información del precontacto (preíndices). Esto implicaría que los lanzadores inexpertos, al no ser capaces de precisar tanto el lanzamiento, lo hiciesen hacia zonas centrales o con menor potencia, dando así más posibilidades al portero o forzando el error, como muestran los resultados del postest en donde aumentaron el número lanzamientos enviados fuera o al poste.

V

CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES.

A la luz de los resultados obtenidos, y de acuerdo con la discusión expuesta, podemos extraer una serie de conclusiones teniendo presentes los objetivos e hipótesis planteados inicialmente:

1. El sistema automatizado desarrollado constituye un instrumento eficaz y de fácil utilización durante los entrenamientos habituales de campo para cualquier equipo que programe en sus sesiones semanales un tiempo dedicado al entrenar la situación de penalty.
2. El sistema automatizado ha resultado eficaz para simular el tipo de estímulo y el momento de aparición al que se enfrenta el lanzador en situación real.
3. Se ha conseguido con éxito plantear el lanzamiento de penalty en fútbol como una habilidad motriz abierta, bajo condiciones de tiempo de reacción de elección, en función de la actuación del portero.
4. La eficacia en el número de goles conseguidos mediante lanzamientos de penalty se ha incrementado significativamente en el grupo de expertos, debido fundamentalmente a la reducción en el tiempo de procesamiento de la información y de toma de decisiones.
5. Se ha comprobado un modificación en el estilo de lanzamiento hacia uno táctico individual en el grupo de expertos como consecuencia del aumento significativo en la dirección de los lanzamientos respecto a la actuación del portero.
6. El entrenamiento aplicado no ha resultado efectivo tácticamente ante jugadores de menor nivel técnico, que precisarían un mayor número de sesiones de tratamiento, corroborando así que cuanto más cercanos sean los protocolos experimentales que replican una tarea natural o habitual mayor es la ventaja del experto frente al inexperto o novato.

V.1. PERSPECTIVAS FUTURAS.

Una vez culminada la presente investigación resulta mas fácil plantearse nuevas perspectivas que aborden posibles soluciones a interrogantes que se nos plantean o que complementen el trabajo realizado.

En primer lugar, se puede plantear la posibilidad de la aplicación a lo largo de una temporada completa del sistema automatizado durante el tiempo semanal que un equipo dedique a entrenar el lanzamiento de penalty. A la vez se podría compaginar dicha aplicación con el entrenamiento habitual con portero estableciendo un protocolo que progresivamente retirase la utilización del sistema automatizado. Sería muy adecuado para detectar una línea base inicial, la aparición de mesetas en el proceso de aprendizaje, posibles efectos techo y realizar pruebas de retención.

En la misma línea del argumento anterior, resultaría adecuado aplicarlo en distintas categorías e incluso realizar un seguimiento longitudinal comparando los resultados obtenidos en situación real de competición en lanzadores que estuviesen o no sometidos al tratamiento con el sistema automatizado.

Otra posible línea de actuación, en la que ya trabajamos, será la optimización del sistema para adaptar la dificultad de la tarea según el nivel inicial del lanzador. Ello podría darnos claves acerca de las estrategias visuales que utilizan los lanzadores e incluso encauzar dicha estrategia hacia un mantenimiento de la visión focal sobre los movimientos del portero evitando una estrategia analítica. Con ese mismo fin podríamos combinar la tarea planteada con técnicas de oclusión visual ya descritas en su momento.

Resultaría muy conveniente, en esa misma línea de trabajo de campo, estudiar la estrategia visual o el patrón de búsqueda que utilizan expertos e inexpertos en la tarea de lanzamiento de penalty planteada a través de sistema de registro de movimiento ocular u otros métodos de campo que nos consta se están realizando en otras disciplinas.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

No podemos olvidar aquellas otras variables ya mencionadas (simulación de presión ambiental, de ansiedad, estrés o fatiga previa) en donde existe un campo por desarrollar en fútbol que acercase cada vez más al lanzador a la situación real de competición.

En resumen, este primer paso, firme y seguro, debería significar sólo un punto y seguido en un área científica que, quizá, no ha hecho más que comenzar.

VI

BIBLIOGRAFÍA

VI. BIBLIOGRAFÍA.

Abernethy, B. & Rusell, D.G. (1984). Advance cue utilisation by skilled cricket batsmen. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 2-10.

Abernethy, B. & Rusell, D.G. (1987). Expertise-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.

Abernethy, B. (1985). Cue usage in "open" motor skills: A review of available procedures. En D.G. Russell & B. Abernethy (eds.): *Motor memory and control: The Otago symposium* (pp. 110-122). Dunedin, NZ: Human Performance Associates.

Abernethy, B. (1987a). Selective attention in fast ball sports: II Expert-novice differences. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 19, 3-6.

Abernethy, B. (1987b). Anticipation in sport: A review. *Physical Education Review*, 10, 5-16.

Abernethy, B. (1988). The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59, 210-221.

Abernethy, B. (1990a). Expertise, visual search and information pick-up in squash. *Perception*, 19, 63-77.

Abernethy, B. (1990b). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilisation between expert and novice players. *Journal of Sport Science*, 8, 17-34.

Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 189-210.

Abernethy, B., Thomas, K.T. and Thomas, J.T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned !!). En J.L. Starkes & F. Allard (eds.): *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317-356). Amsterdam: Elsevier.

Adams, J.A. (1971). A close-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 105-150.

- Adams, J.A., Goher, D. & Lintern, G. (1977). Effects of visual proprioceptive feedback on motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 9, 11-22.
- Allard, F. & Starkes, J.L. (1980). Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 22-33.
- Altwater, A.E. (1980). Biomechanical of overarm throwing movements and of throwing injuries. En R.S. Huton & Miller (eds.): *Exercise and Sport Sciences Reviews* (vol. 7, pp. 43-85). Philadelphia: The Franklin Institute.
- Antón, J. (1992). *Efecto de un aprendizaje táctico-estratégico individual sobre la optimización del lanzamiento de siete metros en balonmano en función del análisis de las conductas de la interacción en competición*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Antón, J. (1998). *Balonmano. Táctica grupal defensiva*. Madrid: Gymnos.
- Applegate, R.A. & Applegate, R.A. (1992). Set shot shooting performance and visual acuity in basketball. *Optometry and Vision Science*, 69, 765-768.
- Arellano, R. & Oña, A. (1987). Efecto diferencial de la intervención sobre expectativas atencionales en la salida de natación. *Motricidad*, 0, 9-15.
- Arnau, J. (1986). *Diseños experimentales en psicología y educación*. México: Trillas.
- Bakker, F.C., Whiting, H.T.A. & Brug, H. Van der (1990). *Sport Psychology: Concepts and Applications*. Chichester: John Wiley.
- Baltes, P.B., Reese, H.W. & Nesselroade, J.R. (1981). *Métodos de investigación en Psicología Evolutiva: Enfoque del ciclo vital*. Madrid: Morata.
- Bard, C. & Carrie, L. (1975). Etude de la prospection visuelle dans des situations problèmes en sports. *Mouvement*, 10, 15-23.
- Bard, C. & Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situations. *Journal of Human Movement Studies*, 3, 214-222.

- Bard, C. & Fleury, M. (1981). Considering eye movement as a predictor of attainment. En I.M. Cockerill & W.W. MacGillvary (eds.): *Vision in sport* (pp. 28-41). Cheltnam, England: Stanley Thornes.
- Bard, C., Fleury, M. & Carriere, L. (1976). La stratégie perceptive et la performance motrice: Actes du septième symposium canadien en apprentissage psychomoteur et psychologie de sport. *Mouvement*, 10, 163-183.
- Bard, C., Fleury, M. & Goulet, C. (1994). Relationship between perceptual strategies and response adequacy in sport situations. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 266-281.
- Bar-Eli, M. & Friedman, Z. (1988). Psychological stress in soccer. The case of penalty kicks. *Soccer Journal*, 6, 49-52.
- Barfield, B & Fischman, G. (1991). Control of a ground skill level ball as function of skill level and sight of the foot. *Journal of human movement studies*, 4, 181-188.
- Barmack, N.H. (1970). Dynamic visual acuity as an index of eye movement control. *Vision Research*, 10, 1377-1391.
- Bartels, H. & Bartels, R. (1982). *Fisiología*. Barcelona: Toray.
- Bayer, C. (1986). *La enseñanza de los juegos deportivos colectivos*. Barcelona: Hispano Europea.
- Berman, A.M. (1995). Sports Vision for the Primary Care Practitioner. *Sports Vision*, 11, 23-28.
- Bernstein, N.A. (1967). *The coordination and regulation of movements*. Osford: Pergamon Press.
- Berrada, M. (1987). *La visión de los deportistas I*. Ver y oír, 25, 81-91.
- Berrada, M. (1987). *La visión de los deportistas II*. Ver y oír, 26, 77-84.
- Blundell, N.L. (1984). Critical visual-perceptual attributes of championship level tennis players. En M. Howell & B. Wilson (eds.). Proceedings del VII

Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Recreation and Dance, Universidad de Queensland, Brisbane. *Kinesiological Science*, 7, 51-59.

Bootsma, R.J. & Peper, C.E. (1992). Predictive visual information sources for the regulation of action with special emphasis on catching and hitting. En L. Proteau & D. Elliot (eds.): *Vision and Motor Control* (pp. 285-314). Amsterdam: Elsevier Science.

Brooks, V.B. (1979). Motor programs revisited. En R.E. Talbot & D.R. Humphrey (eds.): *Posture and movement* (pp. 13-49). New York: Raven Press.

Brown, B. (1972a). Dynamic visual acuity, eye movements and peripheral acuity for moving targets, *Vision Research*, 12, 305-321.

Brown, B. (1972b). The effect of target contrast variation on dynamic visual acuity and eye movements, *Vision Research*, 12, 1213-1224.

Bruce, V. & Green, P.R. (1994). *Percepción Visual*. Barcelona: Paidós.

Cárdenas, D. (1995). *Desarrollo y aplicación de un sistema automatizado para la mejora de las variables comportamentales del pase en baloncesto*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Carlton, L.G. (1981). Processing visual feedback information for movement control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1019-1030.

Castillo, J. M. (1997). *Entrenamiento visual del jugador ante el penalty*. II Simposium de Investigación en el Fútbol. Sevilla, FAF-IAD, 9 y 10 de mayo (paper).

Castillo, J.M., Raya, A., Oña, A. & Martínez, M.A. (2000). La táctica individual en el penalty (I). *Training Fútbol*, 50, 8-15.

Cebeira, J. (1997). *Estudio de la estrategia espacial defensiva y efecto de un programa de entrenamiento perceptivo-motor en el acto táctico del jugador de voleibol*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

- Chamberlin, C.J. & Coelho, A.J. (1993). The perceptual side of action: decision-making in sport. En J.L. Starkes and F. Allard (eds.): *Cognitive Issues in Motor Expertise* (pp. 135-157). Amsterdam: Elsevier Science.
- Chevaleraud, J.P. (1986). *Ojo y deporte*. Barcelona: Masson.
- Cobner, J. (1981). Auditory perception: A study of its contribution to motor learning and performance. *International Journal of Sport Psychology*, 12 (1), 75.
- Cockerill, I.M. (1981). Peripheral vision and hockey. En I.M. Cockerill and W.W. MacGillivray (eds.): *Vision and Sport* (pp. 54-64). Cheltenham: Stanley Thornes.
- Csanádi, Á. (1984). *Fútbol* (3ª edición). Barcelona: Planeta.
- Cutting, J.E. (1986). *Perception With an Eye For Motion*. Cambridge MA.: MIT Press.
- Dagrou, E. & Gauvín, L. (1992). Self-talk: an mediator of performance. *Science & Sports*, 7, 101-106.
- Davids, K. (1984). The role of peripheral vision in ball games: Some theoretical and practical notions. *Physical Education Review*, 1, 26-40.
- Davids, K. (1988). Developmental differences in the use of peripheral vision during catching performance. *Journal of Motor Behavior*, 1, 39-51.
- Davids, K., Handford, C. & Williams, A.M. (1994). The natural physical alternative to cognitive theories of motor behaviour: An invitation for interdisciplinary research in sports science?. *Journal of Sports Sciences*, 12, 495-528.
- Davids, K., Palmer, D.R.P. & Salvendy, G.J.P. (1989). Skill level, peripheral vision and tennis volleying performance. *Journal of Human Movement Studies*, 16, 191-202.
- Day, L.J. (1980). *Anticipation in junior tennis players*. En J. Groppe & R. Sears (eds.). *Proceedings of International Symposium on Effective Teaching of Racquet Sports*. Champaign, IL: University of Illinois.

- Dickinson, J. (1974). *Proprioceptive control of human movement*. London: Lepus.
- Donders, F.C. (1868). *La vitesse des actes psychiques*. Archives Néerlandaises (Reeditado en Acta Psychologica, 1969).
- Downie, N.M. & Heath, R.W. (1983). *Métodos estadísticos aplicados* (7ª edición). Madrid: Ediciones del Castillo.
- Dunn, J.G.H. & Nielsen, A.B. (1996). A classificatory system of anxiety-inducing situations in four team sports. *Journal of sport behavior*, 2, 111-131.
- Dupuy, C. & Ripoll, H. (1989). Analyse des stratégies visuo-motrices en escalade sportive. *Science et Motricité*, 7, 19-26.
- Escartín, P. (1983). *Reglamento de Fútbol Comentado* (40ª edición). Madrid: Esteban Sanz.
- Escotet, M.A. (1980). *Diseño multivariado en Psicología y Educación*. Barcelona: ceac.
- FIFA (1998). (Fédération Internationale de Football Association). Amendments of the Laws. Zurich: FIFA.
- Farrow, D., Chivers, P., Hardingham, C. & Sachse, S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 231-242.
- Fischman, M.G. & Schneider, T. (1985). Skill level, vision and proprioception in simple catching. *Journal of Motor Behavior*, 17, 219-229.
- Fitts, P.M. & Petterson, J.R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 103-112.
- Fradua, L. (1993). *Efectos del entrenamiento de la visión periférica en el rendimiento del jugador de fútbol*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Fradua, L., Raya, A., Pino, J. & Arteaga, M. (1994). Improving the goalkeeper's performance in penalty situations. *Science and Football*, 8, 25-27.

- Fullerton, C. (1925). Eye, ear brain and muscle tests on Babe Ruth. *Western Optometry World*, 13, 160-161.
- Ganong, W.F. (1992). *Fisiología Médica*. México: El Manual Moderno.
- García, M & Plou, P. (1989). *Importancia del entrenamiento visual en fútbol*. En R.F.E.F.: Ciencia y técnica del fútbol (pp. 213-215). Madrid: Gymnos.
- Gardner, J.J. & Sherman, A. (1995). Vision requirements in sport. En D.F.C. Loran & C.J. MacEwen (eds.): *Sports Vision*. Oxford: Butterworth/Heinemann.
- Gayoso, F. (1982). *Enseñanza del fútbol*. Madrid: Gymnos.
- Geisler, G.W.W. & Leith, L. M. (1997). The effects of self-esteem, self-efficacy, and audience presence on soccer penalty shot performance. *Journal of Sport Behavior*, 3, 322-337.
- Gibson, J.J. (1979). *An Ecological Approach to Visual Perception*, Boston MA: Houghton-Mifflin.
- Goulet, C., Bard, C. & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 382-398.
- Gramer, D. (1952). *Fuball-Taktik*. Wuppertal: Berenbrock.
- Greene, P.H. (1972). Problems of organization of motor systems. En R. Rosen & F.M. Snell (eds.): *Progress in theoretical biology* (Vol. 2). New York: Academic Press.
- Greewald, A.G. (1970). Sensory feedback mechanism in performance control: With special reference to the ideomotor mechanism. *Psychological Review*, 77, 73-79.
- Gutiérrez, M. & Raya, A. (1994). *Biomecánica del gesto deportivo: Análisis biomecánico del golpeo en fútbol*. Barcelona: Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada (paper).

- Gutiérrez, M. & Soto, V. (1992). Análisis biomecánico de la cadena cinética implicada en el golpeo en el fútbol con el empeine del pie. *Archivos de Medicina del Deporte*, 34, 165-171.
- Gutiérrez, M., Oña, A. & Santamaría, J. (1988). Hacia una epistemología motriz como resultado de la aproximación científica al estudio del movimiento humano. *Motricidad*, 1, 7-16.
- Gutiérrez, M., Raya, A. & Soto, V.M. (1994). Comparative biomechanical analysis of the football kick performed using the inside or inner instep of the foot. *Science & Football* (en prensa).
- Guyton, A.C. (1983). *Tratado de Fisiología Médica* (5ª edición). México: Interamericana.
- Hale, B.D. & Whitehouse, A. (1998). The effects of imaginary-manipulated appraisal on intensity and direction of competitive anxiety, *Sport psychologist*, 12, 40-51.
- Handford, C. & Williams, A.M. (1992). Expert-novice differences in the use of advance visual cues in volleyball blocking. *Journal of Sports Sciences*, 15, 621-640.
- Harrington (1964). *The Visual Fields*. St Louis, MO: Mosby.
- Hasbroucq, T. & Guiard, Y. (1991). Stimulus-Response compatibility and the Simon effect: Toward a conceptual clarification. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 246-266.
- Hasse, H. & Mayer, H. (1978). Strategies of visual orientation of fencers. *Leistungssport*, 8, 191-200.
- Hegedus, J. (1981). El entrenamiento táctico. *Stadium*, 85, 9-16.
- Helsen, W & Pauwels, J.M. (1992). A cognitive approach to visual search in sport. En D. Brogan & K. Carr (eds.): *Visual search II* (pp. 177-184). London: Taylor and Francis.

- Helsen, W. & Pauwels, J.M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. En J.L. Starkes & F. Allard (eds.): *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 109-134). New York: North-Holland.
- Henry, F.M. & Rogers, D.E. (1960). Increased response latency for complicated movements and a "memory drum" theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly*, 31, 448-458.
- Henry, F.M. (1960). Influence of motor and sensory sets on reaction latency and speed of discrete movements. *Research Quarterly*, 31, 459-468.
- Henry, F.M. (1981). *The evolution of the memory-drum theory of neuromotor reaction*. En G.A. Brooks (ed.): *Perspective on the academic discipline of physical education*. Illinois: Human Kinetics.
- Hick, W.E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 4, 11-26.
- Hitzeman, S.A. & Beckerman, S.A. (1993). What the literature says about sports vision. *Optometry Clinics*, 3, 145-159.
- Hochmuth, G. (1973). *Biomecánica de los movimientos deportivos*. Madrid: Doncel.
- Hoffman, L.G., Polan, G. & Powell, J. (1984). The relationship of contrast sensitivity functions to sports vision, *Journal of American Optometry Association*, 55, 747-752.
- Houlston, D.R. & Lowes, R. (1993). Anticipatory cue-utilisation processes amongst expert and non-expert wicketkeepers in cricket. *International Journal of Sport Psychology*, 24, 59-73.
- Howarth, C., Walsh, W.D., Abernethy, B. & Snyder, C.W. Jr (1984). A field examination of anticipation in squash: Some preliminary data. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 16, 7-11.
- Hoyle, F. (1957). *The black Cloud*. London: William Heineman.
- Hubel, D.H. (1988). *Eye, Brain and Vision*. New York: W. H. Freeman.

- Hughes, C. (1994). *The Winning Formula*. London: Williams Collins.
- Hull, C.L. (1943). *Principles of Behavior*. New York: Appelton-Century.
- Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time and arm movement time. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 188-196.
- Irlinger, P. (1977). Des mots..... aux gestes, Une étude de la communication dans les sports collectifs. *Rev. EPS*, 31-25.
- Isaacs, L.D. & Finch, A.E. (1983). Anticipatory timing of beginning and intermediate tennis players. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 451-454.
- Jackson, E. (1986). Sportspersons use of postural cues in rapid decision making. En J. Bond & J.B. Gross (eds.): *Sports Psychology*. Australia, 1983.
- Johanson, R.S. & Westling, G. (1984). Roles of glagours skin receptors and sesonriomotor memory in automatic control of precision grip when lifting rougher or mores slippery objects. *Experimental Brain Research*, 56, 560-564.
- Jones, C.M. & Miles, T.R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human Movement Studies*, 4, 231-235.
- Jordan, T.C. (1972). Characteristic of visual and propioceptive response times in the learning of a motor skill. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 24, 536-543.
- Kamen, G. & Morris, H.H. (1988). Differences in sensoriomotor processing of visual and propioceptive stimuli. *Research Quarterly*, 59, 29-34.
- Keele, S.W. (1968). Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bulletin*, 70, 387-403.
- Keele, S.W. (1973). *Attention and human performance*. Pacific Palisades: Goodyear.

- Keele; S.W. Posner, M.I. (1968). Processing of visual feedback in rapid movements. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 155-158.
- Kerr, R. (1982). *Psychomotor Learning*. New York: Saunders College Publishing.
- Kinney, J.A.S. & Luria, S.M. (1970). Conflicting visual and tactual-kinesthetic stimulation. *Perception and Psychophysics*, 8, 189-192.
- Knapp, B. (1979). *La habilidad en el deporte*. Valladolid: Miñón.
- Knudson, D. & Kluka, D.A. (1997). The impact of vision and vision and vision training on sport performance. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 4, 17-24.
- Kreighbaum, E. & Barthler, K.M. (1981). *Biomechanics. A qualitative approach for studying human movement* (pp. 377-411). Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.
- Kugler, P.N., Kelso, J.A.S. & Turvey, M.T. (1980). On the concept of coordinative structures as dissipative. En Stelmach & J. Requin (eds.): *Tutorial in Motor Behavior* (pp. 3-37). Amsterdam: North-Holland.
- Kuhn, W. (1988). Penalty-kick strategies for shooters and goalkeepers. En Reilly (ed.) et al.: *Science and Football I* (pp. 489-492). London: E & FN Spon.
- Kuhn, W. (1993). Testing the ability of anticipation-coincidence of soccer players. En Reilly (ed.) et al.: *Science and Football II* (pp. 244-249). London: E & FN Spon.
- Kukla, D.A., Love, P., Sanet, R., Hillier, C., Stroops, S. & Schneider, H.M. (1995). Contrast sensitivity function profiling: By sport and sport ability level. *International Journal of Sports Vision*, 2, 5-16.
- LaBerge, D. (1973). Identification of two components of the time to switch attention: A test of a serial and a parallel model of attention. En S. Kornblum (ed.): *Attention and performance IV* (pp. 71-85). New York: Academic Press.
- Langill, A.W. (1965). *Automatic control systems engineering*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Lashley, K.S. (1951). The problem of serial order in behavior. En L.A. Jeffress (ed.): *Cerebral mechanisms in behavior: The Hixon symposium* (pp. 112-136). New York: Wiley.
- Lee, D.N. & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Perception and Psychophysics*, 15, 529-532.
- Lee, D.N. & Young, D.S. (1985). Visual timing of interceptive action. En D. Ingle, M. Jeannerod & D.N. (eds.): *Brain mechanisms and spatial vision* (pp. 1-30). Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Lee, D.N. (1976). A theory of visual control of braking based on information about time-to-collision, *Perception*, 5, 437-459.
- Lee, D.N. (1978). The functions of vision. En H. Pick & E. Saltzman (eds.): *Modes of Perceiving and Processing Information*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lee, D.N., Lishman, J.R. & Thomson, J.A. (1982). Regulation of gait in long jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 448-459.
- Lee, D.N., Young, D.S., Reddish, P.E., Lough, S. & Clayton, T.M.H. (1983). Visual timing in hitting an accelerating ball. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 333-346.
- Long, G.M. & Riggs, C.A. (1991). Training effects on dynamic visual acuity with free-head viewing, *Perception*, 20, 363-371.
- Loran, F.N.C. & MacEwen, C.J. (1995). *Sports Vision*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Lyle, J. & Cook, M. (1984). Nonverbal cues and decision-making in games. *Momentum*, 9, 20-25.
- Magill, R.A. (1989). *Motor learning: Concepts and applications* (3ª edición). Dubuque, Iowa: Brown.
- Mahlo, F. (1981). *La acción táctica en el juego*. La Habana: Pueblo y Educación (Versión original 1969).

- Maier, S. & Pfaff, J.M. (1984). *Das Torwartbuch*. Hamburg: Hoffmann and Campe.
- Martín, A. & Luna, J. de D. (1995). *50±10 horas de bioestadística*. Madrid: Norma.
- Martínez, M.A. (1994). *Incidencia del control motor de la información a través de un sistema automatizado sobre los parámetros de la respuesta de reacción. Aplicación a las salidas deportivas de velocidad*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Matveev, L. (1980). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Moscú: Raduga.
- McLeod, B. (1991). Effects of eyerobics visual skills training on selected performance measures of female varsity soccer players. *Perceptual and Motors Skills*, 72, 863-866.
- McLeod, P. & Jenkins, S. (1991). Timing accuracy and decision time in high-speed ball games. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 279-295.
- McLeod, P. (1987). Visual reaction and high-speed ball games. *Perception*, 16, 49-59.
- McMorris, T. & Beazeley, A. (1997). Performance of experienced and inexperienced soccer players on soccer specific tests of recall, visual search and decision-making. *Journal of Human Movement Studies*, 33, 1-13.
- McMorris, T. & Colenso, S. (1996). Anticipation of professional soccer goalkeepers when facing-right and left-footed penalty kicks. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 931-934.
- McMorris, T. (1992). Field independence and performance in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 23, 14-27.
- McMorris, T., Coperman, D., Saunders, G. & Potter, S. (1993). "Anticipation of soccer goalkeepers facing penalty kicks". En Reilly (ed.) et al.: *Science and Football II* (pp. 250-253). London: E & FN Spon.
- McMorris, T., Hauxwell, B., & Holder, T. (1995). Anticipation of soccer goalkeepers when facing penalty kicks to the right and left of the goal using different kicking techniques. *Applied research in coaching and athletics annual*, 11, 32-43.

- Meyer, D.E., Smith, J.E.K. & Wright, C.E. (1982). Models for the speed and accuracy of aimed movements. *Psychological Review*, 89, 449-482.
- Miller, J.W. and Ludvigh, E.J. (1962). The effects of training on dynamic visual acuity. *Survey of Ophthalmology*, 7, 83-116.
- Miller, R. (1996). Shooter vs keeper: a tense battle. Games are own or lost by penalty kicks and PK tiebreakers. *Soccer Journal*, 7, 59-62.
- Milner, A.D. & Goodale, M.A. (1995). *The Visual Brain In Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Moreno, F. & Oña, A. (1998). Analysis of professional tennis player to determine anticipatory pre-cues in the service. *Journal of Human Movement Studies*, 35, 219-231.
- Moreno, F.J. (1996). *Desarrollo de un sistema automatizado para el entrenamiento de habilidades motoras abiertas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Mowbray, G.H. & Rhoades, M.U. (1959). On the reduction of choice reaction-times with practice. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 16-23.
- Nessler, J. (1973). Length of time necessary for viewing a ball while catching it. *Journal of Motor Behavior*, 5, 179-185.
- Nettleton, B., Shoulder, B.A. & Smith, R. (1984). Analysis of visual functioning in fast ball team games. *Journal of Sports Medicine*, 24, 327-336.
- Neumeier, A. & Ritzdorf, W. (1994). El problema de la técnica individual. *Revista de entrenamiento Deportivo*, 4, 25-31.
- Nougier, V., Stein, J.F. & Bonnel, A.M. (1991). Information processing in sport and orienting of attention. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 307-327.

- Oña, A. (1990). Effects of different attentional strategies and practice on motor efficiency. *Perceptual and Motor Skills*, 71, 35-43.
- Oña, A. (1994). *Comportamiento motor. Bases psicológicas del movimiento humano*. Granada: Universidad de Granada.
- Oña, A. (1997). *Diseños experimentales en las Ciencias del Deporte*. Granada: Curso de Doctorado, junio, Universidad de Granada (paper).
- Oña, A., Martín, N., Padial, P. & Serra, E. (1990). *Description and application of an automatic system for temporal analysis of Motor Behavior*. International Congress on Youth, Leisure and Physical Activity. Bruselas.
- Oña, A., Martínez, M., Moreno, F. & Ruiz, L.M. (1999). *Control y Aprendizaje Motor*. Madrid: Síntesis.
- Oña, A., Martínez, M., Moreno, F., Serra, E. & Arellano, R. (1994). Descripción de un sistema computerizado de registro y control de información temporal aplicado al deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 11, 163-171.
- Oudejans, R.D., Michaels, C.F., Bakkers, F.C. & Dolné, M.A. (1996). The relevance of action in perceiving affordances: Perception of catchableness of fly Balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 879-891.
- Page, H.W. & Locke, H.W. (1977). Relative dominance of vision and touch in black and white children. *South African Journal of Psychology*, 7, 50-56.
- Párraga, J.A. (1999). *Efectos de la variación del tiempo de aparición de estímulos visuales sobre la precisión y los parámetros biomecánicos en el lanzamiento en balonmano*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Patrick, J. & Spurgeon, P. (1978). *The use of body cues in the anticipation of the direction of a ball*. XIX International Congress of Applied Psychology. Munich, Germany.

- Paull, G. & Glencross, D. (1997). Expert perception and decision making in baseball. *International Journal of Sport Psychology*, 28, 35-56.
- Payne, V.G. & Isaacs, L.D. (1987). *Human motor development: a lifespan approach*. Mountain View, CA: Mayfield.
- Pereda, S. (1987). *Psicología experimental*. Madrid: Pirámide.
- Pérez, A. & Pérez, D. (1991). Tiempo de reacción, color, visión directa y periférica. *Apunts*, 25, 45-50.
- Petrakis, E. (1986). Visual observation patterns of tennis teachers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57, 254-259.
- Planer, P.M. (1994). *Sports Vision Manual*. Harrisburg PA: International Academy of Sports Vision.
- Posner, M.I. & Raichle, M.E. (1994) (eds.). *Images of Mind*. New York: Scientific American Library.
- Posner, M.I., Nissen, M.J. & Ogden, W.C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. En H.L. Pick & I.J. Saltzman (eds.): *Modes of perceiving and processing information* (pp. 137-157). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Posner, M.L. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Poulton, E.C. (1957). On prediction in skilled movement. *Psychological Bulletin*, 54, 467-478.
- Proctor, R. & Reeve, T.G. (1990). *Stimulus-Response Compatibility: An Integrated Perspective*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Quesada, D.C. & Schmidt, R.A. (1970). A test of Adams-Creamer decay hypothesis for the timing of motor responses. *Journal of Motor Behavior*, 2, 273-283.
- Quevedo, Ll. & Sole, J. (1990). Baloncesto: Habilidades visuales y su entrenamiento. *Revista de entrenamiento deportivo*, 6, 9-19.

- R.A.E. (1992). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* (21ª edición). Madrid: Espasa Calpe.
- Raya, A. & Castillo, J.M. (1996). Posible incidencia de estados físicos diferentes ante situaciones técnicas relacionadas con la precisión, en jugadores no formados. *Training fútbol*, 6, 27-38.
- Raya, A. & Castillo, J.M. (1997). *Entrenamiento específico de una situación técnico-táctica determinante en fútbol*. I Encuentro sobre Investigación Deportiva. Málaga, IAD, 6 y 7 junio (paper).
- Raya, A. & Navarro, M. (1990). Análisis de la acción técnico-táctica del portero ante el penalty. *El entrenador español*, 45, 25-38.
- Raya, A. (1990). *Efecto diferencial del tipo de entrenamiento en el aprendizaje de algunos gestos técnicos en la iniciación al fútbol*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Riera, J. (1989). *Aprendizaje de la Técnica y la Táctica Deportivas*. Barcelona: INDE.
- Rigal, R. (1987). *Motricidad Humana*. Madrid: Pila Teleña (edición original en francés: 1985).
- Ripoll, H. (1988). Analysis of visual scanning patterns of volleyball players in a problem solving task. *International Journal of Sport Psychology*, 19, 9-25.
- Ripoll, H. (1989). Uncertainty and visual search strategy in table tennis. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 507-512.
- Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and the sensoriomotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 221-243.
- Ripoll, H., Kerlirzin, Y., Stein, J.F. & Reine, B. (1995). Analysis of information processing, decision making and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science*, 14, 325-349.

- Ripoll, H., Papin, J.P., Guezennec, J.Y., Verdy, J.P. & Philip, M. (1985). Analysis of visual scanning patterns of pistol shooters. *Journal of Sport Science*, 3, 93-101.
- Robertson, D.G.E. & Mosher, R.E. (1985). Work and Power of the leg muscles in soccer kicking. *International Series on Biomechanics IX-B*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Roca, J (1991). Percepción: Usos y teorías. *Apunts*, 25, 9-14.
- Roca, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: INEFC.
- Rojas, F.J. (1997). *Efecto de la oposición sobre los factores biomecánicos del lanzamiento en salto tras carrera previa en baloncesto*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Rojas, F.J., Oña, A. & Gutiérrez, M. (1998). Valoración de la variabilidad inter e intraindividual en el lanzamiento en salto en baloncesto a través del análisis biomecánico. *Biomecánica*, 11, 88-97.
- Romero, J. & García, J.A., & García, J. (1996). *Curso introductorio a la Óptica Fisiológica*. Granada: Comares.
- Rosebaum, D.A. (1980). Human movement initiation: Specification of arm, direction and extend. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 444-474.
- Ruiz, L.M. & Sánchez, F. (1997). *Rendimiento óptimo. Claves para la optimización de los aprendizajes*. Madrid: Gymnos.
- Ruiz, L.M. (1994). *Deporte y Aprendizaje. Procesos de adquisición y desarrollo de habilidades*. Madrid: Visor.
- Sage, G.H. (1977). *Introduction to motor behavior: A neuropsychological approach*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley P.C.

- Sánchez Bañuelos, F. (1992). *Bases para una didáctica de la educación física y el deporte*. Madrid: Gymnos.
- Sanderson, F.H. & Whiting, H.T.A. (1978). Dynamic visual acuity: A posible factor in catching performance. *Journal of Motor Behavior*, 10, 7-14.
- Sanderson, F.H. (1981). Visual acuity and sports performance. En I.M. Cockerill & W.W. MacGillivray (eds): *Vision and Sport*. Cheltenham: Stanley Thornes.
- Savelsbergh, G.J.P. & Bootsma, R.J. (1994). Perception-action coupling in hitting catching. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 331-343.
- Schmid, R.I., McKeen, J.L. & Schmid, M.R. (1968). *Skills and strategies of successful soccer*. Englewood Cliffs, NY: Prentice-Hall.
- Schmidt, A. (1988). *Motor Control and Learning*. Illinois: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A. & Gordon, G.B. (1977). Errors in motor responding, "rapid" corrections and false anticipations. *Journal of Motor Behavior*, 9, 101-111.
- Schmidt, R.A. & Lee, T.D. (1999). *Motor Control and Learning*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A. (1975). A Schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. (1988). *Motor Control and Learning*. Illinois. Human Kinetics.
- Schmidt, R.A. (1991). *Motor Learning and Performance: From Principles to Practice*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Schneider, W. & Shiffrin, R.M. (1977). Controlled and automatic human information processing: II perceptual learning, automatic, attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-189.
- Seiderman, A. & Schneider, S. (1985). *The athletic eye*. New York: Hearts books.

- Shank, M.D. & Haywood, K.M. (1987). Eye movements while viewing a baseball pitch. *Perceptual and Motor Skills*, 64, 1191-1197.
- Sherman, A (1980). Overview of research information regarding vision and sports. *Journal of American Optometric Association*, 5, 661-666.
- Simon, J.R. & Rudell, A.P. (1967). Auditory S-R compatibility: The effect of an irrelevant cue information processing. *Journal of Applied Psychology*, 51, 300-304.
- Simon, J.R. & Slaviero, D.P. (1975). Differential effects of a foreperiod countdown procedure on simple and choice reaction time. *Journal of Motor Behavior*, 7, 65-72.
- Singer, R. (1985). *Sport Psychology Today*. Conferencia inaugural. Actas VI Congreso Mundial de Psicología del Deporte. Copenhagen.
- Singer, R.N. (1986). *El entrenamiento de las acciones motrices en el deporte*. Barcelona: Hispano Europea.
- Singer, R.N., Cauraugh, J.H., Chen, D., Steinberg, G.M. & Frelich, S.G. (1996). Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 9-26.
- Smith, W.M. & Bowen, K.F. (1980). The effects of delayed and displaced visual feedback on motor control. *Journal of Motor Behavior*, 12, 91-101.
- Smythies, J. (1996). A note on the concept of the visual field in neurology, psychology and visual neuroscience. *Perception*, 25, 369-371.
- Snedecor, G.W. & Cochran, W.G. (1980). *Statistical methods* (7ª edición). Iowa: The Iowa State Press.
- Sobrado, M.P., Usón, E., Suárez, J. & Miralles, J. (1996). Capacidades visuales en los deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte*, 54, 281-186.

- Starkes, J.L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.
- Starkes, J.L., Edwards, P., Dissanayake, P. & Dunn, T. (1995). A new technology and field test of advance cue usage in volleyball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66, 162-167.
- Startes, J.L. & Deakin, J. (1984). Perception in Sport: a cognitive approach to skilled performance. En W.F. Straub & J.M. Williams (eds.): *Cognitive Sport Psychology* (pp. 115-128). Lansing, NY: Sport Science Associates.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages: Extensions of Donders method. En W.G. Koster (ed.): *Attention and performance II*. Amsterdam: North-Holland.
- Takeuchi, T. (1993). Auditory information in playing tennis. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 1323-1328.
- Taylor, D.A. (1976). Stages analysis of reaction time. *Psychological Bulletin*, 83, 161-169.
- Teodorescu, L. (1984). *Problemas de metodología e teoría nos jogos desportivos*. Lisboa: Horizonte.
- Thenenbaum, G., Levy-Kolker, N., Sade, S., Liebermann, D.G. & Lidor, R. (1996). Anticipation and confidence of decisions related to skilled performance. *International Journal of Sport Psychology*, 27, 293-307.
- Thill, E.H. & Brunell, P. (1995). Ego-involvement and task-involvement: Related conceptions of ability, effort, and learning strategies among soccer players. *International Journal of Sport Psychology*, 26, 81-97.
- Thorndike, E.L. (1931). *Human learning*. New York: Appeltion-Century.
- Tresilian, J.R. (1991). Empirical and theoretical issues in the perception of time to contact. *Journal of Experimental Psychology Human Perception and Performance*, 17, 865-876.
- Trevarthen, C.B. (1968). Two mechanisms of vision in primates. *Psychological Review*, 76, 282-299.

Tudela, P. (1983). *Psicología Experimental*. Madrid: UNED.

Turvey, M.T. (1977). Preliminares to a theory of action with reference to vision. En R. Shaw & J. Bransford (eds.): *Perceiving, acting and knowing: Toward an Ecological Psychology*. Hillsdale NJ: Erlbaum.

Tydesley, D.A., Bootsma, R.J. & Bomhoff, G.T. (1982). Skill level and eye movement patterns in a sport oriented reaction time task.. En H. Rieder, H. Mechiling & K. Reischlen (eds.): *Motor learning and movement behavior: Contribution to learning in sports* (pp. 290-296). Cologne, Germany: Hoffmann.

Usón, E. & Miralles, J. (1994). Epidemiología y protección de los traumatismos oculares en los deportes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 41, 41-45.

Vaughan, D. & Asbury, T. (1982). *Oftalmología general*. México: El Manual Moderno.

Vaughan, D.G., Asbury, T. & Riordan-Eva, P. (1995). *General Ophthalmology* (14^a edición). East Norwalk, Connecticut: Lange Medical Book.

Vickers, J.N. & Adolphe, R.M. (1997). Gaze behaviour during a ball tracking and aiming skill. *International Journal of Sports Vision*, 4, 18-27.

Vickers, J.N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21, 117-132.

Vickers, J.N. (1996). Control of visual attention during the basketball free throw. *American Journal of Sports Medicine*, 24, S93-97.

Vickers, J.N., Canic, M., Abbott, S. & Livingston, L. (1988). *Eye movements of elite ice hockey players*. Proceedings of Canadian Society for Psychomotor Learning and Sport Psychology Conference. Collingwood, Canada.

Wallon, H. (1974). *La evolución psicológica del niño*. México: Grijalbo. (Edición original en francés 1968).

Watson, J.B. (1961). *El conductismo*. Buenos Aires: Paidós. (Versión original en inglés: *Behaviourism*. 1930. New York. Norton).

- Weineck, J. (1988). *Entrenamiento deportivo*. Barcelona: Hispano Europea.
- Weiss, A.D. (1965). The locus of reaction time with set, motivation and age. *Journal of Gerontology*, 20, 60-64.
- Whiting, H.T.A. & Sanderson, F.H. (1974). Dynamic visual acuity and performance in a catching task. *Journal of Motor Behavior*, 6, 87-94.
- Whiting, H.T.A. & Sharp, R.H. (1974). Visual occlusion factors in a discrete ball-catching task. *Journal of Motor Behavior*, 6, 11-16.
- Whiting, H.T.A. (1970). Critical time intervals for taking in flight information in a ball catching task. *Ergonomics*, 13, 265-272.
- Whiting, H.T.A. (1991). Action is not reaction!. A replic to McLeod and Jenkins. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 296-303.
- Wickens, C.D. (1992). *Engineering Psychology and Human Performance* (2^a edición). Illinois: Harper Collins.
- Widmaier, H. (1983). Zur psychologie des volleyballspielers: Aufmerksamkeit, motivation, angst und kohasion. *Leistungssport*, 13, 19-22.
- Williams, A.M. & Burwitz, L. (1993). Advance cue utilization in soccer. En Reilly (ed.) et al.: *Science and Football II* (pp. 239-243). London: E & FN Spon.
- Williams, A.M. & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 111-129.
- Williams, A.M., Davids, K. & Burwitz, L. (1994). Ecological validity and visual search research in sport. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, S16, 22.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. & Williams, J.G. (1992). Perception and action in sport. *Journal of Human Movements Studies*, 22, 147-204.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. & Williams, J.G. (1993). Cognitive knowledge and soccer performance. *Perceptual and motor skills*, 76, 579-593.

- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. & Williams, J.G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 127-135.
- Williams, A.M., Davids, L. & Williams, J.G. (1999). *Visual percepción and action in sport*. London: E & FN Spon.
- Williams, A.M., Singer, R.N. & Weigelt, C. (1998). Visual search strategy in "live" on-court situations in tennis: an exploratory study. En A. Lees & I.W. Maynard (eds.): *Science and Rackets* (vol. II). London: E & FN Spon.
- Williams, J.G. & Horn, R.R. (1995). Exercise intensity effects on peripheral perception of soccer player movement. *International Journal of Sports Vision*, 2, 22-28.
- Wright, M.C. & Meyer, D.E. (1983). Conditions for a linear speed-accuracy trade-off in aimed movements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 279-296.
- Zeki, S. (1995). *Una visión del cerebro*. Barcelona: Ariel. (edición original en inglés: 1993).
- Zelaznick, H.N. & Hahn, R. (1985). Reaction time methods in the study of motor programming: The precuing of hand, digit and duration. *Journal of Motor Behavior*, 17, 190-218.
- Zelaznick, H.N., Shapiro, D.C. & Carter, M.C. (1982). The specification of digit and duration during motor programming: A new method of precuing. *Journal of Motor Behavior*, 14, 57-68.
- Zernicke, R.F., & Gregor, R.J. (1979). *Biomechanics of human movement*. Kinesiology 130. 178-185. A.P.S.: University of Illinois.
- Zubiaur, M. (1995). Nivel de competencia del modelo y procesos cognitivos en el aprendizaje motor. *Revista de Educación Física*, 2, 26-28.



ANEXOS

ANEXO 1

PROCOLO DE INFORMACIÓN INICIAL

-SIN PORTEROS-

Lee atentamente las indicaciones y en caso de duda pregunta al auxiliar investigador:

La ESTRUCTURA DE LA SESIÓN es la siguiente:

1.- Calentamiento:

1.a) Realiza durante 7-8 minutos los ejercicios de estiramiento y movilidad articular que habitualmente realizas.

1.b) Coge un balón y realiza 5 minutos de habilidad y manejo de balón individual, parejas o tríos.

1.c) Atiende a la indicación del auxiliar investigador que te indicará tu turno para realizar una ronda completa de lanzamientos de penalty con el sistema automatizado.

2.- **10 RONDAS** de lanzamientos de penalty con el sistema automatizado de acuerdo al turno indicado, **TENIENDO EN CUENTA QUE SI GOLPEAS DEMASIADO SUAVE EL PORTERO PARARÍA EL LANZAMIENTO, e incluso deberás repetirlo.**

OBSERVACIONES:

1.- Coloca la caja de luz inferior si ha sido desplazada.

2.- Recoge tu balón para el siguiente lanzamiento sin entrar en la zona de lanzamiento ni interferir la cámara.

----- fin de la sesión -----



PROTOCOLO DE INFORMACIÓN INICIAL

-CON PORTEROS-

Lee atentamente las indicaciones y en caso de duda pregunta al auxiliar investigador:

La ESTRUCTURA DE LA SESIÓN es la siguiente:

1.- Calentamiento:

1.a) Realiza durante 7-8 minutos los ejercicios de estiramiento y movilidad articular que habitualmente realizas.

1.b) Coge un balón y realiza 5 minutos de habilidad y manejo de balón individual, parejas o tríos.

1.c) Atiende a la indicación del auxiliar investigador que te indicará tu turno para realizar una ronda completa de lanzamientos de penalty con el sistema automatizado.

2.- 12 rondas de lanzamientos de penalty de acuerdo al turno indicado.

LANZADOR: No olvides recoger tu balón para el siguiente lanzamiento y, mientras tanto, puedes realizar manejo y/o habilidad individual sin entrar en la zona de lanzamiento.

----- fin de la sesión -----

ANEXO 2

PROTOCOLO OBSERVACIÓN AUXILIAR: CUADRO GENERAL DE ACTUACIÓN PRE-POSTEST -Grupo EXPERTOS-

		PORTERO											
L A N Z A D O R	1	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P
	2	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I
	3	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M
	4	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P
	5	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I
	6	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M
	7	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P
	8	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I
	9	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		RONDA											

CLAVES PORTEROS:

I= Ismael

M= Morales

P= Peramos

NUMERACIÓN LANZADORES:

1= Thierry

2= Germán

3= Neskens

4= Pacorro

5= Peso

6= Jesús

7= Guti

8= Chupi

9= Cobos

**PROTOCOLO OBSERVACIÓN AUXILIAR:
CUADRO GENERAL DE ACTUACIÓN PRE-POSTEST
-Grupo INEXPERTOS-**

	PORTERO												
L A N Z A D O R	1	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S
	2	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A
	3	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L
	4	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S
	5	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A
	6	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L
	7	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S
	8	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A
	9	S	A	L	S	A	L	S	A	L	S	A	L
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	RONDA												

CLAVES PORTEROS:

A= Alberto
M= López
P= Sevilla

NUMERACIÓN LANZADORES:

1= Castillo
2= Cruz
3= Rodríguez
4= Romero
5= Campos
6= Muñoz
7= García
8= Hernández
9= Quintana

ANEXO 3

HOJA DE REGISTRO LANZAMIENTOS

SESIÓN nº:

GRUPO: E.

SITUACIÓN:

FECHA:

INICIO PORTERO RONDAS: $\frac{1^a \ 2^a \ 3^a \ 4^a \ 5^a \ 6^a \ 7^a \ 8^a \ 9^a \ 10^a \ 11^a \ 12^a}{I \ M \ P \ I \ M \ P \ I \ M \ P \ I \ M \ P}$

ORDEN LANZADORES: TH, GE, NE, PA, PE, JE, GU, CH, CO,...

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

Nº SUJETO:

ACTUACIÓN PORTERO									

CLAVES ANOTACIÓN LANZAMIENTOS:
nº ronda.si/no gol → Ejemplo: 9S

CLAVES ACTUACIÓN DE PORTEROS:
nº ronda.si/no coincidente → Ejemplo: 9S

ANEXO 4



HOJA DE REGISTRO LANZAMIENTOS

SESIÓN n°:

GRUPO: E.

SITUACIÓN:

FECHA:

ORDEN LANZADORES: TH, GE, NE, PA, PE, JE, GU, CH, CO...

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

N°
SUJETO:

CLAVES ANOTACIÓN:
n° ronda.si/no gol → Ejemplo: 9S

HOJA DE REGISTRO LANZAMIENTOS

SESIÓN n°:

GRUPO: I.

SITUACIÓN:

FECHA:

ORDEN LANZADORES: CA, CR, RO, RM, CM, MU, GA, HE, QU,...

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

N° SUJETO:

CLAVES ANOTACIÓN:
n° ronda.si/no gol → Ejemplo: 9S

ANEXO 5

Tabla 1.- Número de aciertos conseguidos por el grupo de expertos durante las sesiones de tratamiento (SIN TRANSFORMACIÓN).

SUJETO	Sesión1	Sesión2	Sesión3	Sesión4	Sesión5	Sesión6	Sesión7	Sesión8	Sesión9	Sesión10
1	1,00	4,00	3,00	3,00	2,00	4,00	2,00	2,00	3,00	1,00
2	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	4,00	6,00	5,00
3	2,00	3,00	4,00	5,00	2,00	7,00	4,00	4,00	2,00	7,00
4	3,00	2,00	2,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	3,00	4,00
5	3,00	5,00	3,00	1,00	2,00	6,00	2,00	4,00	1,00	3,00
6	2,00	4,00	1,00	3,00	4,00	2,00	3,00	4,00	7,00	5,00
7	3,00	3,00	5,00	4,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	6,00
8	2,00	5,00	5,00	1,00	2,00	2,00	4,00	4,00	5,00	5,00
9	4,00	3,00	6,00	5,00	6,00	5,00	3,00	4,00	4,00	8,00

Tabla 2.- Número de aciertos conseguidos por el grupo de expertos durante las sesiones de tratamiento (CON TRANSFORMACIÓN: $f(x) = \text{arc sen } \sqrt{x} / 10$).

SUJETO	Sesión1	Sesión2	Sesión3	Sesión4	Sesión5	Sesión6	Sesión7	Sesión8	Sesión9	Sesión10
1	,32	,68	,58	,58	,46	,68	,46	,46	,58	,32
2	,58	,58	,58	,58	,32	,58	,58	,68	,89	,79
3	,46	,58	,68	,79	,46	,99	,68	,68	,46	,99
4	,58	,46	,46	,79	,79	,79	,68	,79	,58	,68
5	,58	,79	,58	,32	,46	,89	,46	,68	,32	,58
6	,46	,68	,32	,58	,68	,46	,58	,68	,99	,79
7	,58	,58	,79	,68	,46	,58	,68	,58	,58	,89
8	,46	,79	,79	,32	,46	,46	,68	,68	,79	,79
9	,68	,58	,89	,79	,89	,79	,58	,68	,68	1,11

Tabla 3.- Número de aciertos conseguidos por el grupo de inexpertos durante las sesiones de tratamiento (SIN TRANSFORMACIÓN).

SUJETO	Sesión1	Sesión2	Sesión3	Sesión4	Sesión5	Sesión6	Sesión7	Sesión8	Sesión9	Sesión10
1	3,00	2,00	1,00	1,00	3,00	4,00	,00	1,00	4,00	5,00
2	1,00	,00	3,00	6,00	2,00	1,00	2,00	3,00	4,00	3,00
3	2,00	2,00	2,00	3,00	4,00	3,00	3,00	2,00	7,00	5,00
4	4,00	3,00	2,00	3,00	5,00	4,00	4,00	,00	3,00	4,00
5	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	6,00	1,00	2,00	6,00	3,00
6	,00	,00	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00
7	,00	1,00	1,00	1,00	2,00	6,00	6,00	3,00	5,00	5,00
8	1,00	,00	2,00	1,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00	3,00
9	5,00	5,00	6,00	2,00	3,00	4,00	2,00	5,00	3,00	3,00

Tabla 4.- Número de aciertos conseguidos por el grupo de inexpertos durante las sesiones de tratamiento (CON TRANSFORMACIÓN: $f(x) = \text{arc sen } \sqrt{x} / 10$).

SUJETO	Sesión1	Sesión2	Sesión3	Sesión4	Sesión5	Sesión6	Sesión7	Sesión8	Sesión9	Sesión10
1	,58	,46	,32	,32	,58	,68	,00	,32	,68	,79
2	,32	,00	,58	,89	,46	,32	,46	,58	,68	,58
3	,46	,46	,46	,58	,68	,58	,58	,46	,99	,79
4	,68	,58	,46	,58	,79	,68	,68	,00	,58	,68
5	,46	,58	,46	,46	,46	,89	,32	,46	,89	,58
6	,00	,00	,46	,58	,58	,58	,58	,46	,58	,46
7	,00	,32	,32	,32	,46	,89	,89	,58	,79	,79
8	,32	,00	,46	,32	,58	,46	,32	,46	,32	,58
9	,79	,79	,89	,46	,58	,68	,46	,79	,58	,58

**Tabla 5.- Media de aciertos durante el tratamiento en el grupo de expertos
(DATOS TRANSFORMADOS).**

	Media	Desv. Típ.	N
Sesión 1	,5240	,1061	9
Sesión 2	,6358	,1071	9
Sesión 3	,6295	,1758	9
Sesión 4	,6026	,1825	9
Sesión 5	,5551	,1856	9
Sesión 6	,6910	,1851	9
Sesión 7	,6006	9,161E-02	9
Sesión 8	,6597	8,972E-02	9
Sesión 9	,6524	,2088	9
Sesión 10	,7696	,2295	9
Media global	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior
,632	,023	,578	,686

**Tabla 6.- Media de aciertos durante el tratamiento en el grupo de inexpertos
(DATOS TRANSFORMADOS).**

	Media	Desv. Típ.	N
Sesión 1	,4023	,2744	9
Sesión 2	,3549	,2935	9
Sesión 3	,4919	,1677	9
Sesión 4	,5019	,1823	9
Sesión 5	,5755	,1082	9
Sesión 6	,6412	,1826	9
Sesión 7	,4779	,2519	9
Sesión 8	,4579	,2137	9
Sesión 9	,6770	,1965	9
Sesión 10	,6470	,1176	9
Media global	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior
,523	,029	,456	,590

Tabla 7.- Media de aciertos durante el tratamiento en el grupo de expertos (DATOS SIN TRANSFORMACIÓN).

	Media	Desv. Típ.	N
Sesión 1	2,5556	,8819	9
Sesión 2	3,5556	1,0138	9
Sesión 3	3,5556	1,5899	9
Sesión 4	3,3333	1,5811	9
Sesión 5	2,8889	1,6915	9
Sesión 6	4,1111	1,7638	9
Sesión 7	3,2222	,8333	9
Sesión 8	3,7778	,8333	9
Sesión 9	3,7778	1,9221	9
Sesión 10	4,8889	2,0883	9
Media global	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior
3,567	,213	3,076	4,057

Tabla 8.- Media de aciertos durante el tratamiento en el grupo de inexpertos (DATOS SIN TRANSFORMACIÓN).

	Media	Desv. Típ.	N
Sesión 1	2,0000	1,7321	9
Sesión 2	1,7778	1,7159	9
Sesión 3	2,3333	1,5000	9
Sesión 4	2,4444	1,5899	9
Sesión 5	3,0000	1,0000	9
Sesión 6	3,6667	1,6583	9
Sesión 7	2,4444	1,8105	9
Sesión 8	2,2222	1,3944	9
Sesión 9	4,0000	1,8028	9
Sesión 10	3,6667	1,1180	9
Media global	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior
2,756	,224	2,238	3,273

Tabla 9.- ANOVA global de medidas repetidas del tratamiento en el grupo de expertos (DATOS SIN TRANSFORMACIÓN).

Fuente	ACIERTOS	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ACIERTOS	Lineal	16,445	1	16,445	8,381	,020
Error (ACIERTOS)	Lineal	15,698	8	1,962		

Tabla 10.- ANOVA global de medidas repetidas del tratamiento en el grupo de inexpertos (DATOS SIN TRANSFORMACIÓN).

Fuente	ACIERTOS	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ACIERTOS	Lineal	25,648	1	25,648	5,611	,045
Error (ACIERTOS)	Lineal	36,570	8	4,571		

Tabla 11.- Prueba t de contrastes múltiples entre las sesiones de tratamiento en el grupo de expertos (DATOS SIN TRANSFORMACIÓN).

(I) ACIERTOS	(J) ACIERTOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Sig.(a)	Intervalo de confianza al 95 % para diferencia(a)	
					Límite inferior	Límite superior
1	6	-1,556(*)	,603	,033	-2,947	-,164
	8	-1,222(*)	,278	,002	-1,863	-,582
	10	-2,333(*)	,577	,004	-3,665	-1,002
4	10	-1,556(*)	,626	,038	-2,999	-,112
5	10	-2,000(*)	,726	,025	-3,675	-,325
6	1	1,556(*)	,603	,033	,164	2,947
7	10	-1,667(*)	,577	,020	-2,998	-,335
8	1	1,222(*)	,278	,002	,582	1,863
10	1	2,333(*)	,577	,004	1,002	3,665
	4	1,556(*)	,626	,038	,112	2,999
	5	2,000(*)	,726	,025	,325	3,675
	7	1,667(*)	,577	,020	,335	2,998

Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

a Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Sesión / Sesión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1						*		**		**
4										*
5										*
7										*

* Significativo

** Muy significativo

Tabla 12.- Prueba t de contrastes múltiples entre las sesiones de tratamiento en el grupo de inexpertos (DATOS SIN TRANSFORMACIÓN).

(I) ACIERTOS	(J) ACIERTOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Sig.(a)	Intervalo de confianza al 95 % para diferencia(a)	
					Límite inferior	Límite superior
1	9	-2,000(*)	,866	,050	-3,997	-2,942E-03
	10	-1,667(*)	,645	,033	-3,155	-,178
2	6	-1,889(*)	,564	,010	-3,189	-,589
	9	-2,222(*)	,741	,017	-3,931	-,513
	10	-1,889(*)	,633	,018	-3,350	-,428
6	2	1,889(*)	,564	,010	,589	3,189
8	9	-1,778(*)	,760	,047	-3,530	-2,588E-02
9	1	2,000(*)	,866	,050	2,942E-03	3,997
	2	2,222(*)	,741	,017	,513	3,931
	8	-1,778(*)	,760	,047	-2,588E-02	-3,530
10	1	1,667(*)	,645	,033	,178	3,155
	2	1,889(*)	,633	,018	,428	3,350

Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

A Ajuste para comparaciones múltiples: Diferencia menos significativa (equivalente a la ausencia de ajuste).

Sesión / Sesión	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									*	*
2						*			*	*
8									*	

* Significativo