

**INCIDENCIA DEL CONTROL DE LA INFORMACIÓN A
TRAVÉS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO SOBRE LOS
PARÁMETROS DE LA RESPUESTA DE REACCIÓN
APLICACIÓN A LAS SALIDAS DEPORTIVAS DE VELOCIDAD**

UNIVERSIDAD DE GRANADA

**DEPARTAMENTO DE PERSONALIDAD, EVALUACIÓN
Y TRATAMIENTO PSICOLÓGICO**

PROGRAMA: MOTRICIDAD HUMANA

Autor: Manuel Alfonso Martínez Marín

Director: Doctor Antonio Oña Sicilia

GRANADA, Octubre de 1994

AGRADECIMIENTOS

Es justo en el final de todo un proceso, el agradecimiento a aquellas personas que han colaborado con su trabajo e ideas para que este proyecto se lleve a cabo.

En primer lugar, agradecer al Director de la Tesis, el Dr. Antonio Oña Sicilia que ha sabido orientar la iniciativa del doctorando, conduciendo adecuadamente este trabajo hasta su culminación.

También deseo expresar mi gratitud a Francisco García por su asesoramiento en el terreno de la electrónica y a Francisco Moreno, por su contribución en el campo informático.

Mi reconocimiento a Manuel Delgado, por su buena disposición para facilitar los contactos con los atletas del club sevillano.

A todos los atletas que han participado en el proyecto y en particular el recuerdo a Miguel Ángel Gómez Campuzano que desgraciadamente no está entre nosotros.

Y finalmente, y no menos importante, mi aprecio a la aportación fundamental de mis padres, hermanos y Coco por la gran comprensión recibida.

ABREVIATURAS USADAS

FB: Feedback

FB de RR: Feedback de Tiempo de Reacción

FB de TM: Feedback de Tiempo de Movimiento

FB de TR: Feedback de Tiempo de Reacción

PP: Preperiodo

RR: Respuesta de Reacción

TM: Tiempo de Movimiento

TR: Tiempo de Reacción

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	10
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. EL MODELO COMPORTAMENTAL DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	18
1.2. TIPOS DE FEEDBACK	26
1.3. VARIABLES CRÍTICAS DEL FEEDBACK EN EL APRENDIZAJE	29
1.4. LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN COMO ENTRENAMIENTO DEPORTIVO	36
1.5. FUNCIÓN DE LA ATENCIÓN	39
1.6. HABILIDADES MOTORAS	40
1.6.1. El Problema de la Complejidad Motora	41
1.6.2. Control de Variabíes en la Habilidad Motora Objeto de Análisis	41
1.7. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE FEEDBACK EN LA SALIDA ATLÉTICA DE VELOCIDAD	44
1.8. INTERACCIÓN ENTRE EL TIEMPO DE REACCIÓN (TR) Y EL TIEMPO DE MOVIMIENTO (TM)	46
1.8.1. Preperíodo (PP): Anticipación e Intensidad y Modo de Estimulo	48
1.9. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA SALIDA	51
1.9.1. Tipos de salida en los 100 m.	54
1.10. OBJETIVOS	56
CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO	59
2.1. INTRODUCCIÓN	59
2.2. Descripción del sistema	61
2.2.1. Descripción del hardware	61
2.2.1.1. El análisis de los registros a través de las tarjetas convertidoras A/D	61
2.2.1.2. Alternativas propuestas para el análisis de los registros.	65
2.2.2. Descripción del software	72
2.2.2.1. Control estimular	73
2.2.2.2. Registro	74
2.2.2.3. Análisis de los datos y representación gráfica.	74
2.2.2.4. Almacenamiento	75
2.2.2.5. Feedback	75
2.3. VALIDEZ DEL SISTEMA	78
2.3.1. Calibración del sistema	78
2.3.1.1. Método de análisis.	79
2.3.1.2. Resultados.	80
2.3.1.3. Conclusiones	81
2.4. APLICACIONES EN EL ÁMBITO DEPORTIVO	81
2.4.1. Aplicaciones en gestos deportivos ante estímulos simples	82
2.4.2. Aplicacinnes en gestos deportivos ante estímulos complejos	83
2.5. CONCLUSIONES	84
2.6. UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA APLICADO S.R.I.	86
CAPITULO 3. ESTUDIO 1: APLICACIÓN DEL SISTEMA INSTRUMENTAL	104
3.1. INTRODUCCIÓN	104
3.2. METODOLOGÍA	105
3.2.1. Sujetos	105
3.2.2. Diseño	108
3.2.3. Instrumental	115

ÍNDICE

3.2.4. Procedimiento	117
3.2.4.1. Descripción del Gesto	117
3.2.4.2. Desarrollo	119
3.3. RESULTADOS	120
3.4. CONCLUSIONES	129
CAPÍTULO 4. ESTUDIO 2	133
4.1. INTRODUCCIÓN	133
4.2. MÉTODO	134
4.2.1. Sujetos	134
4.2.2. Diseño	141
4.2.3. Instrumental	143
4.2.4. Procedimiento	145
4.3. RESULTADOS	148
4.3.1. Estadística descriptiva	149
4.3.2. Análisis general	204
4.3.3. Estadística Inferencial	208
4.4. DISCUSIÓN	215
4.4.1. Parámetros Elementales	215
4.4.1.1. Tiempo de Reacción	215
4.4.1.2. Tiempo de Movimiento	215
4.4.2. Parámetros Compuestos	217
4.4.2.1. Respuesta de Reacción	217
4.4.3. Covariaciones entre los Parámetros Componentes de la Respuesta de Reacción.	217
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN GENERAL	219
5.1. Creación de un sistema para la valoración y control de las respuestas motoras de reacción.	219
5.2. Adaptación del sistema a la salida atlética de velocidad.	220
5.3. Importancia de la información	220
5.4. Importancia de la información de Tiempo de Reacción	221
5.5. Ineficacia de la información utilizada en el Tiempo de Movimiento.	221
5.6. Eficacia relativa de la información de la Respuesta de Reacción.	221
5.7. Importancia del modelo de procesamiento de la información y Servosistema	222
5.8. Aplicación del sistema al campo de la Actividad Física y el Deporte	222
5.9. Mejoras en el sistema. El campo de la simulación y los sistemas expertos.	223
REFERENCIAS	226
ANEXO. PROTOCOLOS Y HOJAS DE REGISTRO	235
RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS	243

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

La presente Tesis Doctoral se sitúa en una línea de investigación ya consolidada dentro del Grupo de Análisis del Movimiento Humano. Su objeto es el estudio de la Respuesta de Reacción en movimientos de alta velocidad con el fin de analizar la influencia de la retroinformación (Feedback) sobre los parámetros intervinientes. Entre los trabajos pioneros en este campo, destacan estudios sobre la atención selectiva en una salida de velocidad (Arellano & Oña, 1987) y la valoración de los efectos de estrategias atencionales sobre la eficacia motora (Oña, 1989a). Posteriormente, se realizaron otras investigaciones sobre la incidencia del Feedback en la Respuesta de Reacción en un salto vertical (Martín, 1990) y desarrollo de un sistema automatizado para la valoración de la Respuesta de Reacción (Oña et al., 1990)

Este trabajo pretende aportar datos sobre el conocimiento de los aspectos intervinientes en el Feedback en situaciones de Tiempo de Reacción Simple, así como la creación de una herramienta adecuada para su mejora.

La Tesis se compone de tres estudios.

En primer lugar el desarrollo y calibración de un sistema automatizado innovador para la valoración de la Respuesta de Reacción.

En segundo lugar, diseñaremos una aplicación aproximativa del sistema a atletas de alto rendimiento, con el fin de analizar su aplicabilidad en situaciones muy cercanas a la competición.

En tercer lugar, se ha realizado un diseño experimental más completo con el objetivo de conocer los efectos del sistema sobre la eficacia en parámetros temporales de la salida de velocidad.

CAPITULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que aquí presentamos tiene una doble finalidad. En principio, se trata de crear una herramienta completa para la valoración e intervención en situaciones deportivas que se den bajo el paradigma de la Respuesta de Reacción. En segundo lugar, obtener conclusiones basadas en la experimentación sobre que tipo de información (Feedback) es la más adecuada para optimizar los parámetros en una situación real deportiva.

Hemos seleccionado una modalidad cuyo gesto es la salida de velocidad y con sujetos que forman parte del colectivo deportivo de la élite española.

Los resultados a los que se han llegado, despejan muchas dudas inicialmente planteadas. El sistema diseñado reduce sistemáticamente los tiempos de salida cuando la información aportada es de Tiempo de Reacción, mientras que no tiene efecto cuando es de Tiempo de Movimiento.

Para centrarnos en el contexto de estudio, nos situamos en el área de conocimiento formada por la Educación Física y el Deporte, que como cualquier otra disciplina necesita ser abordada desde una metodología experimental. La construcción de este saber científico ha de hacerse sin vicios ideológicos previos, recogiendo los problemas vigentes y sometiéndose al filtro metodológico, al control

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

y a la contrastación empírica; para ir construyendo a partir de este punto hipótesis, modelos explicativos y teorías (Gutierrez, Oña y Santamaría, 1988).

Todo el proceso parte de la construcción de una fundamentación teórica con modelos ya contrastados experimentalmente, y converge en el planeamiento del problema, el cual constituye la primera iniciativa del saber. Con una metodología adecuada, utilizando sistemas de medida válidos, objetivos y fiables se puede determinar experimentalmente la dependencia funcional entre las variables sometidas a la investigación.

Para abordar el estudio del movimiento con un enfoque científico y multidisciplinar recurrimos al esquema general de las Ciencias de la Motricidad. Su organización va en un continuo, desde niveles más generales, perspectivas básicas o ramas de conocimiento (Bunge, 1983), hasta niveles de mayor concreción y aplicación, constituidos por las tecnologías o ingenierías. (Figura 1)

El conocimiento de los mecanismos básicos de la motricidad constituye el punto de partida de cualquier intervención posterior. Aunque su análisis debe ser entendido como una globalidad, la exigencia de delimitación hace que se estructure en distintas perspectivas dependiendo de las áreas de conocimiento (Oña, 1994).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PERSPECTIVAS BASICAS	MOTRICIDAD AREAS ESPECIALES	AREAS APLICADAS (Ejemplos)	TECNICAS APLICADAS (Ejemplos)
FISICA	CINEANTROPOMETRIA	CINEMATICA	ANALISIS TECNICA DEPORTIVA
QUIMICA	BIOMECANICA	DINAMICA	TECNICAS BIOLÓGICAS
BIOLOGIA	BIOQUIMICA DEL EJERCICIO	MEC. MUSCULAR	CONTROL ENTRENAMIENTO
PSICOLOGIA	COMPORTAMIENTO MOTOR	FISIOLOGIA DEL EJ.	PSICOLOGIA DEL DEPORTE
SOCIOLOGIA	SOCIOLOGIA DE LA MOTRICIDAD	MEDICINA DEPORTIVA	TECNICAS DE ENSEÑANZA
		DESARROLLO MOTOR	TECNICAS DE MUESTREO
		CONTROL MOTOR	
		APRENDIZAJE MOTOR	
		ANTROPOLOGIA	
		SOCIOLOGIA DEL DEP.	

Figura 2. Organización de las Ciencias de la Motricidad.

La primera aproximación de las distintas perspectivas básicas al objeto de estudio constituido por el movimiento, forma las llamadas áreas especiales, que a su vez determinan otros campos aplicados aún más concretos que son el soporte directo de un conjunto de tecnologías específicas.

En el presente estudio, nos centraremos en la perspectiva psicológica, donde existe una disciplina ya constituida denominada Comportamiento Motor que recoge desde los principios más básicos de la motricidad (Control Motor), pautas de intervención (Aprendizaje Motor), y estudios de evolución en las distintas etapas de crecimiento (Desarrollo Motor).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En estados de activación y orientación atencional apropiados, el atleta ante una situación deportiva, pretende adaptarse a los objetivos establecidos del modo más adecuado posible. Durante la preparación para la competición, disminuir el error a través de las diversas repeticiones es su principal finalidad. Según el modelo cognoscitivo motivacional de Tolman (Citado por Teevan y Birney, 1972), existe una amplia necesidad de logro en las situaciones que presentan un reto alcanzable por el sujeto. Este estado de continua superación es el que caracteriza a ciertos deportes. Siguiendo a Sahakian (1977), podemos entender la posición de un atleta antes de ejecutar una prueba, como un estado de disonancia cognoscitiva. La respuesta que da al medio y los objetivos son comparados, y como conclusión se obtiene el error, que constituye un problema para el ejecutante. La disminución del error supone la reducción de la disonancia y, por lo tanto, una adecuada información sobre la ejecución de la tarea puede ser muy útil para el sujeto.

Existen numerosas investigaciones sobre la hipótesis de si es posible aprender sin información o conocimiento de resultados (Bilodeau Bilodeau; Schumsky, 1959; Chamberlin, 1990), demuestran experimentalmente mejoras en el grupo con Feedback.

Robert Kerr (1982), entiende el Feedback como una de las variables críticas del aprendizaje.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Carrobles y Godoy (1987) lo definen como el mecanismo de alimentación de un sistema con la información derivada de ejecuciones pasadas, se refiere a un proceso de control de cualquier objeto u organismo donde es su propia información la que sirve para autorregularse y funcionar.

En este punto, y demostrando el papel fundamental de la información en el campo del aprendizaje, surgen determinadas cuestiones que debemos resolver:

- ¿ Cual es la posición del Feedback (FB) en el comportamiento humano ?
- ¿ Porqué el FB hace incrementar la eficacia o la probabilidad de ocurrencia de una respuesta motora ?
- ¿ Qué tipos de FB se pueden dar al sujeto ?
- ¿ Con qué frecuencia debe darse el FB ?
- ¿ Qué precisión debe tener el FB ?
- ¿ En qué momento debe aplicarse el FB ?
- ¿ En función de las características de la información, que tipos de movimientos se pueden analizar ?
- ¿ Cómo se puede regular el aporte de información en un movimiento determinado ?

En los siguientes epígrafes se dará respuesta a estas preguntas fundamentándonos en la literatura existente. Posteriormente se establecerán unos objetivos concretos como punto de partida para el desarrollo del trabajo.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. EL MODELO COMPORTAMENTAL DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este apartado se ofrecerán conclusiones aportadas por autores que han buscado una explicación del funcionamiento de la conducta motora. La posición del Feedback, como se verá, ocupa en todos ellos un lugar relevante.

El Comportamiento Motor es un área aplicada de la Psicología que estudia el movimiento bajo una perspectiva psicológica. Bajo el ámbito *Comportamiento Motor* se analizan tanto los procesos básicos que determinan la ejecución motora, como los de modificación de conductas motoras. Existen pues dos áreas componentes (a) *Control Motor* y (b) *Aprendizaje Motor*, junto a esta segunda se suele incluir una más, el área del *Desarrollo Motor* (Singer, 1985).

Por lo tanto, para descifrar los mecanismos que controlan el movimiento humano, recurrimos al ámbito del comportamiento motor y su explicación sobre la intervención de los procesos de recepción, procesamiento y ejecución, así como los del control de la ejecución.

Para Schmidt (1992), 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. Consiste pues, en constituir modelos explicativos generales que puedan integrarse en tecnología específica, como es lo propio de todo proceder científico.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El modelo básico de comportamiento parte de la función adaptativa de cualquier sujeto, según la cual, el organismo se ajusta al medio y responde a las modificaciones que este medio produce en él. Existe pues, un mecanismo de interacción entre ambos elementos con la posibilidad de modificarse (Figura 2).

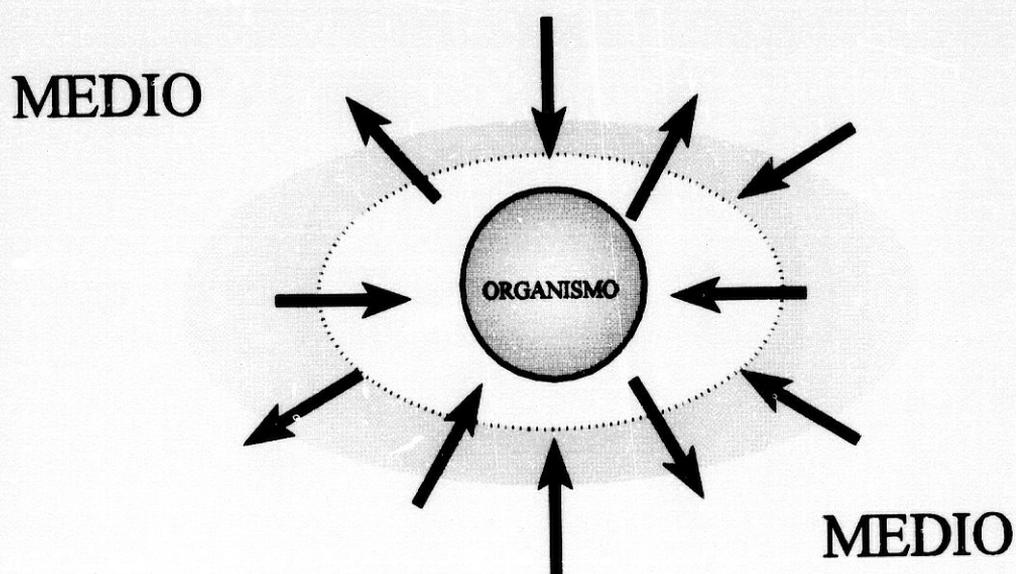


Figura 2. Interacción del organismo con el medio.

El conocimiento de la función básica entre medio y organismo, a través del esquema comportamental, es muy útil como punto inicial de partida para estudiar la conducta humana. La estimulación representa al medio, y el organismo es un procesador de información a través de sus distintas estructuras específicas (Figura 3).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

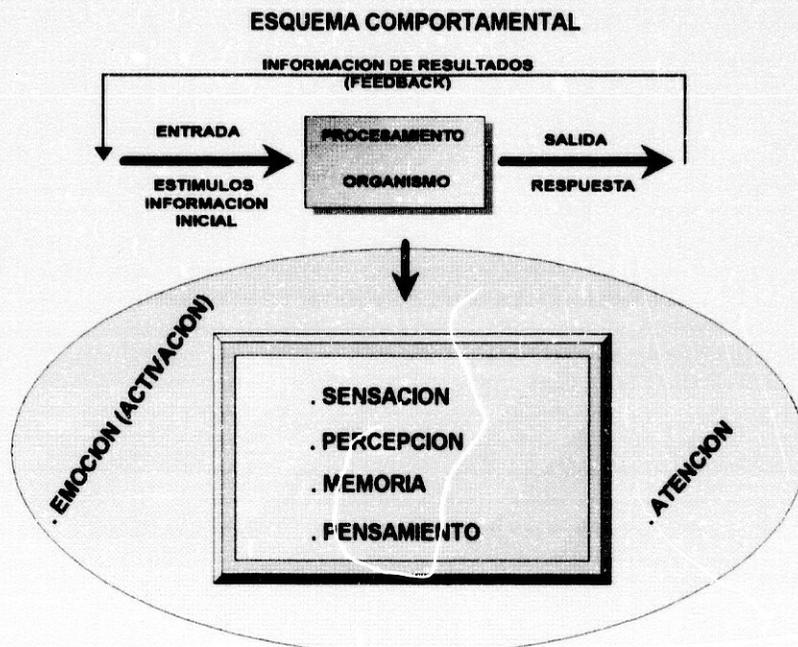


Figura 3. Desarrollo del esquema básico comportamental.

Estas unidades de información, una vez procesadas, hacen que se emita una respuesta que después de su confrontación con el medio pueden regresar al organismo como nuevas unidades de información (Feedback), para modificarlo y adaptarlo.

En éste diferenciamos dos niveles comportamentales el nivel cognitivo y el nivel activador.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

NIVEL COGNITIVO

Su función es procesar la información. Constituye un mediador activo entre los estímulos del medio y las respuestas del sujeto.

Las fases fundamentales de este nivel son:

Recepción: Capta la información del medio e identifica el estímulo. Incluye en sus fases los siguientes procesos:

Sensación: Los órganos especializados captan los estímulos del medio.

Percepción: Elaboración primaria de la información.

Memoria: Identificación de la información, asociación y almacenamiento de la información.

Programación: Preparación de la respuesta para planificar una estrategia a seguir (pensamiento)

NIVEL DE CONTROL

Su función es definir y seleccionar el nivel de ejecución en los procesos de control.

Activación: Determina el nivel de energía en los procesos.

Atención: Considerado como un aspecto direccional, realiza la selección de la información relevante del medio.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La importante consideración que este esquema comportamental da a la información permite considerar al organismo como un sistema de procesamiento de la información autorregulado a través del Feedback, lo cual va a constituir la variable experimental en el presente trabajo.

La respuesta y sus consecuencias en el medio se remiten de nuevo al organismo en forma de resultados mediante el proceso llamado de retroalimentación o de Feedback .

En general, las relaciones del nivel de programación motora con otros niveles del procesamiento de la información van a depender estrechamente del modelo explicativo usado. De esta forma, para explicar el mecanismo de procesamiento de la información ante situaciones de elección recurrimos al esquema de servosistema (Figura 4).

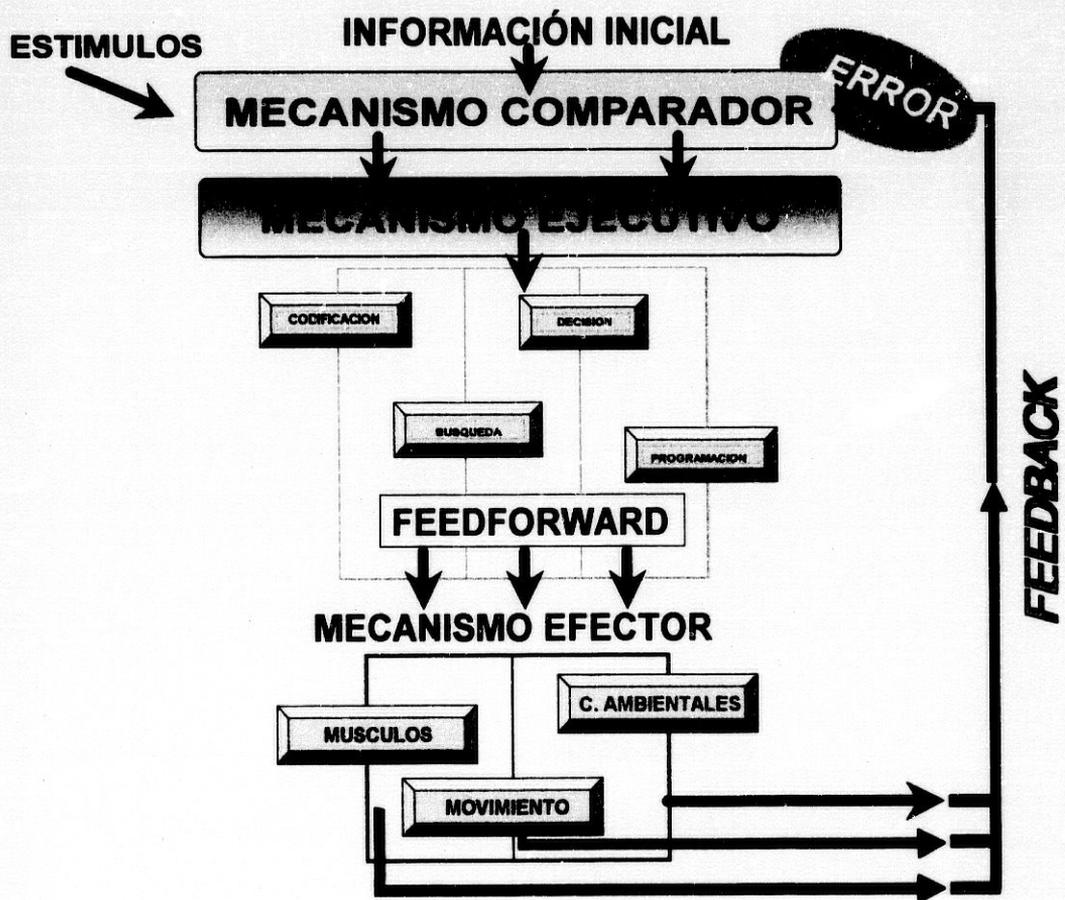


Figura 4. Esquema de bucle cerrado o servosistema.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De este modo se valora si es adecuado o no al estímulo recibido, y se almacena o se modifica en la memoria a través del proceso de aprendizaje. La metodología utilizada en este proceso determinará, en gran medida, el rendimiento o los resultados óptimos en situaciones determinadas, como puede ser la competición.

El sistema una vez recibida la información, identificada y almacenada, ha de elaborarla para programar la respuesta motora que deberá ejecutarse por el nivel efector, mediante un conjunto integrado de órdenes que se enviarán al sistema ejecutante para que la unidades neuromusculares actúen en un juego sincrónico tensión-relajación a lo largo de un patrón temporal (patrón neuromuscular).

Para estos constructos, el componente psicológico no es una copia fija del gesto físico que permanece durante todo el procesamiento, sino que debe definirse cada vez según las condiciones ambientales, entre las que la información dada, instrucciones previas e información de resultados (Feedback), cumplen un papel importante. Es importante el rol activo del sujeto durante la construcción del programa en cada ensayo y la flexibilidad en la relación de los niveles de procesamiento que podrían actuar paralelamente.

Los modelos más tradicionales se han basado en supuestos genético-biológicos, como ocurre con el ideo-motor o el del memory-drum (Henry & Rogers, 1960). Como alternativa para explicar las insuficiencias de este modelo restringido

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

de programa motor, nace el término programa motor generalizado (Schmidt, 1975), aceptado en una línea semejante por otros autores (Brooks, 1979; Keele, 1968). Del que derivarán otros términos como el de estructura coordinativa (Bernstein, 1947; Kugler et al., 1980; Turvey, 1977), el de control multiniveles (Greene, 1972), o el de esquema motor (Schmidt, 1975, 1992). Este último modelo se puede observar en la Figura 5, donde apreciamos en la parte superior los elementos más globales y organizados, mientras que la parte inferior está compuesta por elementos más susceptibles de adaptarse al medio o al Feedback.

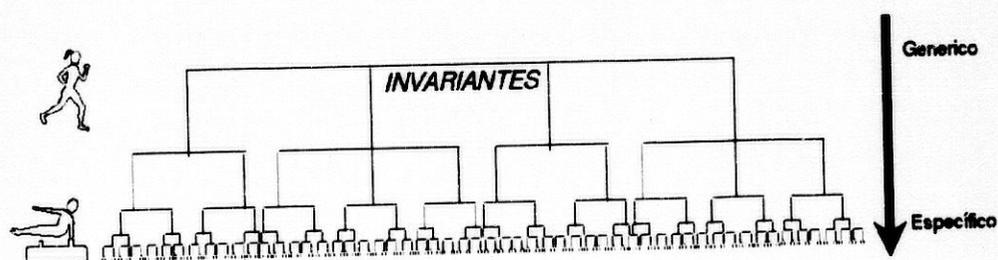


Figura 5. Organización del movimiento en memoria según el esquema motor.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Bajo esta perspectiva vigente, el control de la información sigue siendo una variable de importante consideración dentro del aprendizaje. El presente trabajo pretende comprobar sus efectos en una técnica deportiva concreta.

1.2. TIPOS DE FEEDBACK

Toda información que recibe el sujeto de su respuesta, que se produce durante o después del movimiento se denomina Feedback (FB). Schmidt (1992) distingue dos tipos: 1) FB Intrínseco y 2) FB Extrínseco.

1. Feedback Intrínseco.- Es el recibido a través de los canales sensoriales habituales, sin necesidad de un apoyo externo, o por el mecanismo de referencia corrector de errores. Para ello, el sujeto debe conocer previamente la descripción del gesto correcto. Puede servir como ejemplo una carrera de velocidad, donde los apoyos deban realizarse en el menor tiempo posible y con la total extensión de la pierna de impulso (Gutiérrez, 1988). Aquí el sujeto conoce esta particularidad de la técnica de ejecución y debe ser capaz de percibir este defecto para poder utilizarlo en la detección y corrección de errores.
2. Feedback Extrínseco o aumentado (Magill, 1994).- El FB Extrínseco, aporta una información suplementaria emitida por una fuente externa, ya sea el entrenador, experimentador o cualquier medio sofisticado que pueda orientar

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

al sujeto sobre su ejecución. Este FB puede ser proporcionado para su recepción a través de los distintos órganos de los sentidos, pudiendo, incluso derivar una clasificación bajo este criterio (auditivo, táctil, visual, gustativo y olfativo).

Schmidt (1992) distingue varias dimensiones del FB extrínseco:

- Concurrente, dado durante el movimiento y terminal presentado después del movimiento.
- Inmediato, proporcionado en el momento que termina el movimiento y retrasado iría suministrado cierto tiempo después de terminar el movimiento.
- Verbal, que es de forma hablada; y no verbal, que utiliza otros medios.
- Acumulado, sería el sumatorio de informaciones de la acción o acciones realizadas, y por otro lado el separado que representaría cada momento de las acciones ejecutadas aisladamente.
- Conocimiento de los resultados, que suele ser la información que se le proporciona al sujeto sobre el resultado de su acción, con respecto al objetivo que se pretende alcanzar (p.e. has realizao 10.23'' en 100 m.l.); y conocimiento de la performance, que va orientada hacia el patrón de movimiento de la acción, más que hacia los resultados a los medios necesarios para la perfecta ejecución (Figura 6).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

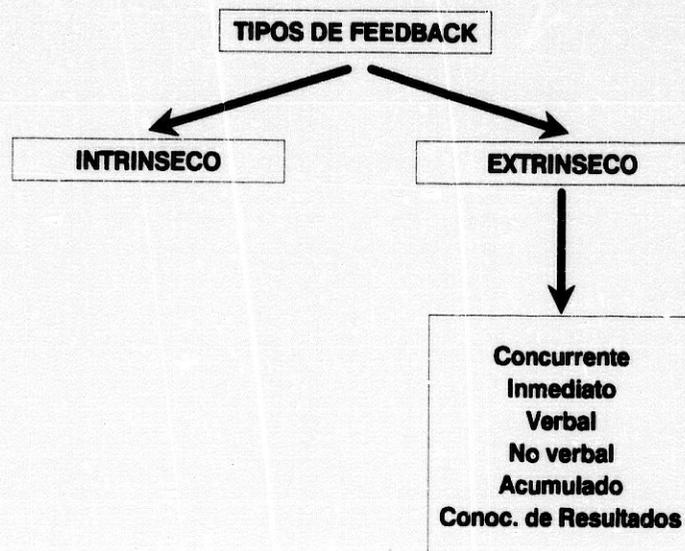


Figura 6. Tipos de Feedback.

Siguiendo la clasificación anteriormente expuesta, el gesto utilizado en el presente estudio tomaría las siguientes dimensiones: (a) sería un FB terminal, dado que se presenta al finalizar la tarea; (b) visual, pues es proporcionado gráficamente a través del sentido de la vista; (c) inmediato, pues es suministrado en el momento que finaliza el movimiento; (d) no verbal, ya que no se presenta en forma hablada; (e) separado, puesto que representa partes del gesto aisladamente; (f) conocimiento de los resultados, porque la información va referida al objetivo que se pretende alcanzar. Habría que añadir una denominación que realiza Magill (1994) como Feedback aumentado, ya que aporta información añadida a la que se recibe habitualmente por los órganos sensoriales.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3. VARIABLES CRÍTICAS DEL FEEDBACK EN EL APRENDIZAJE

Entre las variables más importantes que pueden incidir en el aprendizaje destacaremos: 1) La frecuencia de presentación, 2) La precisión, 3) La localización temporal y efectos de los intervalos interensayos.

1. Frecuencia.- Una de las variables que pueden afectar al aprendizaje a través de la información es la periodicidad en la presentación de la misma. La frecuencia absoluta está referida al número de veces que se presenta el FB a través de la práctica (Salmoni et al., 1984; Schmidt, 1992;) así, alternando un ensayo con información y otro sin ella, durante 10 ensayos, la frecuencia absoluta sería de 5. La frecuencia relativa indica el porcentaje de ensayos en el que el FB es suministrado (Salmoni et al., 1984; Schmidt, 1992;), para ello el número de FB debe ser dividido por el número de ensayos y multiplicado por 100 con lo cual hallaremos el porcentaje. En el caso anterior la frecuencia relativa sería $(5/10) \times 100 = 50\%$.

Los antecedentes sobre el estudio de esta variable se remontan a Bilodeau & Bilodeau (1958), quienes, en un experimento en el que la frecuencia absoluta permanecía constante (10 Feedback en todos los grupos) y la frecuencia relativa variaba (10%, 25% 33% 100%), concluyeron que el grupo de 100% de FB obtenía los mejores resultados. Por tanto, la frecuencia absoluta era importante para el aprendizaje, sin embargo la relativa era

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

irrelevante. Otra conclusión significativa, la provocaban los ensayos sin FB, que no contribuían al desarrollo de la habilidad.

Posteriormente Ho & Shea (1978) mantenían constante la frecuencia absoluta y manipulaban la frecuencia relativa. Aplicaron algo de lo que carecía el anterior estudio: el test de transferencia, mostrando que siendo en principio el grupo de 100% de FB el que obtenía mejores resultados al final de la práctica, al aplicar el test de transferencia, los grupos de menor frecuencia relativa obtenían los mejores resultados; revelando la frecuencia relativa como una importante variable del aprendizaje y contradiciendo de esta forma el estudio anterior. En esta investigación, a menor frecuencia relativa existía un mayor número de ensayos y, por tanto, los resultados podrían ser debidos a la cantidad de práctica.

Para subsanar estas dudas razonables, exponemos a continuación la investigación realizada por Winstein & Schmidt (1985, citados por Magill, 1986). En ella, el número de ensayos era idéntico para los tres grupos experimentales (200 ejercicios). Con ello se controlaba una posible variable contaminante como es la práctica. La frecuencia relativa era manipulada y los cambios en ésta eran acompañados de variaciones en la frecuencia absoluta. Establecieron tres grupos: (a) grupo de 100% frecuencia relativa, (b) grupo de 10% frecuencia relativa y (c) grupo de autoselección, donde el FB era

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

presentado únicamente cuando lo solicitaba el sujeto. Los resultados demostraron que, al igual que el estudio anterior, durante la práctica los mejores registros eran conseguidos por el grupo de 100% de frecuencia relativa; sin embargo, en el test de transferencia, el grupo de autoselección superaba al de 100%, y no existían diferencias significativas entre este último y el de 10%.

Estos resultados nos hacen pensar que la aplicación excesiva de información a través de los ensayos crea en el sujeto cierta dependencia de la misma y, una vez que se retira, el nivel de retención del aprendizaje no es demasiado alto. Sin embargo si el sujeto es capaz de independizarse de la necesidad de esa información, como ocurría en el grupo de autoselección del último estudio, el nivel de retención es mucho mayor.

2. Precisión.- Este aspecto se refiere a las modificaciones que podemos realizar en la exactitud del formato de la información. El FB puede darse acerca de la dirección del error o la magnitud del error. Planteando ambos tipos de información de forma conjunta incidiremos de forma más positiva en el aprendizaje P.e.: *has excedido tu tiempo de apoyo en 15 ms*. Cuando sólo aportamos información sobre uno de los dos parámetros planteados anteriormente, es preferible hacerlo sobre la dirección y no sobre la magnitud (Schmidt, 1992).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Así como no siempre la precisión en la información reporta efectos positivos en el aprendizaje, p.e: con niños, parece ser que puede perjudicar este aprendizaje (Newell & Kennedy, 1978; citado por Salmoni et al., 1984), se ha demostrado experimentalmente que sujetos entrenados mejoran sustancialmente ante un tipo de información cuantitativa (Trowbridge & Cason, 1932)

3. Localización Temporal del Feedback y Efectos de los Intervalos Inter-ensayos.- Otras variables que inciden en el aprendizaje son el tiempo que transcurre entre el ensayo y la presentación del FB y los intervalos de tiempo que pueden producirse entre los ensayos. Se han estudiado tres posibles variables: (a) Intervalo de retraso en la presentación del FB (IRFB), (b) Intervalo de retraso entre la presentación del FB y el siguiente ensayo (IRFB-E), (c) Intervalo de retraso inter-ensayos (IEE). Los estudios realizados bajo este paradigma han encontrado serias dificultades para diferenciar los efectos de los distintos períodos de tiempo, dado que si el IRFB varía y el IRFB-E es constante, el IEE variará; o si el IEE se modifica afectará a los otros dos parámetros con distinta medida, etc.

a) El IRFB sería la cantidad de tiempo que transcurre entre la terminación del ensayo y la presentación del FB. Este parámetro ha sido el más estudiado por los investigadores. Generalizando al hombre los estudios realizados con

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

animales, en los que el retraso de la recompensa perjudicaba el aprendizaje, puede utilizarse la lógica de que el retraso en la información puede verse afectado por una disminución en la memoria de la representación del gesto (Salmoni et al., 1984; Schmidt, 1992).

Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados bajo esta perspectiva no confirman esos hechos. En una revisión realizada por Salmoni et al. (1984), se muestra una interminable lista de investigaciones en las que no se encuentran efectos debidos a la modificación del IRFB, sólo en casos excepcionales se ha encontrado que, aumentando el IRFB disminuyen los resultados en el test de transferencia, y como plantea Salmoni et al. (1984) estos efectos pueden ser debidos a las modificaciones que provoca en el IRFB-E e IE los cambios en IRFB, más que a los efectos del IRFB en sí.

Es muy interesante el estudio realizado por Bourne y Bunderson (1963) donde no encuentran modificación en la ejecución de respuesta con una demora entre 0 y 20 segundos. Esta información puede ser clave a la hora de no producir efectos contaminantes en la variable dependiente cuando el sujeto demore unos segundos la visión de la información ofrecida.

Habría que destacar en este apartado los casos en los que la presentación del FB se retrasa uno o más ensayos. Las investigaciones

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

realizadas bajo esta perspectiva muestran que, cuando la FB no es inmediato y transcurren varios ensayos antes de la presentación de la información, existen mayores descensos del aprendizaje durante la fase de adquisición, sin embargo, al aplicar el test de transferencia el FB retardado revela los mejores resultados (Salmoni et al., 1984; Schmidt, 1992).

b) El IRFB-E es el tiempo transcurrido entre la presentación del FB y el siguiente ensayo. Durante este período de tiempo el sujeto ha recibido la información indicándole la magnitud del error del ensayo anterior, así, durante esta fase, procesará la información y generará la hipótesis para acercarse algo más en el siguiente ensayo a la respuesta correcta. Por tanto, parece claro que se necesitará un tiempo suficiente, después de la presentación del FB, para el procesamiento de dicha información. Además, habría que tener en cuenta que el tiempo de procesamiento de la información debe ser mayor con tareas complejas (Schendel & Newell, 1976). Investigaciones como la de Ramella & Weigand (1983) mostraron que los resultados decrecían con intervalos cortos de retraso en el IRFB-E (0.5 a 1 segundo) y que no existían diferencias entre los grupos con intervalos entre 3 y 15 sg de retraso.

Durante la fase de adquisición, cuando disminuye el intervalo IRFB-E no se observan efectos en el aprendizaje, sin embargo, al aplicar el test de transferencia esto solamente ocurre cuando el IEE es constante (Schmidt,

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1992). Los resultados sugieren que el IEE por sí solo es una variable crítica del aprendizaje, pero no hay que olvidar la evidencia de que cuando el IRFB-E es corto disminuye el aprendizaje (Salmoni et al., 1984).

c) El IEE es el intervalo de tiempo que existe entre dos ensayos, engloba el IRFB y el IRFB-E. Este parámetro ha sido objeto de una gran cantidad de estudios indirectos, especialmente sobre investigaciones orientadas hacia el comportamiento de sus componentes.

De la revisión realizada por Salmoni et al. (1984), se podrían generalizar los siguientes resultados: (1) cuando el IRFB-E es constante y el IEE varía con el IRFB, al aumentar el intervalo disminuye el aprendizaje; (2) si el IRFB es constante y el IE cambia con el IRFB-E, al incrementar el intervalo aumenta el aprendizaje; (3) en las investigaciones que han utilizado test de transferencia se han observado mejoras en el aprendizaje al aplicar dicho test, independientemente de la variable bloqueada.

De la literatura expuesta parece deducirse que el IE no debe ser excesivamente corto. A pesar de todo, estas variables no han sido suficientemente investigadas, y menos aún, utilizando tareas de diferente complejidad. Por tanto, consideramos que aún faltan datos para poder entender las incidencias de estos intervalos durante el aprendizaje.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.4. LA ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN COMO ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

La mejora del rendimiento deportivo conlleva la utilización de diferentes métodos de entrenamiento controlando los efectos que producen en el deportista. Aunque este control puede ser tratado desde la óptica pseudocientífica, basándose exclusivamente en la experiencia personal, desde principios de siglo, el alto grado de competencia, ha hecho que tenga que abordarse desde un criterio científico, incorporándose a su estudio ciertas ciencias interdisciplinares, las cuales han permitido conseguir los resultados que requiere el deporte de alta competición.

El papel que ocupan cada una de estas ciencias en el mundo del deporte tiene una relación directa con la incidencia de las variables que manipulan respecto a la mejora de los resultados de cualquier deportista. Las variables más relevantes caracterizadas por un desarrollo científico y tecnológico propio, se podrían clasificar en cuatro grupos, según el área de conocimiento que las estudia: (a) Fisiología que trata de describir y explicar los cambios funcionales que provoca en el organismo el ejercicio, con objeto de mejorar la respuesta; (b) Kinantropometría, cuyo objetivo es establecer relaciones de eficacia entre los parámetros antropométricos y el gesto o gestos deportivos que se han de realizar; (c) Biomecánica, que busca la máxima eficiencia en el movimiento a través del estudio y aplicación a las técnicas deportivas de las leyes mecánicas; y (d) Psicología Deportiva que, bajo el concepto genérico de modificación de conducta motora competitiva, ha desarrollado una serie de técnicas orientadas hacia el control comportamental de los deportistas que necesariamente

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

tienen que enfrentarse a situaciones especiales. En esta última, y bajo el paradigma de la retroinformación (FB) para conseguir una efectiva modificación de la conducta motora competitiva, se centra el estudio de esta tesis. El principal objetivo del FB es mejorar la respuesta, y por tanto, el aprendizaje del gesto deportivo, esto se puede conseguir gracias a los efectos que se han observado en el sujeto cuando se le da esta información suplementaria:

1. Efecto Motivacional.- El FB tiene un papel importante en el aumento de los niveles de activación o motivación hacia la tarea. Cuando se administra la información, el sujeto está más interesado en la tarea, su trabajo se endurece, y los efectos persisten durante más tiempo una vez que la información es retirada (Crawley, 1926; Elwell & Grindley, 1938; citados por Salmoni et al., 1984). Incluso se ha observado un efecto equivalente a una forma de refuerzo o recompensa (Bilodeau & Bilodeau, 1958; Magill, 1985), que podría afectar a la motivación. Lo que está claro es que la motivación por sí misma es una variable crítica del aprendizaje, y cualquier factor que la mejore intensificará el aprendizaje (Schmidt, 1992).
2. Efecto Direccional.- Otra de las consecuencias del FB es que dirige al sujeto hacia una respuesta correcta, informándole de la misma y la dirección que debe tomar la siguiente respuesta para mejorar el movimiento. El FB no

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

provee un fortalecimiento directo de la respuesta, pero lo crea indirectamente guiando a la persona hacia la correcta acción (Schmidt, 1992).

3. **Efecto Asociacional.**- El FB tiene la propiedad de procurar una asociación entre el estímulo y la respuesta. Uno de los puntos de vista de ésta se refleja en la teoría del esquema de Schmidt (1975), donde el conocimiento de los resultados tiene la intención de operar conjuntamente, así como en las formas que Adams (1971) había sugerido. En la teoría del esquema, considerando que los movimientos rápidos son controlados por programas motores, la persona puede asociar la información recibida sobre el ensayo ejecutado con los parámetros del programa motor necesarios para conseguir el éxito en el resultado de la ejecución.

1.5. FUNCIÓN DE LA ATENCIÓN

La psicología actual sitúa la atención entre la cognición y la activación. Básicamente, lo podemos interpretar como una función que mantiene el control sobre todas las fases del procesamiento de la información, seleccionando la estimulación relevante, incrementando o disminuyendo los niveles de activación del sistema y, con ello, la eficacia en las distintas fases de control (codificación del estímulo, organización de la respuesta y ejecución de la respuesta). Los modelos clásicos han entendido el valor de la atención como una capacidad de signo biológico que desaparece con la automatización de ese gesto, el más extendido es el de memory-drum (Henry & Rogers, 1960).

Henry (1960) estudió la atención de forma particular en el preparatory-set, o instrucciones previas para orientar la atención a la aparición del estímulo o a la ejecución del movimiento. Recientemente, se ha estudiado el problema bajo los modelos atencionales flexibles, Inomata (1980), Oña (1989a, 1989b, 1990), y Wrisberg & Pushkin (1976); demostrando que la atención en el movimiento se debe entender como una habilidad cognitiva que puede permitir aprender a procesar la información en paralelo y que no está limitada por mecanismos biogénéticos.

1.6. HABILIDADES MOTORAS

Aún siendo el significado del vocablo habilidad motora problemático cuando recurrimos al lenguaje cotidiano, en nuestro ámbito, este concepto debe ser definido con mayor precisión. Knapp (1963) afirma que, en Educación Física, el término habilidad motora puede utilizarse en muchos sentidos diferentes: acto debido, en buena medida, a un proceso de maduración del organismo, como la marcha, la carrera, el salto, etc.; acto cuyo objetivo es lograr un patrón de movimientos considerado técnicamente bueno; acto o todo un conjunto de acciones en las que existe un objetivo o una serie de objetivos bien definidos.

Para nosotros, el concepto habilidad motora se precisa más adecuadamente con la definición de Gutthrie (1952), que la determina como la capacidad, adquirida por aprendizaje, de producir resultados previstos con el máximo de certeza y con el mínimo tiempo, energía, o de los dos. Esta definición, que se ajusta perfectamente a los objetivos de nuestra investigación, debe tenerse en cuenta para cuando posteriormente sea definido el gesto base de nuestro estudio.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.6.1. El Problema de la Complejidad Motora

La complejidad del gesto constituye una de las variables más significativas para posibles manipulaciones experimentales, aunque presenta el problema de la indefinición del término complejidad (Klapp et al., 1974; Ivry, 1986). Las investigaciones realizadas han tomado distintos parámetros como índices de complejidad y, a pesar de que parece claro que el aumento de complejidad del gesto debe incidir en el aumento del tiempo de procesamiento, los resultados son contradictorios.

1.6.2. Control de Variables en la Habilidad Motora Objeto de Análisis

Es indudable que, según sea el tipo de habilidad las técnicas de registro aplicadas serán diferentes. Aunque no sea el objetivo de este trabajo definir el tipo de gesto más apropiado para su análisis, es necesario considerar ciertas variables propias del movimiento deportivo para poder aplicar el sistema de análisis propuesto con cierta fiabilidad.

Sería una tarea inútil analizar gestos deportivos que no poseen un alto grado de estabilidad en su ejecución. Aquellos que están en un período inicial de aprendizaje no poseen el programa motor (Henry & Roger, 1960) adecuado a la eficacia prevista. En estas condiciones se considera que se está desarrollando un ajuste de las variables del programa, por lo que los valores obtenidos durante el registro de algunas de estas variables posiblemente no se vuelvan a repetir en

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

sucesivas ocasiones. Para controlar el grado de estabilidad de un gesto se debe considerar como parámetro de medida el tiempo de participación de algunas variables mas significativas del programa motor en estudio, consiguiendo una cierta consistencia temporal y utilizando la desviación típica de los tiempos de movimiento intrasujeto sobre la medida que tiene cada sujeto (Newell et al., 1979; Schmidt, et al., 1979). Schmidt et al. (1979) utilizó estas mismas técnicas estadísticas para calcular la consistencia temporal, utilizando como medida el tiempo de aplicación de fuerzas.

El grado de activación del deportista se puede considerar como una variable contaminadora durante el registro de los parámetros de eficacia del gesto deportivo. Será necesario establecer una situación concreta donde la motivación del sujeto que se analiza se mantenga en unos niveles estables, aunque es realmente complejo valorar este parámetro. Durante su actividad deportiva se pueden elegir situaciones donde, supuestamente, la motivación es máxima, como las competiciones que son especialmente importantes y donde el incentivo de ganar genera un grado de activación que podemos considerar máximo en deportistas de elite. El hecho de utilizar un sistema de registro y la situación experimental puede incidir positivamente en este aspecto.

Ciertas variables, como el equipamiento propio de los sujetos experimentales, suponen contingencias internas que se controlarán utilizando idéntico instrumental. Consideraremos como contingencias externas el equipamiento de la instalación

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

donde se desarrollará la toma de datos, la meteorología, altitud, etc. y que se deben controlar realizando el registro en el mismo tiempo y lugar.

Finalmente, la elección de un gesto debe también responder a ciertas consideraciones teóricas sobre los mecanismos explicativos de los actos motores. Actualmente, existen dos teorías principales que intentan explicar el control de los actos motores, una que se puede considerar periferalista y otra centralista. La primera teoría, denominada de control periférico (Rigal, 1987), propone que el control del movimiento descansa sobre las aferencias que, por el juego de bucles de Feedback, generan el desarrollo del movimiento excitando o inhibiendo los diferentes circuitos nerviosos en el momento oportuno. Esta teoría es aplicable básicamente a los movimientos lentos o de cocontracción donde se activan, de forma simultánea, los músculos agonistas y antagonistas desarrollando uno de ellos mayor fuerza para que exista movimiento. En la segunda teoría, denominada de control central, se propone que los mecanismos nerviosos encefálicos procesan todos los parámetros de la iniciación o del desarrollo del gesto sin el concurso de reaferencias periféricas (Rigal, 1987). Este modo de regulación es aplicable básicamente a los movimientos rápidos o realizados a máxima velocidad, donde existe una explosión de la actividad muscular agonista seguida de una relajación durante la cual el movimiento continúa a causa del impulso inicial.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En base a lo expuesto, la mayoría de los gestos deportivos están sujetos a dos formas de control, según existan o no reafeerencias (Schmidt, 1992). En el primer caso, será de bucle cerrado, donde se mantiene un control continuo del gesto. En el segundo caso será de bucle abierto, basado en una programación anterior del gesto sin poder modificarlo durante su desarrollo. Parece claro que, si lo que se pretende es buscar un movimiento lo suficientemente estable en su ejecución, ha de ser un gesto que de acuerdo con la teoría del control central se adapte al tipo de bucle abierto, donde se supone que previamente se establece un programa motor determinado que no puede modificarse durante su ejecución.

1.7. APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO DE FEEDBACK EN LA SALIDA ATLÉTICA DE VELOCIDAD

El efecto de la información previa sobre la eficacia motora de las salidas en especialidades cíclicas como la natación y el atletismo (Maglischo, 1982), ha despertado un elevado interés en los especialistas.

El procesamiento de la información que conlleva este tipo de gesto ha sido centro de interés de los entrenadores, con objeto de optimizar sus componentes temporales, acortándolos a través del control de la información previa y/o de retroinformación (Feedback). Antecedentes en los primeros estudios experimentales así lo demuestran (Henry, 1952; Nakamara, 1934).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La salida en una carrera de velocidad es un momento particular, siendo un factor a tener en cuenta para el rendimiento óptimo de la prueba. Una buena salida es la mejor garantía de éxito en la carrera, y es frecuente que la victoria dependa de su ejecución (Billouin, 1982)

Una correcta puesta en acción no supone forzosamente ganar una carrera, sin embargo, quedarse atrás en ese instante puede llevar a la derrota, ya que el atleta parte desde el comienzo con menos posibilidades que sus contrincantes.

Las características de una buena salida son:

- a) Una reacción inmediata al disparo de pistola
- b) Una acción rápida sobre los bloques de salida.
- c) Un encadenamiento de zancadas que le permitan una rápida aceleración, recorrer el máximo espacio y estar en el menor tiempo a la velocidad máxima (Dyson, 1980).

El instante de la salida no es un factor aislado de la carrera de velocidad, lo que tratamos de obtener con ella es una puesta en marcha rápida que le permita al

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

atleta la mejor aplicación de fuerzas desde su inicio (Gil, 1978). De investigaciones anteriores se deduce que la carrera de velocidad se compone de cuatro fases:

- a) Fase de reacción
- b) Fase de aceleración
- c) Fase de máxima velocidad
- d) Fase de resistencia de velocidad (Zieschang, 1982).

La media que emplean los velocistas en su tiempo de reacción, se sitúa entre las 200 y las 300 milésimas. Atletas, como Carl Lewis, han sido capaz de rebajar esta marca hasta 127 milésimas.

1.8. INTERACCIÓN ENTRE EL TIEMPO DE REACCIÓN (TR) Y EL TIEMPO DE MOVIMIENTO (TM)

Entendemos por Tiempo de Reacción el tiempo que media entre el estímulo y el inicio de la respuesta motora del sujeto. El Tiempo de Movimiento, es el lapso que transcurre entre el inicio y el fin de la acción. Podemos dividir cualquier acción motora en diferentes Tiempos de Movimiento, según las fases que interesen para su estudio. Para medir estos parámetros es necesario hacerlo con una precisión de milisegundos. La Respuesta de Reacción global, esta constituida por la adición del Tiempo de Reacción y los Tiempos de Movimiento (**Figura 7**).

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La medición conjunta del TR y el TM, ha sido motivo de numerosas investigaciones con objeto de comprobar si los individuos con menor TR coinciden sistemáticamente con menor TM.

Los resultados en este campo son, cuanto menos, contradictorios, existiendo varios investigadores que no han encontrado correlación entre ambos parámetros (Henry, 1960, 1961; Fitts & Patterson, 1964; Ells, 1973); mientras que otros resaltan dicha correlación (Kerr, 1982; Hodgkins, 1962; Laszlo & Livesey, 1977; Chamberlin, A. & Magill, R.A., 1989). En cualquier caso, ambos parámetros pueden verse afectados por variables que mejoran diferencialmente cada uno de ellos (Inomata, 1980; Roca, 1983). Inomata (1980), Arellano & Oña (1987a) y Oña (1989) encontraron modificaciones en estos parámetros utilizando como variable la orientación atencional.

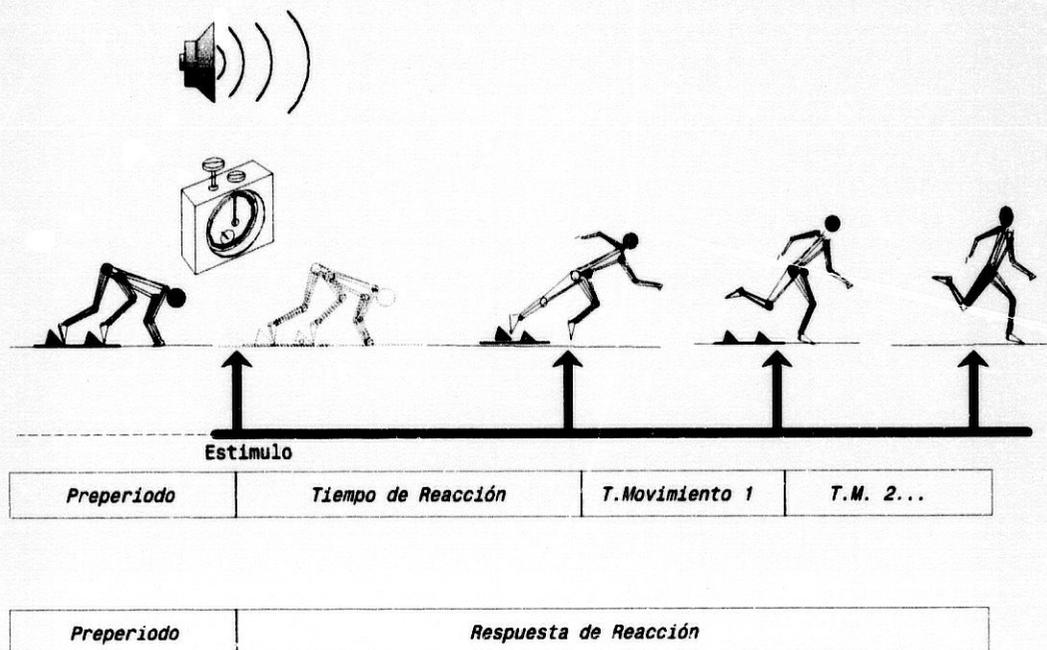


Figura 7. Componentes de la Respuesta de Reacción en una salida atlética de velocidad.

1.8.1. Preperíodo (PP): Anticipación e Intensidad y Modo de Estímulo

Un parámetro importante a tener en cuenta y que puede afectar de forma importante en la Respuesta de Reacción (R.R.), es el intervalo de tiempo transcurrido entre la señal de aviso y la aparición del estímulo de salida, a esto se le llama Preperíodo (PP). El PP se compone de tres partes claramente diferenciadas y con unas funciones específicas:

1. La Señal de Aviso.- El sujeto a través de los distintos ensayos va a tener una atención fluctuante, esto puede causar variaciones importantes en los registros, por ello Teichner (1954) aconseja como método para mejorar y direccionar la atención iniciar cada ensayo con una señal de aviso. Crabtree & Antrim (1988) recomiendan que la señal sea auditiva, emitida desde una

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

posición central y de corta duración. Este aspecto se utilizará de forma específica en el trabajo que aquí se presenta.

2. El Tiempo Transcurrido entre la Señal de Aviso y de Inicio.- Los conceptos TR y RR están vinculados al procedimiento de aleatorización de este proceso (Roca, 1983), si esto no se realiza y este período permanece constante, el sujeto puede predecir la aparición del estímulo, con lo que puede provocar una conducta anticipatoria. Aunque no es el objeto de este estudio, las investigaciones sobre anticipación son de gran interés para los deportes que requieren esta cualidad, la realidad es que estos trabajos pueden ser considerados como una variante de los estudios sobre TR, con la diferencia de la estabilidad del PP.

La relación entre el TR y la variabilidad del PP ha sido investigada por varios autores, observándose que, cuando el PP es variado al azar, la media del TR es más alta cuando aquél aumenta (Klemmer, 1956; Drazin, 1961). Por otro lado también se ha comprobado que las medias del TR son directamente proporcionales a la incertidumbre de los sujetos referente al tiempo entre los estímulos (Klemmer, 1957; Drazin, 1961; Reynolds, 1966; Kerr, 1982), a pesar de ello, parece ser que cuando el PP es de corta duración no existen diferencias significativas (Possamai, 1980), y, además, se obtienen mejores resultados en TR, mientras el TM permanece constante (Wrisberg, 1981). En este sentido Schmidt (1992) expresa que con PPs constantes y de corta

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

duración, después de varias sesiones de práctica, el sujeto puede llegar a emitir la respuesta simultáneamente con el estímulo.

Como podemos apreciar, la aleatorización del PP es esencial en los estudios de la RR, no existe un criterio estándar en cuanto a los intervalos de tiempo que deben de existir entre las dos señales; p.e; Crabtree & Antrim (1988) aconsejan periodos de 0.5 a 5 sg, Possamaï (1980) entre 1.5 a 3 sg, Shea & Morgan (1979) utilizaron variaciones de 1 a 5 sg en su experimento, Ohtsuki (1981) 1 a 3 sg, Schultz et al. (1987) 1 a 4 sg, Schmidt & Stull (1970) 2 a 4 sg, y Ramella & Wiegand (1983) y Sidaway (1988) 0.5 a 3 sg. No obstante, como podemos observar, no existen grandes diferencias entre los intervalos utilizados.

Se ha realizado un estudio observacional analizando vídeos para establecer el intervalo de preperiodo aleatorio que utilizan los Jueces. En éste trabajo se obtienen como conclusiones que la mayoría de los tiempos entre la posición estática de listos y la salida se encuentra entre 0,5 segundos como mínimo y 2 segundos como máximo.

3. El Estímulo de Salida.- Puede tener una gran importancia en la RR. En función de la modalidad del órgano sensorial estimulado variará el TR. El orden establecido en cuanto la rapidez es el siguiente: audición, tacto, visión, dolor, gusto y olfato (Sage, 1977, citado por Roca, 1983). En un estudio realizado por Davis (1957, citado por Roca, 1983) se comprobó que, en caso

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

de un estímulo auditivo, el impulso era captado en el contexto cerebral al cabo de 8 a 9 milésimas de segundo, mientras que con un estímulo visual se tardaba de 20 a 30 milésimas de segundo. Otra de las variables que puede incidir es la intensidad del estímulo, siendo más breve el TR cuanto mayor sea la intensidad del mismo (Roca, 1983). Crabtree & Antrim (1988) sugieren que el estímulo sea idéntico de intensidad y color en todos los ensayos del estudio.

1.9. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA SALIDA

La salida de velocidad, delimitándola desde que aparece el estímulo hasta el primer apoyo en la pista, se define inicialmente como una situación bajo el modelo de bucle abierto, podríamos considerarlo como de estimulación unívoca, pues existe un solo estímulo para una respuesta motora única, de corta duración (menos de 1200 milisegundos) y de máxima velocidad de ejecución.

Esta habilidad puede considerarse como motora gruesa que, como expresa Magill (1985), es la que implica la musculatura básica y primaria del movimiento; en ella la precisión en el movimiento no es importante para la ejecución final. El sistema no posee el mecanismo de referencia ni los anillos de retroalimentación, sólo existen unos objetivos, marcados por la información inicial, que dictan al nivel ejecutivo y al efector como actuar inmutablemente en cada ejecución hasta que un agente externo modifique esos objetivos.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nos encontramos ante un sistema de movimiento que se ejecuta con extremada rapidez, cerrado y discreto.

Al establecer un formato de aporte de información interensayo que, utiliza la información de una ejecución para corregir la próxima, el sistema pasará a ser considerado de bucle cerrado. Precisamente, los servosistemas son los modelos más útiles para aplicar al entrenamiento o al aprendizaje de conductas motoras.

Desde el punto de vista biomecánico, se busca producir un desequilibrio pasando de una posición estática a otra dinámica en el menor tiempo posible. (Gutiérrez, 1988).

Las fases de la misma son (Shmolinsky, 1981):

1. Posición después de la señal de a sus puestos.

Las manos apoyadas detrás de la línea de salida (sin llegar a tocarla), con los dedos pulgares orientados hacia dentro y los demás hacia el exterior (o flexionados). Los brazos estirados y perpendiculares a los hombros. La cabeza permanece paralela a la línea de carrera mirando al suelo y la columna ligeramente arqueada, lo que facilita la elevación de la pelvis en el empuje. Los bloques de salida se encuentran a distintas distancias, dependiendo del tipo de salida; a modo de referencia el delantero a dos pies de la línea y el trasero a tres pies o tres pies y medio de la

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

misma, con el bloque trasero más inclinado que el delantero. Se coloca en el suelo la rodilla de la pierna posterior y se eleva algo la pierna adelantada, que normalmente es la pierna de salto.

2. Posición de listos.

A la voz de listos, el corredor ocupa la posición óptima para salir con decisión. La rodilla retrasada abandona el suelo para colocar la pierna en unas condiciones de impulsión ideal, las características principales de esta postura son: las caderas se elevan algo más que el eje de los hombros, aunque este factor depende del tipo de salida; al mismo tiempo el peso del cuerpo se desplaza hacia adelante; las plantas de los pies se mantienen en contacto con los bloques: las puntas de los pies deben de tocar el suelo; la pierna adelantada suele tener un ángulo de $80/90^\circ$, y la posterior de $100/130^\circ$; la respiración se retiene mientras suena el disparo, con tensión general del cuerpo sin tensiones excesivas o parásitas, en este instante el corredor está prevenido para liberar tan rápidamente como le sea posible esta tensión debida a la posición con el centro de gravedad ligeramente adelantado, y que reposa sobre las manos y pie delantero. Debe existir una toma de sensaciones musculares mientras que acecha la señal de partida.

3. Señal de salida.

Cuando suena el disparo, el velocista trata de reaccionar con la mayor rapidez posible para librarse de su posición de partida. A la señal de salida se separan las

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

manos del suelo mientras presionan enérgicamente los pies contra los bloques. Iniciación inmediata del movimiento de los brazos. El brazo más próximo al bloque adelantado se lanza hacia adelante y el otro se mueve hacia atrás. Esto, no sólo es indispensable para mantener el equilibrio en el momento de la puesta en acción, sino que facilitará la rapidez de ejecución de las piernas. Simultáneamente, se lleva rápidamente la pierna interior hacia arriba y se estira enérgicamente la adelantada. La impulsión de la pierna retrasada es más potente. Es también la que realiza la primera zancada. La pierna adelantada, aún apoyada, ejerce también un fuerte empuje que se prolonga y asegura el mantenimiento del equilibrio. Cada corredor debe ajustar sus bloques de salida en función de las sensaciones de equilibrio y de potencia ideal que descubre tras múltiples ensayos. Debe sentirse, ante todo, cómodo en los mismos.

1.9.1. Tipos de salida en los 100 m.

En función de la técnica adoptada, se usan dos posiciones de salida (**Tabla 1**): la agrupada y la media. Las diferencias se encuentran en la distancia de los bloques de salida entre sí y de éstos a la línea de salida; y el grado de inclinación de los mismos.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tabla 1. Tipos de salida en la prueba atlética de velocidad.

Agrupada	
Bloque delantero	61 cms.
Bloque Trasero	76-83 cms.

Media	
Bloque delantero	52-61 cms.
Bloque Trasero	91-107 cms.

Algunas investigaciones demuestran que la posición de salida media produce una mayor velocidad inicial que la agrupada, por una mayor distribución del peso del cuerpo sobre los apoyos. Es posible que por esta razón los velocistas utilicen más la posición media que la agrupada, aunque insistimos en la necesidad de adecuar la técnica al biotipo de cada uno. El velocista automatiza un tipo de salida adecuado a sus características.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.10. OBJETIVOS

Una vez ofrecido el panorama actual científico sobre las cuestiones planteadas, se hace necesario diseñar una investigación con el fin de establecer el procedimiento más conveniente para poder ser aplicado a la mejora de ciertas habilidades deportivas.

Los objetivos específicos que tratamos de conseguir con este trabajo se concretan en los siguientes apartados:

1. Desarrollar un sistema de registro, control y administración de información, totalmente automatizado y aplicable a diferentes situaciones deportivas de Respuesta de Reacción.
2. Adaptar a la pista y al gesto de la salida de velocidad de atletismo el sistema instrumental previamente desarrollado en el laboratorio con atletas de competición.
3. Tratar de comprobar el efecto diferencial de los distintos niveles de información de resultados (feedbacks) sobre los intervalos de la Respuesta de Reacción, con objeto de optimizar los componentes temporales del gesto de la salida de velocidad en atletismo.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4. Establecer la relación existente entre los diferentes parámetros de la Respuesta de Reacción.

5. Determinar qué tipo de Feedback es el más adecuado para mejorar la Respuesta de Reacción en la salida bajo un sistema automatizado.

CAPITULO 2

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA VALORACIÓN Y CONTROL DE RESPUESTAS MOTORAS DE REACCIÓN

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA VALORACIÓN Y CONTROL DE RESPUESTAS MOTORAS DE REACCIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de medida que se realiza en una disciplina científica es necesario eliminar el error generado por cualquier elemento que pueda contaminar la validez de los datos. Como ejemplo del citado error, citaremos el producido por el sistema instrumental o la variabilidad de apreciación del factor humano. La valoración del tiempo en movimientos explosivos, necesita una precisión de milisegundos. Esta característica hace insuficiente la utilización de los sistemas clásicos cronoscópicos de medida. Por ello debemos orientarnos al empleo de elementos automáticos de registro. Los sistemas computerizados, ofrecen una alternativa eficaz equiparable a los sistemas de cronometraje electrónico, con la posibilidad añadida de almacenar y operar con los datos.

En la fase inicial del trabajo, nos centramos en la creación de un sistema programable en un computador para la valoración de los parámetros de la respuesta de reacción. Una de las principales ventajas de este sistema ha sido el de su completa automatización.

Automatizar significa controlar y regular los procesos sin intervención de agentes externos incluido el factor humano (Gallistel, 1980). Un **sistema automático** es una disposición de elementos físicos conectados entre sí, de manera que actúan y se **autorregulan** ellos mismos, sin precisar agentes exteriores (Langill, 1965).

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

El control y la presentación de estímulos, el **registro** de los componentes de la respuesta motora, su **análisis** y **almacenamiento** pueden realizarse de una forma precisa, económica y con mayor potencia, si todos los procesos se **integran** en un sistema instrumental automatizado. Este proceso permite además, utilizar los resultados como **retroinformación** (Feedback) para el entrenamiento de los distintos componentes temporales de la conducta motora objeto.

La tecnología de la computerización y la electrónica hacen hoy posible este sistema reduciendo los parámetros y procesos necesarios a **señales digitales** de información. Para que el citado sistema funcione sin incertidumbres es necesario definir las unidades de medida utilizando las más operativas y precisas.

El sistema debe ser también programado para facilitar al sujeto una **información clara, precisa y significativa**.

Utilizando un sistema computarizado de análisis temporal, se facilita el control de registro en todos los parámetros de la respuesta de reacción; permitiendo también acercarse a los procesos de simulación donde el sujeto podría llegar a percibir situaciones análogas a las planteadas en una competición deportiva, pudiendo responder ante ellas con el mismo repertorio de conductas motoras que se producen en el campo de juego.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

2.2. Descripción del sistema

Atendiendo a los principios mencionados de automatización y no existiendo en este campo grandes desarrollos específicos de la investigación, era necesario realizar un sistema integralmente automatizado basado en la computación. El sistema se ha realizado con el fin de aplicarse a cualquier tipo de habilidad cuyo objeto de estudio sea la Respuesta de Reacción.

Para su exposición, y sin perder el concepto de la integración de sus elementos, lo dividimos en tres partes fundamentales:

Descripción del Hardware: Donde detallaremos los elementos físicos y su conexión.

Descripción del Software: Donde se expone las características del programa informático que controla automáticamente el proceso.

Aplicaciones en el ámbito deportivo: Donde se exhibe a modo de ejemplo, algunas de las aplicaciones en el campo de la mejora del rendimiento deportivo.

2.2.1. Descripción del hardware

2.2.1.1. El análisis de los registros a través de las tarjetas convertidoras A/D.

La revisión de literatura sobre sistemas de registro automatizados en la medición de parámetros temporales, detalla un material basado en la programación de un interface entre ordenador y periféricos de entrada (Oña, 1987; Martín y Serra

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

1990). Este interface cumple la misión de transformar las señales de tipo analógico a digital y, por lo tanto, ya procesables por el computador. (Figura 8)

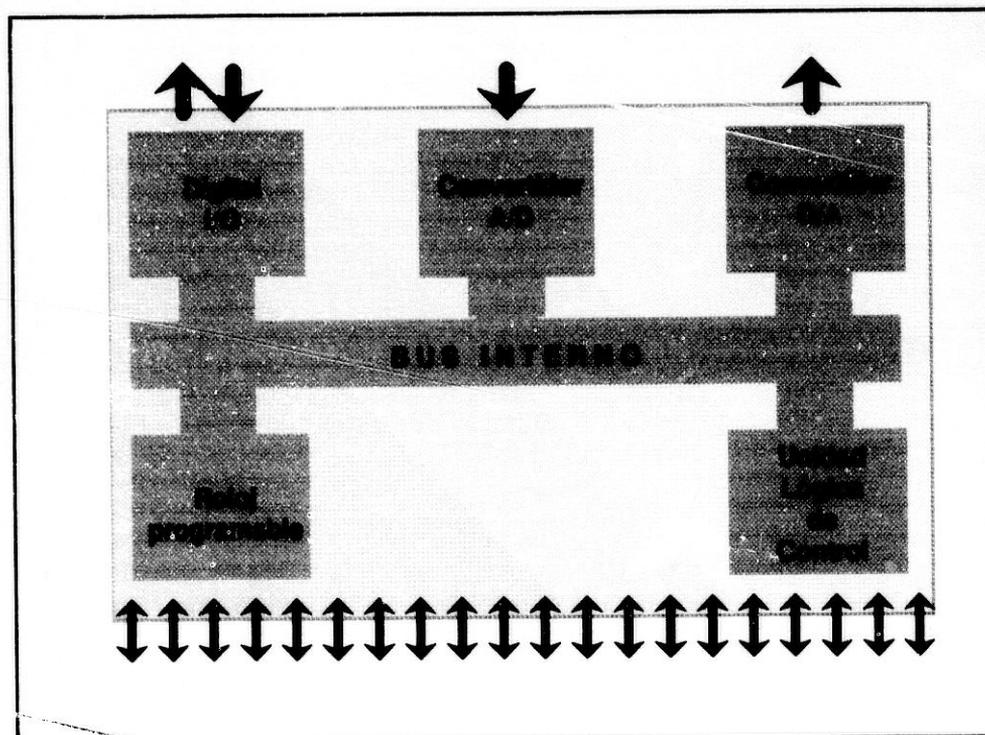


Figura 8. Estructura de la tarjeta convertidora A/D-D/A-I/O.

En el análisis de los componentes de la respuesta de reacción se utilizan, como periféricos de entrada, dispositivos para el registro de tipo binario, esto es, discriminando únicamente entre dos niveles de señal. Ello es debido a que no se precisan obtener valores analógicos intermedios, sino la única detección de un cambio de estado de señal sobre un nivel basal (sistema binario) en un continuo de tiempo.

La función de ese sistema es, básicamente, la de transferir la señal activa de una fuente continua de 9 voltios a través de los interruptores de registro para,

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

posteriormente, conectarla al acceso de la tarjeta convertidora analógico digital. La masa se conduce directamente de la fuente de alimentación estabilizada al interface.

Con esta estructura, la tarjeta convertidora procesa un nivel de señal alto de 9 voltios, correspondiente a la situación de circuito cerrado, y otro nivel bajo de 0 voltios o circuito abierto.

El computador es programado para la emisión del estímulo que marca el inicio del registro y, posteriormente, detectar los valores temporales en que se producen estos cambios con una precisión de milésimas de segundo.

Los interruptores que se aplican son una barrera de células fotoeléctricas y una alfombrilla discriminativa de presión, aunque pueden adaptarse de otro tipo.

El sistema de análisis automatizado, aplicado a la medida de las componentes de la Respuesta de Reacción, que utiliza los elementos mencionados se puede apreciar en la **Figura 9**.

Debido al funcionamiento de las rutinas de programación del interface, es necesario introducir en la memoria todos los datos registrados con la frecuencia requerida. Los valores en unidad de microvoltios sincronizados no son idénticos en las muestras de los canales, a causa de las pequeñas variaciones provocadas por la fuente de alimentación y señales parásitas que se unen a la información. Por ello, antes de discriminar entre valores altos y bajos de la señal, se hace necesario aplicar

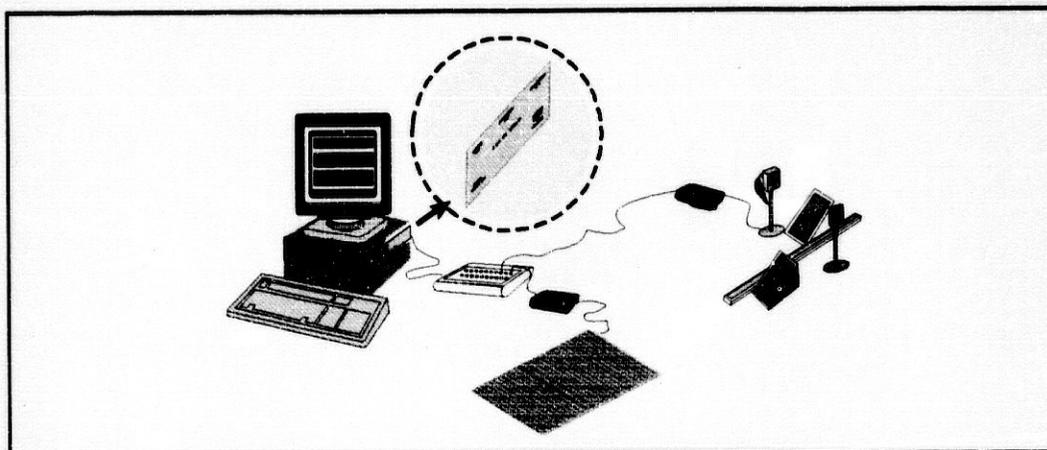


Figura 9. Sistema de registro basado en tarjetas convertidoras Analógico-digitales.

un ajuste estadístico de los datos con el fin de distinguir sólo dos tipos de registro. El programa, por lo tanto, utiliza un tiempo significativo para procesar la información y encontrar los puntos de cambio.

Es fundamental, tener un espacio apropiado libre dentro de la carcasa del ordenador para colocar la tarjeta convertidora. Por ello, este sistema impide el uso de computadores autónomos u obliga a dotarlos con elementos especiales de expansión. También se necesitan configuraciones basadas en grandes cantidades de memoria, por la razón evidente de proceder a almacenar mil datos por canal en cada segundo. Otro aspecto a considerar es la limitación de compiladores en los lenguajes de programación a los determinados por el fabricante y de éstos, no todos permiten dimensionar en una variable de tipo numérico cientos de miles de valores. Por esta cuestión, nuestro campo de programación se veía restringido a soportes que permitieran manipular las rutinas de comunicación con la tarjeta y manejar grandes bloques de memoria. Los CAD (Convertidores analógico-digitales) tienen un mayor

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

aprovechamiento en el caso de señales de tipo analógico complejas. Para señales analógicas que sólo fluctúan entre dos valores se hace necesario investigar sobre otro tipo de alternativas.

2.2.1.2. Alternativas propuestas para el análisis de los registros.

Estudiando la estructura interna de los ordenadores y, más concretamente, los puertos de comunicación estándar, se detallan una serie de elementos de entrada/salida cuya misión es la del control bidireccional entre la computadora y cualquier otro periférico (Blas, 1990). El estándar de las computadoras tipo PC, es el tipo RS-232C y el Centronics, también llamados serie y paralelo respectivamente.

El sistema de propósito general de comunicaciones en los ordenadores personales, ha sido el puerto serie. Su utilización permite mediante un protocolo específico comunicar al sistema con el exterior. Los problemas que se nos plantearon inicialmente, fueron fundamentalmente definir un protocolo de transmisiones en el periférico de registro con una frecuencia, secuencia de bits y paridad que pudiera ser interpretado por el computador como un verdadero sistema de entrada de comunicaciones. Una vez concluida esta fase, debía tener la potencia suficiente para registrar varios canales de forma simultánea sin provocar errores de precisión en la medida. En este punto, se hizo difícil continuar sin un perjuicio grave en la precisión, ya que se perdían ciclos según aumentaban los canales debido al atributo de serialidad en la entrada de datos (Tabla 2).

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Tabla 2. Composición de la clavija estándar RS-232C

PIN	DENOMINACION	E/S	FUNCIÓN
1	CD	E	DETECCIÓN DE PORTADORA
2	RD	E	ENTRADA DE DATOS
3	TD	S	SALIDA DE DATOS
4	DTR	S	-
5	GND	GND	SEÑAL DE MASA
6	DSR	E	INFORMACIÓN CORRECTA
7	RTS	S	SOLICITUD DE ENVÍO
8	CTR	E	POSIBILIDAD DE ENVÍO
9	RI	E	-

La segunda vía mencionada, el puerto paralelo, tiene inicialmente el exclusivo cometido de comunicarse con un periférico de salida tal como la impresora o un plotter. En principio, un periférico llamado de salida, no está preparado para ser utilizado en introducir información al ordenador, algo propio de los periféricos de entrada, como el teclado o ratón. Analizando más detalladamente este tipo de canal, detectamos 5 funciones que sirven para chequear el estado de la impresora (Rodríguez-Roselló, 1987) con sus correspondientes canales diferenciados que discriminan dos niveles de señal. La intensidad de señal necesaria para provocar el cambio de estado es idéntica a la que contiene otra de sus patillas, por lo que no es necesario dotar al sistema de alimentación externa.

La conexión de impresora, está compuesta por un elemento de 25 pines (Figura 10), la función de cada uno se expone en la Tabla 3.

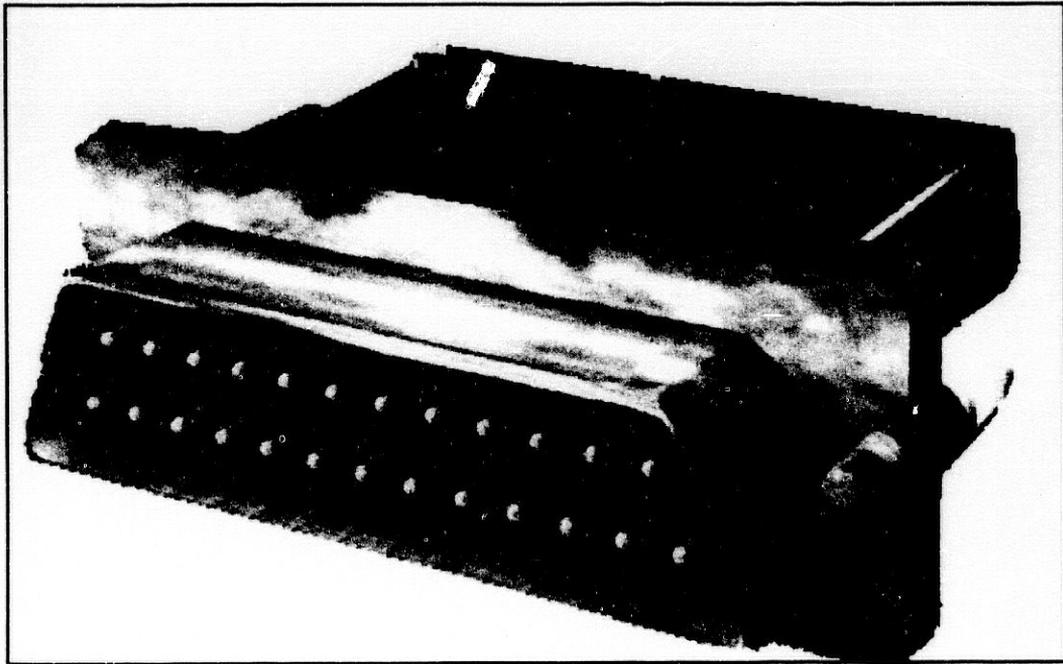


Figura 10. Conector estándar DB25 para el puerto de impresora.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Tabla 3. Composición de la clavija estándar paralelo Centronics.

PIN	DENOMINACIÓN	E/S	FUNCIÓN
1	STROBE	S	LECTURA DATO (BAJO)
2	DATA 0	S	SALIDA DE DATOS CANAL 1
3	DATA 1	S	SALIDA DE DATOS CANAL 2
4	DATA 2	S	SALIDA DE DATOS CANAL 3
5	DATA 3	S	SALIDA DE DATOS CANAL 4
6	DATA 4	S	SALIDA DE DATOS CANAL 5
7	DATA 5	S	SALIDA DE DATOS CANAL 6
8	DATA 6	S	SALIDA DE DATOS CANAL 7
9	DATA 7	S	SALIDA DE DATOS CANAL 8
10	ACKNLG	*E*	IMPRESORA LISTA
11	BUSY	*E*	IMPRESORA OCUPADA
12	PE	*E*	IMPRESORA CON PAPEL
13	SLCT	*E*	IMPRESORA SELECCIONADA
14	AUTO FEED	S	SALTO DE PAPEL AUTO
15	ERROR	*E*	PAPEL, FUERA LÍNEA, ERROR
16	INIT	S	RESET IMPRESORA
17	DEFIN	S	DEFINICIÓN IMPRESORA
18-25	GND	S	TIERRA

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

De esta forma, se encuentran disponibles los canales 10,11,12,13 y 15 que al unir con la salida de masa 18-25, interpretará con la orden adecuada el procesador una orden correspondiente a estados diferentes de impresora, más concretamente al paso del 0 al 1 lógico.

La BIOS estándar de los ordenadores tipo PC contiene una función para chequear la impresora por medio del puerto paralelo, llamada que se encuentra también disponible en una lectura a bajo nivel por medio de la interrupción 17H del D.O.S. (Duncan, 1989). Al reclamar esta función, se devuelve un registro con los valores hexadecimales correspondientes al estado de estos 8 bits, de los cuales 3 no son utilizados. La causa de ejecutar la llamada del D.O.S. se debe a que ésta ya lleva implementada la detección del valor hexadecimal del primer puerto paralelo definido por omisión. Valor que varía de unos ordenadores a otros según el modelo.

La función expuesta, provoca el retorno del registro AH con los valores expresados en la **Tabla 4**.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Tabla 4. Valores de la función de estado de la impresora.

bit	Contenido	FUNCIÓN
10000000	Estado impresora. (0 = No ocupada) (1 = Ocupada)	CANAL 1
01000000	Reconocimiento desde la impresora (0 = Señal) (1 = Normal)	CANAL 2
00100000	Fin de papel. (0 = Con papel) (1 = Sin papel)	CANAL 3
00010000	Impresora seleccionada. (0 = No en línea) (1 = En línea)	CANAL 4
00001000	Error de entrada/salida. (0 = Error) (1 = Normal)	CANAL 5
00000100	No se usa.	-
00000010	No se usa.	-
00000001	Tiempo Excedido. (0 = No) (1 = Si)	-

Es importante enmascarar correctamente los bits deseados para su detección ya que, excepto los cinco bits que nos interesan, los demás pueden variar aleatoriamente o encontrarse indistintamente en 0 o 1 dependiendo del tipo de ordenador.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Por medio de esta conexión se pueden obtener datos del estado de los interruptores sin necesidad de los convertidores analógico-digitales, material difícil de acoplar en los ordenadores portátiles y de complicada programación.

Por otro lado la generalidad de interruptores, excepto las células fotoeléctricas, no necesitan alimentación eléctrica externa. En la **Figura 11**, se expone un gráfico de todo el sistema, utilizado un ejemplo para la salida atlética de velocidad.

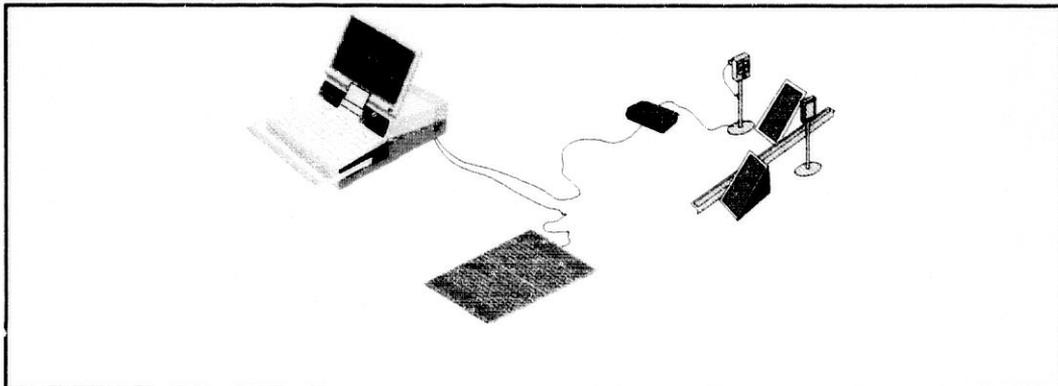


Figura 11. Sistema adaptado de medida basado en un puerto de comunicaciones.

El sistema diseñado ofrece, por lo tanto, las siguientes ventajas:

- Una mayor simplicidad al introducirse una canalización de la señal procesable por el computador utilizando el propio convertidor A/D del puerto impresora.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

- . Es transportable al prescindir de la tarjeta convertidora. Todos los ordenadores portátiles están equipados con salida estándar para impresora.
- . Mayor velocidad de proceso. Se evita la introducción de mil datos por segundo en el programa, en este caso sólo almacenamos la unidad de tiempo en los puntos de cambio. El procesamiento de la señal antes de ofrecer los tiempos es mínimo.

2.2.2. Descripción del software

Entendemos por Software, un conjunto de instrucciones lógicas procesables directamente por el computador que lo programan para una acción útil para el usuario (Pérez y otros, 1993).

El sistema presentado, necesita un potente soporte lógico que permita ser utilizado fácilmente. Dicho soporte ha sido diseñado completamente en nuestros laboratorios.

Su objetivo es procesar la señal que se crea en los periféricos de entrada. Recoge los registros directos procedentes de una variedad de elementos (Células fotoeléctricas, interruptores, alfombrillas) sintetizando y mostrando los puntos más significativos.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

En el sistema diferenciamos los siguientes niveles

1º) Control estimular

2º) Registro

3º) Análisis de los datos y representación gráfica

4º) Almacenamiento

5º) Feedback

2.2.2.1. Control estimular

Como información inicial, instrucciones o señal de inicio del movimiento, al sujeto se le puede ofrecer una serie de estímulos con características muy diversas, se contemplan:

- . Texto escrito.
- . Estímulos sonoros amplificados: con diferenciación de volumen y tono, o sonidos reales digitalizados.
- . Imágenes formales: Figuras geométricas que aparecen en la pantalla o proyectadas sobre una superficie más amplia y relacionados con diferentes acciones. En este caso la relación del estímulo con la respuesta es simbólica por lo que debe ser aprendida e interpretada correctamente por el deportista.
- . Imágenes reales: La digitalización de imágenes similares a las que el deportista percibe de la realidad permite que la relación sea más directa y provoca una transferencia al terreno de juego.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

- Animaciones creadas por el ordenador: Esta es una situación estimular más compleja en la que los objetos, situaciones de juego u oponentes que aparecen en las imágenes digitalizadas se suceden secuencialmente dando la sensación de movimiento. Estas imágenes pueden ser reales filmadas con cámara de vídeo o generadas y animadas por ordenador.

Estos diferentes estímulos, pueden ser combinados para crear la situación más acorde con los objetivos del estudio.

2.2.2.2. Registro

En función de parámetros inicialmente previstos por el usuario en la configuración inicial (frecuencia de registro, número de canales, amplificación de la señal o tiempo de registro), se produce el registro de hasta 4 canales simultáneos. El inicio de este registro lo puede marcar el programa de forma fija o aleatoria, el experimentador o una fuente externa. Se pueden analizar señales digitales utilizando el puerto paralelo del computador como entrada de datos.

2.2.2.3. Análisis de los datos y representación gráfica

El ordenador recoge los datos como secuencias numéricas en un máximo de 4 canales que se pueden representar por pantalla e impresora. En cada canal pueden estar colocados un número indefinido de periféricos. El rango de las distribuciones se escala automáticamente a las coordenadas de las ventanas gráficas ajustando los valores de tiempo de registro. El operador puede acceder directamente a todos los

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

datos obtenidos y marcar aquellos que considera relevantes; o bien automáticamente, el sistema puede hallar y señalar en pantalla los puntos significativos según los patrones que sobre el movimiento realiza el atleta. Por ejemplo en el caso de un salto sobre alfombra de contacto, el ordenador detecta los puntos temporales o momentos de contacto y despegue, calculando el tiempo de impulso y deduciendo matemáticamente la potencia y altura máxima del salto.

2.2.2.4. Almacenamiento

Posibilita almacenar tanto el total de registros como los puntos significativos de forma independiente, añadiéndolos a una carpeta abierta en la que se indican las características de los sujetos y los ensayos.

2.2.2.5. Feedback

El conocimiento de resultados se presenta con los valores de los registros unido a un formato especial de representación gráfica significativo al sujeto. En este último muestran los valores de algunos puntos significativos preseleccionados junto a los obtenidos en ensayos anteriores, pudiendo así tener una gráfica acumulada de un ensayo a otro para visualizar la tendencia o el aprendizaje tras varios intentos.

Todos estos pasos son controlados y dirigidos por parámetros que define el operador y que puede almacenar en el disco, o por omisión, el ordenador usará una configuración estándar.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

De esta forma, el usuario tiene un control continuo del programa mediante un puntero para señalar u observar puntos en los registros y conocer los valores obtenidos en diferentes momentos. El sujeto puede recibir una información sintetizada de su respuesta, determinando en cada momento cuales son los datos más significativos de la acción realizada y cuales deben ser presentados como información relevante.

En la **Figura 12** se puede apreciar un diagrama de flujo con la distribución lógica de las opciones de definición del programa.

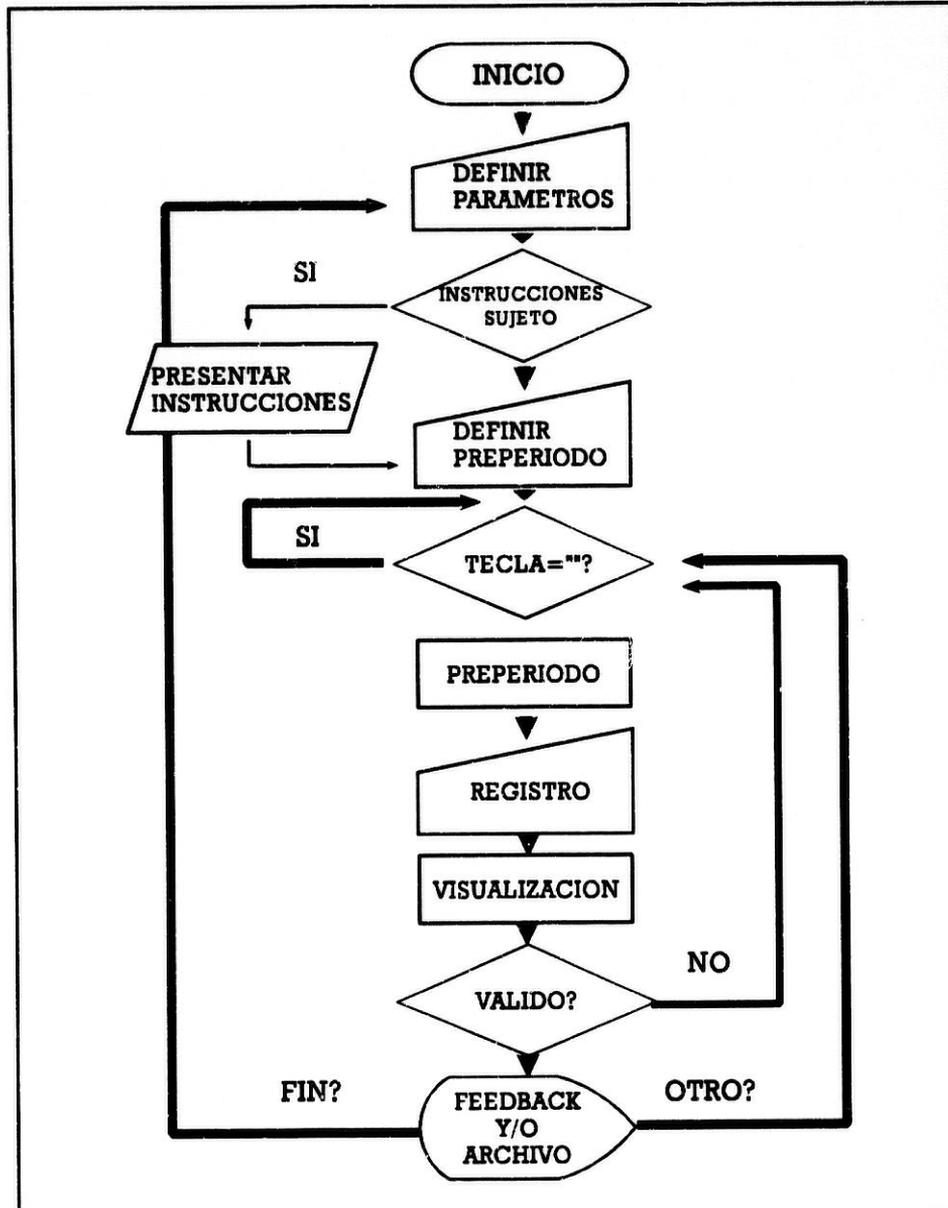


Figura 12. Representación del Diagrama de Flujo del programa informatizado.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

2.3. VALIDEZ DEL SISTEMA

2.3.1. Calibración del sistema. Detección de la Inercia en las células fotoeléctricas.

Es necesario determinar con total exactitud el error en la medición temporal una vez diseñado el sistema instrumental. Las células adquiridas son de las denominadas de baja inercia, y poseen en su arquitectura una combinación de elementos electrónicos y mecánicos. Es por todo ello muy importante estudiar detenidamente el error y si se produce de manera constante. Hemos detectado que el error es significativo solamente en sus elementos mecánicos al analizar el circuito eléctrico que lo compone.

La célula utilizada para este control es del tipo E3A-R3M2 de la casa OMRON.

El circuito interno, para su estudio, lo podemos dividir en tres elementos:

- . Circuito emisor: Su función es la de emitir un haz de luz de alta frecuencia hacia el captadrióptico.
- . Circuito receptor: Que capta la señal que proviene del captadrióptico, interpretando su estado.
- . Relé de salida: Este dispositivo se encarga de abrir o cerrar los contactos de su salida. Es controlado por el circuito receptor. En la célula analizada el relé tiene las siguientes características: 8A250VA, 8A30VDC, COIL: 6 VDC.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Hemos despreciado la inercia de los elementos de los dos primeros circuitos por ser su velocidad de transmisión igual a la señal eléctrica. Los espacios recorridos por esta señal a la velocidad de la luz producen inercia poco significativa y constante en todo el sistema de registro. Es el tercer dispositivo, compuesto por el relé de salida, el que puede introducir una inercia apreciable para nuestros registros, inducido por el tiempo de contacto de una placa y la electrobobina. El proceso viene originado por la carga-descarga de la bobina y el lapso entre la creación del campo magnético y el espacio que recorre la placa para unirse-separarse al núcleo.

2.3.1.1. Método de análisis.

Para efectuar el análisis, se registró por un lado la salida estándar de la célula (a la salida del relé) y por otro la señal de excitación (a la entrada del relé) que se encuentra en el interior de su carcasa sobre el circuito impreso.

Una vez realizado el proceso anterior, se unieron por medio de un conector DB25 a la entrada LPT1 del ordenador. Registrando cada canal por separado.

Por medio de un programa específico, se realizaron 1000 interrupciones aleatorias de la célula para determinar por análisis estadístico el grado de dependencia entre la señal de salida (INDIREC) y la tomada a la entrada del relé (DIREC).

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

2.3.1.2. Resultados.

Se ha realizado un análisis de regresión entre las dos variables, para estudiar la dependencia entre los valores tomando las medidas de tiempo en milisegundos antes y después del paso por el mecanismo de relé.

En la **Figura 13** podemos observar el análisis realizado. Existe una dependencia total entre las dos variables (DIREC, INDIREC), con un coeficiente de .99999.

La recta a la que se ajustan nuestros datos experimentales es:

$$\text{INDIREC} = 2.1187 + 1.0008 * \text{DIREC}$$

Expresando todas las medidas en milisegundos

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

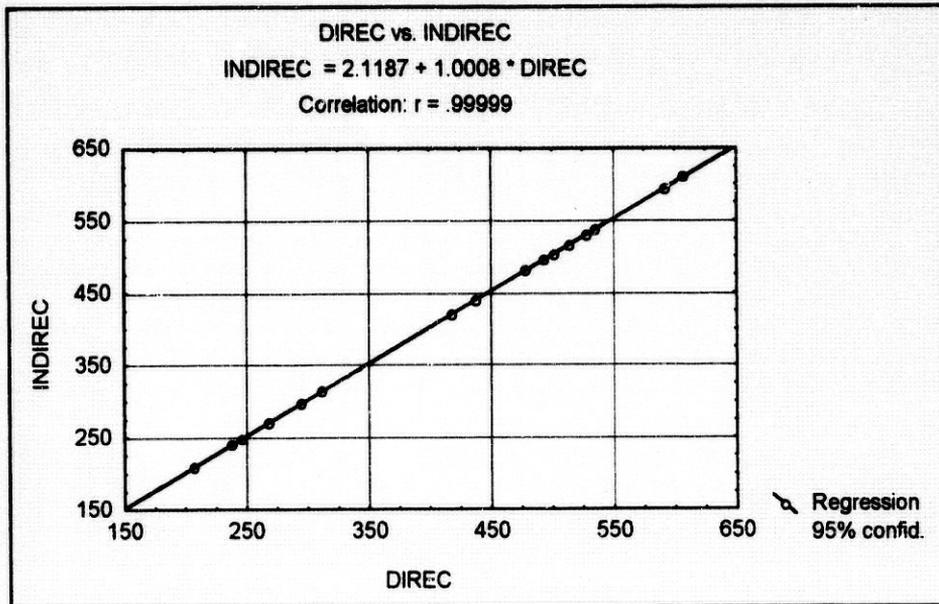


Figura 13. Análisis de regresión entre ambas variables.

2.3.1.3. Conclusiones

Se demuestra por lo tanto, que existe una variación significativa en la medida antes y después del paso por el circuito de la célula. Esta diferencia produce un aumento a la salida de la célula constante en toda la gama de tiempos analizada. El retraso detectado es similar en la totalidad de las valoraciones y hallado estadísticamente. Para medir con este tipo de células con una precisión de milisegundos, necesitaremos restar 2.12 milisegundos a los datos obtenidos.

2.4. APLICACIONES EN EL ÁMBITO DEPORTIVO

Las aplicaciones que podrían desarrollarse a partir del sistema las encuadraremos en dos grupos según las características de la situación estimular en el gesto deportivo.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

2.4.1. Aplicaciones en gestos deportivos ante estímulos simples

En estos gestos, el deportista tiende a realizar un movimiento concreto y único atendiendo a una situación ambiental teóricamente estable o con una variación prevista.

Se ha comprobado su aplicación en:

- Salida de atletismo.
- Salidas de natación.
- Salto de Longitud.
- Carreras de velocidad en pista.

En la **Figura 14**, se observa la aplicación orientada a una salida de velocidad en la que su objetivo final es mejorar el tiempo de puesta en acción. En el caso de la prueba de 100 metros lisos, se registra el Tiempo de Reacción y el Tiempo de Movimiento. Obtenemos información inmediata y automatizada de información vital en cada ensayo.

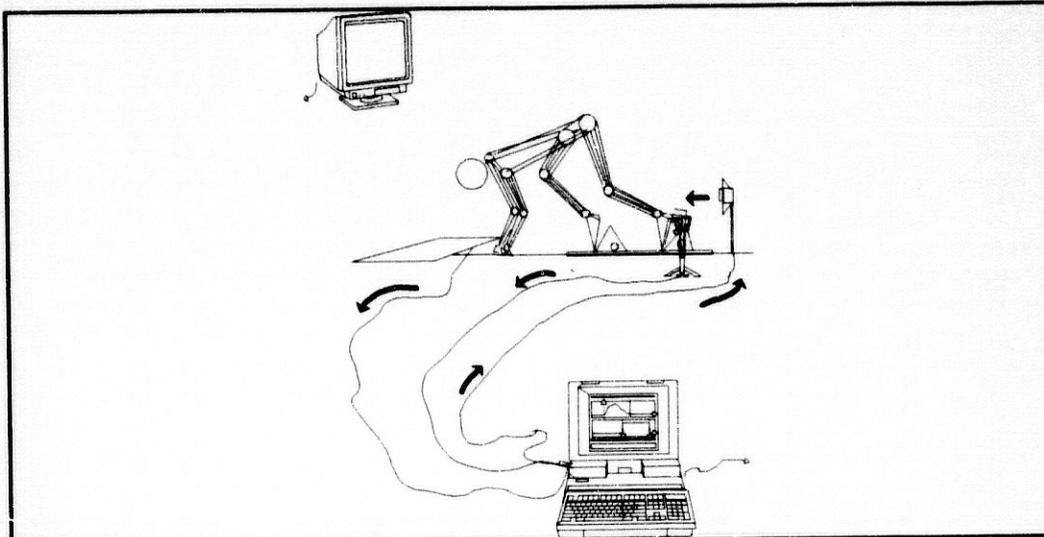


Figura 14. Disposición física de los elementos en una salida atlética de velocidad.

Además, la programación específica del Software ofrece otros formatos de información que el atleta puede observar después de cada ensayo, contribuyendo este Feedback a su regulación para ejecuciones posteriores.

2.4.2. Aplicaciones en gestos deportivos ante estímulos complejos y abiertos

Entendiendo en este apartado las acciones deportivas compuestas de gestos abiertos. El deportista, no conoce el estímulo que a continuación dará lugar a su respuesta, y debe condicionar ésta a las características del estímulo. Hablamos de deportes de enfrentamiento, individuales o colectivos. Como ejemplo podemos citar dos aplicaciones:

- La acción del portero de fútbol.
- La acción del tenista ante la recepción de un saque.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Utilizando dos computadores sincronizados a través del puerto serie podemos registrar el gesto del deportista a la vez que se está produciendo la emisión estimular. Esta se caracteriza por una sucesión de imágenes digitalizadas y animadas en las que se reproduce la acción del saque.

El tenista responderá a esta situación eligiendo el desplazamiento adecuado en función de los parámetros de decisión definidos previamente.

Mediante este sistema se puede obtener una alta transferencia entrenando específicamente el gesto de recepción.

2.5. CONCLUSIONES

En el ámbito de la tecnología, nos encontramos en una situación muy favorable debido a la creciente asequibilidad de los sistemas informáticos, y este hecho, unido a la mayor potencia de proceso en los ordenadores, hacen de estas herramientas un sistema idóneo para su aplicación por profesionales de las Ciencias del Deporte. Es necesario un esfuerzo investigador por adaptar estos elementos básicos a los continuos problemas que se plantean, motivados en gran medida, por las múltiples situaciones deportivas y la necesidad de rigor, exactitud y falta de contaminación en los datos extraídos. El resultado final, se consigue sincronizando señales de diversos periféricos con las unidades centrales, y mediante un correcto análisis y programación.

El sistema presentado se orienta en esta dirección, aportando expectativas muy interesantes que se concretan en el diseño de un sistema preciso, flexible y

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

aplicable a un amplio rango de situaciones. Es necesario, sin embargo, conseguir mayor grado de interacción entre las respuestas dadas por el deportistas y la información aportada por la máquina, para provocar la modificación simultánea del sujeto mediante la autorregulación de sus procesos. Este aspecto es la aplicación de la simulación al campo deportivo, que abre un campo de posibilidades muy interesantes. Existen herramientas de trabajo muy avanzadas que permiten crear espacios llamados virtuales en los que basándonos en datos reales digitalizados podemos diseñar situaciones técnico-tácticas mientras simultáneamente se registra la información de respuesta. Este trabajo se encuentra en su fase inicial de desarrollo. El culmen de este proceso, con medios electrónicos mas sofisticados, sería la adopción de visores estereoscópicos, guantes y ropas especiales, para llegar a la llamada realidad virtual. Los visores aportan una secuencia de imágenes generadas en tiempo real en un ordenador modificándose en perfecta sincronización con nuestros movimientos, junto a una completa y variada gama estimular que hace que el sujeto participe en la ilusión psicológica de encontrarse sumergido en la realidad.

En resumen, tratamos de aportar una herramienta fácil de manejar, de aplicación múltiple y al alcance de entrenadores, técnicos especialistas e investigadores en general que permita el estudio de campo, con la característica de poderse instalar en un ordenador portátil.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

2.6. UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA APLICADO S.R.I.

El paquete SRI es un soporte de registro de parámetros temporales que permite el aporte de información transformada, esto es, una herramienta para el registro automatizado de los parámetros de la respuesta de reacción. Se puede utilizar para conocer el tiempo que transcurre desde que se da una salida atlética hasta que el corredor levanta el pie de apoyo o el tiempo empleado en llegar un balón lanzado a portería. Mediante este sistema conocemos el tiempo exacto expresado en milisegundos y disponemos de esa información para ofrecerla al deportista o para almacenarla para un posterior estudio técnico.

Esquemáticamente, las acciones de este sistema son:

- . Registro de los parámetros temporales
- . Aporte de toda la información de los resultados al técnico u operador
- . Presentación de Feedback seleccionado al deportista

La primera acción la realiza a través de la conexión de periféricos por el puerto paralelo de un computador compatible IBM. Estos periféricos pueden ser desde un simple interruptor hasta unas células fotoeléctricas. La conexión es sumamente sencilla y al utilizarse el puerto paralelo como vía de entrada de información no son necesarias complejas tarjetas convertidoras de señales analógicas a digitales. Por otra parte, cualquier ordenador portátil podría conectarse a los

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

periféricos a través de una pequeña caja de conexiones con lo que el sistema es perfectamente portable.

Los datos que el ordenador recoge de los periféricos de entrada se expresa en parámetros temporales. Toda la información es accesible al técnico, que podrá analizar los acontecimientos producidos en los diferentes canales de información.

Una vez obtenidos los datos, el operador puede seleccionar los que le va a ofrecer al deportista, que aparecerán en una gráfica anteriormente predefinida por el usuario.

PUESTA EN MARCHA

Sistema requerido:

Este soporte está preparado para funcionar sobre el disco rígido de un computador AT (80286 o superior), tarjeta gráfica VGA, con un mínimo de 1Mb de memoria RAM en placa base y un puerto paralelo compatible CENTRONICS (conexión de la impresora). Es necesario un sistema operativo MS-DOS versión superior a la 3.1.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

El programa SRI

Una vez dentro del sistema operativo, en la línea de comandos, pasar al directorio SRI

```
C:\>CD SRI
```

```
[ENTER]
```

y ejecutar el programa tecleando SRI, pulsando a continuación la tecla [ENTER].

```
C:\SRI\>SRI
```

```
[ENTER]
```

A continuación, comenzará a ejecutarse el programa y quedará listo para su uso.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

CONFIGURACIÓN DE UN TEST. ELEMENTOS PRINCIPALES

Al comenzar, la pantalla que se observará será como la que se muestra en la Figura 15.

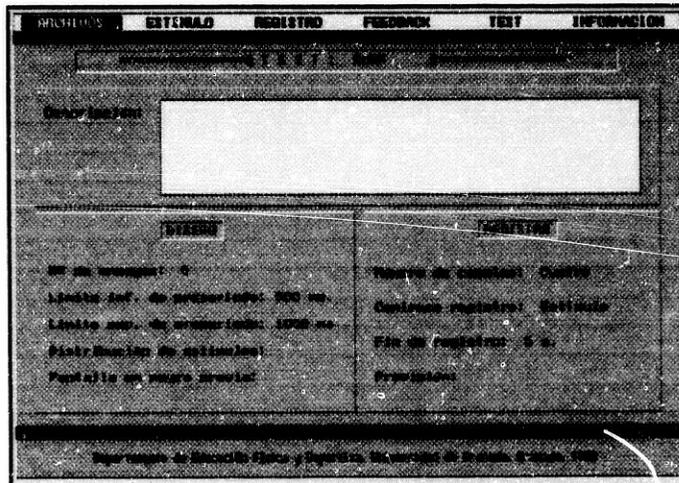


Figura 15. Menú principal del programa.

Se puede advertir un menú en la zona superior que indica las opciones generales. Bajo ellas se podrán ir activando subgrupos con cada una de las acciones concretas.

Con los cursores y mediante la tecla ENTER podremos acceder a los menús desplegables situando el cursor sobre ARCHIVOS mediante las teclas correspondientes (derecha e izquierda). Con la pulsación de la tecla ENTER aparecerá un menú desplegable (Figura 16).

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Las opciones activas son:

Salir: Abandona del programa y se pierden los datos. Es importante salvar la configuración del test antes de salir.

Archivar: Permite salvar los datos de configuración del test.

Recuperar: Recupera un archivo con los datos de configuración de un test previamente establecido

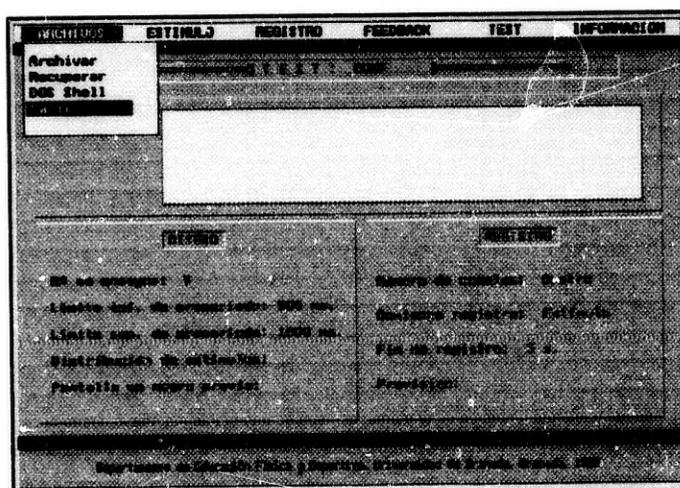


Figura 16. Submenú desplegable de la opción ARCHIVOS.

Las acciones de la opción ESTIMULO situada junto a archivos permiten seleccionar el estímulo que dará comienzo al registro (Figura 17). Consiste en un sonido previo (señal de listos), y otro que indica la salida. El tiempo entre ambos estímulos (preperiodo) es aleatorio entre dos márgenes que se pueden definir por el usuario.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

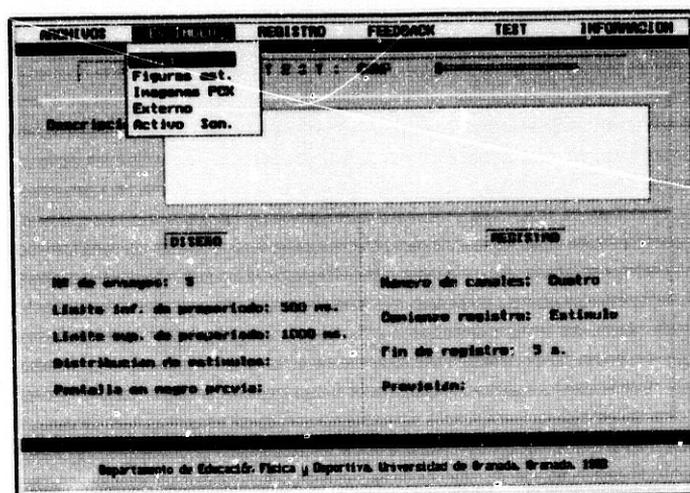


Figura 17. Submenú del programa con la opción ESTIMULO.

En la opción REGISTRO podemos determinar las características del registro.

Se encontrará activa la opción de fin de registro que delimitará el tiempo de registro medido en segundos. Si selecciona esta opción, se desplegará otro menú en la zona inferior derecha. En esta zona se podrá seleccionar fin de registro (tiempo) situando el cursor y pulsando ENTER (Figura 18). Tras esto, con los cursores derecha e izquierda se irá incrementando o disminuyendo en segundos el tiempo durante el cual el sistema estará ocupado en registrar (Figura 18 y 19)

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

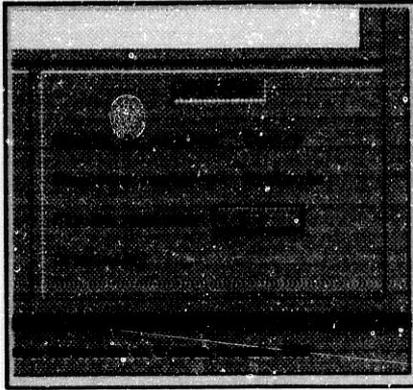


Figura 18. Submenú del programa con la opción fin de registro.

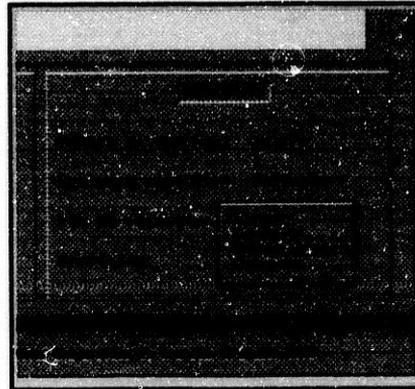


Figura 19. Opciones posibles dentro de FIN DE REGISTRO.

En la opción de TEST (Figura 20), se han definido dos acciones posibles. Una de ellas, la ejecución del test y la otra es el diseño.

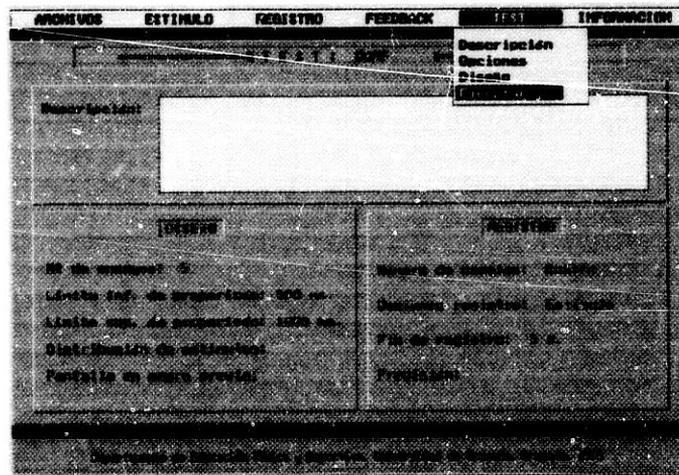


Figura 20. Submenú del programa con la opción TEST.

En la opción diseño se puede definir el número de ensayos por sujeto (Figura 21), dato que se utilizará posteriormente en la aportación de feedback. Pulsando ENTER cuando el cursor esté situado sobre "Nº de ensayos" y posteriormente con las

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

teclas de control derecha e izquierda podrá modificarse el número de ensayos por serie (hasta un número máximo de 20). También se pueden definir los límites superior e inferior del preperiodo entre los dos estímulos sonoros. El proceso es el mismo que para definir el número de ensayos. Estos límites vienen expresados en milisegundos. Una vez determinados, el sistema escogerá un preperiodo aleatorio entre los dos límites. Evidentemente, si el límite superior es idéntico al inferior, el preperiodo no será aleatorio sino constante con la magnitud del número definido.

1		
2		
3		
4		
5		

Figura 21. Definición de los ensayos en el Submenú TEST.

Una vez determinados los parámetros de registro podemos adentrarnos en un registro concreto.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

PRIMER REGISTRO. ACCESO A LOS DATOS

Podemos ahora entrar en la opción "Ejecutar" del menú TEST. Se pulsa ENTER y aparecerá la pantalla de la Figura 22.

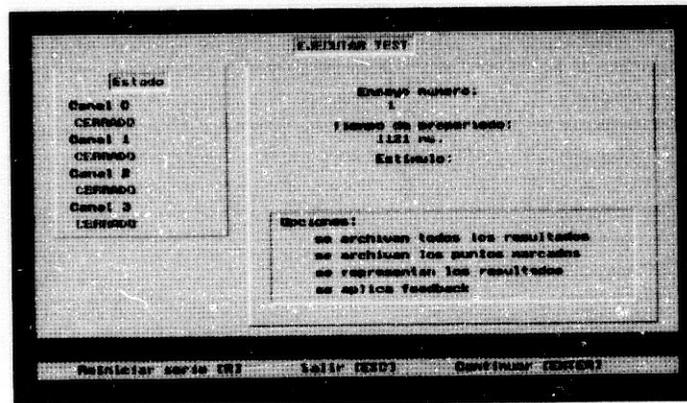


Figura 22. Pantalla en la opción EJECUTAR dentro del submenú TEST.

A la izquierda podemos observar el estado de los canales de registro. Pueden estar abiertos o cerrados en función de las señal que ofrezcan los periféricos conectados. En la zona superior derecha aparece el número de ensayo y el preperiodo que el sistema ha seleccionado según definición. Las opciones de la parte inferior derecha están inactivas.

Para salir sin ejecutar el registro, pulsar ESC. Pulsando la tecla 'R' se reiniciará el contador de ensayos, comenzando de nuevo por el ensayo número 1.

Cuando todo esté preparado para comenzar el registro, pulsar ENTER. En ese momento se genera el estímulo definido correspondiente a la situación de listos, y tras el preperiodo, el segundo estímulo que marca la salida y comienzo al registro.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Tras el tiempo establecido para el registro se ofrecerán en pantalla los datos obtenidos en los canales (Figura 23).

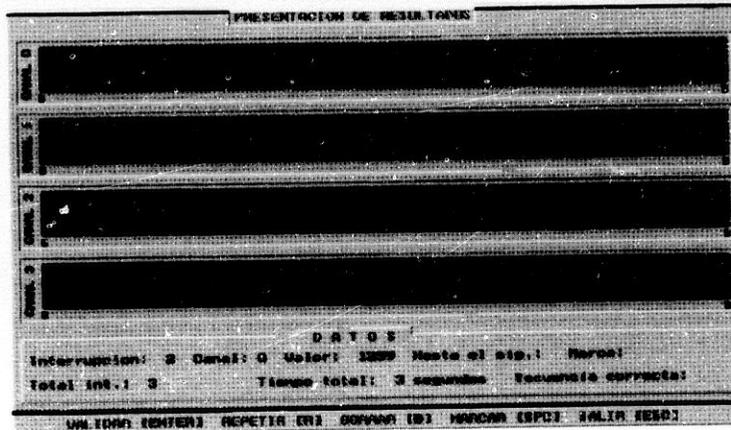


Figura 23. Pantalla de EJECUCIÓN del TEST con los valores del canal 0.

En la zona inferior izquierda aparecen el número total de interrupciones o señales digitales que se han registrado. Con los cursores nos podemos desplazar dentro de los canales, un círculo relleno y de mayor tamaño indica sobre qué punto está situado el cursor, y en la zona inferior se observan los valores temporales del punto de corte señalado por el cursor.

Se puede eliminar algún punto marcándolo y pulsando la tecla 'B'. En ese momento el sistema procederá a redibujar los canales, reescalar y renombrar los puntos de cambio.

Si el registro no es considerado válido, pulsando la tecla 'ESC' se vuelve a la pantalla inicial y el contador de número de ensayos no se incrementa.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

ADMINISTRAR INFORMACIÓN TRANSFORMADA. FEEDBACK

Este es el último paso en la lógica de funcionamiento del sistema. Una vez obtenidos los datos, podemos señalar aquellos puntos temporales adecuados para dar información al sujeto.

Así, continuando con el ejemplo, de una situación de salida de velocidad en la que se quiere ofrecer al atleta el tiempo de reacción y el tiempo de movimiento que ha efectuado durante el gesto, se colocará en un canal un periférico que recoja el momento en que se produce el primer movimiento (canal 0), y en otro (canal 1) un periférico que detecte el tiempo, por ejemplo, en que se efectúa el primer apoyo.

Estos puntos los debemos seleccionar previamente en la pantalla de datos tras el registro. Pulsando la barra espaciadora marcamos un punto de los obtenidos en los canales. Aparecerá en la zona inferior derecha el nombre que se le asigna a ese punto que vendrá definido por la letra 'P' seguida de un número. El primer punto marcado será el 'P0', el segundo 'P1' (Figura 24).

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

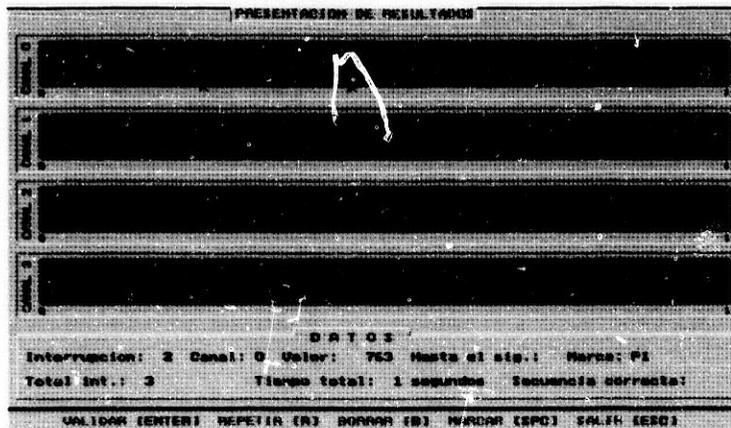


Figura 24. Modificación de puntos después del registro.

Para desmarcar un punto sólo hay que colocarse sobre él y pulsar de nuevo la barra espaciadora, en ese momento se reorganizarán los puntos elegidos para ofrecer feedback al sujeto.

Por tanto, dentro del ejemplo, se señala el primer punto recogido en el 'canal 0' como 'P0' y el primer punto del 'canal 1' como 'P1'. Para validar esta selección se utiliza ENTER.

La definición de los parámetros del feedback, ofrece además la opción de una gráfica con datos originales o transformados a partir de los seleccionados en el registro.

Estos datos seleccionados los definimos en la pantalla principal. Marcando sobre la opción FEEDBACK se despliega el menú (Figura 25). Las opciones que aparecen son "Definir", "Opciones" y "Mostrar".

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

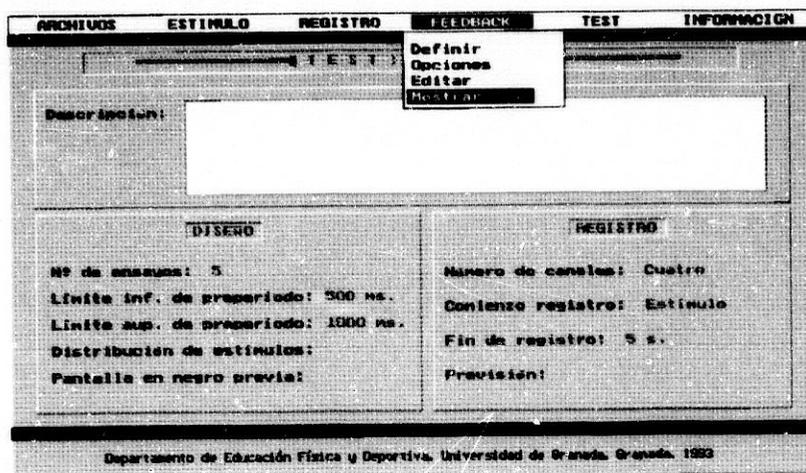


Figura 25. Opción MOSTRAR dentro del submenú FEEDBACK.

La selección "Definir" entra en una pantalla en la que es posible especificar los datos a ofrecer al deportista (Figura 26). A la izquierda se muestra el nombre del dato y a la derecha las operaciones sencillas que requirieran. Siguiendo el ejemplo anterior se realizaría como sigue.

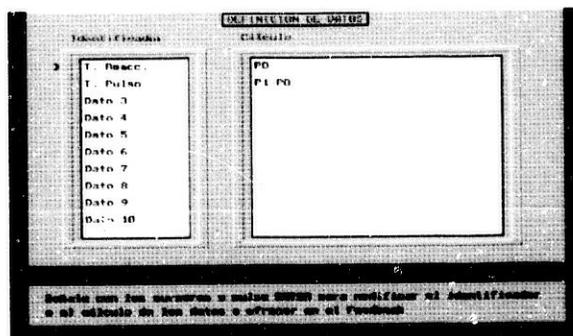


Figura 26. Opción de DEFINICIÓN DE DATOS en la representación gráfica del FEEDBACK.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

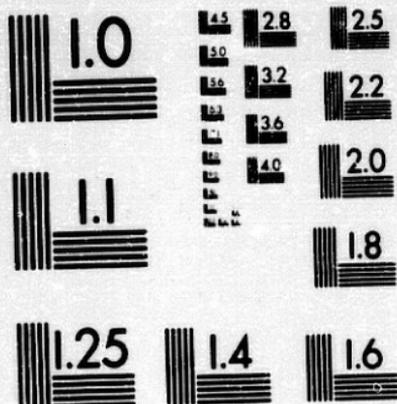
Nos situamos con los cursores sobre la columna superior izquierda y confirmando ENTER se podrá escribir el nombre del identificativo del primer punto, que será T.R. y pulsamos ENTER para validar.

Con el cursor a la derecha nos situamos sobre la otra columna. Con ENTER se puede escribir el número de punto al que corresponde el dato, en el ejemplo sería P0, pulsamos ENTER.

Para aportar también Feedback de Tiempo de Movimiento, nos situamos debajo de T.R. con los cursores y se repite la misma acción escribiendo "T.M.". Como el T.M. es el resultado de substraer el primer punto al segundo, nos situamos en la columna de la derecha y después de pulsar ENTER escribimos: "P1-P0" (EN MAYÚSCULAS).

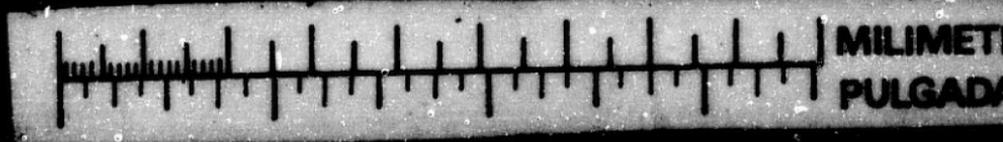
Una vez definidos los datos que vamos a ofrecer, podemos especificar las características de la gráfica. Para ello volvemos a la pantalla principal con ESC. En la gráfica se puede definir los parámetros de Título, Subtítulo, Nombre del eje X, y Nombre del eje Y. Entramos en "Opciones" en el menú de FEEDBACK con los cursores y pulsando ENTER aparecerá en la mitad inferior de la pantalla las opciones de feedback (Figura 27). Con los cursores arriba y abajo podemos desplazarnos y con ENTER escribir dentro de cada opción.

ETD



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

1:24



CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Nos situamos con los cursores sobre la columna superior izquierda y confirmando ENTER se podrá escribir el nombre del identificativo del primer punto, que será T.R. y pulsamos ENTER para validar.

Con el cursor a la derecha nos situamos sobre la otra columna. Con ENTER se puede escribir el número de punto al que corresponde el dato, en el ejemplo sería P0, pulsamos ENTER.

Para aportar también Feedback de Tiempo de Movimiento, nos situamos debajo de T.R. con los cursores y se repite la misma acción escribiendo "T.M.". Como el T.M. es el resultado de substraer el primer punto al segundo, nos situamos en la columna de la derecha y después de pulsar ENTER escribimos: "P1-P0" (EN MAYÚSCULAS).

Una vez definidos los datos que vamos a ofrecer, podemos especificar las características de la gráfica. Para ello volvemos a la pantalla principal con ESC. En la gráfica se puede definir los parámetros de Título, Subtítulo, Nombre del eje X, y Nombre del eje Y. Entramos en "Opciones" en el menú de FEEDBACK con los cursores y pulsando ENTER aparecerá en la mitad inferior de la pantalla las opciones de feedback (Figura 27). Con los cursores arriba y abajo podemos desplazarnos y con ENTER escribir dentro de cada opción.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

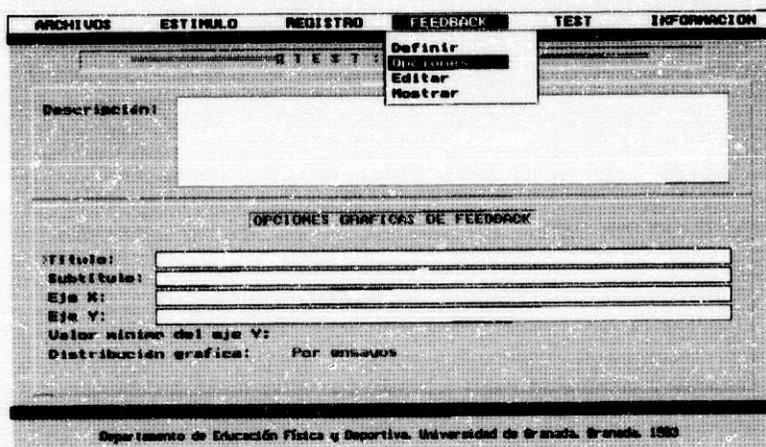


Figura 27. OPCIONES dentro del Submenú GRÁFICOS.

Debajo de estas tres encontraremos la posibilidad de modificar el valor mínimo para el eje Y. De esta forma, manipulamos la escala de la gráfica. Los valores se expresan en milisegundos.

Finalmente se puede definir la distribución de la gráfica. Se puede realizar por ensayos, de forma que en el eje X aparezcan los sucesivos ensayos y sobre ellos los resultados de los puntos seleccionados, o por datos, reflejándose todos los valores seleccionados sobre el eje X y unidos por una línea, y en cada ensayo aparecería una línea superpuesta a otra. En el caso del ejemplo conviene definirlo por ensayos.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Con la tecla ESC salimos y nos encontramos en disposición para observar la gráfica de Feedback. Seleccionamos la opción Mostrar del menú de FEEDBACK y aparecerá la pantalla de la Figura 28. Dos puntos representados por un círculo indican los valores de T_r y T_M . Tras sucesivos ensayos se irán uniendo los puntos si los marca adecuadamente en cada uno, en la figura se aprecia la evolución tras dos ensayos. Las opciones por omisión quedan establecidas para todos los valores.

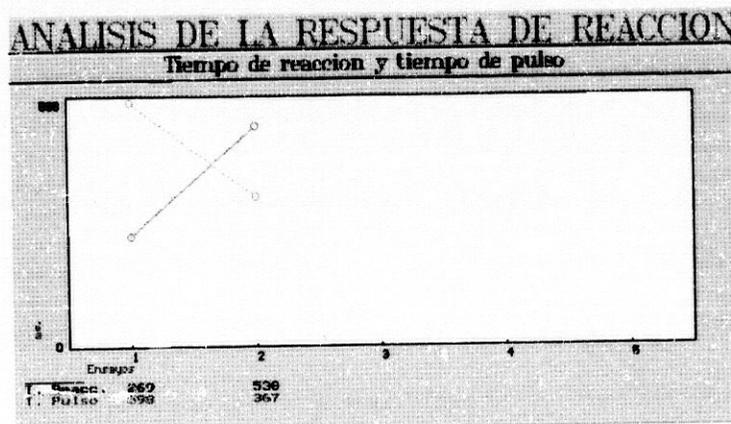


Figura 28. Ejemplo de pantalla de FEEDBACK.

En la opción "Archivar" del menú ARCHIVOS puede guardar todos los parámetros definidos en el test con un nombre de hasta 8 caracteres. De esta forma no se pierde el trabajo de haber descrito los parámetros del test en su conjunto, incluidos los datos del feedback.

CAPITULO 2. DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO

Otro aspecto que se puede almacenar en un archivo, es la definición de todas las opciones gráficas así como las leyendas, títulos y subtítulos.

CAPITULO 3

ESTUDIO 1: APLICACIÓN DEL SISTEMA INSTRUMENTAL A LA SALIDA ATLÉTICA DE VELOCIDAD

CAPITULO 3. ESTUDIO 1: APLICACIÓN DEL SISTEMA INSTRUMENTAL
A LA SALIDA ATLÉTICA DE VELOCIDAD

3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capítulo es aplicar el sistema instrumental de valoración y aporte de información a una situación real. Para ello se adaptó a una situación deportiva con atletas de élite.

En este estudio utilizamos una salida de velocidad, dado que es una situación perfectamente estandarizada y típica del atletismo donde el factor tiempo es una variable fundamental.

Se registraron con un precisión de milisegundos tres parámetros temporales: Tiempo de Reacción, Tiempo de Movimiento y Respuesta de Reacción, bajo dos situaciones experimentales: Feedback de Tiempo de Reacción y Feedback de Tiempo de Movimiento.

Como hipótesis planteamos que cada uno de los tipos de Feedback utilizado va a provocar una disminución de los registros en el parámetro sobre el que directamente incide.

Para comprobar la hipótesis someteremos los datos a un análisis estadístico descriptivo e inferencial.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Sujetos

En el presente estudio participaron dos atletas voluntarios especializados en carreras de velocidad, con una clasificación entre los 5 primeros velocistas de España y que entrenan la prueba de forma continua y sistematizada.

Sus características individuales se exponen a continuación:

Sujeto 1:

Nombre Miguel Ángel Gómez Campuzano
Año Nacimiento 1968
Talla 186 Cms.
Peso 79 Kgs.
Años de entrenamiento específico 10 años
Horas de entrenamiento semanal 12 horas
Mejor marca en 60 m.l. 6.80 "
Mejor marca en 100 m.l. 10.54 "
Mejor marca en 200 m.l. 20.76 "

HISTORIAL ATLÉTICO

Campeón de España 200 m.l. Pista Cubierta (1988)

5º Clasificado en los Mundiales de Pista Cubierta (1991)

Campeón de España 200 m.l. (1992)

Campeón de España 200 m.l. Pista Cubierta (1991)

Participante en Olimpiada de Barcelona (1992)

Sujeto 2:

Nombre Luis Rodríguez Fernández
Año Nacimiento 1966
Talla 175 Cms.
Peso 81 Kgs.
Años de entrenamiento específico 8 años
Horas de entrenamiento semanal 12 horas
Mejor marca en 60 m.l. 6.69 "
Mejor marca en 100 m.l. 10.27 "
Mejor marca en 200 m.l. 20.91 "

HISTORIAL ATLÉTICO

Campeón de España 200 m.l. (1990)

Récord de España 4x100 (1990)

Subcampeón de España 60 m.l. (1992)

Subcampeón de España 100 m.l. (1992)

8 veces internacional

3.2.2. Diseño

El diseño empleado es intrasujeto multiserie de tipo A-B (Pereda, 1987) por ajustarse más adecuadamente a nuestro experimento. Los tratamientos fueron diferentes para cada sujeto (Tabla 5). Antes de comenzar el experimento se realizó un estudio previo de consistencia temporal cuyos resultados finales coinciden con la Línea Base analizada.

Tabla 5. Diseño del experimento piloto.

SUJETO 1			
A	Línea Base	B ₁	Tratamiento Feedback T.R.
SUJETO 2			
A	Línea Base	B ₂	Tratamiento Feedback T.M.

Posteriormente, se aplicó un tratamiento diferenciado para cada sujeto, fundamentado en la información de vuelta o Feedback (FB). Los tratamientos dependen de la información sobre la Respuesta de Reacción que se aporta al sujeto, con el objetivo de valorar su efecto en la modificación de la respuesta.

Variables Independientes

Fueron los tipos de feedbacks (Fbs) manipulados bajo tres condiciones:

- a₁. Fase Neutra (N).- En la cual no se daba ningún tipo de información aumentada sobre los resultados, sólo se suministraban las instrucciones a priori de la descripción del gesto, que eran comunes en todas las fases.
- a₂. Feedback de Tiempo de Reacción (FB de TR).- Se recibía el resultado del tiempo transcurrido desde la aparición del estímulo hasta el comienzo del movimiento. Este Feedback aumentado se acumulaba en todos los ensayos de la misma serie, reflejándose su evolución en una gráfica.
- a₃. Feedback de Tiempo de Movimiento (FB de TM).- Se suministraba información sobre el tiempo recorrido desde el inicio del movimiento hasta el contacto con el sensor colocado sobre la pista. El formato de presentación de este Feedback aumentado era idéntico el FB de TR.

El protocolo sobre las acciones a realizar de los atletas se administran individualmente, mediante instrucciones concretas y totalmente normalizadas (ANEXO). En ningún caso se aportó más información al sujeto que la contenida en estas instrucciones.

Variables Dependientes.

Parámetros temporales. Permiten discriminar los intervalos que identifican los diferentes procesos de un comportamiento motor.

En la situación concreta fueron la RR y sus distintas fases, divididas en:

- a. Parámetros Elementales: Eran independientes y no englobaban a ninguno de los otros.
- b. Parámetros Compuestos: Que incluían a los anteriores.

Parámetros Elementales

1. Tiempo de Reacción (TR).- Valorado en el instante en que se separa el pie retrasado del bloque de salida hacia adelante. Por el principio de acción-reacción el empuje del pie hacia atrás genera una fuerza con la misma intensidad y en sentido contrario a la aplicada, que es la que hace al sujeto despegarse de los bloques. El inicio de la separación es el que detectamos como el verdadero Tiempo de Reacción o primer indicio visible de movimiento. Aún así, pudiera darse el caso, poco frecuente, de atletas que inicien su movimiento con una acción de brazos. Lo que verdaderamente interesa en nuestro estudio es el TR de los miembros inferiores por ser los máximos responsables de la puesta en acción del atleta, y esta acción queda reflejada en la pierna retrasada que es la primera en ponerse en movimiento por constituir el primer apoyo en la pista.

2. Tiempo de Movimiento (TM). Desde que se despega el pie retrasado del bloque hasta que lo apoya en la alfombrilla situada sobre la pista. Este constituye el primer apoyo y la primera fase de movimiento de la pierna retrasada. Se midió en cada atleta la longitud automatizada de este apoyo y se colocó la alfombrilla con unas marcas con el fin de no modificarse esta distancia. No se utilizó una mayor distancia en el tiempo de movimiento por verse involucrados otros factores cinemáticos y cinéticos de la propia acción del atleta. Estas variables son difíciles de mantener siempre constantes y podrían contaminar la valoración.

Parámetros Compuestos

1. Respuesta de Reacción Completa (RR).

Desde que aparece el estímulo hasta el final del movimiento.

Sólo se registraron dos parámetros (TR y TM), el tercero, al ser derivado de éstos, se halló por cálculos simples.

Variables Contaminadoras.

El intervalo entre la señal de aviso y la aparición del estímulo es llamado preperiodo (pp), y debe tener una programación aleatoria entre ensayos para evitar efectos de anticipación del sujeto.

No se han considerado otras variables llamadas de sujeto (Pereda, 1987), al realizarse el experimento en una única sesión y efectuarse las comparaciones siempre intrasujeto.

El contexto estimular como: temperatura, luminosidad, ruido de fondo o humedad, se bloqueó al ejecutarse el experimento en una pista cubierta con firme de tartán.

El calentamiento lo realizaron individualmente los atletas según su comportamiento habitual, no informando de ninguna anomalía ni malestar antes o después de la ejecución del mismo. Tampoco expresaron encontrarse en situación de fatiga o falta de descanso.

Hemos desechado variables contaminadoras asociadas con el error progresivo provocado por la práctica, como posibles intervinientes en el experimento. La razón se debe a la comprobación durante la fase de estabilización o de línea base de un alto grado de automatización temporal en la ejecución motriz

de los atletas. Por ello deducimos que el efecto de la práctica en el experimento no influye sobre el aumento del aprendizaje.

Tratamiento Estadístico

Se ha utilizado para el tratamiento estadístico de los datos:

1. Representaciones gráficas. - Aportan el análisis visual de los datos directos, sin índices comparativos estadísticos y sólo los efectos de gran magnitud (Pereda, 1987).
2. Estadística descriptiva. - Se realizó un análisis comparativo de las medias y desviaciones típicas por parámetros y fases.
3. Estadística inferencial. - Se aplicó la prueba t de Student para datos apareados, con el fin de realizar todos los contrastes posibles entre las fases. Para ello se aplicó el paquete estadístico bajo entorno WINDOWS, denominado STATISTICA.

3.2.3. Instrumental

Los niveles de la variable sometida a estudio, tal como se ha justificado en el Capítulo 2, hace imprescindible el uso de un aparataje diferenciado y sofisticado para su medida.

Los periféricos al servicio del ordenador funcionan como unidades de entrada para aportar los datos que, una vez sincronizados con el reloj interno y almacenados, ofrecerán la información necesaria para obtener los parámetros temporales del gesto.

El material se detalla a continuación:

- Ordenador portátil Toshiba TE-1600. Su función es la de controlar y centralizar todo el proceso.

- Célula fotoeléctrica marca Omron tipo E3A-R3M2 con su correspondiente reflectante. La célula se adaptó sobre dos bases metálicas graduables en altura, ajustando su haz de luz paralelamente a la superficie anterior y superior del bloque de salida. El haz quedaba interrumpido al apoyar el atleta el talón en la posición de listos. Su regulación buscaba que se estableciera de nuevo en el instante de separar el talón del atleta de la superficie del bloque de salida. De esta forma se registraba el T.R.

- Pequeña fuentes de alimentación estabilizada de 6 voltios.

- Alfombrilla interruptor. La variación de presión ejercida sobre este elemento elástico, una vez que se realizaba el primer apoyo en pista del sujeto, provocaba que se cerrara un circuito, que se utilizó para calcular el final del TM. Esta alfombrilla se situó dependiendo de la longitud del primer apoyo. Sobre ella se ubicaron dos cintas adhesivas que servían de referencia para detectar idéntica longitud en los ensayos.

- Soporte lógico aplicado Se ha utilizado el programa S.R.I. La estructura básica se programó en lenguaje C compilado con el TurboC. Las rutinas de medida, al necesitar precisión de milésimas, y las lecturas a los puertos exteriores se programaron en rutinas especiales de ensamblador obteniendo el código objeto con el compilador Macroassembler. Todo ello se integró en un único código ejecutable y depurado a la máxima velocidad con el propio compilador. La explicación del funcionamiento del programa se expone en el Capítulo 2.

El software tiene la función de controlar la totalidad del proceso comenzando con una señal auditiva de preparado, y tras un programa de cálculo aleatorio (0.5 a 2 sg), análogo al utilizado por Ramella y Wiegand (1983) y Sideway (1988), emitía la señal de comienzo por medio de un altavoz conectado al computador, simultáneamente, derivaba una lectura continua de 1000 Htz. a los periféricos de entrada durante 2 segundos.

Para la presentación del Feedback se utilizó un módulo del mismo programa, el cual hacía aparecer en una pantalla auxiliar un sistema gráfico de puntos unidos por líneas, de fácil discriminación para el sujeto.

Material complementario utilizado:

- Hojas de registro, como copia de seguridad de los datos (**Anexo**).
- Cronómetro, para medir los tiempos de descanso.
- Cinta Medidora de longitud. Para establecer la distancia de la alfombrilla de presión.

3.2.4. Procedimiento

3.2.4.1. Descripción del Gesto

La división de la salida atlética para su análisis operativo es la que se expone a continuación: (**Figura 29**):

- a) **Posición Inicial** El Atleta en su posición de preparados se situaba detrás de los bloques de salida, a la voz de *a sus puestos* se colocaba en la posición A y posteriormente ante la voz de *listos* levantaba las caderas para generar el desequilibrio inicial estático (B). En ese instante se generaba el primer sonido en el ordenador.

b) **Fase Ejecución** Comenzaba esta fase cuando el ordenador portátil emitía la señal de salida. Se iniciaba el movimiento con el empuje simultáneo de ambos pies sobre los bloques de salida (C), para inmediatamente poner en acción toda la cadena cinética, y finalizaba cuando el sujeto pisaba la alfombrilla en el primer apoyo (D).

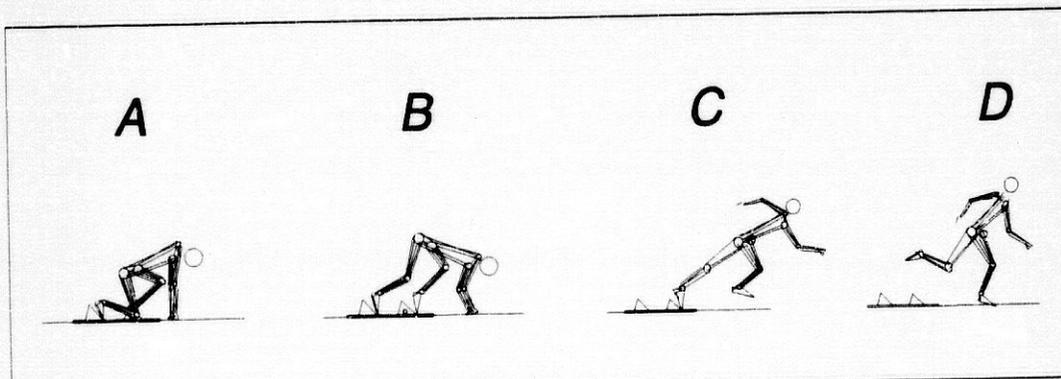


Figura 29. Seriación del gesto en sus fases fundamentales.

3.2.4.2. Desarrollo

El tiempo global del experimento fue de aproximadamente 90 minutos. La sesión comenzó con un calentamiento genérico y otro específico de la prueba, siendo ambos el habitual de cada atleta. Posteriormente se aportaba por escrito al sujeto instrucciones de la descripción del gesto, las cuales podía solicitar para revisarlas en cualquier instante durante el período de tiempo del experimento. Las instrucciones en cada caso se exponen en el Anexo.

A continuación, el sujeto realizaba 5 salidas adaptándose al sistema de aporte de estímulos. Los cinco primeros ensayos (sin registro) se utilizaban como fase de calentamiento. Posteriormente, el sujeto realizaba 20 ensayos (con registro) según el tipo de manipulación experimental, divididos en bloques de 5 y con un descanso de un minuto y medio entre ensayo y cinco minutos entre cada bloque, durante los cuales el sujeto volvía caminando. Cumplido el tiempo predeterminado, el experimentador pronunciaba la palabra A SUS PUESTOS y una vez posicionado, LISTOS. Cuando se apreciaba una posición estática se pulsaba el teclado del ordenador que emitía el primer estímulo agudo, señal de inicio del Preperíodo, que requería del atleta la máxima atención integrada a dos aspectos: Estímulo posterior y el gesto a realizar. Simultáneamente, se pulsaba una tecla, la cual iniciaba el proceso del ordenador para que aportara el lapso del Preperíodo y el estímulo de salida, simulando la señal de disparo. Estos estímulos era amplificados a una potencia de 5 Watios y ofrecidos por dos altavoces situados tras los bloques de salida.

Las dos primeras series se denominaron Fase Neutra (N_1); constó de 10 ensayos divididos en 2 bloques de 5 ensayos cada uno.

Posteriormente, se aplicó la siguiente fase, que comprendía 10 ensayos en 2 bloques de 5 ensayos cada uno, recibiendo el tratamiento correspondiente a cada sujeto por mediación del Feedback, consistente en una imagen mostrada en el monitor del ordenador, compuesta por un gráfico de puntos unidos por líneas que se acumulaban en cada ensayo y con los valores numéricos en la parte inferior.

El programa informático, definido específicamente para tal fin, aportaba los estímulos necesarios, registraba y esperaba la validación de los datos para almacenar y, según el caso, presentar las gráficas al sujeto.

3.3. RESULTADOS

En la primera fase de análisis se ha aplicado una estadística descriptiva sobre Línea Base y Tratamiento. Los resultados del primer sujeto se exponen respectivamente en las Tablas 6 y 7. Las medias de cada bloque muestran una mejora en el parámetro que se ha informado (T.R.) durante el tratamiento (FB de T.R.). No aparece un efecto positivo en el Tiempo de Movimiento (T.M.) con la información aportada.

CAPITULO 3. ESTUDIO 1

Tabla 6. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del sujeto 1 durante la Línea Base (LB).

LB	T.R.	T.M.	R.R.
MEDIA	307	313.3	620.3
D.T.	7.99	5.88	10.03

Las desviaciones típicas en los tres casos son sustancialmente mayores durante el tratamiento.

Tabla 7. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del sujeto 1 con tratamiento de Feedback de Tiempo de Reacción (FB de TR).

FB de TR	T.R.	T.M.	R.R.
MEDIA	283	313.4	596
D.T.	13.56	11.29	16.51

En la Figura 30 se aprecia gráficamente la evolución del Tiempo de Reacción cuando se ha aplicado el Tratamiento de F.B. de Tiempo de Reacción. Existe una estabilidad en la Línea Base y una mejora sustancial de este parámetro.

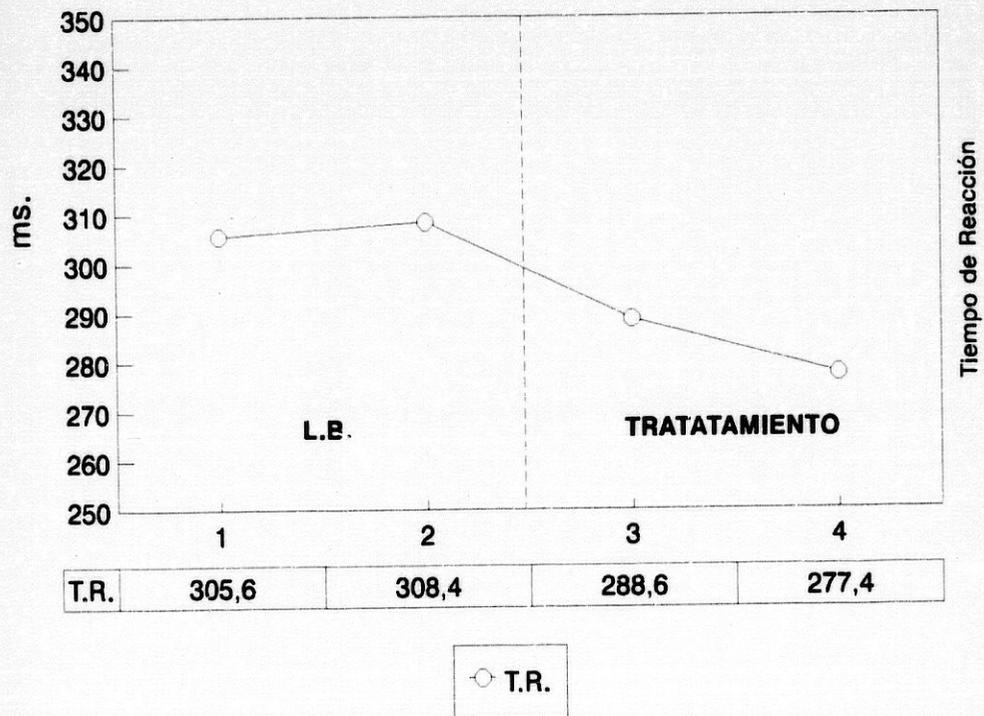


Figura 30. Representación gráfica de la evolución del Tiempo de Reacción bajo el tratamiento de Feedback de Tiempo de Reacción.

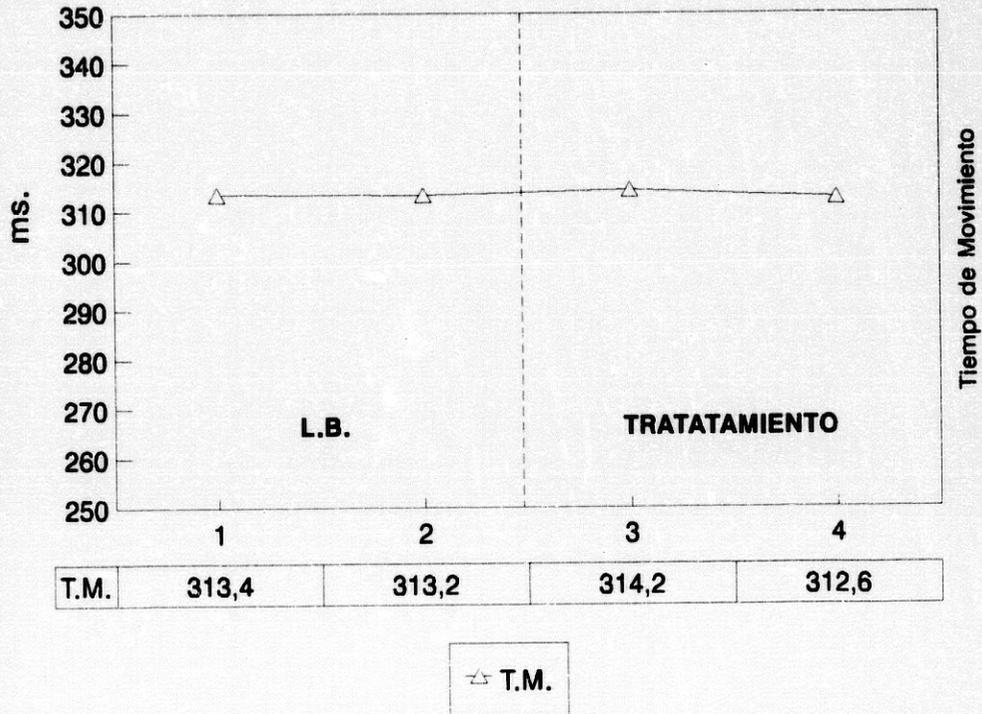


Figura 31. Representación gráfica de la evolución del Tiempo de Movimiento bajo el tratamiento de Feedback de Tiempo de Reacción.

El Tiempo de Movimiento, tal como se reflejaba en la estadística descriptiva, no se ve afectado por el tratamiento de FB de T.R., la Figura 32 expresa la nula influencia en el T.M. de este tipo de información.

Refiriéndonos al segundo sujeto, los resultados reflejan, en la aplicación del primer análisis básico, una menor varianza de los datos en el tratamiento, si bien, dichas diferencias son reducidas. (Tablas 8 y 9).

CAPITULO 3. ESTUDIO 1

Tabla 8. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del Sujeto 2 durante la Línea Base (LB)

FB.	T.R.	T.M.	R.R.
MEDIA	242.1	310.9	553
D.T.	9.52	10.2	14.24

Gráficamente, se aprecia en la **Figura 32** una mejora del parámetro informado (TM) y tal como refleja la **Figura 33** la pérdida del no informado (TR). Este comportamiento, apunta hacia una relación inversa en uno y otro parámetro bajo la información del T.M.

Tabla 9. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del Sujeto 2 con tratamiento de Feedback de Tiempo de Movimiento (FB de TM).

FB.	T.R.	T.M.	R.R.
MEDIA	250	302.9	553
D.T.	8.31	7.29	10.79

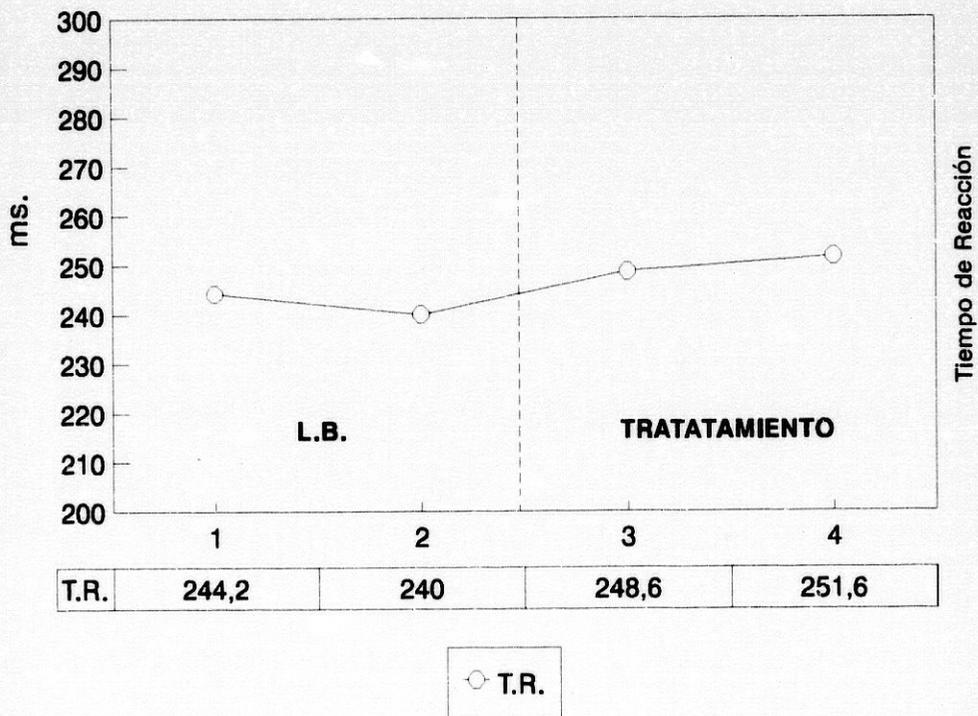


Figura 32. Representación gráfica de la evolución del Tiempo de Reacción bajo el tratamiento de Feedback de Tiempo de Movimiento.

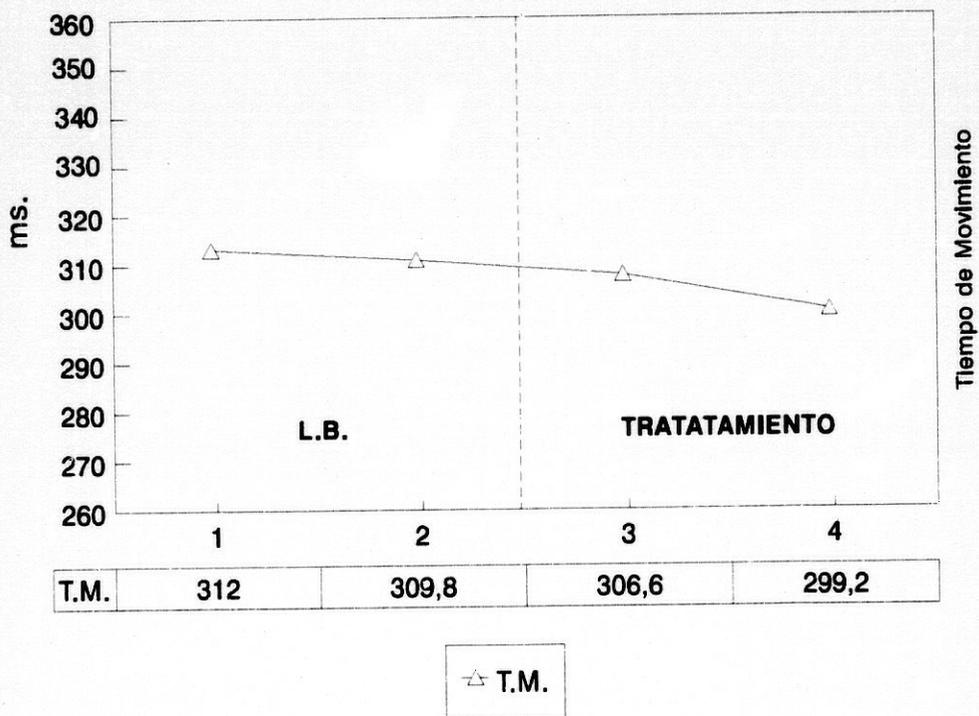


Figura 33. Representación gráfica de la evolución del Tiempo de Movimiento bajo el tratamiento de Feedback de Tiempo de Movimiento.

CAPITULO 3. ESTUDIO 1

La significación de las diferencias en los parámetros estudiados, debe ser analizada más profundamente con un proceso de estadística inferencial. Se ha aplicado un tratamiento sobre la totalidad de los datos adquiridos, de una t de Students para medidas apareadas.

Los resultados obtenidos en el tratamiento de FB de TR (Tabla 10), muestran

Tabla 10. Análisis inferencial sobre el TR, TM y RR, entre la Línea Base y el tratamiento con Feedback de Tiempo de Reacción (FBTR).

	T.R.	T.M.	R.R.
Grados Libertad	9	9	9
t	-3.602	.025	-3.514
p	.0057	.9806	.0066
Significación	p<.01	p>.05	p<.01
Nivel	**	-	**

Nivel Significación: - Nula / * Media / ** Alta / *** Muy alta

diferencias significativas (p<.01) en el T.R. El tiempo de Movimiento no se modifica significativamente y la R.R. global mejora significativamente (p<.01).

Se demuestra por lo tanto una eficacia del tratamiento de FB de TR en el TR. La estadística inferencial aplicada sobre el tratamiento de FB de TM (Tabla 11) muestra ciertas diferencias significativas (p<.05) en el parámetro de tiempo de

reacción (TR). Estas diferencias son a favor de un aumento de su valor por lo que existe un empeoramiento de dicho parámetro en esta fase.

Tabla 11. Análisis inferencial sobre el TR, TM y RR, entre la Línea Base y el tratamiento con Feedback de Tiempo de Movimiento (FBTM).

	T.R.	T.M.	R.R.
Grados Libertad	9	9	9
t	2.198	-2.039	0
p	.005	.0719	1
Significación	p<.05	p>.05	p>.05
Nivel	*	-	-

Nivel Significación: - Nula / * Media / ** Alta / *** Muy alta

Respecto al comportamiento del Tiempo de Movimiento (TM), tiende a mejorar durante el tratamiento, tal como se aprecia en la estadística descriptiva. Este se encuentra muy cercano ($p=.0719$) a la mínima significación ($p<.05$). Por ello, podemos afirmar con cierta cautela diferencias experimentales.

La Respuesta de Reacción no experimenta cambios antes (LB) y durante el tratamiento (FB de TM), debido a la ya mencionada relación inversa entre el Tiempo de Reacción y el Tiempo de Movimiento.

3.4. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este experimento estan en consonancia con la de otros autores que investigaron parámetros similares sobre otros gestos (Martín, 1992). Existe una mejora significativa en la respuesta cuando el Feedback aplicado es de Tiempo de Reacción.

Es importante matizar, sin embargo, que los datos reflejan menor estabilidad en el gesto durante la fase de tratamiento apreciándose mayor desviación típica respecto a la Línea Base. Este dato refuerza la necesidad de un mayor número de ensayos durante este período con el objetivo de conseguir mayor estabilidad en la respuesta. Al margen de esta salvedad, el sistema de entrenamiento basado en el aporte de información de TR que se ofrece al primer sujeto se muestra en principio como válido para mejorar su Tiempo de Reacción, sin perjudicar a los valores en su acción posterior o a su Tiempo de Movimiento. Futuras replicaciones de este hecho podrían generalizar los datos y servir como medio de entrenamiento eficaz para la prueba.

Los resultados no se comportan de igual forma en el segundo sujeto con el tratamiento diferenciado de Feedback de Tiempo de Movimiento. Existe un significativo aumento del Tiempo de Reacción durante el tratamiento, explicable quizás, por una orientación atencional excesiva al gesto. Este hecho coincide con conclusiones obtenidas en trabajos anteriores (Oña 1989). Es necesario señalar que

al no verse favorecida la Respuesta de Reacción, se descarta en principio la utilidad de este tipo de aporte de información, a pesar de que se reduzcan ligeramente sus Tiempos de Movimiento .

El objetivo de este estudio inicial no pretende obtener conclusiones contundentes y generalizables a la población de los atletas de velocidad, debido a la limitación numérica de la muestra. Sin embargo, consideramos de gran importancia las referencias obtenidas en el presente trabajo para aplicar a posteriores estudios con un mayor número de sujetos.

Otro aspecto importante consistiría en ampliar una nueva fase reversible, con la finalidad de estudiar el comportamiento de las variables dependientes al aplicar el primer nivel de la variable independiente (LB) o de la retirada del tratamiento. Un seguimiento posterior ayudará a determinar si se produce una mayor estabilidad temporal en el gesto, otro dato importante a considerar después de la mejora.

Sería interesante establecer si la razón de la reducción en los parámetros a los que se aplica Feedback se debe al análisis de la propia información o al efecto originado por una motivación añadida, causada al recibir información detallada (Bilodeau & Bilodeau, 1958; Magill, 1985) que proviene de un sistema automatizado, provocando así mayores grados de activación.

Por otra parte, considerar que el tiempo de práctica ha sido escaso para conseguir consistencia en los resultados, circunstancia a la que se añade la gran automatización del gesto que ya tenían los atletas. Sería necesario, una vez demostrado la eficacia del tratamiento, aplicarlo de forma más continua.

En resumen, podemos decir, que los objetivos principales de este primer trabajo han sido cumplidos. Se ha aplicado en una situación real un sistema integral automatizado de análisis temporal de la Respuesta de Reacción que permite realizar análisis pormenorizados y precisos, y al mismo tiempo, puede ser útil a un gran número de movimientos que ocupen un lugar relevante dentro del ámbito del entrenamiento deportivo, los cuales se estudiarán en futuras investigaciones. En la aplicación de este sistema en una situación real y con atletas de élite, no se han descrito insuficiencias en el mismo.

Esta parte, correspondiente al primer experimento, debe ser considerada como antesala a un diseño más completo de grupo. Se ha demostrado la eficacia del Feedback del Tiempo de Reacción, incidiendo positivamente en una mejora del TR y aunque en menor grado, también la del Tiempo de Movimiento que influye positivamente sobre el TM.

Las conclusiones proponen una continuidad necesaria en la presente línea de trabajo.

CAPITULO 4

ESTUDIO 2: INCIDENCIA DEL CONTROL DE LA INFORMACIÓN A TRAVÉS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA RESPUESTA DE REACCIÓN

**CAPITULO 4. ESTUDIO 2: INCIDENCIA DEL CONTROL DE LA
INFORMACIÓN A TRAVÉS DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO SOBRE
LOS PARÁMETROS DE LA RESPUESTA DE REACCIÓN**

4.1. INTRODUCCIÓN

La revisión bibliográfica de trabajos existentes relacionados con el efecto del Feedback sobre la Respuesta de Reacción (Martín, 1990) han demostrado experimentalmente que existe mejora de los parámetros temporales cuando se incide sobre la retroinformación.

El panorama es favorable en cuanto a lo que se refiere a una producción científica relacionada con estos aspectos, construida por una dilatada línea de investigación. Se hace también necesario, trasladar estos resultados al campo del deporte de alta competición, para ser aplicado directamente por entrenadores con el fin de beneficiarse de los resultados ya demostrados en laboratorio.

Con este trabajo se pretende estudiar y cuantificar las mejoras en una situación deportiva similar a la competición y aportando datos sobre la utilización del sistema instrumental desarrollado en el Capítulo 2. Todo ello contribuirá a romper inercias existentes en el campo del entrenamiento deportivo, que frecuentemente utiliza métodos de observación poco sistemáticos provocado en la mayoría de los casos, por una información poco exacta y por lo tanto ineficaz.

El objetivo del presente capítulo es el de analizar experimentalmente el efecto del Feedback aumentado, correspondiente a la Respuesta de Reacción, sobre los parámetros temporales de la salida atlética de velocidad. Se han intentado paliar posibles deficiencias del estudio piloto con un diseño más consistente.

Los aspectos considerados son:

El diseño aplicado es reversible.

Intervención de un mayor número de sujetos.

Aumento de las medidas realizadas a cada sujeto.

Se introduce un nivel en la Variable Independiente.

4.2. MÉTODO

4.2.1. Sujetos

En el experimento intervienen 6 sujetos seleccionados al azar entre 10 voluntarios de un Club de Atletismo de Sevilla. Todos ellos son atletas especializados en la modalidad de velocidad (60 m.l. , 100 m.l, 200 m.l. y 400 m.l.), y situados dentro de la élite española. El grupo lo componen 5 varones y 1 mujer, cuyas edades estaban comprendidas entre los 21 y 23 años con un entrenamiento semanal de 13 horas. La dedicación específica a la prueba varía de 3 a 7 años.

Las características se exponen en las tablas 12,13,14,15,16 y 17.

Tabla 12. Características del SUJETO 1.

Sujeto 1

Nombre	Juan José Gener Lamela
Año Nacimiento	1972
Talla	178 Cms.
Peso	68 Kgs.
Años de entrenamiento específico	3 años
Horas de entrenamiento semanal	13 horas'
Mejor marca en 100 m.l.	10.7 "
Mejor marca en 200 m.l.	22.00 "

HISTORIAL ATLÉTICO

Finalista en 4 Campeonatos de España Junior
Finalista en 2 Campeonatos de España Absoluto
Finalista en 3 Campeonatos de España Promesa

Tabla 13. Características del SUJETO 2.

Sujeto 2

Nombre	José Ceballos Coco
Año Nacimiento	1970
Talla	172 Cms.
Peso	74 Kgs.
Años de entrenamiento específico	4 años
Horas de entrenamiento semanal	13 horas
Mejor marca en 100 m.l.	10.7 "
Mejor marca en 200 m.l.	21.9 "
Mejor marca en 4000 m.l.	48.6 "

HISTORIAL ATLÉTICO

2ª posición en el Campeonato de España en 400 m.

Tabla 14. Características del SUJETO 3.

Sujeto 3

Nombre	José Javier Silva Guerrero
Año Nacimiento	1970
Talla	180 Cms.
Peso	72 Kgs.
Años de entrenamiento específico	6 años
Horas de entrenamiento semanal	13 horas
Mejor marca en 100 m.l.	10.6 "
Mejor marca en 200 m.l.	21.5 "
Mejor marca en 400 m.l.	46.97 "

HISTORIAL ATLÉTICO

- 3ª posición Campeonato de España Promesas (200 m.l.)
- 2ª posición Campeonato de España Promesas (400 m.l.)
- 2ª posición Campeonato de España de Pista Cubierta (200 m.l.)
- 1ª posición Campeonato de España Absoluto (200 m.l.)

Tabla 15. Características del SUJETO 4.

Sujeto 4

Nombre	Pedro Carlos Fernández Cabecera
Año Nacimiento	1973
Talla	178 Cms.
Peso	67 Kgs.
Años de entrenamiento específico	5 años
Horas de entrenamiento semanal	13 horas
Mejor marca en 60 m.l.	6.91 "
Mejor marca en 100 m.l.	10.6 "
Mejor marca en 200 m.l.	21.9 "

HISTORIAL ATLÉTICO

- 5 veces internacional Sub-21
- Finalista en el Campeonato de Europa Junior en 4x100
- 3ª posición Campeonato Nacional Junior (100 m.l.)
- 2ª posición Campeonato Nacional Junior (60 m.l.)
- 2ª posición Campeonato Nacional Junior (100 m.l.)
- 3ª posición Campeonato Nacional Absoluto (4 x 100 m.)

Tabla 16. Características del SUJETO 5.

Sujeto 5

Nombre	Lisete Ferri Chamalé
Año Nacimiento	1973
Talla	168 Cms.
Peso	54 Kgs.
Años de entrenamiento específico	7 años
Horas de entrenamiento semanal	13 horas
Mejor marca en 200 m.l.	24.0 "
Mejor marca en 300 m.	42.0 "

HISTORIAL ATLÉTICO

- Campeona de España en Pista cubierta (300 m.)
- 3ª Campeonato de España Infantil (150 m.)
- Record de España en Relevé 4x100 (1990)
- 2ª posición en el Campeonato de España Absoluto de 1992 (200 m.)

Tabla 17. Características del SUJETO 6.

Sujeto 6

Nombre	Francisco Escudero Gómez
Año Nacimiento	1971
Talla	172 Cms.
Peso	72 Kgs.
Años de entrenamiento específico	10 años
Horas de entrenamiento semanal	13 horas
Mejor marca en 60 m.l.	6.83 "
Mejor marca en 100 m.l.	10.84 "
Mejor marca en 200 m.l.	21.26 "

HISTORIAL ATLÉTICO

- 3° Campeonato de España Promesas (200 m.)
- 2° Campeonato de España Absoluto (200 m.l.)
- 3° Campeonato de España Absoluto (4x100)

4.2.2. Diseño

Uno de los propósitos fundamentales que tiene todo investigador en el momento de planificar su trabajo, consiste en seleccionar un diseño experimental adecuado (Arnau, 1984), si esto se consigue, se puede comprobar el efecto diferencial de las variables experimentales sobre las variables dependientes.

Los trabajos de esta segunda fase, especializada, tendrán una metodología experimental Intrasujeto con criterio cambiante (Tabla 7).

Tabla 18. Diseño del experimento en función del tratamiento de cada sujeto.

Sj. 1	LB	A	B	A	C	A	D	A
Sj. 2	LB	A	C	A	D	A	B	A
Sj. 3	LB	A	D	A	B	A	C	A
Sj. 4	LB	A	B	A	D	A	C	A
Sj. 5	LB	A	C	A	B	A	D	A
Sj. 6	LB	A	D	A	C	A	B	A

LB (Línea Base sin FB) - A (Sin FB) - B (FB TR) - C (FB TM) - D (FB RR)

El factor manipulado serán los modelos de entrenamiento a través de la retroinformación, en las muestras citadas de deportistas de alto nivel. Se ha realizado un balanceo completo con los cuatro niveles de la variable independiente. (VD)

VARIABLES INDEPENDIENTES

La Variable Independiente (VI) para el diseño será el tipo de Feedback administrado (FB), y manipulado a cuatro niveles: Neutro, FB Tiempo de Reacción, FB Tiempo de Movimiento y FB conjunto o de Respuesta de Reacción.

VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables Dependientes (VD) serán los componentes de la Respuesta de Reacción medidos dentro del sistema.

VARIABLES CONTAMINATES

Se controlarán las siguientes variables extrañas: Lugar, temperatura, calentamiento e instrucciones al sujeto.

4.2.3. Instrumental

El Instrumental utilizado es el siguiente:

- Ordenador portátil IBM 38S-SX. Es la unidad de control que centraliza todo el proceso, programando adecuadamente todos los periféricos.

- Célula fotoeléctrica marca OMROM tipo E3A-R3M2 con reflectante. Esta barrera se instaló manteniendo el mismo procedimiento que el descrito en el instrumental del anterior capítulo. (Figura 34)

- Pequeña fuentes de alimentación estabilizada de 6 voltios.

- Alfombra interruptor. Su instalación es igual a la ya descrita en el anterior capítulo. El objetivo es la de valorar el Tiempo de Movimiento por el circuito que se cierra al pisar el atleta sobre ella.

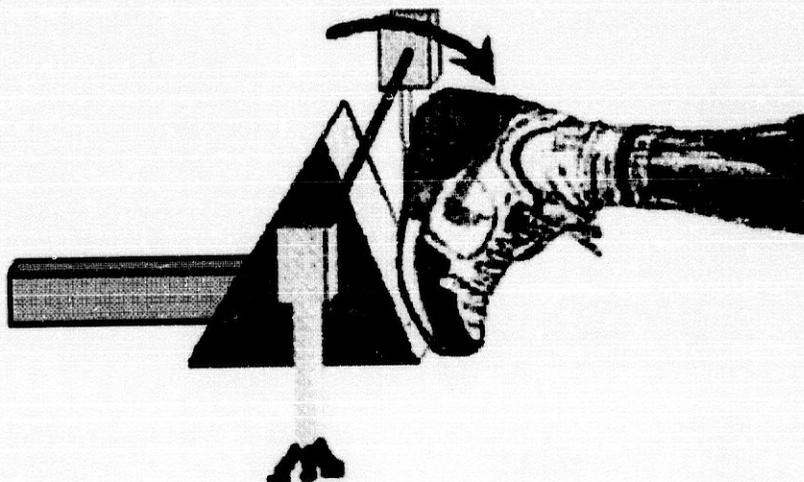


Figura 34. Colocación de la célula fotoeléctrica para detectar el inicio del movimiento.

-Soporte lógico aplicado Se ha utilizado el programa S.R.I. La estructura básica se programó en lenguaje C compilado con el TurboC, las rutinas de medida al necesitar precisión de milésimas y las lecturas a los puertos exteriores se programaron en rutinas especiales de ensamblador obteniendo el código objeto con el compilador Macroassembler. Todo ello se integró en un único código ejecutable y depurado a la máxima velocidad con el propio compilador. La explicación del funcionamiento del programa se expone en el capítulo 2.

Para la presentación del Feedback se hacía aparecer en pantalla un sistema gráfico de puntos unidos por líneas, de fácil discriminación para el sujeto.

Material complementario utilizado:

- Hojas de registro, como copia de seguridad de los datos (Anexo 2).
- Cronómetro, para medir los tiempos de descanso.
- Cinta Medidora de longitud: Para establecer la distancia de la alfombrilla de presión.

4.2.4. Procedimiento

El desarrollo de la fase experimental se controló en situación de laboratorio, utilizando un gimnasio cubierto con pista de tartán. Cada sesión comienza con un calentamiento genérico y otro específico de la prueba, no modificándose las pautas generales de cada atleta. Posteriormente se le aportaba por escrito al sujeto instrucciones de la descripción del gesto, las cuales podía solicitar para revisarlas en cualquier instante durante el periodo de duración del experimento .

A continuación, el atleta colocaba a su medida los bloques de salida, midiéndose las distancias de ambos bloques y advirtiéndose que no podrían ser modificados durante el transcurso de todas las sesiones. Inicialmente se realizaban 10 salidas adaptándose al sistema de salida y de aporte de estímulos. Los cinco primeros ensayos (sin registro) se utilizan como fase de calentamiento. Se comenzaba con bloques de 5 ensayos (con registro) hasta la estabilización del gesto según sus parámetros temporales y mediante la aplicación de un análisis estadístico basado en la desviación típica. Todos los atletas estabilizan sus tiempos en dos o tres bloques de ensayos.

El total máximo a realizar sería de 8 bloques de cinco ensayos por sesión. Se distribuyen en 4 días con dos sesiones diarias.

En la **Tabla 8** se expresa el contenido de cada día y sesión.

Tabla 19. Distribución por sesiones del experimento.

DÍA	Sesión	Bloques de Tratamiento
1	1	LB (2-3 Bloques)
	2	A (1 Bloque) + TRATAMIENTO 1 (2 Bloques)
2	3	TRATAMIENTO 1 (1 Bloque) + A (1 Bloque)
	4	A (1 Bloque) + TRATAMIENTO 2 (2 Bloques)
3	5	TRATAMIENTO 2 (1 Bloque) + A (1 Bloque)
	6	A (1 Bloque) + TRATAMIENTO 3 (2 Bloques)
4	7	TRATAMIENTO 3 (1 Bloque) + A (1 Bloque)
	8	A (1 Bloque)

Establecemos la forma de proceder siguiente:

Cumplido el tiempo predeterminado, el experimentador pronuncia la palabra ***A SUS PUESTOS*** y una vez posicionado, ***LISTOS***. Cuando se aprecia una posición estática se pulsa el teclado del ordenador que emitirá el primer estímulo agudo, señal de inicio del anteperíodo, que requiere del atleta la máxima ***atención integrada***. Finalizado el lapso del anteperíodo el propio sistema aporta el estímulo de salida, simulando la señal de disparo.

La siguiente fase, consistiría en 4 sesiones de 4 bloques cada una según el tipo de manipulación experimental, con un descanso de un minuto y medio entre ensayo y cinco minutos entre cada bloque, recibiendo el tratamiento correspondiente a cada sujeto por mediación del Feedback. Consiste en una imagen mostrada en el monitor del ordenador, compuesta por un gráfico de puntos unidos por líneas que se acumulaban en cada ensayo y con los valores numéricos en la parte inferior.

El programa informático, ideado específicamente para tal fin, aportará los estímulos necesarios, registrando y esperando la validación de los datos para almacenar y, según el caso, presentar las gráficas al sujeto.

4.3. RESULTADOS

Tratamiento Estadístico

Se utilizaron varios sistemas para completar el tratamiento estadístico de los datos:

1. Estadística descriptiva.- Realizando un análisis comparativo de las medias y desviaciones típicas por parámetros y fases.
2. Representaciones gráficas.- Aportan el análisis visual de los datos directos, sin índices comparativos estadísticos y sólo los efectos de gran magnitud (Pereda, 1987).
3. Estadística Inferencial.- Aplicando la prueba de Análisis de Varianza de medidas repetidas para ver efectos globales de variables independientes sobre dependientes y el análisis a posteriori de contrastes para determinar por el sistema Newman-Keus el efecto pormenorizado de cada variable. Para ello se aplica el paquete estadístico bajo entorno WINDOWS, denominado STATISTICA.

En este apartado, se presentan los resultados de las diferentes técnicas empleadas con el fin de establecer el efecto de las variables implicadas en el estudio.

En una primera fase, se realiza un análisis a nivel descriptivo donde se puede apreciar las medias, desviaciones típicas, dispersión y evolución a través de los

tratamientos a nivel gráfico. En un segundo bloque, se aplican los procedimientos inferenciales longitudinalmente, mediante el análisis de varianza con la técnica de medidas repetidas. En los casos que existe significación en el tratamiento analizamos las comparaciones múltiples a posteriori con el método de Newman-Keuls con la finalidad de hallar la significación entre pares de medidas. Este mismo sistema se aplicó para la determinación del posible error progresivo, acumulativo o residual (Arnau, 1990). Para este objetivo, se realizó una prueba de significación en las sesiones alternativas donde no se aplicaba tratamiento (A_1 , A_2 , A_3 , A_4). Igualmente, se aplica una prueba de contrastes entre cada uno de los tratamientos y su posterior ejecución en situación neutra.

En el último bloque, se realiza un análisis covariacional en el TR y el TM, para establecer su posible relación.

4.3.1. Estadística descriptiva.

A continuación presentamos los resultados de la estadística descriptiva en cada uno de los sujetos y en la totalidad de los ensayos realizados, excluyendo los de calentamiento. Posteriormente se exponen los gráficos de evolución de los sujetos.

SUJETO 1

A continuación se exponen los resultados estadísticos del estudio a nivel individual sobre el Sujeto 1 .

En la **Tabla 20**, se muestran los datos de la estadística descriptiva concretándose en media, mínimo, máximo y desviación típica.

En ellos se puede apreciar un descenso considerable en las medias del TR cuando el Feedback aportado es el de Tiempo de Reacción. Respecto al Tiempo de Movimiento y Respuesta de Reacción también apreciamos un descenso pero en menor grado que el anterior . Por lo tanto, en este sujeto, los tres tipos de FB han mejorado el TR.

Respecto al parámetro de Tiempo de Movimiento, no se comporta de igual manera, ya que en el caso de FB de TR y FB de TM existen mínimas diferencias y el descenso mayor se produce en el FB de RR.

En la Respuesta de Reacción, el tratamiento con el descenso más significativo es el de FB de TR (528/516), el FB de TM y el FB de RR lo hacen en menor medida (528/523 y 528/518 respectivamente)

En la **Figura 35** se aprecia la evolución del TR donde se hace constar una mejora muy significativa del TR con el FB de TR.

En la **Figura 36**, correspondiente al TM, no se aprecia evolución apreciable en ninguno de los tratamientos.

En la **Figura 37** se representa la RR donde las mejoras más relevantes corresponden a la inferencia del tratamiento con FB de TR.

En las **Figuras 38, 39 y 40** se presenta una gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción (TR, TM y RR) respecto a la Línea Base, en donde se realizaron medias entre los tres bloques de cada tratamiento.

Resumiendo, podemos decir, que el tratamiento que mejor resultados ha provocado ha sido el FB de TR, que afecta en el parámetro de TR y en el de TM. Otro aspecto a considerar en este sujeto es que, en general, todo tratamiento contribuye en una mejora de los tiempos.

Tabla 20. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 1.

	N	Mean	Min	Max	Std.Dev.
LB_TR	15	308.60	284	425	33.12
A1_TR	5	300.80	298	317	11.10
FBTR_TR	15	285.3	258	305	11.47
A2_TR	10	299.50	285	344	20.14
FBTM_TR	15	291.80	262	317	15.07
A3_TR	10	291.70	270	319	13.87
FBRR_TR	15	292.33	278	325	14.17
A4_TR	10	289.70	277	311	10.26
LB_TM	15	230.33	210	244	10.84
A1_TM	5	234.20	224	247	9.17
FBTR_TM	15	233.60	209	253	11.59
A2_TM	10	224.40	216	251	9.16
FBTM_TM	15	228.73	210	249	12.32
A3_TM	10	219.30	208	241	11.20
FBRR_TM	15	225.56	196	242	13.67
A4_TM	10	223.00	196	219	7.70
LB_RR	15	538.93	507	663	36.74
A1_RR	5	528.00	522	575	19.45
FBTR_RR	15	516.13	509	553	23.14
A2_RR	10	518.90	522	575	20.29
FBTM_RR	15	520.13	474	547	21.62
A3_RR	10	510.00	479	531	16.67
FBRR_RR	15	518.60	486	552	18.31
A4_RR	10	512.00	484	513	10.37

TIEMPO DE REACCION

SUJETO 1

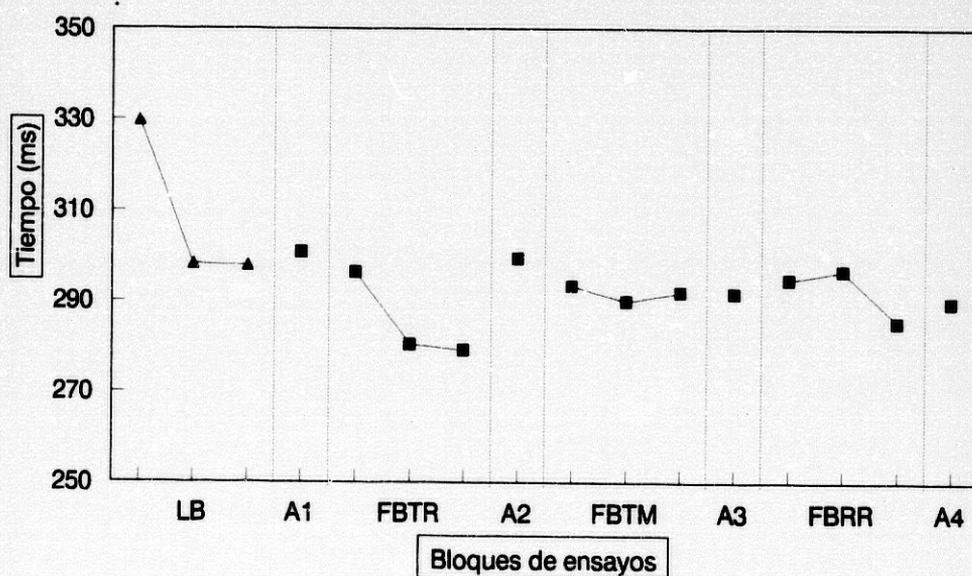


Figura 35. Evolución del sujeto 1 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

TIEMPO DE MOVIMIENTO

SUJETO 1

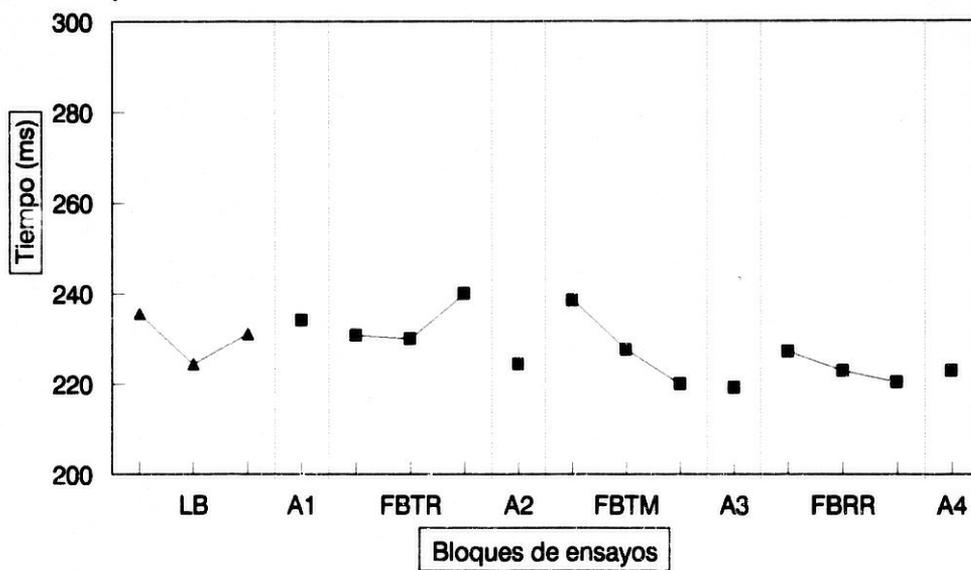


Figura 36. Evolución del sujeto 1 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

RESPUESTA DE REACCION

SUJETO 1

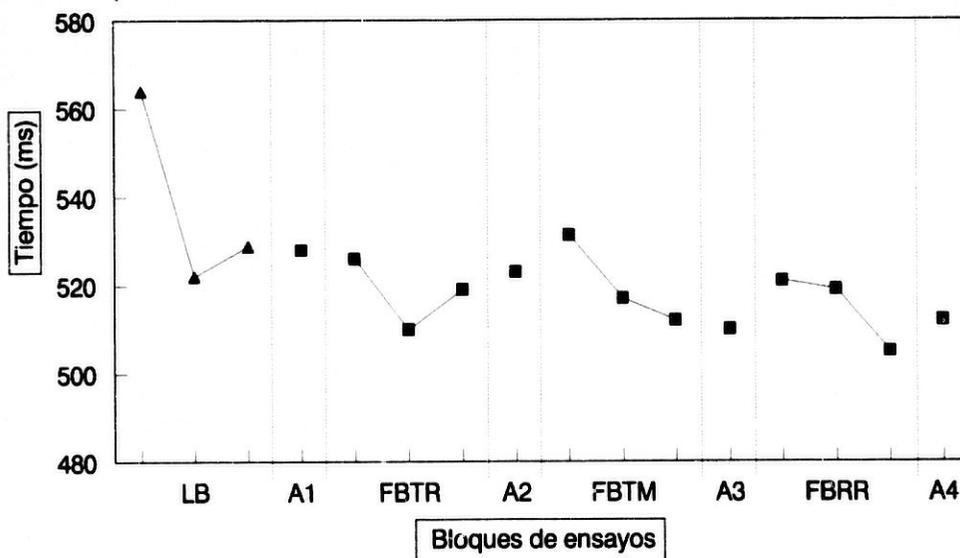


Figura 37. Evolución del sujeto 1 en el parámetro de Respuesta de Reacción.

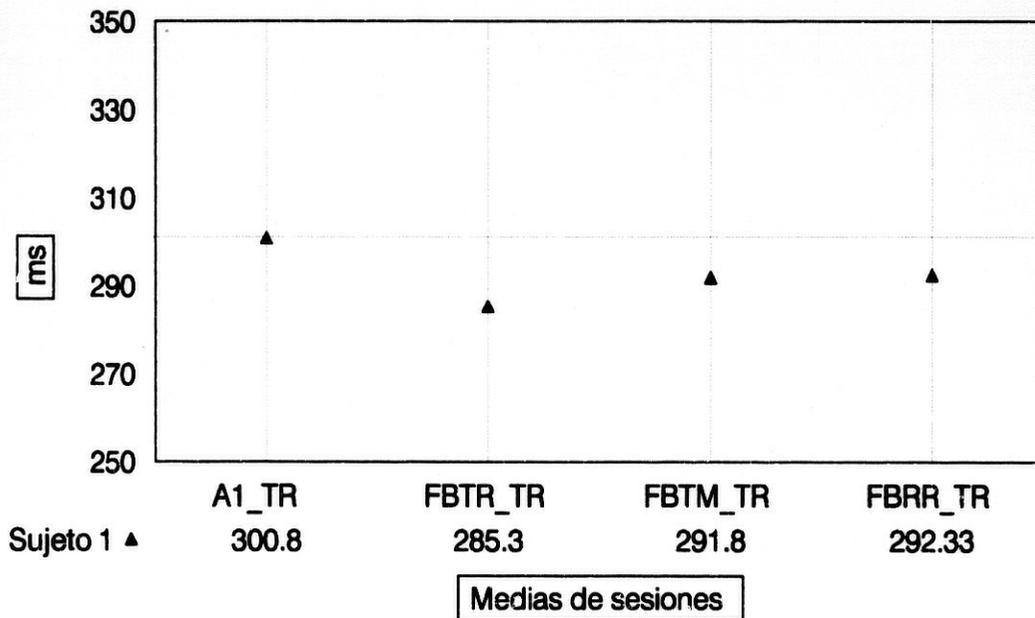


Figura 38. Diferencias entre Línea Base y tratamientos en el sujeto 1 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

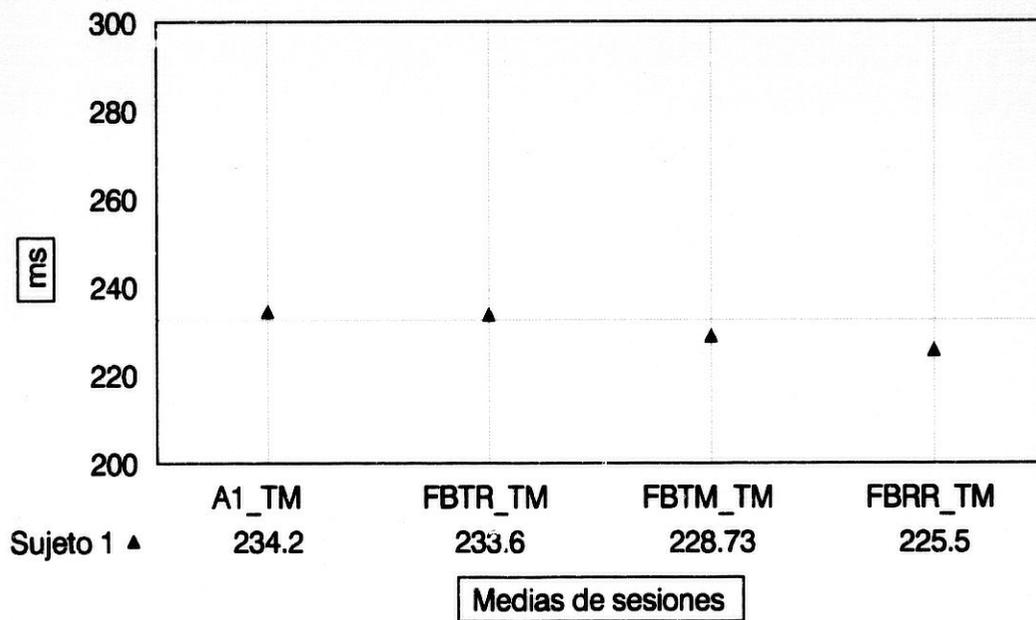


Figura 39. Diferencias entre Línea Base y tratamientos en el sujeto 1 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

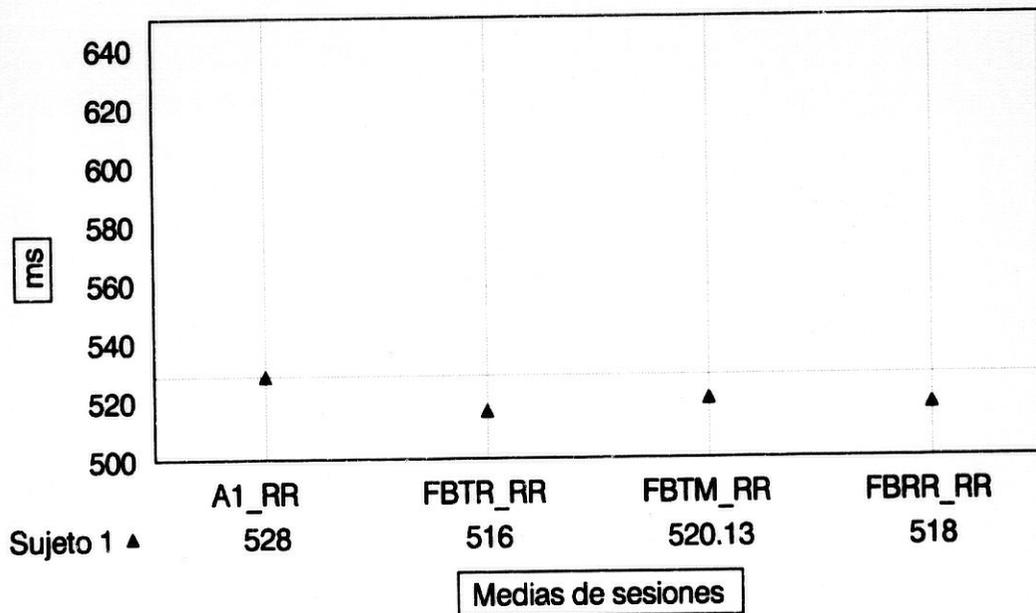


Figura 40. Diferencias entre Línea Base y tratamientos en el sujeto 1 en el parámetro de Respuesta de Reacción.

SUJETO 2

Respecto al estudio individual de los resultados en el Sujeto 2 podemos obtener las siguientes conclusiones.

Los datos de la estadística descriptiva (Tabla 21) se exponen a continuación. Respetamos el orden de los tratamientos tal como se realizaron en este sujeto. Por ello, difiere el orden respecto al anterior sujeto. En una primera lectura apreciamos un aumento de la Desviación Típica en los parámetros registrados. Analicemos ahora la evolución de cada uno de las variables sometidas a análisis.

Respecto al Tiempo de Reacción, siguiendo la tónica anterior, se aprecia un fuerte descenso cuando el Feedback es de TR. En segundo lugar, se aprecia un descenso cuando el Feedback es de RR, aunque menos pronunciado que el anterior. El Feedback de TM no afecta sobre el parámetro de Tiempo de Reacción.

La Respuesta de Reacción experimenta un considerable descenso cuando el Feedback es de Tiempo de Reacción. Este progreso sigue en la línea del sujeto anterior. Los demás parámetros registran una mejora, si bien, en menor cuantía.

En la Figura 41, 42 y 43 se presenta una gráfica temporal sobre la evolución de los tratamientos.

En la **Figura 44**, apreciamos el descenso considerable del Tiempo de Reacción bajo el tratamiento de FB de TR. En la **Figura 45** se refleja el poco efecto de los tratamientos sobre el TM. En la **Figura 46** en la gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción respecto a la Línea Base, corroboramos la ya mencionada mejora en el tratamiento de FB de TR y algo menos del FB de RR.

En síntesis, se sigue confirmando la mejora del Tiempo de Reacción y de la Respuesta de Reacción cuando el FB es de TR. Los demás tratamientos también mejoran los tiempos aunque de forma poco significativa.

TABLA 21. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 2.

	N	Mean	Min	Max	Std.Dev.
LB_TR	15	334.00	291	379	26.21
A1_TR	5	339.80	318	394	33.03
FBTM_TR	15	336.47	288	413	30.07
A2_TR	10	337.10	305	382	20.43
FBRR_TR	15	320.00	285	352	18.36
A3_TR	10	318.70	224	356	41.79
FBTR_TR	15	312.53	251	369	29.55
A4_TR	10	333.80	315	377	19.27
LB_TM	15	269.07	246	295	16.97
A1_TM	5	248.40	247	251	1.67
FBTM_TM	15	244.53	223	284	17.36
A2_TM	10	246.60	237	266	8.32
FBRR_TM	15	253.67	233	269	10.85
A3_TM	10	244.70	230	265	9.36
FBTR_TM	15	246.73	224	267	13.17
A4_TM	10	236.50	224	263	10.54
LB_RR	15	603.07	575	645	22.92
A1_RR	5	588.20	565	642	33.02
FBTM_RR	15	581.00	545	668	30.40
A2_RR	10	583.70	554	622	22.17
FBRR_RR	15	573.67	553	605	17.38
A3_RR	10	563.40	475	605	42.46
FBTR_RR	15	559.27	492	620	37.15
A4_RR	10	570.30	548	640	27.30

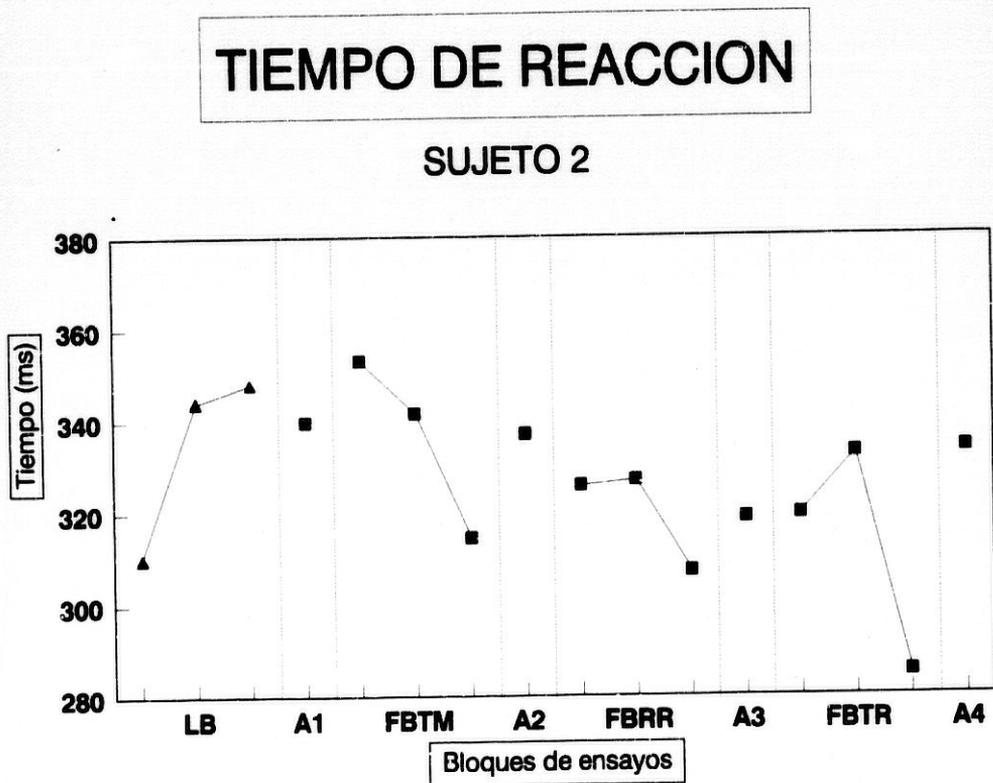


Figura 41. Evolución del sujeto 2 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

TIEMPO DE MOVIMIENTO

SUJETO 2

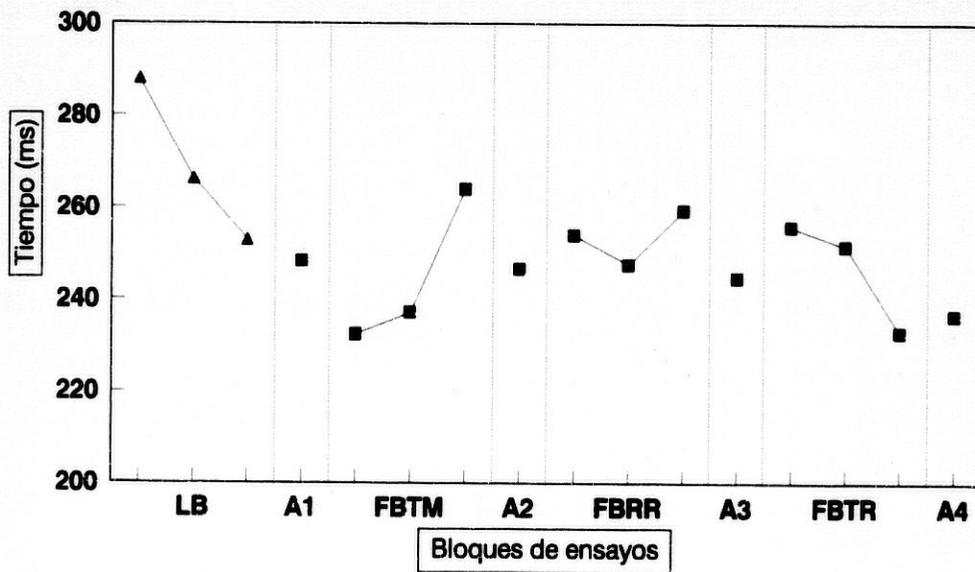


Figura 42. Evolución del sujeto 2 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

RESPUESTA DE REACCION

SUJETO 2

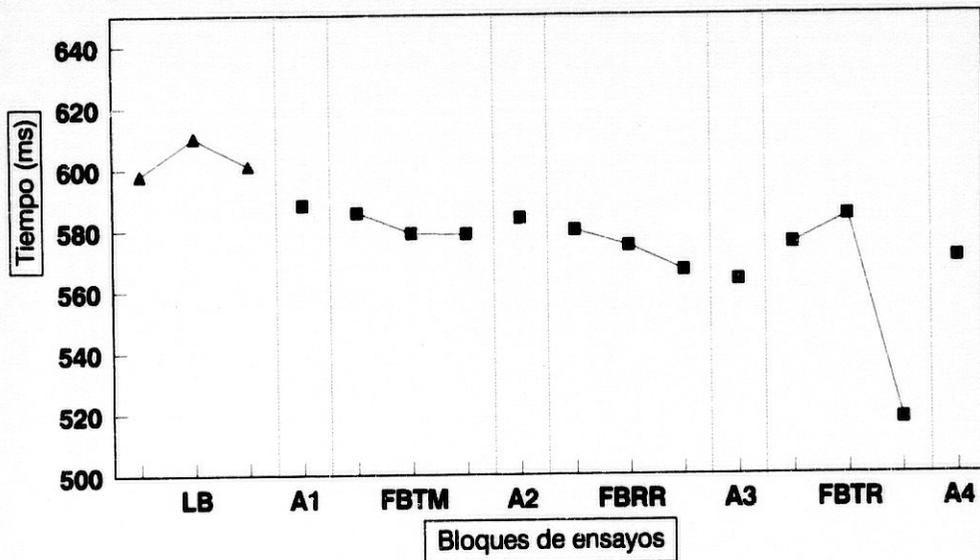


Figura 43. Evolución del sujeto 2 en el parámetro de Respuesta de Reacción.

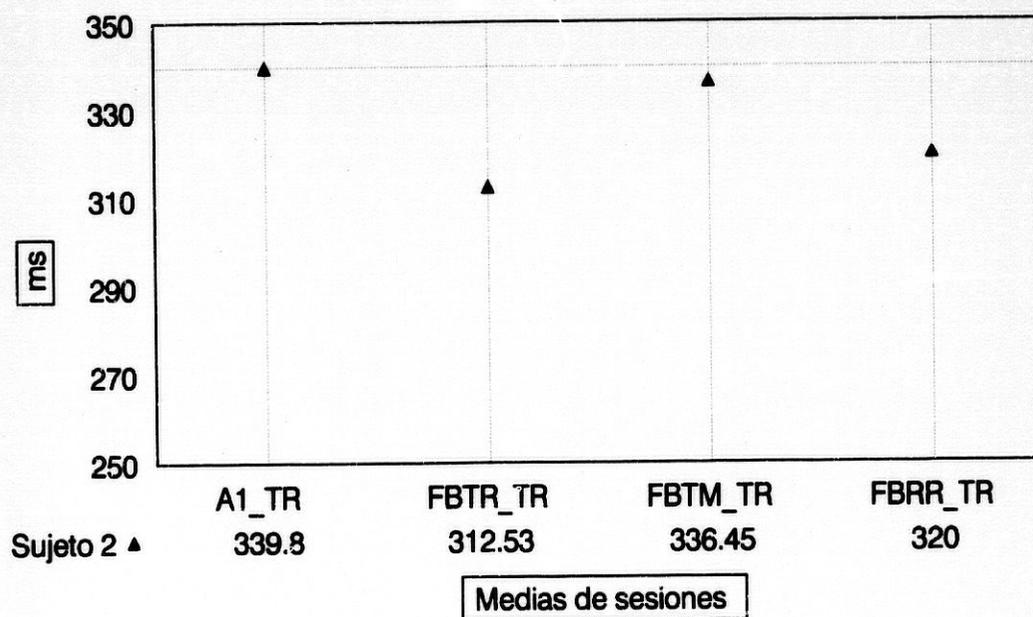


Figura 44. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 2 sobre el parámetro de Tiempo de Reacción.

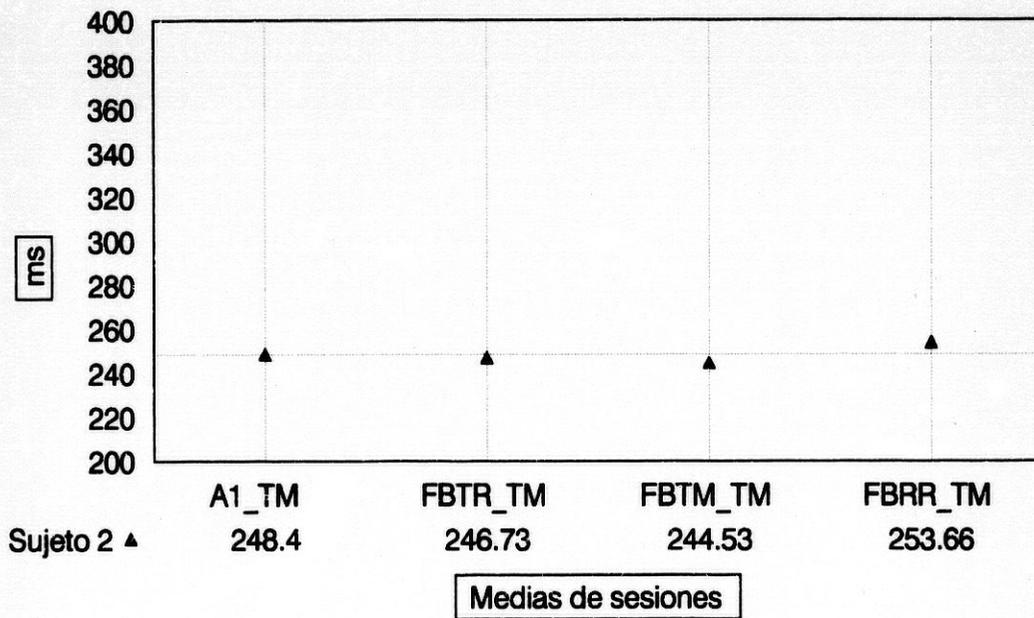


Figura 45. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 2 sobre el parámetro de Tiempo de Movimiento.

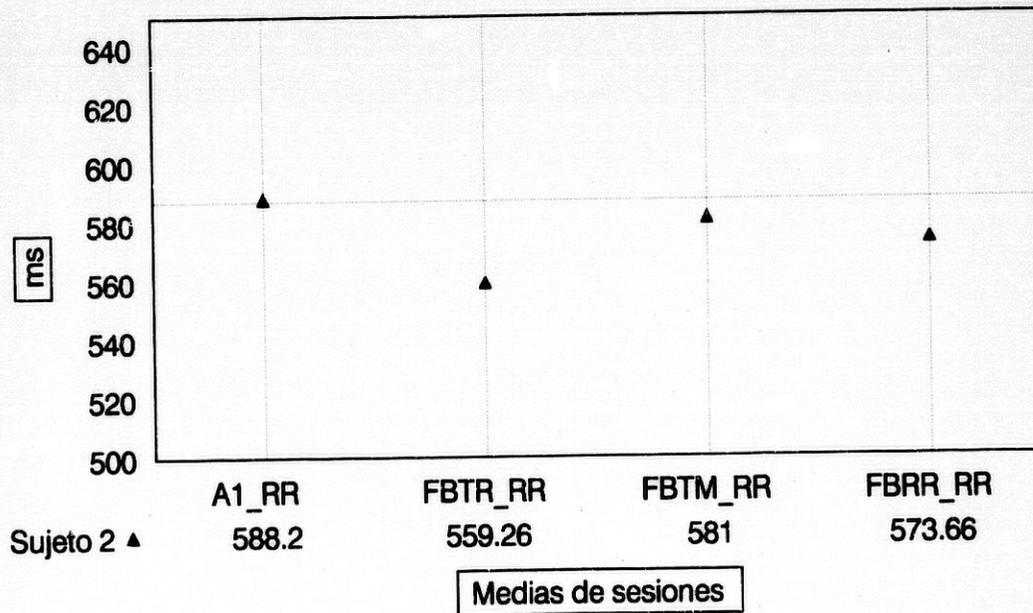


Figura 46. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 2 sobre el parámetro de Respuesta de Reacción.

SUJETO 3

El Sujeto 3 presenta los resultados que mostramos a continuación.

En la **Tabla 22**, se muestran los datos de la estadística descriptiva. Donde apreciamos los valores de los distintos tratamientos.

El FB de TR sigue mostrándose como efectivo para mejorar el Tiempo de Reacción. Lo que apreciamos como novedad en este sujeto es que por primera vez los tratamientos de FB de TM y FB de RR no mejoran los resultados obtenidos sobre el TR sino los empeoran. En este caso, por lo tanto, la información aportada sirve para provocar mayor confusión al sujeto que orienta su atención en otros aspectos del gesto perdiendo eficacia en su desarrollo.

Respecto al Tiempo de Movimiento, no se experimenta una mejora apreciable en ningún tipo de tratamiento.

La Respuesta de Reacción, tiende a empeorar con los tratamientos, por lo que en este sujeto no tiene efecto positivo.

En la **Figura 47, 48 y 49** se presenta una gráfica temporal sobre la evolución de los parámetros ya expresados. En la **Figura 50, 51 y 52** se ofrece una gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción (TR, TM y RR) respecto a la Línea Base.

Como resumen, diremos que en este sujeto el único parámetro que ha mejorado de forma apreciable ha sido el de TR cuando se ha utilizado el tratamiento

de FB de TR. Se aprecia un dato novedoso, referente a que existen bloques en los parámetros de TR y en la RR que empeoran con los tratamientos. Este aspecto puede ser el punto de partida para la tesis de que cierta información aumentada al sujeto, no sólo provoca que no progrese en su rendimiento sino que en ciertas situaciones empeore.

TABLA 22. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 3.

	N	Mean	Min	Max	Std.Dev.
LB_TR	10	287.20	268	321	18.66
A1_TR	5	281.60	267	319	21.20
FBRR_TR	15	292.20	269	362	22.49
A2_TR	10	288.00	276	305	7.76
FBTR_TR	15	275.00	201	314	27.03
A3_TR	10	303.50	293	323	9.22
FBTM_TR	15	292.2	283	310	18.86
A4_TR	10	307.50	287	333	13.19
LB_TM	10	317.70	289	347	18.53
A1_TM	5	299.40	291	313	8.73
FBRP_TM	15	300.13	283	333	14.91
A2_TM	10	300.70	277	316	12.78
FBTR_TM	15	294.07	274	314	12.78
A3_TM	10	285.10	271	295	7.44
FBTM_TM	15	298.66	270	327	15.39
A4_TM	10	286.60	204	315	30.48
LB_RR	10	604.90	562	647	30.68
A1_RR	5	581.00	563	621	23.37
FBRR_RR	15	592.33	558	667	28.93
A2_RR	10	588.70	553	609	16.57
FBTR_RR	15	584.86	486	628	34.73
A3_RR	10	588.60	564	610	12.89
FBTM_RR	15	594.53	572	627	23.63
A4_RR	10	594.10	504	631	35.44

TIEMPO DE REACCION

SUJETO 3

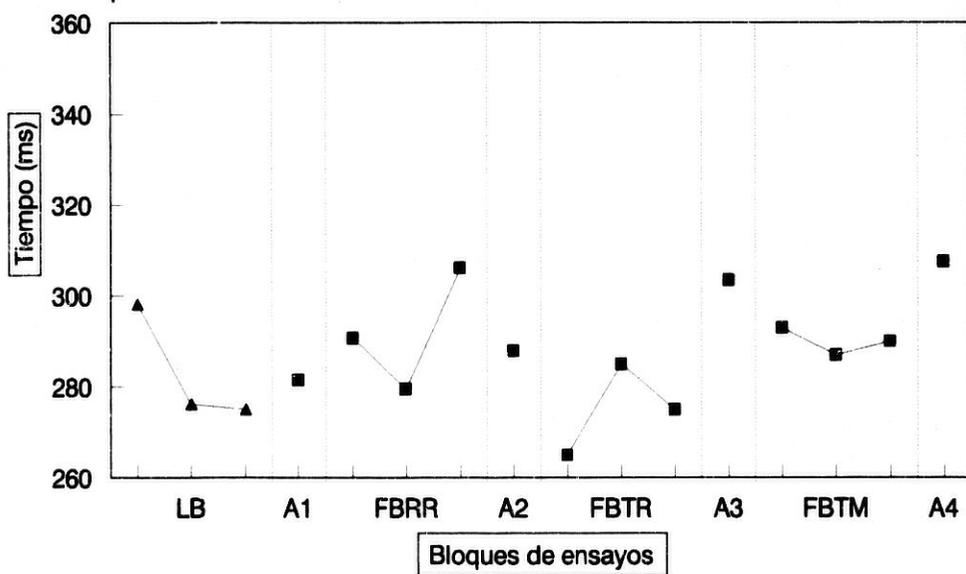


Figura 47. Evolución del sujeto 3 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

TIEMPO DE MOVIMIENTO

SUJETO 3

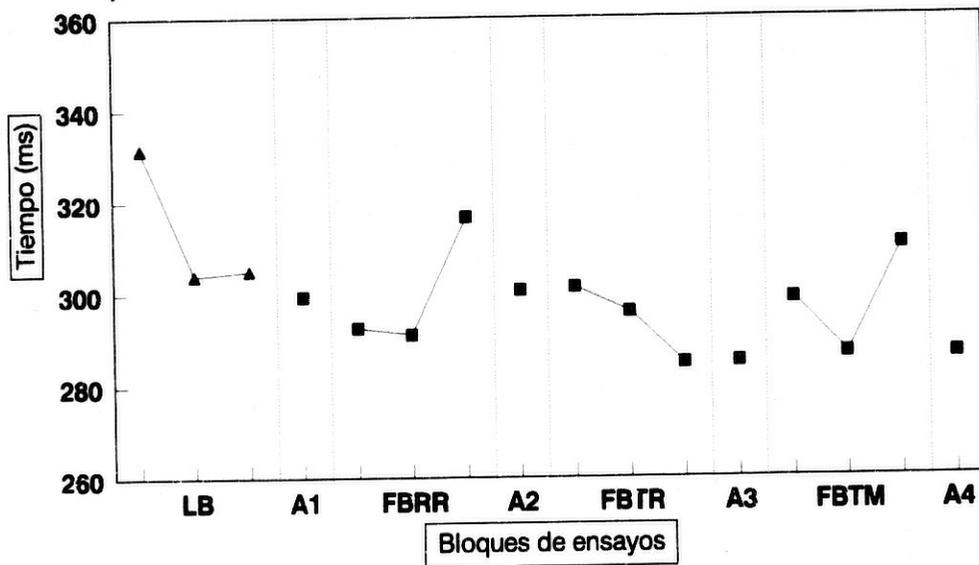


Figura 48. Evolución del sujeto 3 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

RESPUESTA DE REACCION

SUJETO 3

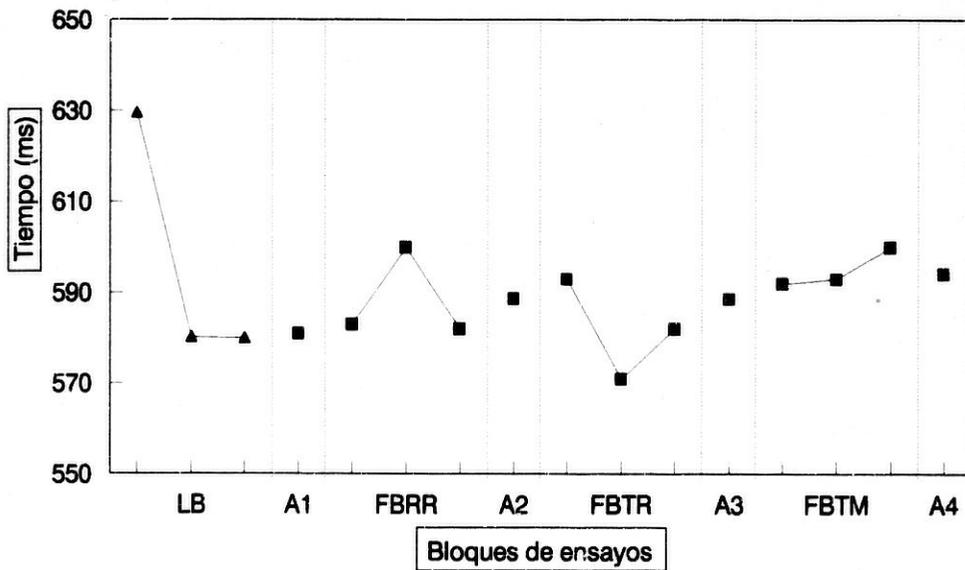


Figura 49. Evolución del sujeto 3 en el parámetro de Respuesta de Reacción.

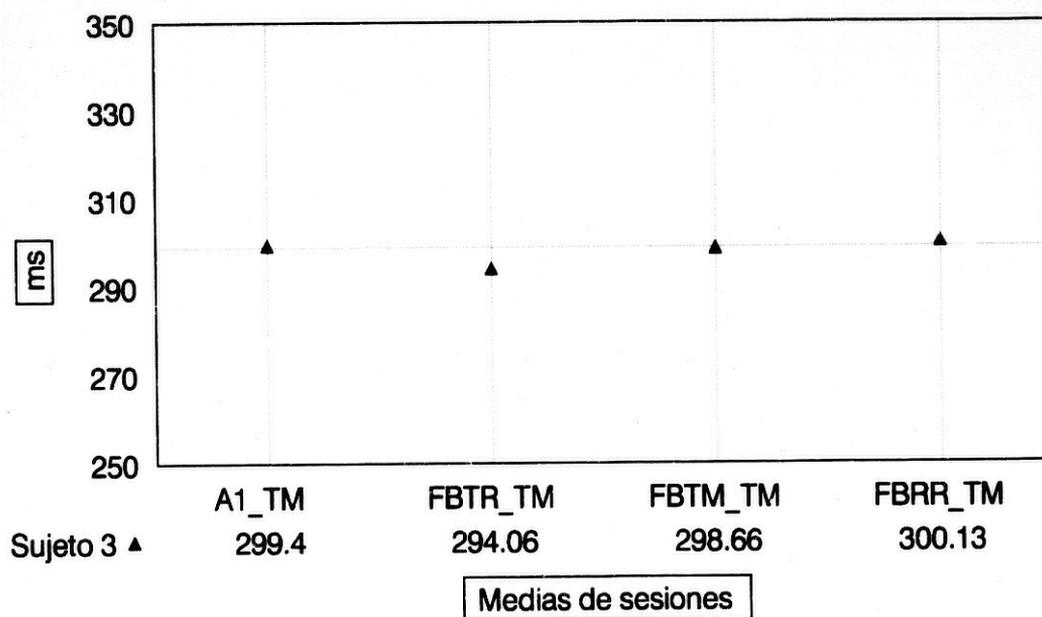


Figura 51. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 3 sobre el parámetro de Tiempo de Movimiento.

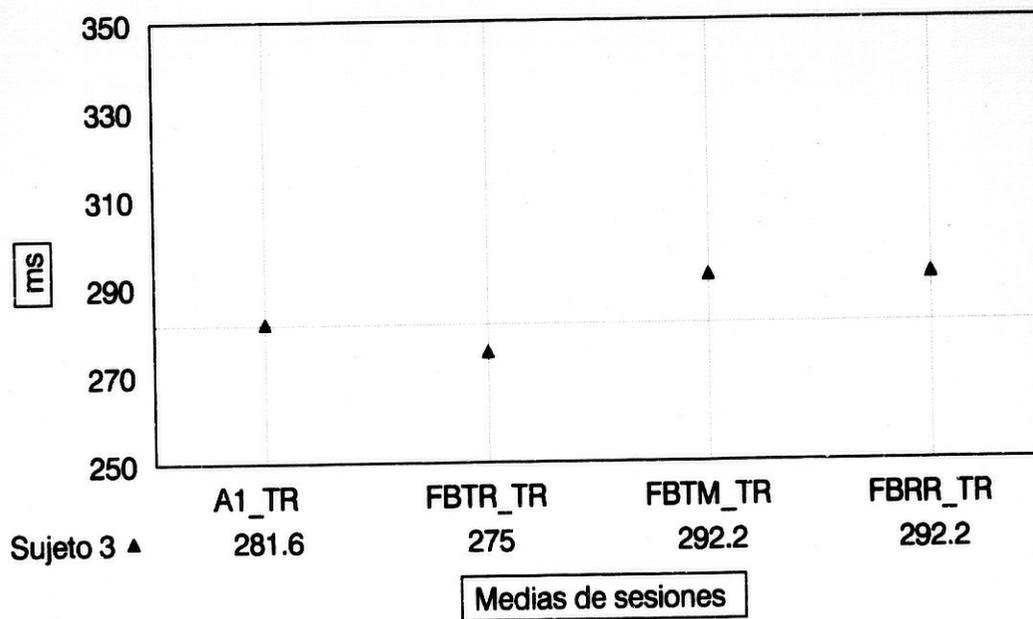


Figura 51. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 3 sobre el parámetro de Tiempo de Reacción.

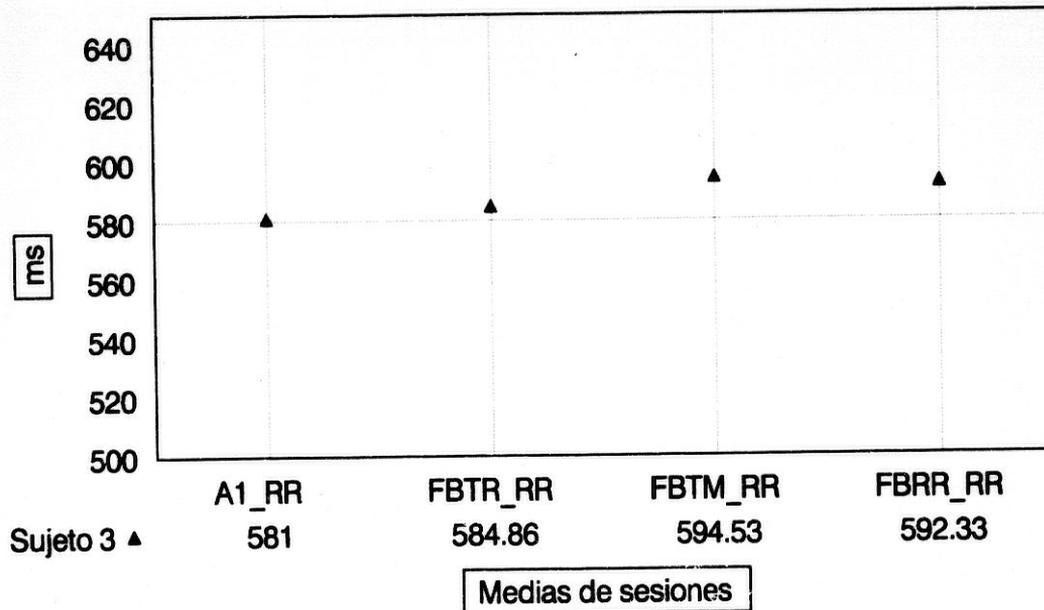


Figura 52. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 3 sobre el parámetro de Respuesta de Reacción.

SUJETO 4

Presentamos los resultados del estudio individual en el Sujeto 4 .

En la **Tabla 23**, se muestran los datos de la estadística descriptiva.

Centrándonos en el parámetro de TR, en principio apreciamos una mejora de este parámetro cuando el FB es de TR. El Feedback de TM, actúa negativamente sobre este parámetro aunque posteriormente se verá que actúa positivamente sobre el TM. El FB de RR también mejora el TR.

Respecto al TM, experimenta un descenso considerable con el FB de TM, mientras que el FB de TR y el FB de RR apenas se ven modificados respecto a la Línea Base.

La RR, disminuye con todos los tratamientos, aunque la cuantía es poco importante.

En la **Figura 53, 54 y 55** se presenta una gráfica temporal sobre la evolución de los tres parámetros. Uno de los aspectos que destacan en este sujeto es la posible relación inversa que puede existir entre el Tiempo de Reacción y el Tiempo de Movimiento. Esta posible correlación ya apareció en el estudio piloto.

En las Figuras 56, 57 y 58 presentamos una gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción (TR, TM y RR) respecto a la Línea Base. Se aprecia la ya mencionada mejora del TR cuando el FB es de TR y del TM cuando el FB es de TM.

En resumen, este sujeto ha mejorado cada uno de los parámetros de la Respuesta de Reacción que se relaciona directamente con la información recibida. También existe una relación inversa entre TR y TM, y la Respuesta de Reacción global se ha visto mejorada con los distintos tipos de FBs.

TABLA 23. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 4.

	N	Mean	Min	Max	Std.Dev.
LB_TR	10	322.70	294	341	13.29
A1_TR	5	327.60	299	340	16.92
FBTR_TR	15	316.33	298	337	11.41
A2_TR	10	313.80	299	329	8.28
FBRR_TR	15	317.40	295	329	9.14
A3_TR	10	317.90	278	343	19.78
FBTM_TR	15	343.07	321	376	16.47
A4_TR	10	319.80	296	355	18.65
LB_TM	10	262.20	251	281	8.16
A1_TM	5	263.80	250	274	9.39
FBTR_TM	15	266.80	248	291	11.54
A2_TM	10	272.00	261	289	10.32
FBRR_TM	15	265.13	238	280	11.30
A3_TM	10	245.60	233	273	12.00
FBTM_TM	15	231.87	214	253	13.08
A4_TM	10	251.30	242	269	7.74
LB_RR	10	584.90	561	611	14.16
A1_RR	5	591.40	558	608	21.49
FBTR_RR	15	583.13	559	608	12.39
A2_RR	10	585.80	562	608	15.18
FBRR_RR	15	582.53	554	597	12.99
A3_RR	10	563.50	533	582	14.07
FBTM_RR	15	574.93	544	599	15.35
A4_RR	10	571.10	547	606	21.07

TIEMPO DE REACCION

SUJETO 4

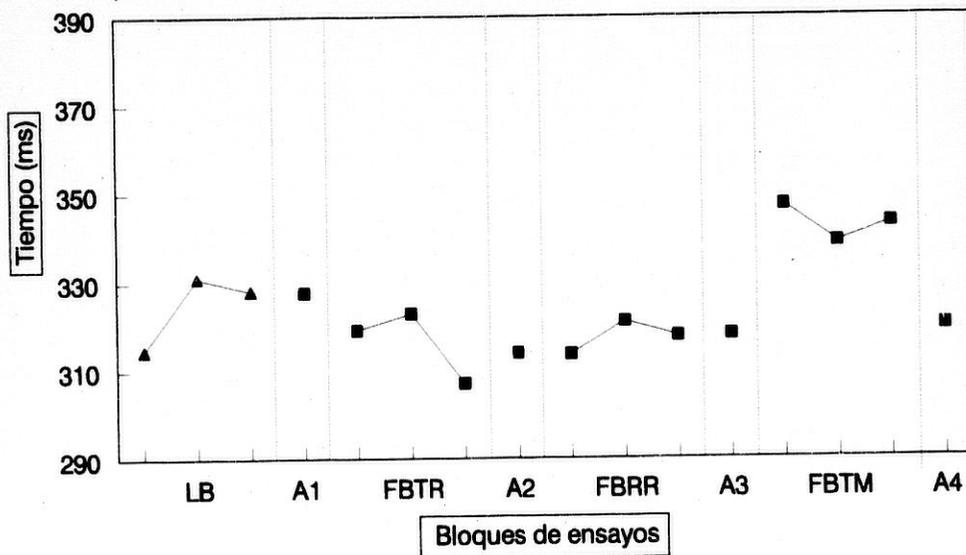


Figura 53. Evolución del sujeto 4 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

TIEMPO DE MOVIMIENTO

SUJETO 4

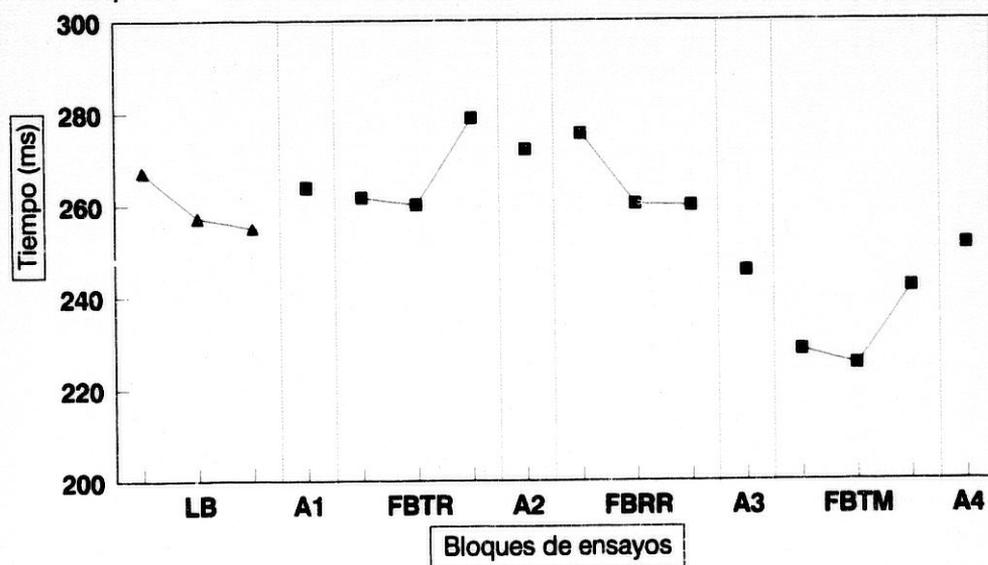


Figura 54. Evolución del sujeto 4 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

RESPUESTA DE REACCION

SUJETO 4

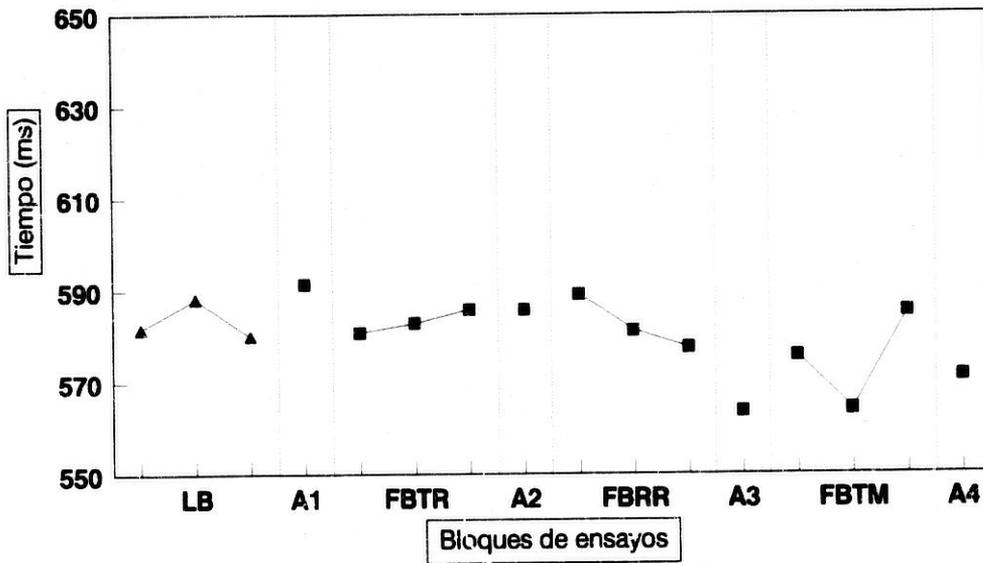


Figura 55. Evolución del sujeto 4 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

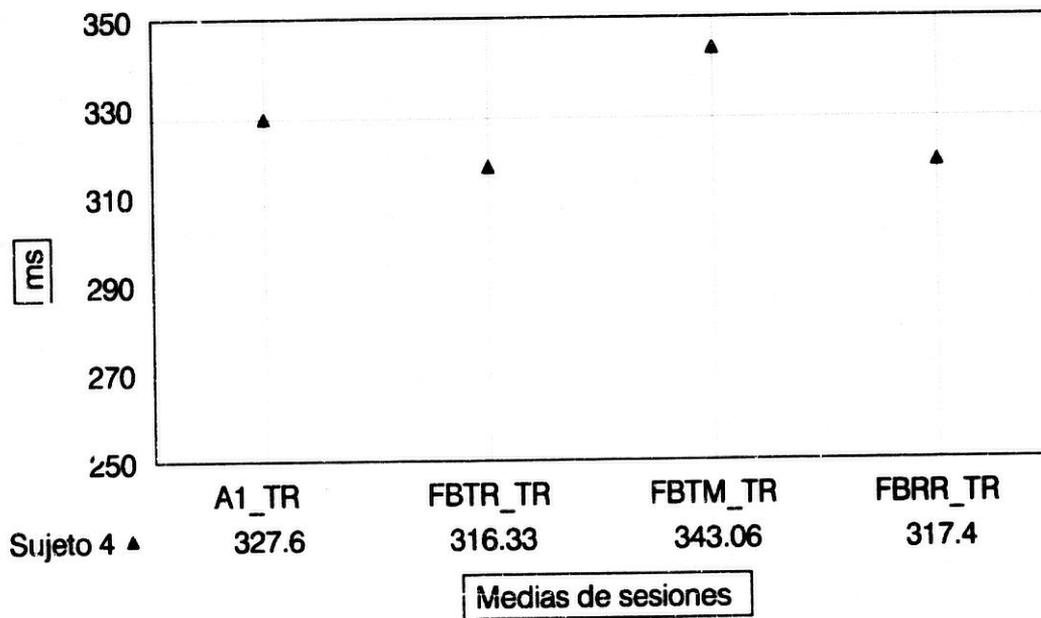


Figura 56. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 4 sobre el parámetro de Tiempo de Reacción.

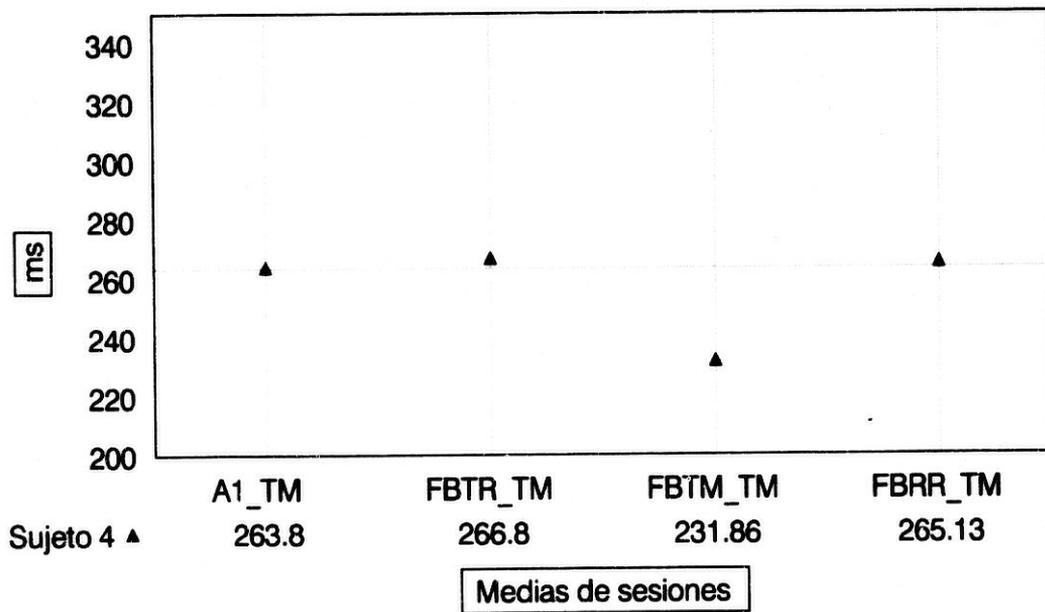


Figura 57. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 4 sobre el parámetro de Tiempo de Movimiento.

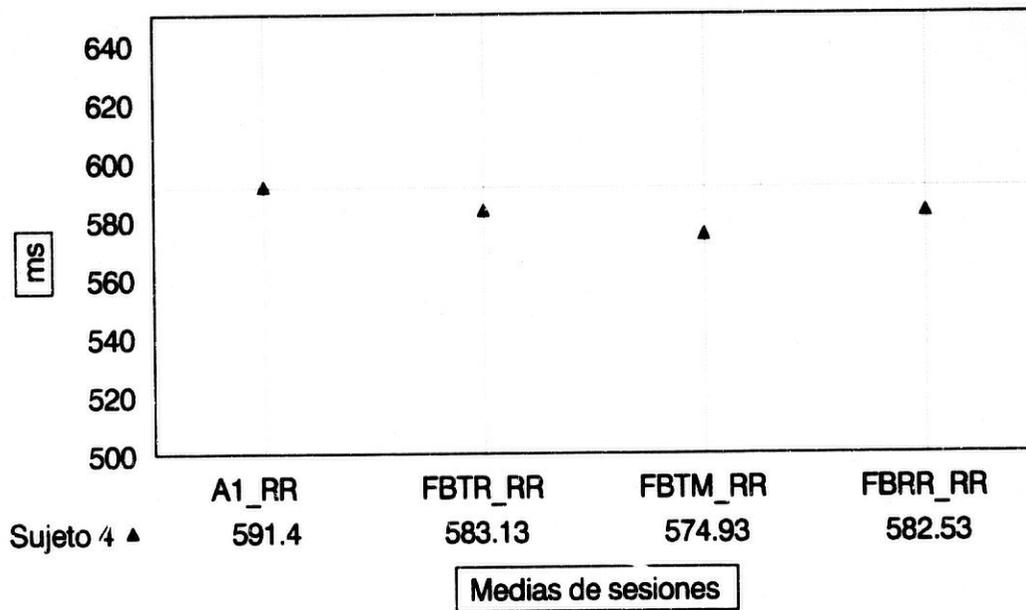


Figura 58. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 4 sobre el parámetro de Respuesta de Reacción.

SUJETO 5

Pasamos a analizar los datos registrados en el Sujeto 5 .

En la **Tabla 24**, se muestran los resultados de la estadística descriptiva. Parcelando cada uno de los parámetros encontramos los siguientes datos como más relevantes:

Respecto al TR, el tratamiento al que se responde con una mayor disminución es el de FB de TR. Los demás tratamientos también reducen este parámetro aunque en menor grado.

El TM apenas se ve reducido por los tratamientos de cada uno de los parámetros, aunque en todos ellos se aprecia una mínima disminución.

El parámetro de RR experimenta un importante descenso (650/610) con la información de TR. Los demás parámetros también descienden aunque en menor grado.

En la **Figura 59, 60 y 61** exponemos a nivel gráfico la evolución temporal de los parámetros temporales. Lo que más destaca es el descenso del TR en el FB de TR.

En las Figuras 62, 63 y 64 apreciamos una gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción (TR, TM y RR) respecto a la Línea Base.

Como conclusiones cabe decir, que el FB de TR es efectivo para mejorar el TR y la RR. Todos los tratamientos han mejorado los tiempos aunque de forma poco importante. La relación inversa del Tiempo de Reacción y de Tiempo de Movimiento que se experimenta en el anterior sujeto no se aprecia en este.

TABLA 24. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 5.

	N	Mean	Min	Max	Std.Dev.
LB_TR	10	337.60	318	356	109.67
A1_TR	5	341.80	321	378	216.03
FBTM_TR	15	317.53	303	363	113.46
A2_TR	10	318.90	304	358	163.87
FBTR_TR	15	299.53	251	345	250.74
A3_TR	10	306.60	279	361	249.59
FBRR_TR	15	306.60	281	349	203.46
A4_TR	10	309.50	268	380	299.30
LB_TM	10	314.60	294	339	133.68
A1_TM	5	308.40	284	330	173.87
FBTM_TM	15	295.80	245	343	229.01
A2_TM	10	298.30	275	323	144.07
FBTR_TM	15	302.00	272	326	151.00
A3_TM	10	310.10	289	328	122.79
FBRR_TM	15	304.13	279	320	121.76
A4_TM	10	300.40	280	317	118.06
LB_RR	10	652.20	628	695	182.99
A1_RR	5	650.20	617	697	293.55
FBTM_RR	15	613.33	574	665	289.94
A2_RR	10	617.20	587	668	246.39
FBTR_RR	15	601.53	567	637	223.03
A3_RR	10	616.70	577	681	295.34
FBRR_RR	15	610.73	576	665	235.51
A4_RR	10	609.90	564	696	389.69

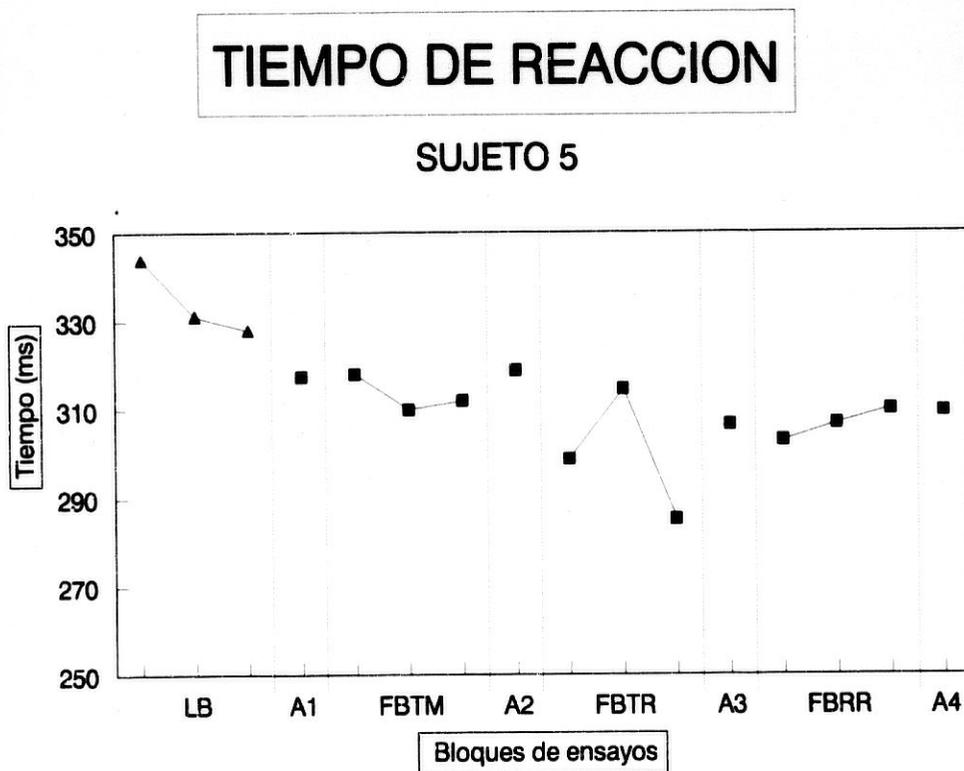


Figura 59. Evolución del sujeto 5 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

TIEMPO DE MOVIMIENTO

SUJETO 5

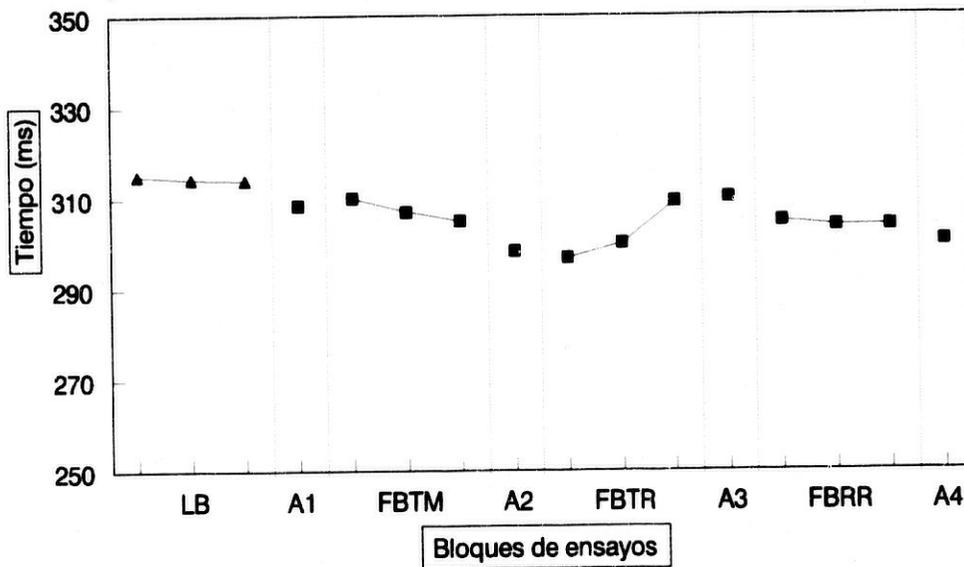


Figura 60. Evolución del sujeto 5 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

RESPUESTA DE REACCION

SUJETO 5

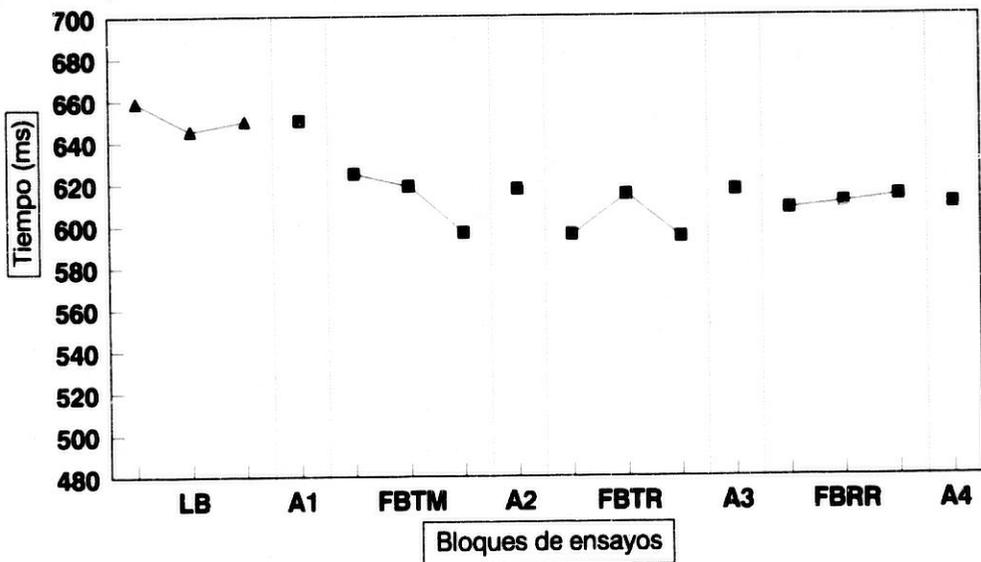


Figura 61. Evolución del sujeto 5 en el parámetro de Respuesta de Reacción.

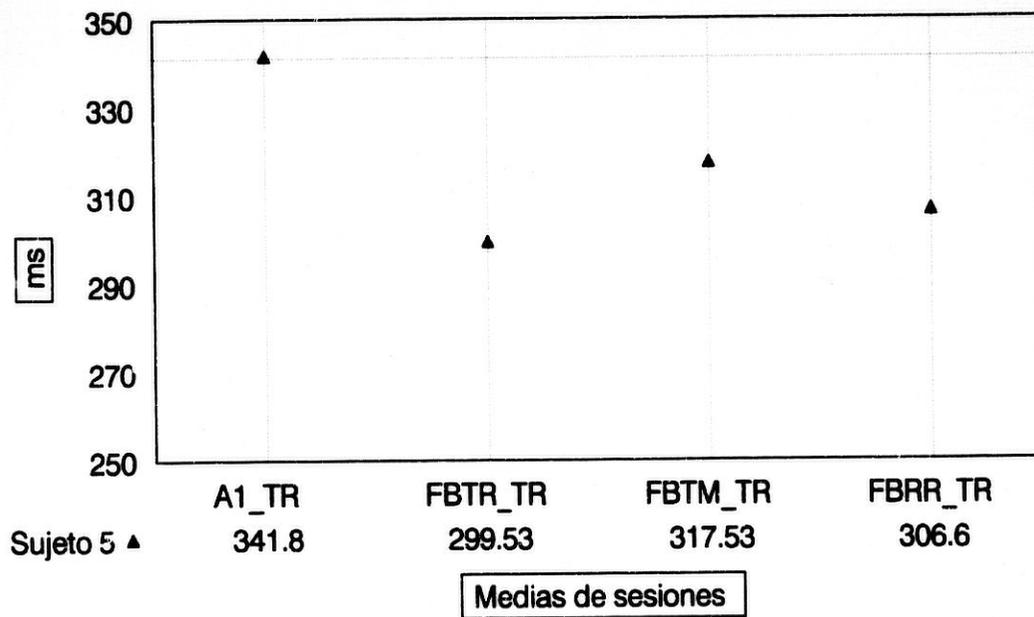


Figura 62. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 5 sobre el parámetro de Tiempo de Reacción.

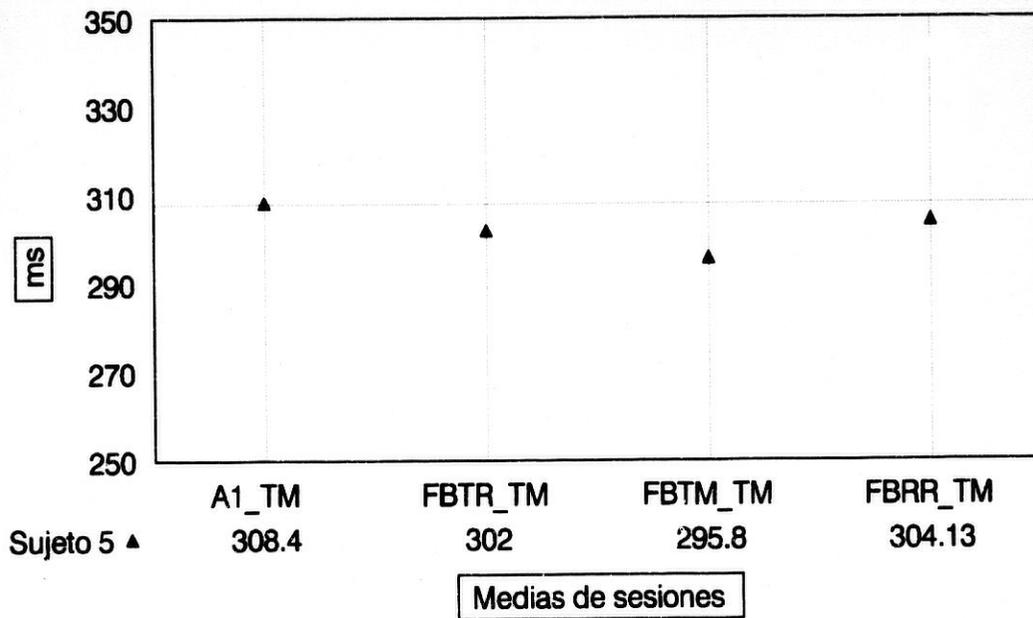


Figura 63. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 5 sobre el parámetro de Tiempo de Movimiento.

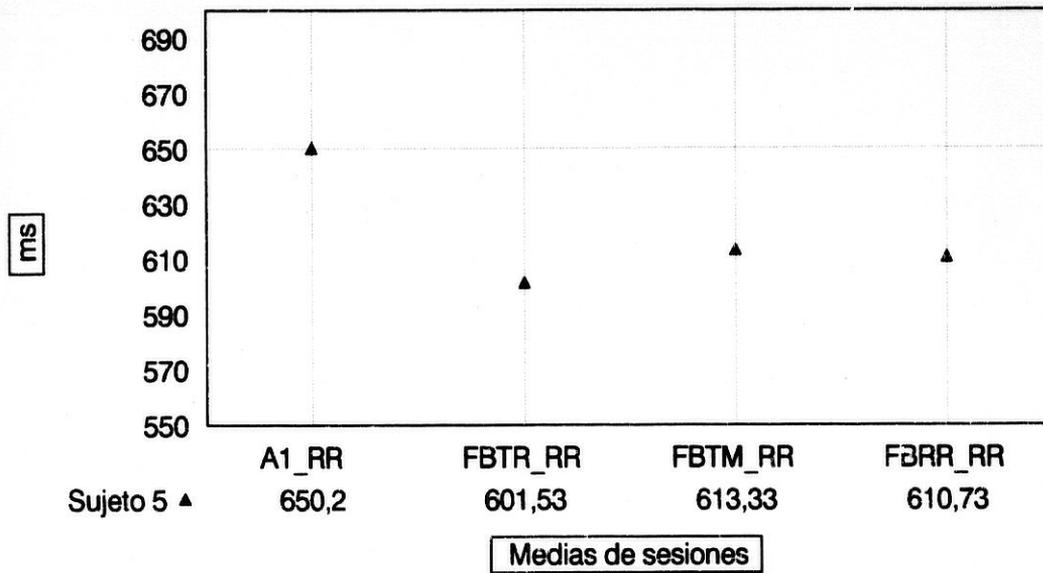


Figura 64. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 5 sobre el parámetro de Respuesta de Reacción.

SUJETO 6

En el Sujeto 6, existe una evolución de los resultados similar a los anteriores. En la **Tabla 25**, se muestran los datos de la estadística descriptiva concretándose en media, mínimo, máximo y desviación típica.

El Feedback de TR incide en una mejora del TR, mientras que los demás tratamientos parecen no afectar en estos parámetros.

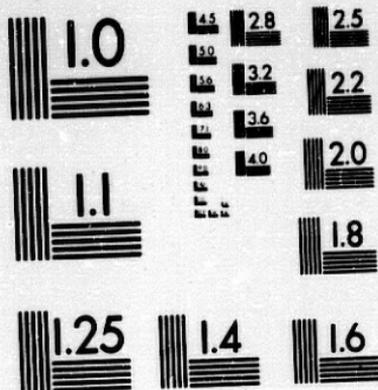
El Tiempo de Movimiento se reduce mínimamente por el FB de TM. Tampoco los demás tratamientos afectan sobre este parámetro.

La Respuesta de Reacción mejora con el FB de TR.

En la **Figura 65, 66 y 67** se presenta una gráfica temporal sobre la evolución de los parámetros temporales, reflejándose lo ya expresado.

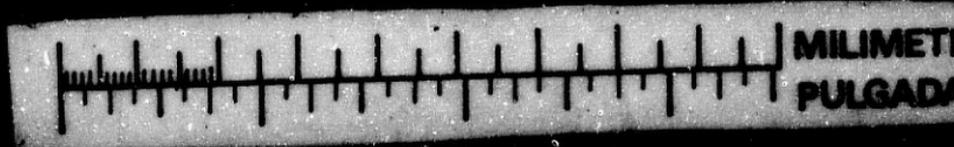
En las **Figuras 68, 69 y 70** realizamos una gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción (TR, TM y RR) con los tratamientos aplicados respecto a la Línea Base.

ETD



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

1:24



SUJETO 6

En el Sujeto 6, existe una evolución de los resultados similar a los anteriores. En la **Tabla 25**, se muestran los datos de la estadística descriptiva concretándose en media, mínimo, máximo y desviación típica.

El Feedback de TR incide en una mejora del TR, mientras que los demás tratamientos parecen no afectar en estos parámetros.

El Tiempo de Movimiento se reduce mínimamente por el FB de TM. Tampoco los demás tratamientos afectan sobre este parámetro.

La Respuesta de Reacción mejora con el FB de TR.

En la **Figura 65, 66 y 67** se presenta una gráfica temporal sobre la evolución de los parámetros temporales, reflejándose lo ya expresado.

En las **Figuras 68, 69 y 70** realizamos una gráfica comparativa de los parámetros de la Respuesta de Reacción (TR, TM y RR) con los tratamientos aplicados respecto a la Línea Base.

No se confirma tampoco en este sujeto, la relación inversa entre el parámetro de Tiempo de Reacción y el de Tiempo de Movimiento.

Como síntesis, se confirma la tendencia de los anteriores sujetos, donde existe una mejora general por el efecto del Feedback, destacando el tratamiento de FB de TR, que supone la mejora más sustancial del TR y de la RR.

TABLA 25. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 6.

	N	Mean	Min	Max	Std.Dev.
LB_TR	15	318.72	301	360	21.34
A1_TR	5	320.12	305	398	32.33
FBTR_TR	15	299.59	280	378	24.56
A2_TR	10	313.86	301	378	32.34
FBTM_TR	15	315.37	310	345	16.65
A3_TR	10	307.68	304	325	36.65
FBRR_TR	15	308.99	306	368	24.43
A4_TR	10	312.06	310	367	13.23
LB_TM	15	279.39	267	297	23.12
A1_TM	5	270.84	268	289	23.23
FBTR_TM	15	268.63	256	297	21.12
A2_TM	10	270.20	261	278	23.21
FBTM_TM	15	259.91	234	278	34.32
A3_TM	10	260.96	246	267	21.12
FBRR_TM	15	268.46	234	289	21.12
A4_TM	10	256.36	242	275	12.12
LB_RR	15	596.79	576	643	12.32
A1_RR	15	590.96	573	640	32.12
FBTR_RR	15	571.40	543	630	12.12
A2_RR	15	584.26	547	620	21.23
FBTM_RR	15	584.02	576	603	32.22
A3_RR	15	568.64	557	603	21.12
FBRR_RR	15	574.17	543	618	21.23
A4_RR	15	568.42	532	632	17.00

TIEMPO DE REACCION

SUJETO 6

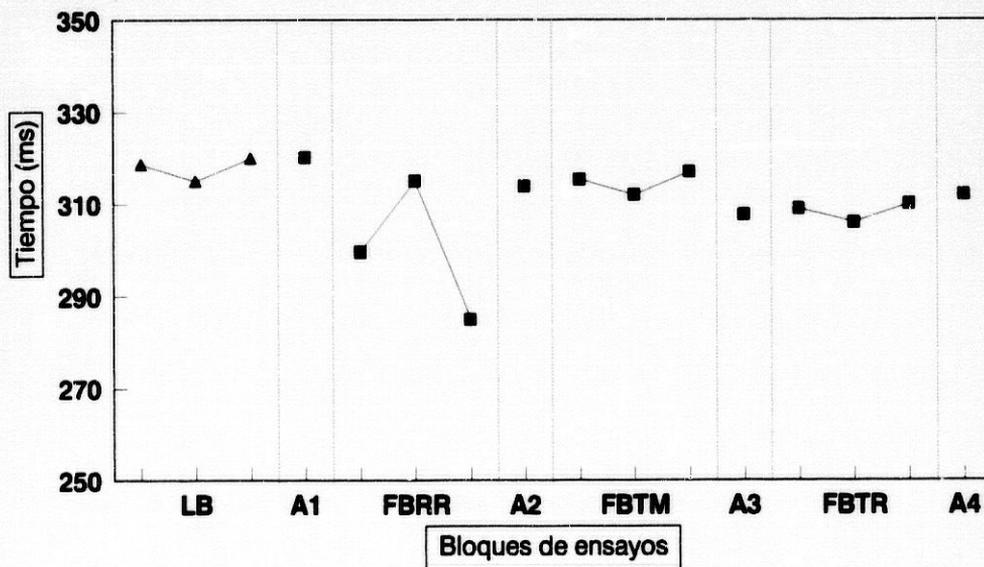


Figura 65. Evolución del sujeto 6 en el parámetro de Tiempo de Reacción.

TIEMPO DE MOVIMIENTO

SUJETO 6

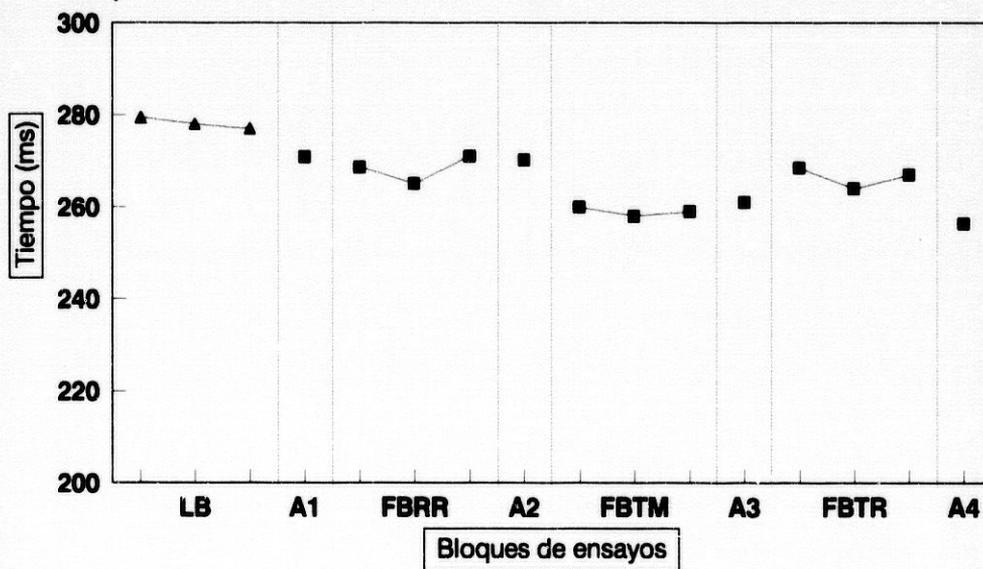


Figura 66. Evolución del sujeto 6 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

RESPUESTA DE REACCION

SUJETO 6

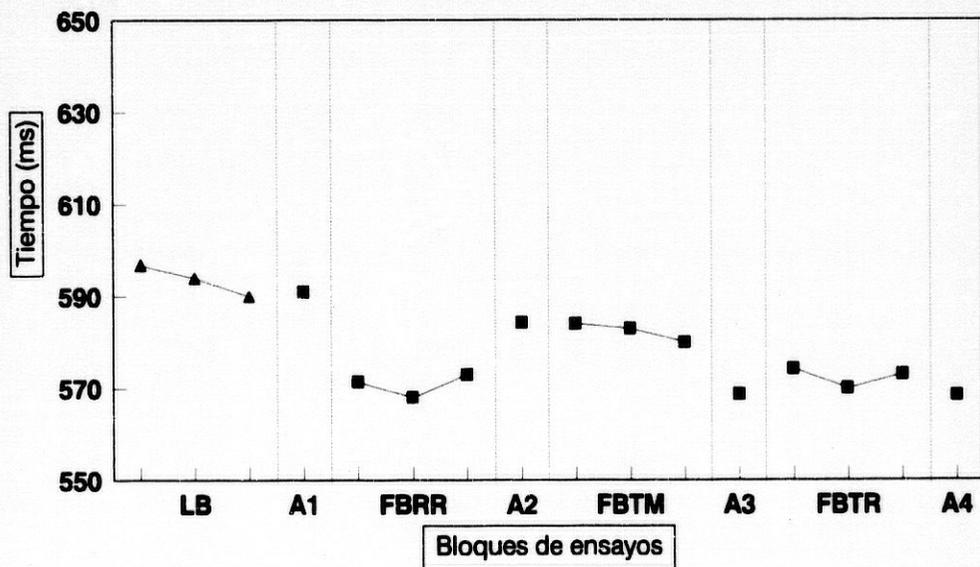


Figura 67. Evolución del sujeto 6 en el parámetro de Respuesta de Reacción.

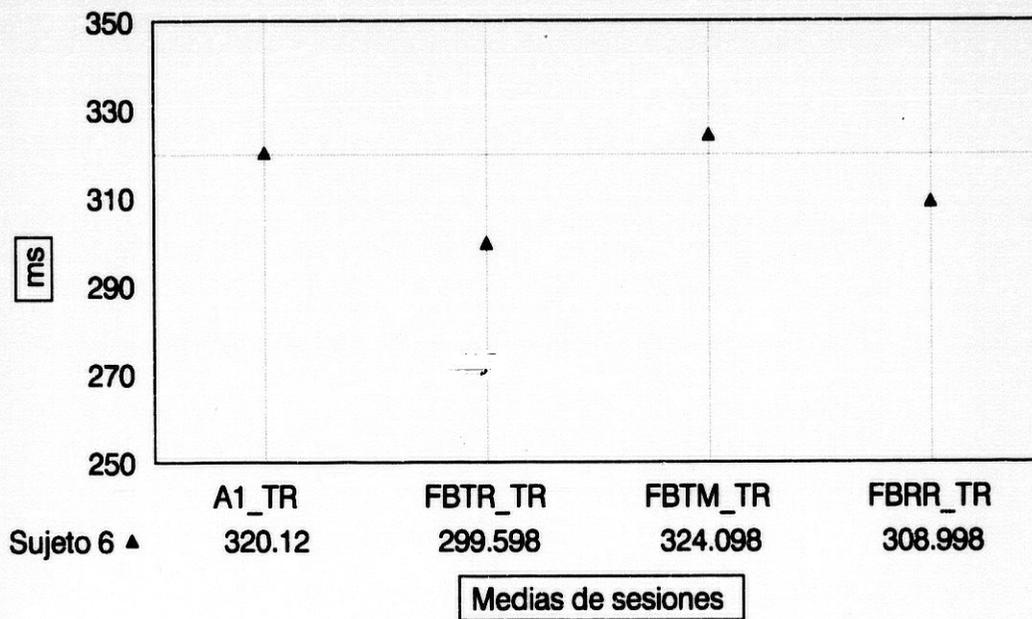


Figura 68. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 6 sobre el parámetro de Tiempo de Reacción.

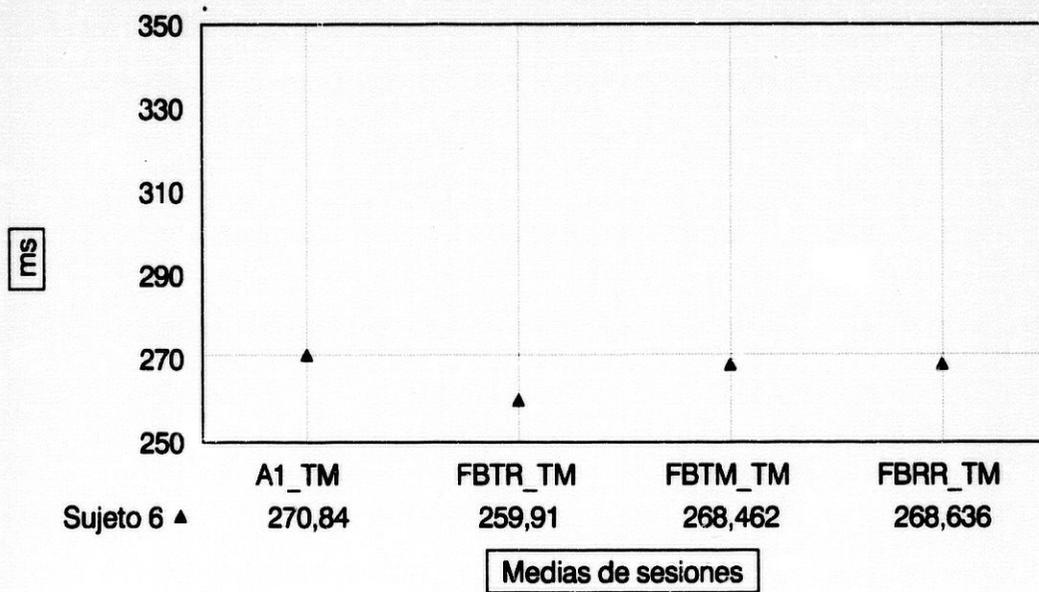


Figura 69. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 6 sobre el parámetro de Tiempo de Movimiento.

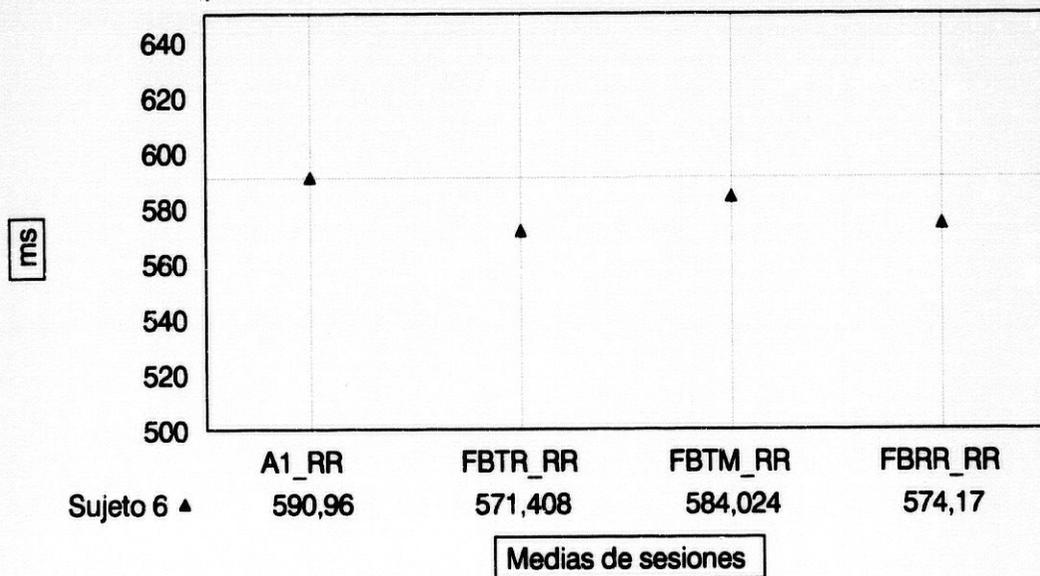


Figura 70. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 6 sobre el parámetro de Respuesta de Reacción.

4.3.2. Análisis general

Para tener una visión general e independiente de la evolución de cada uno de los sujetos en la aplicación de los tratamientos, se exponen las tablas siguientes.

Se ha señalado con un símbolo con el vértice hacia abajo la mejora cada 10 milisegundos respecto a la Línea Base, y con un signo con el vértice hacia arriba cuando se obtiene en el tratamiento un aumento sobre la Línea Base.

En la **Tabla 26**, se muestra la evolución del Tiempo de Reacción. Los descensos más constantes se deben a tratamiento con FB de TR. Que mejora sustancialmente en casi la totalidad de los sujetos. Los demás tratamientos no tienen efecto o se comportan de forma irregular. Se aprecia en el tratamiento de FB de TM como en dos sujetos tiene incluso efectos perjudiciales.

TABLA 26. Variación del TR respecto a la Línea Base en todos los tratamientos.

PARÁMETRO: TIEMPO DE REACCIÓN			
	TRATAMIENTO FB de TR	TRATAMIENTO FB de TM	TRATAMIENTO FB de RR
SUJETO 1	▼	◆	◆
SUJETO 2	▼▼	◆	▼
SUJETO 3	◆	▲	▲
SUJETO 4	▼	▲	▼
SUJETO 5	▼▼▼▼	▼▼	▼▼
SUJETO 6	▼▼	◆	▼

Expresado en unidades de 10 ms.

En la Tabla 27, se muestran los datos respecto al parámetro de Tiempo de Movimiento. En ella podemos observar que los tratamientos aportados son nulos en sus efectos en la mayoría de los sujetos. Sólo en dos sujetos tiene efecto el FM de TM pero de forma muy escasa. A raíz de estos resultados y en un primer acercamiento se podría afirmar la poca influencia de la información en el parámetro de Tiempo de Movimiento.

TABLA 27. Variación del TM respecto a la Línea Base en todos los tratamientos.

PARÁMETRO: TIEMPO DE MOVIMIENTO			
	TRATAMIENTO FB de TR	TRATAMIENTO FB de TM	TRATAMIENTO FB de RR
SUJETO 1	◆	◆	◆
SUJETO 2	◆	◆	◆
SUJETO 3	◆	◆	◆
SUJETO 4	◆	▼	◆
SUJETO 5	◆	▼	◆
SUJETO 6	◆	◆	◆

Expresado en unidades de 10 ms.

En la **Tabla 28** se presenta el parámetro de Respuesta de Reacción. Podemos apreciar el descenso en el tratamiento de Tiempo de Reacción. Los demás tratamientos no siguen tendencias uniformes.

Esta mejora de la Respuesta de Reacción, tratándose de un parámetro compuesto, y a raíz de los anteriores se produce por un descenso del Tiempo de Reacción sin influir en el parámetro del Tiempo de Movimiento, que se mantiene constante.

TABLA 28. Variación del RR respecto a la Línea Base en todos los tratamientos.

PARÁMETRO: RESPUESTA DE REACCIÓN			
	TRATAMIENTO FB de TR	TRATAMIENTO FB de TM	TRATAMIENTO FB de RR
SUJETO 1	▼	◆	◆
SUJETO 2	▼▼	◆	▼
SUJETO 3	◆	▲	▲
SUJETO 4	◆	▼	◆
SUJETO 5	▼▼▼▼	▼▼▼	▼▼▼▼
SUJETO 6	▼	◆	▼

Expresado en unidades de 10 ms.

4.3.3. Estadística Inferencial

Pasamos a presentar los resultados de la estadística inferencial. En primer lugar pretendíamos constatar si existían diferencias significativas entre todos los tratamientos donde no se aplicaba la Variable Independiente. Para ello se realizó un análisis de varianza para medidas repetidas entre la situaciones $A_1-A_2-A_3-A_4$. En la **Tabla 29** podemos apreciar que no existen a nivel global diferencias significativas entre las cuatro situaciones neutras.

Tabla 29. Análisis de Varianza Global de $A_1-A_2-A_3-A_4$ en el TR.

df Effect	MS Effect	df Error	Ms Error	F	p-level
3	159.76	15	105.98	1.507506	0.253152

En la **Tabla 30**, se exponen los resultados de Análisis de Varianza de medidas repetidas en el parámetro de Tiempo de Movimiento en las cuatro situaciones experimentales sin tratamieto en el T.M.

Tabla 30. AVAR de $A_1-A_2-A_3-A_4$ en el TM.

df Effect	MS Effect	df Error	Ms Error	F	p-level
3	302.89	15	38.51	7.864477	0.2194

CAPITULO 5. DISCUSIÓN GENERAL

De forma similar al caso anterior no existen diferencias significativas

En la **Tabla 31**, se realizó el mismo análisis para la Respuesta de Reacción, tampoco existiendo diferencia entre los valores donde se retiró el tratamiento.

Con ello demostramos en los tres parámetros temporales de respuesta que no

Tabla 31. AVAR de A₁-A₂-A₃-A₄ en el RR.

df Effect	MS Effect	df Error	Ms Error	F	p-level
3	62.99	15	52.40	1.202052	0.32288*

existen diferencias significativas cuando se retira el tratamiento, pudiéndose descartar el factor aprendizaje a través de los ensayos.

ESTUDIO DEL PARÁMETRO TIEMPO DE REACCIÓN

A continuación, buscamos la inferencia entre los tratamientos y el parámetro de Tiempo de Reacción. En la **Tabla 32**, mostramos el resultado del Análisis de Varianza para medidas repetidas. A raíz de los resultados existen diferencias significativas ($p < 0.01$) entre la situación A_1 y los diferentes tratamientos en el parámetro de T.R.

Tabla 32. AVAR GLOBAL de A_1 sobre tratamientos en TR.

df Effect	MS Effect	df Error	Ms Error	F	p-level
3	538.48	15	82.98	6.489174	0.0049*

Para determinar con mayor precisión el particular efecto de cada una de las Variables Independientes sobre la Variable Dependiente se ha realizado la prueba a posteriori de test de Newman-Keuls (**Tabla 33**). Se aprecia que existen diferencias significativas en el tratamiento de Feedback de Tiempo de Reacción ($p < .01$) y el Feedback de Respuesta de Reacción ($p < .05$), por lo que estos tratamientos mejoran el TR.

CAPITULO 5. DISCUSIÓN GENERAL

Tabla 33. Prueba a posteriori de Newman-Keuls para el T.R.

	{A}	{FB de TR}	{FB de TM}	{FB de RR}
{A}		0.007021*	0.540313	0.046582*

ESTUDIO DEL PARÁMETRO TIEMPO DE MOVIMIENTO

En el Análisis de Varianza para ver los efectos de los tratamientos en el parámetro del Tiempo de Movimiento (Tabla 34) no se muestran diferencias significativas ($p > .05$).

Tabla 34. AVAR GLOBAL de A_1 sobre tratamientos en T.M.

df Effect	MS Effect	df Error	Ms Error	F	p-level
3	139.64	15	52.32	2.668683	0.08519

En la **Tabla 35**, constatamos este análisis con la prueba a posteriori donde pormenorizadamente se aprecia la influencia de cada tratamiento sobre el TM

CAPITULO 5. DISCUSIÓN GENERAL

Tabla 35. Prueba a posteriori de Newman-Keuls para el tratamiento de FB de T.M.

	{A}	{TR}	{TM}	{RR}
{A}		0.605541	0.081648	0.838266

ESTUDIO DEL PARÁMETRO DE RESPUESTA DE REACCIÓN

En la **Tabla 36**, mostramos los resultados del Análisis de Varianza para el efecto de los tratamientos sobre la Respuesta de Reacción, mostrándose diferencias significativas ($p=.01$).

Tabla 36. AVAR GLOBAL de A_1 sobre tratamientos en R.R.

df Effect	MS Effect	df Error	Ms Error	F	p-level
3	451.20	15	107.3	4.20198	0.01276*

En la **Tabla 37**, se exponen los resultados de la prueba a posteriori observándose diferencias significativas en el tratamiento de Feedback de Respuesta de Reacción. ($p<.05$)

CAPITULO 5. DISCUSIÓN GENERAL

Tabla 37. Prueba a posteriori de Newman-Keuls para el tratamiento de FB de R.R.

	{A}	{TR}	{TM}	{RR}
{A}		0.02082*	0.231804	0.33637

Para finalizar, hemos realizado una prueba de Correlación con el fin de detectar la posible relación inversa entre TR y el TM. En la **Tabla 38**, se muestra la nula independencia de ambas variables en la totalidad de los tratamientos analizados, por lo que descartamos la posibilidad de esta correlación.

Tabla 38. Coeficiente de correlación entre el T.R. y T.M.

	FBTR_TM	FBTM_TM	FBRR_TM
FBTR_TR	-0.4	-	-
FBTM_TR	-	-0.3	-
FBRR_TR	-	-	0.01

En la **Figura 71**, se muestra la gráfica de nube de puntos donde se muestra en cada una de las situaciones los valores obtenidos.

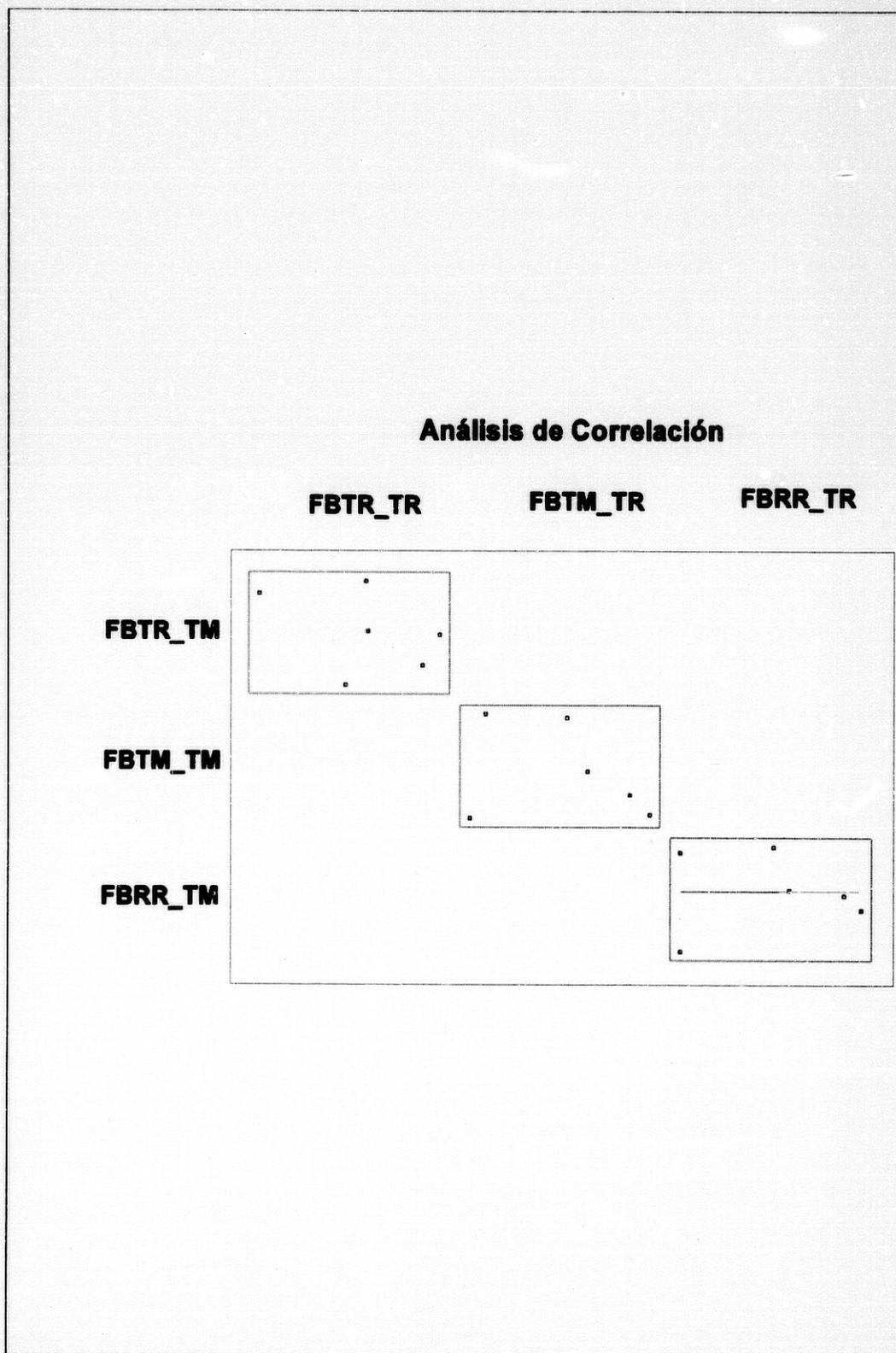


Figura 71. Gráfica de correlación y nube de puntos entre el T.R. y el T.M.

4.4. DISCUSIÓN

La aplicación de un mayor número de sesiones y valoraciones, así como la muestra experimental, hace que en este segundo estudio las conclusiones alcanzadas difieran en parte de las del primer experimento aproximativo.

A continuación exponemos las conclusiones de este segundo estudio:

4.4.1. Parámetros Elementales

4.4.1.1. Tiempo de Reacción

Se demuestra la eficacia del tratamiento de Feedback de Tiempo de Reacción y Respuesta de Reacción para la mejora del Tiempo de Reacción. Por lo tanto la mejora de este parámetro se manifiesta cuando la información compromete al TR, ya sea de forma directa (FB de TR) o pormenorizada (FB de RR), si bien, la información que ha demostrado más eficacia es la primera.

La explicación de estos resultados, es que el tipo de información que se le aporta al sujeto le permite asociar correctamente su respuesta con los objetivos por involucrar aspectos de control dentro del procesamiento de la información. Como ya se explicó en el Capítulo 1, estos aspectos hacen referencia fundamentalmente a la atención y a la activación.

4.4.1.2. Tiempo de Movimiento

No se han encontrado diferencias significativas en la reducción del parámetro Tiempo de Movimiento con los tipos aplicados de Feedback aumentado. Realizando

un estudio a nivel individual, se aprecia que sólo dos sujetos reducen mínimamente este parámetro y lo hacen únicamente con la información de Feedback de Tiempo de Movimiento, aunque este dato debe ser considerado solamente como anecdótico y no demostrable experimentalmente.

La poca consistencia que se obtiene en este tipo de información nos indica que la información sobre el TM que se le aporta al sujeto no es relevante para provocar su mejora. Esto es debido a que no existe significación en la información recibida para un correcto funcionamiento dentro del servosistema. Estos resultados nos indican que las instrucciones sobre el movimiento deben estar guiadas de forma específica hacia sus claves de eficacia y no de forma globalizada. Tal como demuestra Oña (1989a), la mejora del TM se debe a la intervención de procesos cognitivos unido a una correcta orientación hacia sus claves de eficacia. Otras investigaciones recientes siguen apoyando esta teoría (Etnyre, 1992; Kernodle et al, 1992).

Recurriendo a la teoría del Esquema Motor de Schmidt (1975), cuando se realiza un movimiento se recurre a una serie de elementos: Condiciones iniciales, aspectos relacionados con la ejecución del movimiento, feedback sensorial de la ejecución y conocimiento de resultados. Modificar el esquema, supone obtener datos significativos de estas fuentes de información. Tratándose el parámetro de TM, un aspecto muy ligado al esquema motor, sería necesario que la información no se orientara únicamente al conocimiento de los resultados, completándose con otros aspectos.

4.4.2. Parámetros Compuestos

4.4.2.1. Respuesta de Reacción

Se obtienen resultados significativos en el tratamiento de Feedback de Tiempo de Reacción. Esta incidencia, se debe sin duda, a que esta información influye sobre el Tiempo de Reacción sin incidir negativamente sobre el Tiempo de Movimiento.

Como el objetivo principal de la salida es el de aumentar la Respuesta de Reacción total, según estos resultados, se puede conseguir con el FB de TR.

4.4.3. Covariaciones entre los Parámetros Componentes de la Respuesta de Reacción.

Según los datos del análisis de Correlación, parece que la disminución de los parámetros en el Tiempo de Movimiento conlleva un aumento en el Tiempo de Reacción cuando la información es tanto de Feedback de TR como de FB de TM. Sin embargo, esta afirmación debe tratarse con cautela ya que se enuncia en base a que los índices muestran valores negativos en ambos casos pero no significativos. Estos resultados parecen consecuentes por los encontrados por Oña (1989) y Martín (1990) aunque este último tampoco encontró correlación significativa.

CAPITULO 5

DISCUSIÓN

CAPITULO 5: DISCUSIÓN GENERAL

Una vez detallado el sistema instrumental y los dos experimentos, en el presente estudio se obtienen una serie de consecuencias, que merecen ser expuestas a modo de resumen de una forma sistematizada.

5.1. Creación de un sistema portátil y automatizado para la valoración y control de las respuestas motoras de reacción.

Los resultados de los experimentos y las experiencias procedentes de la metodología de trabajo aplicada, muestra que el sistema cumple perfectamente con el cometido para el que ha sido diseñado. Las características que lo conforman como útil e innovador son las siguientes:

Fiabilidad: El computador controla el proceso íntegramente, esto es, generación de estímulos, registro temporal preciso (milésimas de segundo), almacenamiento, aporte de Feedback y análisis de la información.

Validez: Una vez demostrada experimentalmente la influencia positiva de la información sobre la Respuesta de Reacción, se presenta como un sistema eficaz para el entrenamiento de los parámetros temporales.

CAPITULO 5. DISCUSIÓN GENERAL

Portabilidad: El peso total del sistema no supera los tres kilos y la alimentación del ordenador y las células tiene una autonomía de hasta dos horas. Ello implica su utilización en trabajos de campo.

Compatibilidad: Los datos que se archivan en los sistemas de almacenamiento, pueden ser llevados a cualquier aplicación que contenga los filtros de importación en formato ASCII. Se pueden realizar análisis estadísticos, obtención de gráficas e informes de forma automática.

5.2. Adaptación del sistema a la salida atlética de velocidad.

Una de las conclusiones importantes del presente trabajo, se encuentra en la posibilidad de la aplicación del sistema a cualquier gesto en el que se necesite valorar y modificar aspectos temporales de ejecución. En el primer experimento, se adaptó a una salida de velocidad sin presentar problemas en la práctica.

Este elemento demuestra la utilidad de esta herramienta para su uso en el ámbito de la Actividad Física y el Deporte.

5.3. Importancia de la información .

Diversos autores, señalados en el Capítulo 1, justifican los beneficios que se pueden obtener con el Feedback en la mejora de la respuesta motriz. En el presente trabajo se ha detectado el tipo de información que es más significativo dentro de la mejora general del gesto.

5.4. Importancia de la información de Tiempo de Reacción .

En la salida de velocidad, se ha demostrado la importancia del Feedback sobre Tiempo de Reacción, mejorando tanto el Tiempo de Reacción a nivel individual como el de Respuesta de Reacción global. Este tipo de información a nivel cuantitativo, sobre los resultados, ha sido eficaz para mejorar los tiempos de salida. El sujeto es capaz de interpretar la información y aplicar la estrategia adecuada para la mejora. La explicación que encontramos a esta mejora se debe a dos atributos analizados en el epígrafe 1.4, referidos a los efectos que provoca el Feedback. En primer lugar a su efecto direccional, esto es, conseguimos implícitamente orientar la atención hacia el estímulo al dar información sobre el T.R. y en segundo lugar su aspecto asociacional, donde el sujeto consigue una mayor fluidez entre estímulo-respuesta debido a una mejor organización del esquema motor.

5.5. Ineficacia de la información utilizada en el Tiempo de Movimiento.

Se ha demostrado en el tratamiento de Feedback de Tiempo de Movimiento poca consistencia en los resultados así como una falta general de eficacia. Esto se debe a que el tipo de información que se aporta es solamente de conocimiento de resultados de una forma genérica, y no sobre los procesos o estrategias de control. Estudios que utilizan información añadida sobre claves de eficacia (Arellano & Oña, 1987; Oña, 1989a) obtienen mejoras en este parámetro.

La lectura de estos resultados nos conducen a la necesidad de unir este tipo de información con estrategias significativas de eficacia para obtener la mejora.

Se haría, por lo tanto, necesario continuar en esta línea de trabajo para modificar el tipo de información y encontrar el formato más adecuado.

5.6. Eficacia relativa de la información de la Respuesta de Reacción.

Cuando se le aporta al sujeto información global sobre la Respuesta de Reacción, al interpretarla con una relación directa del Tiempo de Reacción, mejora éste parámetro y no el de Tiempo de Movimiento. De esta forma la respuesta de reacción global no obtiene mejoras tan significativas como en el tipo de información de FB de TR.

5.7. Importancia del modelo de procesamiento de la información y Servosistema unido a los sistemas automatizados en el Control Motor

Se ha demostrado que la interacción entre dos servosistemas que actúan conjuntamente, uno el deportista y otro el automatizado puede provocar una mejora del rendimiento. Por lo tanto, la interpretación del sujeto como un ser que recibe la información, procesa, compara con los objetivos, corrige y ejecuta; y la de un sistema informatizado que aporta la información automatizada y sincronizada al sujeto es válida para el aprendizaje del movimiento en estas situaciones.

5.8. Aplicación del sistema al campo de la Actividad Física y el Deporte .

Aunque el instrumental creado se ha aplicado a un gesto concreto de la salida de velocidad, las posibilidades en el campo del deporte son muy variadas. La adaptación del aporte estimular en el terreno de los deportes colectivos como Fútbol, Balonmano, Voleibol o Balon cesto; e individuales como natación u otras modalidades atléticas (saltos o lanzamientos), podemos constatar que se está comenzando a utilizar con éxito. El rendimiento del sistema consiste en detectar qué tipo de parámetros y en qué circunstancias se van a registrar y la información aportada al sujeto.

5.9. Mejoras en el sistema. El campo de la simulación y los sistemas expertos.

Entendemos que un trabajo de este calibre, no está orientado sólo a demostrar los aspectos positivos en torno a su aplicación. Existen posibles mejoras que se han detectado y que sería importantes considerarlas para ampliaciones y estudios futuros. Uno de estos aspectos sería el de conseguir un mayor grado de interactividad entre el sujeto y el sistema automatizado. En el sistema desarrollado el computador se limita a aportar de forma automática un formato de información para el que se ha programado. En este caso, el sistema automatizado no actúa como un sistema experto de toma de decisiones, ya que no conoce aspectos como las características del sujeto, parámetro que está registrando, el número de ensayos, la tendencia de respuesta, la necesidad y preferencias del sujeto en obtener información.

Por ello, proponemos en un futuro que, el sistema se programe para considerar estas decisiones y en función de ellas aporte una información más acorde con las necesidades del ejecutante, que según el efecto de esa información tome las decisiones oportunas en lo sucesivo.

Este elemento sería unir por un lado la tecnología de la simulación, que se está aplicando en el campo de la aeronáutica y el de los sistemas expertos, utilizado en ciencias como la medicina; para aplicarlo en una ciencia tan joven como la de Actividad Física y Deporte.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- Adams, J. A. (1971). A close-loop theory of motor learning". Journal of Motor Behavior. 3, 105-150.
- Arellano, R. & Oña, A. (1987). Efecto diferencial de la intervención sobre expectativas atencionales en la salida de natación. Motricidad. 0, 9-15.
- Arnau, J. (1984). *Diseños experimentales en psicología y educación*. México: Trillas, 1984.
- Arnau, J. (1990). *Diseños experimentales multivariantes*. Madrid: Alianza Editorial
- Bernstein, N. (1947). *Sobre la estructura de los movimientos*. Moscú: Casa Estatal de Publicaciones Médicas.
- Bilodeau, E. A. & Bilodeau, I. M. (1958). Variable frequency of knowledge of results and the learning of a simple skill. Journal of Experimental Psychology. 55, 379-383.
- Billouin, A. (1982). *Atletismo I; Velocidad, medio fondo, fondo, vallas, marcha*. Barcelona: Hispano Europea.
- Blas, C. (1990). *PC Guía del usuario*. Madrid: Ra-Ma.
- Brooks, V. B. (1979). Motor programs revisited. R.E. Talbot & D.R. Humphrey (Ed.) Posture and Movement (Pags. 13-49). New York: Raven Press.
- Bunge, M. (1981). *Epistemología*. Barcelona: Ariel.
- Carrobbles, J.A. & Godoy, J. (1987). *Biofeedback:: Principios y aplicaciones*. Barcelona: Martínez Roca.
- Crabtree, D. A. & Antrim, L. R. (1988). Guidelines for measuring reaction time. Perceptual and Motor Skills. 66, 363-370.
- Chamberlin,-A (1990). Sports information. Champaign, Ill., Human kinetics books, c1990, p. 63-72
- Chamberlin,-C.-J; Magill,-R.-A (1989) Preparation and control of rapid, multisegmented responses in simple and choice environments. Research quarterly for exercise and sport-(Reston,-Va.); 60(3), Sept 1989, 256-267
Refs:26

REFERENCIAS

- Drazin, D. H. (1961). Effects of foreperiod, foreperiod variability, and probability of stimulus occurrence on simple reaction time. Journal of Experimental Psychology, 62, 43-50.
- Duncan, R. (1989) *La ROM BIOS de IBM*. Madrid: Anaya Multimedia.
- Dyson, G. (1980). *Mecánica del atletismo*. Buenos Aires: Stadium.
- Ells, J. G. (1973). Analysis of temporal and attentional aspects of movement control. Journal of Experimental Psychology, 99, 10-21.
- Etnyre, B. (1992). Reduction of reaction time preceding increased complexity of movement. Perceptual and Motor Skills.
- Fitts, P. M. & Petterson, J. R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. Journal of Experimental Psychology, 67, 103-112.
- Gallistel, C. R. (1980). *The organization of action*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Gil, C. (1978). *Pedagogía de la carrera*. Valladolid: Miñón.
- Greene, P.H. (1972). *Problems of organization of motor systems*. En R. Rosen & F.M. Snell (Ed.), *Progress in theoretical biology*. New York: Academic Press, 1972.
- 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. (1988). *Estructura biomecánica de la motricidad*. Granada: C. D. INEF.
- Guthrie, E. R. (1952). *The psychology of learning*. New York: Harper and Brothers.
- Henry, F. M. (1952). Independence of reaction and movement times and equivalence of motivators of faster responses. Research Quarterly, 23, 43-53.

REFERENCIAS

- Henry, F. M. & Rogers, D. E. (1960). Increased response latency for complicated movements and a memory-drum theory of neuromotor reaction. Research Quarterly. 31, 440-447.
- 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. (1961). Reaction time-movement time correlations. Perceptual and Motor Skills. 12, 63-66.
- Ho, L. & Shea, J.B. (1978). Effects of relative frequency of knowledge of results on retention of motor skill. Perceptual and Motor Skills. 46, 859-866.
- Hodgkins, J. (1962). Influence of age on the speed of reaction and movement in females. Journal of Gerontology. 17, 385-389.
- Hosokawa, T.; Nakamura, R. & Yamada, Y. (1987). Movement precuing altered reaction time of elbow flexion and forearm supination. Perceptual and Motor Skill. 65, 799-802.
- Inonata, K. (1980). Influence of different preparatory sets on reaction time and arm movement time. Perceptual and Motor Skills. 50, 139-144.
- Ivry, R. B. (1986). Force and timing components of the motor program. Journal of Motor Behavior, 18, 449-474.
- Kawabe, S. (1987). Effects of force output and preparation on fractionated reaction time. Perceptual and Motor Skills. 64, 935-941.
- Keele, S. W. (1968) Movement control in skilled motor performance. Psychological Bulletin, 70, 387-403.
- Kernodle, M. W. & Carlton, L. G. (1992). Information feedback and the learning of multiple degree of freedom activities. Journal of Motor Behavior, 24, 187-196.

REFERENCIAS

- Kerr, R. (1982). *Psychomotor learning*. USA: CBS College Publishing.
- Klapp, S. T., Wyatt, E. P. & Lingo, W. M. (1974). Response programming in simple and choice reactions. Journal of Motor Behavior, 6, 263-271.
- Klapp, S. T. & Erwin, C. I. (1976). Relation between programming time and duration of the response being programmed. Journal of Experimental Psychology (Human Perception and Performance), 2, 591-598.
- Klemmer, E. T. (1956). Time uncertainty in simple reaction time. Journal of Experimental Psychology, 51, 179-184.
- Klemmer, E. T. (1957). Simple reaction time as a function of time uncertainty. Journal of Experimental Psychology, 54, 195-200.
- Knapp, B. (1963). *La habilidad en el deporte*. Madrid: Miñon.
- Kugler, P.N., Nelso, J.A.S. & Turvey, M.T. (1980). On the concept of coordinative structures as dissipative structures. E. G.E. Stelmach & J. Requin(Eds.), Tutorial in Motor Behavior (pags. 3-37). Amsterdam: North-Holland.
- Langill, A. W. (1965). *Automatic control systems engineering*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Laszlo, J. I. & Livesey, J. P. (1977). Task complexity, accuracy and reaction time. Journal of Motor Behavior, 9, 171-177.
- Magill, R. A. (1986). Programas de conocimiento de resultados. Primer Congreso Nacional de la Actividad Física y del Deporte. Barcelona: INEF de Cataluña.
- Magill, R. A. (1988). *Motor Learning: Concepts and applications*. Iowa. Brown publishers.
- Magill, R. A. (1994). El Feedback Aumentado no siempre beneficia el Aprendizaje de Destrezas Motrices. Actas del Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Granada (Enprensa).
- Maglischo, E. W. (1982). *Swimming faster*. Los Angeles: Mayfield.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processign in motor skills*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

REFERENCIAS

- Martín, N. (1990). *Incidencia de la retroinformación (feedback) temporal sobre los parámetros de la respuesta de reacción en un salto vertical, bajo un sistema automático de control*. Publicación de la Tesis Doctoral del mismo título. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- Martín, N. & Serra, E. (1990). Efectos del feedback temporal en los distintos parámetros de la respuesta de reacción. II Congreso del Colegio Oficial de Psicólogos. Valencia.
- Marx, M.H. (1969). *Procesos de aprendizaje*. México. Trillas.
- Nakamura, H. (1934). An experimental study of reaction time of the start in running race. Research Quarterly, 5, 33-45.
- Newell, K. M.; Hoshizaki, L. E., Carlton, M. J. & Halbert, J. A. (1979). Movement time and velocity as determinants of movement timing accuracy. Journal of Motor Behavior, 11, 49-58.
- Ohtsuki, T. (1981). Increase in simple reaction time of knee extension induced by simultaneous bilateral performance. Perceptual and Motor Skills, 53, 27-30.
- Oña, A. (1989a). *Efectos de las estrategias atencionales, la complejidad del gesto y la práctica en la eficacia motora bajo un sistema automático de análisis temporal*. Granada. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- Oña, A. (1989b). *Effects of attentional strategies in motor efficiency*. Internationales Symposium Motorik und Bewegungsforschung. Saarbrücken (Republica Federal Alemana).
- Oña, A. (1989c). Efecto de las estrategias atencionales en el retraso electromecánico. II Congreso Ibérico de Biomecánica. Granada.
- Oña, A. (1990). Effect of different attentional strategies and its practice on motor efficiency. Perceptual and Motor Skills, 71, 35-43.
- 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., Martín, N., Padial, P. & Serra, E. (1990). Descripción de un sistema de feedback y análisis temporal automatizado. II Congreso del Colegio Oficial de Psicólogos. Valencia.

REFERENCIAS

- Oña, A. (1994). *Comportamiento Motor. Bases psicológicas del movimiento humano*. Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- Pereda, S. (1987). *Psicología experimental*. Madrid: Pirámide.
- Pérez, J.C., Holgado, J.A., Piñar, J. y Genaro, E. (1993) *Informática actual: Sistema Operativo, procesador de textos y Base de Datos*. Granada: Proyecto Sur de Ediciones.
- Posner, M. L. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Possamai, C. A. (1980). High order sequential effects related to foreperiod duration in simple reaction time: effect of a timing signal. *Perceptual and Motor Skills*. 50, 920-922.
- Ramella, J. R. & Wiegand, R. L. (1983). Importance of the post-knowledge delay interval on transit reaction. *Perceptual and Motor Skills*. 57, 303-307.
- Reynolds, D. (1966). Time and event uncertainty in unisensory reaction time. *Journal of Experimental Psychology*. 71, 286-293.
- Riera, J. (1989). *Fundamentos de aprendizaje de la técnica y la táctica deportiva*. Barcelona: INDE.
- Rigal, R. (1987). *Motricidad humana: fundamentos y aplicaciones pedagógicas*. Madrid: Pila Teleña.
- Roca, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: INEF.
- Rodríguez-Roselló, M.A. (1987). *Programación ensamblador en entorno MS DOS*. Madrid. Anaya Multimedia.
- Sahakian, W. (1977). *Aprendizaje: Sistemas, modelos y teorías*. Madrid: Anaya.
- Salmoni, A. W.; Schmidt, R. A. & Walter, C. B. (1984). Knowledge of results and motor learning a review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*. 95, 355-386.
- Schendel, J. D. & Newell, K. M. (1976). On processing the information from knowledge of results. *Journal of Motor Behavior*. 8, 251-255.

REFERENCIAS

- Schmidt, R., Zelaznick, H. N., Hawkins, B. Franks, J. S., & Quinn, J. Y. (1979). Motor-output variability. A theory for accuracy of rapid motor acts. Psychological Review. 86, 415-451.
- Schmidt, R. & Stull, G. A. (1970). Premotor and motor reaction time as a function of preliminary muscular tension. Journal of Motor Behavior. 2, 96-110.
- Schmidt, R. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. Psychological Review. 82, 225-260.
- Schmidt, R. (1992). *Motor control and learning*. Illinois-USA: Human Kinetics.
- Schmolinsky, G. (1981) *Atletismo*. Madrid: Pila Teleña.
- Schultz, R. B.; Etnyre, B.; Mc Arthur, J. M. & Brelsford, J. W. (1987). Effects of electromyographic biofeedback on reaction time and movement time. Perceptual and Motor Skills. 65, 855-859).
- Shea A. B. & Morgan R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of motor skill. Journal of Experimental Psychology. 5, 179-187.
- Shea, J. B. & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5, 170-187.
- Sidaway, B. (1988). Fractioned reaction time in lower leg responses: a note on response programming time. Research Quaterly. 59, 258-251.
- Simonet, P. (1985). *Apprentissages moteurs*. París: Vigot.
- Singer, R. (1985). *Sport psychology today*. Conferencia Inaugural. Actas VI Congreso Mundial de Psicología del Deporte. Copenhagen.
- Sussman, H. M. & Smith, K. U. (1969). Analysis of memory as a feedforward control mechanism. Journal Motor Behavior. 1, 101-117.
- Teevan, R & Birney, R. (1972) *Teorías sobre motivación y aprendizaje*. México: Trillas.
- Teichner, W. M. (1954). Recent studies of simple reaction time. Psychological Bulletin. 51, 128-149.

REFERENCIAS

- Turvey, M.T. (1977). *Preliminaires to a theory of actions with reference to vision*. En R. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, acting, and Knowing*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Wrisberg, C. A. (1981). The effects of temporal variability within and between series of stimuli on reaction time and movement time. *Research Quarterly*. 52, 518-522.
- Wrisberg, C. A. & Pushkin, M. H. (1976). Preparatory set, response complexity, and reaction latency. *Journal Motor Behavior*. 8, 203-207.
- Wrisberg, C. A. (1981). The effects of temporal variability within and between series of stimuli on reaction time and movement time . *Rechearch Quarterly*. 52, 518-522.
- Zieschang, K. (1982). *Atletismo*. Bilbao: Cantábrica.
- Zimmerman, S & Zimmerman, B.B. (1990) *La Biblia del TURBO-C*. Madrid: Anaya Multimedia.

ANEXO

PROTOCOLOS

Y

HOJAS DE REGISTRO

ANEXO. PROTOCOLOS Y HOJAS DE REGISTRO

ANEXO. PROTOCOLOS Y HOJAS DE REGISTRO

ANEXO. PROTOCOLOS Y HOJAS DE REGISTRO

HOJA DE REGISTRO

Sujeto _____ N° _____ Fecha _____

Mejor marca 100 m.l. _____

SERIE 1

	1	2	3	4	5	MEDIA
TR						
TM						
RR						

SERIE 2

	1	2	3	4	5	MEDIA
TR						
TM						
RR						

ANEXO. PROTOCOLOS Y HOJAS DE REGISTRO

Sujeto _____ **Nº** _____ **Fecha** _____

Mejor marca 100 m.l. _____

SERIE 3

	1	2	3	4	5	MEDIA
TR						
TM						
RR						

SERIE 4

	1	2	3	4	5	MEDIA
TR						
TM						
RR						

INSTRUCCIONES PARA EL ATLETA

El objetivo del presente trabajo es el de valorar tu respuesta de reacción en una situación estándar de salida de velocidad.

Para ello, debes concentrar tu atención al máximo ante la señal de salida aportada por el ordenador, con el fin de que la acción sea lo más eficaz posible. Orienta tu atención tanto al estímulo que vas a oír, como al primer movimiento que vas a ejecutar.

Oíras lo siguiente:

- * Voz de '**a sus puestos**': Colócate en tu mejor posición de salida.
- * Voz de '**listos**': Levanta las caderas hasta tu posición habitual.
- * Sonido muy **agudo**. Te indica que en ese instante el ordenador se encuentra preparado para ofrecerte de forma totalmente aleatoria la señal de salida.
- * Sonido muy **grave**. Es el instante al que debes de reaccionar, poniéndote en acción a la máxima velocidad.

Es suficiente con lanzarte en carrera hasta la señal marcada por la línea blanca.

Debes descansar 1 minuto entre ensayo y 5 entre serie.

Cada serie está compuesta por 5 ensayos.

Los tiempos de descanso se te indicarán oportunamente.

INSTRUCCIONES PARA EL ATLETA

El objetivo del presente trabajo es el de valorar tu respuesta de reacción en una situación estándar de salida de velocidad.

Para ello, debes concentrar tu atención al máximo ante la señal de salida aportada por el ordenador, con el fin de que la acción sea lo más eficaz posible. Orienta tu atención tanto al estímulo que vas a oír, como al primer movimiento que vas a ejecutar.

Oíras lo siguiente:

- * Voz de '**a sus puestos**': Colócate en tu mejor posición de salida.
- * Voz de '**listos**': Levanta las caderas hasta tu posición habitual.
- * Sonido muy **agudo**. Te indica que en ese instante el ordenador se encuentra preparado para ofrecerte de forma totalmente aleatoria la señal de salida.
- * Sonido muy **grave**. Es el instante al que debes de reaccionar, poniéndote en acción a la máxima velocidad.

Es suficiente con lanzarte en carrera hasta la señal marcada por la línea blanca.

Debes descansar 1 minuto entre ensayo y 5 entre serie.

Cada serie está compuesta por 5 ensayos.

Los tiempos de descanso se te indicarán oportunamente.

Cuando finalice cada ensayo, recibirás información en milésimas de segundo sobre tu tiempo de reacción, esto es, el que transcurre desde la aparición del estímulo, hasta el primer indicio de movimiento (del pie atrasado).

INSTRUCCIONES PARA EL ATLETA

El objetivo del presente trabajo es el de valorar tu respuesta de reacción en una situación estándar de salida de velocidad.

Para ello, debes concentrar tu atención al máximo ante la señal de salida aportada por el ordenador, con el fin de que la acción sea lo mas eficaz posible. Orienta tu atención tanto al estímulo que vas a oír, como al primer movimiento que vas a ejecutar.

Oíras lo siguiente:

- * Voz de '**a sus puestos**': Colócate en tu mejor posición de salida.
- * Voz de '**listos**': Levanta las caderas hasta tu posición habitual.
- * Sonido muy **agudo**. Te indica que en ese instante el ordenador se encuentra preparado para ofrecerte de forma totalmente aleatoria la señal de salida.
- * Sonido muy **grave**. Es el instante al que debes de reaccionar, poniéndote en acción a la máxima velocidad.

Es suficiente con lanzarte en carrera hasta la señal marcada por una línea blanca.

Debes descansar 1 minuto entre ensayo y 5 entre serie.

Cada serie está compuesta por 5 ensayos.

Los tiempos de descanso se te indicaran oportunamente.

Cuando finalice cada ensayo, recibirás información en milésimas de segundo sobre tu tiempo de movimiento, esto es, el que transcurre desde el primer indicio de movimiento (del pie atrasado), hasta el apoyo del pie.

ANEXO. PROTOCOLOS Y HOJAS DE REGISTRO

Con el fin de poder culminar el informe sobre el estudio experimental que se aplicó en Granada en la fecha 21 de Enero del 93, necesitamos conocer algunos detalles.

Nombre _____

Fecha nacimiento _____

Altura _____

Peso _____

Años que entrenas la prueba específicamente _____

Horas de entreno de media a la semana _____

Breve historial sobre tu trayectoria atlética con los éxitos más significativos.

Te agradezco una vez más tu colaboración.

RELACIÓN DE
FIGURAS Y TABLAS

RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS

RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1. Organización de las Ciencias de la Motricidad.	15
Figura 2. Interacción del organismo con el medio.	19
Figura 3. Desarrollo del esquema básico comportamental.	20
Figura 4. Esquema de bucle cerrado o servosistema.	23
Figura 5. Organización del movimiento en memoria según el esquema motor.	25
Figura 6. Tipos de Feedback.	28
Figura 7. Componentes de la Respuesta de Reacción en una salida atlética de velocidad.	48
Figura 8. Estructura de la tarjeta convertidora A/D-D/A-I/O.	62
Figura 9. Sistema de registro basado en tarjetas convertidoras Analógico-digitales.	64
Figura 10. Conector estándar DB25 para el puerto de impresora.	67
Figura 11. Sistema adaptado de medida basado en un puerto de comunicaciones.	71
Figura 12. Representación del Diagrama de Flujo del programa informatizado.	77
Figura 13. Análisis de regresión entre ambas variables.	81
Figura 14. Disposición física de los elementos en una salida atlética de velocidad.	83
Figura 15. Menú principal del programa.	89
Figura 16. Submenú desplegable de la opción ARCHIVOS.	90
Figura 17. Submenú del programa con la opción ESTIMULO.	91
Figura 18. Submenú del programa con la opción fin de registro.	92
Figura 19. Opciones posibles dentro de FIN DE REGISTRO.	92
Figura 20. Submenú del programa con la opción TEST.	92
Figura 21. Definición de los ensayos en el Submenú TEST.	93
Figura 22. Pantalla en la opción EJECUTAR dentro del submenú TEST.	94
Figura 23. Pantalla de EJECUCIÓN del TEST con los valores del canal 0.	95
Figura 24. Modificación de puntos después del registro.	97
Figura 25. Opción MOSTRAR dentro del submenú FEEDBACK.	98
Figura 26. Opción de DEFINICIÓN DE DATOS en la representación gráfica del FEEDBACK.	98
Figura 27. OPCIONES dentro del Submenú GRÁFICOS.	100
Figura 28. Ejemplo de pantalla de FEEDBACK.	101
Figura 29. Seriación del gesto en sus fases fundamentales.	118
Figura 30. Representación gráfica de la evolución del TR bajo el tratamiento de FB de TR.	122
Figura 31. Representación gráfica de la evolución del TM bajo el tratamiento de FB de TR.	123
Figura 32. Representación gráfica de la evolución del TR bajo el tratamiento de FB de TM.	125
Figura 33. Representación gráfica de la evolución del TM bajo el tratamiento de FB de TM.	126

RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 34. Colocación de la célula fotoeléctrica para detectar el inicio del movimiento.	144
Figura 35. Evolución del sujeto 1 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	153
Figura 36. Evolución del sujeto 1 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.	154
Figura 37. Evolución del sujeto 1 en el parámetro de Respuesta de Reacción.	155
Figura 38. Diferencias entre Línea Base y tratamientos en el sujeto 1 en el parámetro de TR.	156
Figura 39. Diferencias entre Línea Base y tratamientos en el sujeto 1 en el parámetro de TM.	157
Figura 40. Diferencias entre Línea Base y tratamientos en el sujeto 1 en el parámetro de RR.	158
Figura 41. Evolución del sujeto 2 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	162
Figura 42. Evolución del sujeto 2 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.	163
Figura 43. Evolución del sujeto 2 en el parámetro de Respuesta de Reacción.	164
Figura 44. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 2 sobre el parámetro de TR.	165
Figura 45. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 2 sobre el parámetro de TM.	166
Figura 46. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 2 sobre el parámetro de RR.	167
Figura 47. Evolución del sujeto 3 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	171
Figura 48. Evolución del sujeto 3 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.	172
Figura 49. Evolución del sujeto 3 en el parámetro de Respuesta de Reacción.	173
Figura 50. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 3 sobre el parámetro de TR.	174
Figura 51. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 3 sobre el parámetro de TM.	175
Figura 52. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 3 sobre el parámetro de RR.	176
Figura 53. Evolución del sujeto 4 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	180
Figura 54. Evolución del sujeto 4 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.	181
Figura 55. Evolución del sujeto 4 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	182
Figura 56. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 4 sobre el parámetro de TR.	183
Figura 57. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 4 sobre el parámetro de TM.	184
Figura 58. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 4 sobre el parámetro de RR.	185
Figura 59. Evolución del sujeto 5 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	189
Figura 60. Evolución del sujeto 5 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.	190
Figura 61. Evolución del sujeto 5 en el parámetro de Respuesta de Reacción.	191
Figura 62. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 5 sobre el parámetro de TR.	192
Figura 63. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 5 sobre el parámetro de TM.	193
Figura 64. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 5 sobre el parámetro de RR.	194
Figura 65. Evolución del sujeto 6 en el parámetro de Tiempo de Reacción.	198
Figura 66. Evolución del sujeto 6 en el parámetro de Tiempo de Movimiento.	199
Figura 67. Evolución del sujeto 6 en el parámetro de Respuesta de Reacción.	200
Figura 68. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 6 sobre el parámetro de TR.	201
Figura 69. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 6 sobre el parámetro de TM.	202
Figura 70. Diferencias entre la Línea Base y tratamientos en el sujeto 6 sobre el parámetro de RR.	203
Figura 71. Gráfica de correlación y nube de puntos entre el T.R. y el T.M.	214

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de salida en la prueba atlética de velocidad.	55
Tabla 2. Composición de la clavija estándar RS-232C	66
Tabla 3. Composición de la clavija estándar paralelo Centronics.	68
Tabla 4. Valores de la función de estado de la impresora.	70
Tabla 5. Diseño del experimento piloto.	108
Tabla 6. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del sujeto 1 durante la Línea Base (LB).	121
Tabla 7. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del sujeto 1 con tratamiento de Feedback de TR.	121
Tabla 8. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del Sujeto 2 durante la Línea Base (LB)	124
Tabla 9. Análisis estadístico descriptivo en el tratamiento del Sujeto 2 con tratamiento de Feedback de TM.	124
Tabla 10. Análisis inferencial sobre el TR, TM y RR, entre la Línea Base y el tratamiento con FB de TR ...	127
Tabla 11. Análisis inferencial sobre el TR, TM y RR, entre la Línea Base y el tratamiento con FB de TM ...	128
Tabla 12. Características del SUJETO 1.	135
Tabla 13. Características del SUJETO 2.	136
Tabla 14. Características del SUJETO 3.	137
Tabla 15. Características del SUJETO 4.	138
Tabla 16. Características del SUJETO 5.	139
Tabla 17. Características del SUJETO 6.	140
Tabla 18. Diseño del experimento en función del tratamiento de cada sujeto.	141
Tabla 19. Distribución por sesiones del experimento.	146
Tabla 20. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 1.	152
Tabla 21. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 2.	161
Tabla 22. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 3.	170
Tabla 23. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 4.	179
Tabla 24. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 5.	188
Tabla 25. Estadística descriptiva de las medidas en el sujeto 6.	197
Tabla 26. Variación del TR respecto a la Línea Base en todos los tratamientos.	205
Tabla 27. Variación del TM respecto a la Línea Base en todos los tratamientos.	206
Tabla 28. Variación del RR respecto a la Línea Base en todos los tratamientos.	207
Tabla 29. Análisis de Varianza Global de $A_1-A_2-A_3-A_4$ en el TR.	208
Tabla 30. AVAR de $A_1-A_2-A_3-A_4$ en el TM.	208

RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 31. AVAR de A_1 - A_2 - A_3 - A_4 en el RR.	209
Tabla 32. AVAR GLOBAL de A_1 sobre tratamientos en TR.	210
Tabla 33. Prueba a posteriori de Newman-Keuls para el T.R.	211
Tabla 34. AVAR GLOBAL de A_1 sobre tratamientos en T.M.	211
Tabla 35. Prueba a posteriori de Newman-Keuls para el tratamiento de FB de T.M.	212
Tabla 36. AVAR GLOBAL de A_1 sobre tratamientos en R.R.	212
Tabla 37. Prueba a posteriori de Newman-Keuls para el tratamiento de FB de R.R.	213
Tabla 38. Coeficiente de correlación entre el T.R. y T.M.	213