

LAS ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA VISUAL
ELABORADAS POR LOS ENTRENADORES
DURANTE UN PROCESO DE DETECCIÓN DE ERRORES
EN LA EJECUCIÓN TÉCNICA: TRANSFERENCIA
DE VISUALIZACIÓN EN DOS Y TRES DIMENSIONES

Moreno Hernández, Francisco

E_mail: fjmoreno@unex.es

Avila Romero, Francisco

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura

RESUMEN

El presente estudio pretende el desarrollo y la aplicación de sistemas computarizados que emplean la tecnología y los sistemas informáticos de análisis de la información para contribuir a la mejora y desarrollo de la actuación de los entrenadores de tenis (en situación de aprendizaje). Como finalidad se persigue profundizar en los procesos de enseñanza - aprendizaje con la intención de optimizar las estrategias metodológicas de visualización durante un proceso de detección de los errores de la ejecución técnica en el deporte del tenis.

El trabajo se inicia con la elaboración de una aplicación directa sobre el comportamiento de los entrenadores en situación de laboratorio a la hora de detectar los errores de ejecución técnica mediante la visualización de las acciones técnicas a través de una filmación en vídeo. Por otro lado, posteriormente se intenta estudiar en situación real de entrenamiento, las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores para optimizar el proceso de detección de errores durante el aprendizaje de la técnica deportiva del saque liftado en tenis.

Por tanto, nuestra intención es analizar las diferencias y similitudes del movimiento de los ojos desarrollados por los entrenadores expertos de tenis en relación a los noveles durante un proceso de detección de errores de la ejecución técnica para, a partir de aquí, obtener un modelo atencional y de conducta perceptiva de referencia previa a la administración del feedback de la ejecución (Schmidt 1988). Para ello es necesario conocer cuál es la información relevante en una situación de aprendizaje, a qué estímulos atiende el entrenador a la hora de tomar sus decisiones y qué relación guardan con el éxito de su actuación.

Además el protocolo experimental que se desarrolla permite analizar la influencia de la dimensionalidad en las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores durante el proceso de corrección de errores de ejecución.

PALABRAS CLAVE

Formación de Entrenadores de Tenis, Estrategias de Búsqueda Visual, Detección de Errores de la Ejecución, Control Motor, Aprendizaje Motor.

1 INTRODUCCIÓN

Un número de revisiones recientes sugieren que un rendimiento exitoso en un deporte requiere de una habilidad en la percepción, así como de una ejecución precisa del movimiento (Abernethy 1987; Bakker, Withing y van der Brug, 1990; Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1992, 1994; Singer, et.al. 1998). Desde una perspectiva cognitiva, la limitada capacidad de procesamiento de información de un deportista y la limitación temporal en la cual se encuentra, requiere que las demandas situacionales queden reducidas únicamente a las fuentes de información más pertinentes. Parece evidente que el proceso de selección de la información relevante, desestimando aquellas áreas de información menos relevante, no se conduce de una forma arbitraria sino que se basa en una deliberada estrategia visual de búsqueda (Bard y Fleury, 1976). Esta estrategia de búsqueda permite al deportista hábil hacer más eficiente el uso del tiempo disponible para el análisis de la imagen.

La interpretación de las diferencias relativas a la capacidad de percepción han sido explicadas por un superior conocimiento específico de la tarea por parte de los deportistas experimentados y su habilidad para seleccionar, procesar, codificar, organizar y recuperar la información de forma más efectiva que los deportistas inexpertos (Sartakes, 1987).

En la exploración de entornos deportivos ricos en información, el deportista se ve envuelto en un proceso de búsqueda visual. El sistema visual consigue realizar este proceso mediante rápidos y pequeños movimientos del ojo los cuales están diseñados para trasladar áreas informativas de la imagen desde la periferia de la retina, donde la resolución es muy pobre, hasta la fovea. La fovea cubre alrededor de 1 a 2 grados de visión central (Rayner 1978), y es un área de alta resolución visual debido a la concentración de receptores denominados conos (Cummings, 1978).

Los movimientos sacádicos de los ojos están diseñados para cambiar la imagen de un área informativa de la periferia a la fovea donde puede darse lugar una fijación. Cuando finaliza un movimiento sacádico comienza el procesamiento de información, los investigadores tienden a examinar las fijaciones que separan los movimientos de los ojos. Aunque la parafovea y la periferia juegan un papel sustancial en los procesos perceptivos (William et al., 1992), los investigadores se han concentrado fundamentalmente en las fijaciones visuales ya que éstas permiten a los deportistas establecer un área informativa, como el balón, o un jugador moviéndose en visión focal, permitiendo un procesamiento más detallado de la información.

El trabajo presentado se asienta en la consideración de que los patrones espacio-temporales y la duración de las fijaciones son un reflejo de la estrategia utilizada por el observador para extraer información significativa de la imagen que se está visualizando y que son estas las variables que condicionan el proceso de toma de decisiones y por tanto la elaboración de la respuesta del entrenador para suministrar el feedback de la ejecución técnica del gesto deportivo que esta visualizando.

Las investigaciones del movimiento ocular en el deporte actualmente se centran en el análisis de las estrategias visuales en situaciones específicas de resolución de problemas por medio de la presentación de diapositivas o películas de vídeo de situaciones deportivas específicas a grupos de sujetos diferenciados en función de la experiencia, para examinar la naturaleza de sus patrones de examen visual (Bard y Carriere, 1975; Fleury y Carriere, 1976; Bard y Fleury, 1981, Starkes y Allard, 1993, Helsen y Pauwels, 1993; Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1994; Singer, et.al.1998).

El presente proyecto tiene como finalidad estudiar las estrategias de búsqueda visual que elaboran los entrenadores de tenis para visualizar un gesto técnico durante el proceso de detección de errores de la ejecución. Al mismo tiempo, se estudiará la influencia de la dimensionalidad en la elaboración de las estrategias de búsqueda visual.

Existen hoy día numerosos trabajos de investigación publicados actualmente sobre habilidades visuales en el deporte del tenis aunque todos se basan en el estudio de habilidades visuales de los deportistas por medio de la utilización de test optométricos estandarizados que están completamente descontextualizados de la naturaleza del deporte en concreto (Sherman, 1980; Abernethy, 1987;Williams, 1992). Son escasos los estudios realizados sobre las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores deportivos durante el proceso de detección de errores de la ejecución de un deportista previamente a la administración del feedback de la ejecución. Estos trabajos de investigación generalmente se centran en el análisis de los patrones de búsqueda que elaboran los entrenadores deportivos mientras visualizan la realización de un gesto técnico presentado en diapositivas o en cinta de vídeo (Bard, Fleury, Carriere y Hall, 1980; Petrakis, 1986; Vickers, 1988). Entre los trabajos más próximos al área de estudio destaca el realizado por Petrakis en 1986 acerca de las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores de tenis durante el proceso de visualización de la ejecución técnica del tenista..

Por tanto, es un proyecto relevante a nivel internacional, tanto por la situación experimental que se pretende desarrollar trasladando el objeto de estudio, la motilidad ocular extrínseca, a una situación real de entrenamiento (puesto que solamente Singer en 1998 realizó un trabajo de investigación en torno a este tópico de control aplicado a situación real de juego), como por el objeto de estudio que se quiere abordar, la motilidad ocular extrínseca como variable a partir de la cual se pretende, por un lado determinar las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores de tenis durante la visualización de un gesto técnico realizando inferencias acerca del proceso de percepción del sujeto y por otro realizar inferencias sobre los procesos de codificación, toma de decisiones y elaboración de la respuesta por parte de los entrenadores a la hora de detectar los errores de una ejecución técnica.

2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Los objetivos generales que se persiguen en proyecto son:

En primer lugar, protocolizar la metodología respecto al registro y análisis de la motilidad ocular extrínseca para obtener información fiable respecto a las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores de tenis en un proceso de detección de errores de la ejecución. .

En segundo lugar, aplicar un protocolo experimental que permita analizar la transferencia entre la visualización de una ejecución técnica cerrada en dos y tres dimensiones, es decir, estudiar la utilidad del video como proceso de aprendizaje de los entrenadores para detectar errores de ejecución en habilidades técnicas cerradas.

En este sentido se pretende validar las siguientes hipótesis:

H.1. Las estrategias de búsqueda visual realizadas por los entrenadores varía en sucesivos ensayos de visualización de un mismo gesto técnico realizado por un mismo tenista.

H.2. Las estrategias de búsqueda visual es diferente cuando se visualiza el gesto técnico en dos dimensiones (en laboratorio) y en tres dimensiones (en campo real).

H.3. Los entrenadores de más experiencia elaboran una estrategia de búsqueda visual con un menor número de puntos de fijación visual y de mayor duración que el que elaboran los entrenadores noveles durante el proceso de detección de errores de la ejecución.

H.4. Los entrenadores expertos muestran un mismo patrón de variación en las estrategias de búsqueda visual cuando visualizan ensayos sucesivos del mismo gesto técnico realizados por diferentes tenistas.

3 SITUACIÓN EXPERIMENTAL

4 Muestra

Se toma como muestra a 10 entrenadores de tenis, 5 experimentados y 5 noveles, y tres tenistas como deportistas ejecutantes.

En cuanto a los 6 entrenadores experimentados tendrán la Titulación mínima de Entrenador Nacional de Tenis y llevar 8 años ejerciendo como entrenador.

En cuanto a los 6 entrenadores noveles será requisito llevar ejerciendo como entrenador un máximo de 4 años y poseer únicamente el título de Monitor Nacional.

Respecto a los tres deportistas seleccionados para el desarrollo de la tesis deberán estar clasificados uno como 3^a grupo diez, otro como grupo 9 y otro como grupo 8 en el ranking de la Federación Española de Tenis.

4.1 Variables

VD1- La motilidad ocular extrínseca (M.O.E.), entendida como la habilidad que permite la exploración del espacio en todas las direcciones por medio de la activación de la musculatura extraocular responsable del movimiento de los globos oculares (modificada de Chevaleraud, 1986).

Dentro de la motilidad ocular extrínseca son dos las variables neuromusculares las que vamos a medir:

VD1.a- Movimientos sacádicos, entendidos estos como los movimientos rápidos de ambos ojos en la misma dirección, responsables de los cambios rápidos necesarios para fijar importantes fuentes de información separadas entre sí (Rossenbaum, 1991). El tiempo de duración de un movimiento sacádico oscilará entre 30ms-100ms dependiendo de la distancia entre las zonas que se pretenden fijar en fóvea (Leigh & Zee, 1991)

VD1.b- Movimientos de seguimiento, entendido como el movimiento de los ojos que permite seguir el movimiento lento de elementos en el espacio (Williams, Davids, Burwitz, Williams 1993).

Existen dentro del estudio de la motilidad ocular extrínseca dos variables temporales que se van a medir:

VD1.c - Las fijaciones, entendidas como el tiempo que transcurre desde que finaliza un movimiento sacádico deteniéndose el globo ocular, para fijar en fóvea la zona de la imagen que esta visualizando que más le interesa, hasta el momento en que comienza el nuevo movimiento sacádico (modificado de Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1992).

VD1.d- La secuencialización de las fijaciones, entendida como la ordenación de las fijaciones en el tiempo.

La suma de las variables neuromusculares y temporales de la motilidad ocular extrínseca dan lugar a la estrategia de búsqueda visual que elabora un sujeto cuando visualiza una imagen en déficit de tiempo con la intención de sacar la mayor cantidad de información de la imagen que esta visualizando. Por tanto:

Estrategia de Búsqueda Visual = Variables neuromusculares de la M.O.E.(movimientos sacádicos y movimientos de seguimiento) + Variables temporales de la M.O.E. (fijaciones y secuencialización)

- Variables independientes:

VII- La dimensionalidad de la imagen- entendida como la variación del número de planos sobre los que se desarrolla la estrategia de búsqueda visual durante el proceso de detección de errores. Los niveles de esta variable son:

- En dos dimensiones - Entendida como la visualización de una imagen en movimiento en un plano, visualización en situación de laboratorio.

- En tres dimensiones- Entendida como la visualización de una imagen tridimensional en movimiento, visualización en situación real de entrenamiento.

VI2- La experiencia- entendida como el conjunto del número de años en los que un entrenador está impartiendo clase de tenis con las titulaciones deportivas que ha recibido.

Los niveles que diferenciamos en esta variable son :

- Entrenadores experimentados- Entendida la experimentación como una combinación entre años de experiencia ejerciendo como entrenador con grupos de alto rendimiento y titulaciones deportivas que posee. Así los sujetos experimentados deberán de cumplir el requisito mínimo de poseer el título de Entrenador Nacional de Tenis y llevar 8 años ejerciendo como entrenador.

- Entrenadores noveles - Se entiende al grupo de sujetos que cumplen el requisito de poseer el título de Monitor Nacional, y de llevar 4 años como máximo ejerciendo como entrenador o 1 año como mínimo.

4.2 Diseño

Diseño experimental mixto entre grupos sobre la variable experimental experiencia e intrasujeto A-B-A' con 10 replicaciones en la variable dimensionalidad.

4.3 Procedimiento

Las fases del estudio son las siguientes:

4.3.1 *Análisis de los deportistas y selección de situaciones de simulación*

Esta fase tiene dos finalidades muy definidas:

1.1. Seleccionar a los tenistas que van a ser objeto de estudio por medio del análisis de la consistencia en la ejecución técnica.

1.2. Capturar y montar la imágenes que van a ser objeto de estudio en la primera situación experimental (en dos dimensiones).

Para la selección de los deportistas que deben ser observados, se estudiará la consistencia de la ejecución técnica durante la realización del 2º saque liftado en tenis por ser un saque de seguridad donde la consistencia del patrón técnico a desarrollar es mayor al ejecutar normalmente un patrón de reconocida eficacia (Moreno, 1997). Se escogerán tres jugadores clasificados como tercera grupo 10. Se controlará la precisión del gesto mediante delimitación de la zona donde debe llegar la bola, dividiendo el cuadro de saque en 4 partes iguales teniendo que meter la bola en el recuadro inferior izquierdo. La velocidad de llegada del móvil se controlará de forma indirecta mediante la medición de la longitud que alcanza la bola antes del segundo bote. Se filmará el gesto

técnico con una cámaras de vídeo colocada 2,5 metros del tenista una vez colocado en la zona de saque y formando un ángulo de -20° respecto al tenista.

Para medir la consistencia de la trayectoria durante la realización del saque liftado se colocará un sensor de posición tridimensional (Polhemus Fastrack) en la convergencia de los tendones de los extensores palmares anular y corazón.

En cuanto a la selección de las imágenes se tendrán en cuenta aquellas que cumplan los requisitos de velocidad de la pelota y precisión del saque. Posteriormente las imágenes seleccionadas serán digitalizadas a través de una tarjeta capturadora y se almacenarán en el ordenador encargado de la simulación.

4.3.2 Registro descriptivo del comportamiento de los entrenadores ante la recreación simulada de las acciones seleccionadas en la fase anterior. Situación experimental A

En esta fase se somete a los entrenadores a un protocolo de visionado de las imágenes y el registro de su respuesta visual y verbal ante estas imágenes.

Como comentamos anteriormente en la situación experimental (demominada situación experimental 1, ver Figura 3) el entrenador se sitúa sentado frente a una proyección generada por ordenador a 2 metros de distancia, con el sistema de seguimiento de la mirada colocado en la cabeza.

Es conveniente destacar la importancia de la primera situación experimental puesto que es la que nos va a permitir estudiar si las estrategias de búsqueda visual en un proceso de detección de errores de una ejecución técnica, varían en función del tipo de errores que cometa el deportista. Además al visualizar todos los entrenadores exactamente las mismas imágenes podremos estudiar con mayor precisión las diferencias y similitudes en las estrategias de búsqueda visual..

Por tanto la situación experimental sigue la siguiente secuenciación para cada entrenador:

1- El entrenador visualiza seis saques liftados realizados consecutivamente por el tenista A, por medio de la filmación en una película de vídeo.

La consigna que el experimentador suministra al entrenador previamente a la visualización de las imágenes es :

“Ahora vas a visualizar la ejecución de un segundo saque liftado de tres tenistas. Cada tenista realizará 6 saques consecutivamente. Posteriormente a la ejecución de los seis saques realizados por cada tenista, deberás verbalizar, si existen, los errores de la ejecución técnica detectados. Posteriormente deberás responder a la formulación de una serie de preguntas.”

2- El experimentador pide al entrenador que verbalize las zonas donde cree que más tiempo ha estado fijando su atención por medio de dos preguntas:

2.1. ¿ Cuál es la zona donde crees que más tiempo has estado fijando tu atención, en la parte superior o inferior del cuerpo?.

2.2. ¿ Cuál es la zona donde crees que más tiempo has estado fijando tu atención, en el brazo-raqueta, pelota, tronco o miembro inferior?.

3- Posteriormente, se realiza la visualización de las seis ejecuciones técnicas filmadas a el tenista B, y se repite el mismo protocolo de consignas.

4- Por último se repite el mismo protocolo con el tercer tenista o tenista C, por lo que cada entrenador visualizará un total de 18 ejecuciones técnicas, 6 por cada tenista..

4.3.3 Registro descriptivo del comportamiento de los entrenadores ante la ejecución real de las acciones seleccionadas en la segunda fase. Situación experimental B.

La diferencia de esta fase con la segunda es que la situación experimental que se plantea ahora es en campo real, es decir, que el entrenador visualiza el gesto técnico que realiza el tenista en la propia pista de tenis. Además el protocolo de medición es exactamente igual que en la situación experimental 1.

La segunda situación experimental (ver Figura 4) se diferencia de la primera en que el entrenador se sitúa en la pista de tenis formando un ángulo de -20 grados (340 grados) con el tenista que va a efectuar el saque y a 2 metros de distancia de él con el sistema de seguimiento de la mirada colocado en la cabeza.

El entrenador visualiza seis saques liftados realizados consecutivamente por cada uno de los tenistas seleccionados. Es conveniente destacar el hecho de que son seis las ejecuciones técnicas que va a realizar cada tenista independientemente de la precisión del gesto, es decir en la primera situación experimental las ejecuciones técnicas que visualizaba cada entrenador eran las mismas y cumplían el requisito de precisión determinado en la primera fase.

4.3.4 Registro descriptivo del comportamiento de los entrenadores ante la recreación simulada de las acciones seleccionadas en la fase anterior. Situación experimental Á.

Esta fase es completamente igual que la situación experimental A, puesto que se utiliza como medida de control del efecto práctica en las estrategias de búsqueda visual..

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Si realizamos un breve análisis de los datos obtenidos en la tabla 1 podemos intuir sin realizar un análisis de varianza que existen diferencias significativas entre el número total de fijaciones que utilizan los entrenadores expertos frente a los noveles. La lectura de estos resultados concuerda en gran medida con la justificación que numerosos autores en este ámbito vienen dando a este hecho, esgrimiendo que un menor número de fijaciones visuales y de mayor duración implica una búsqueda más selectiva de la imagen que se está visualizando puesto que observan durante más tiempo los puntos de mayor significación informativa de la imagen desestimando aquellos puntos que aunque aportan información de la tarea que se está desarrollando tiene menor

importancia en el proceso de elaboración de la información y la ejecución de la respuesta (en este caso verbalización de los errores de ejecución). Desde nuestro punto de vista pensamos que el menor número de fijaciones tras la visualización de una tarea como es el segundo saque liftado de tenis, no tiene porque deberse a un mayor y más eficaz proceso de selecciones espaciales fijadas en fóvea para adquirir información de los puntos de mayor significación informativa, o por el hecho de que los expertos obtengan más cantidad de información tras la fijación en fóvea de una misma localización espacial, sino que es posible que los entrenadores expertos sean capaces de procesar una gran cantidad de información significativa por la periferia del ojo, de tal forma que si la atención visual es un proceso cognitivo de control voluntario a través del cual se realizan movimientos de los ojos hacia las zonas donde se quiere focalizar la atención, realizándose este proceso en base a coordenadas espaciales fundamentalmente como comenta Van der Heijden en su modelo atencional, es posible que los sujetos expertos utilicen las localizaciones espaciales de la visión en fóvea para estructurar periféricamente el resto del campo visual de la imagen que está visualizando en coordenadas espaciales, de tal forma que puedan extraer una gran cantidad de información significativa de la periferia del ojo y utilicen las fijaciones en fóvea como puntos a partir de los cuales organizan su percepción. El resultado de esta reflexión desemboca en que la conducta visual de los entrenadores expertos será fijar en fóvea localizaciones espaciales que les permitan estructurar el resto del campo visual de la imagen que esta visualizando con más facilidad, es decir la interpretación de las localizaciones espaciales fijadas en fóvea puede que no sean estrictamente los puntos de mayor significación informativa de la imagen que estamos visualizando sino el punto espacial de referencia a partir del cual le es más fácil determinar a cada punto del campo visual unas determinadas coordenadas espaciales.

Esta hipótesis se apoya en el hecho de que los entrenadores expertos fijan de forma significativa un mayor número de veces en la parte inferior del cuerpo durante la visualización de los saques que realizan los diferentes tensitas (ver tabla 1) mientras que verbalizan en el 89% de los casos que la zona donde más tiempo están fijando su atención es en la parte superior del cuerpo y fundamentalmente en el brazo-raqueta. Con estos datos se puede intuir que realmente los entrenadores expertos utilizan en gran medida la periferia del ojo para adquirir información relevante de la imagen que están visualizando puesto que se sabe que es posible fijar en fóvea una determinada localización espacial y estar atendiendo a otra localización espacial situada en la periferia del ojo. Por otro lado, los entrenadores noveles fijan en fóvea de forma significativa una mayor número de veces el miembro superior y la pelota que los expertos, al mismo tiempo al verbalizar las zonas donde más tiempo estan fijando su atención coinciden con la localización espacial que más tiempo han estado fijando en fóvea, de esta manera intuimos que la estrategia de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores noveles puede estar más en la línea de focalización en fóvea de las localizaciones espaciales que ellos consideran como de mayor significación informativa de la zona que están visualizando desestimando toda la información que les llega por la periferia del ojo.

PRUEBA DE LOS EFECTOS INTERSUJETOS CON LA VARIABLE EXPERIENCIA..

Variable dependiente	Variable independiente	Media	Significación
Número de fijaciones	Experto	9,58	0,000
	Novel	15,67	
Tiempo relativo en Miembro inferior	Experto	37,82	0,000
	Novel	25,40	
Tiempo relativo en Miembro superior	Experto	45,32	0,001
	Novel	52,55	
Tiempo relativo en Segmento Bra-Raqueta	Experto	33,15	0,352
	Novel	31,34	
Tiempo relativo en Bola extendido	Experto	0,72	0,000
	Novel	1,06	

Tabla 1.

En cuanto a la variable dimensionalidad (ver tabla 2 de comparaciones múltiples por medio de una prueba Manova) si realizamos un breve análisis de los datos y observamos la variable, número total de fijaciones se puede pensar a priori que la dimensionalidad no afecta a las estrategias de búsqueda visual puesto que existen diferencias significativas entre la primera situación experimental en dos dimensiones (bidimensión 1) y la situación experimental en tres dimensiones (tridimensión) pero no se encuentran entre las situaciones experimentales en tres dimensiones y la segunda situación en dos dimensiones (bidimensión 2) por lo que parece ser que en cuanto al número de fijaciones las diferencias obtenidas en los datos son más bien debidas al efecto práctica que a la variable dimensionalidad, es decir si partimos del supuesto de que la dimensionalidad afecta a las estrategias de búsqueda visual que elaboran los entrenadores expertos y que el efecto práctica entre situaciones experimentales no se ha producido deberíamos de encontrarnos en el análisis de resultado tal y como se observa en la tabla 2 diferencias significativas entre bidimensión 1 y tridimensión pero para corroborar el hecho de que el efecto práctica no hubiese afectado a los resultados no deberían existir las diferencias significativas encontradas entre la bidimensión 1 y 2, puesto que en estas dos situaciones experimentales la única diferencia es que existe un tiempo de 10 días entre la aplicación de las dos situaciones. Por otro lado es conveniente destacar que en cuanto al número de fijaciones son muy parecidas la bidimensión 2 y la tridimensión siendo las medias de las fijaciones prácticamente iguales 11,82 en tridimensión frente a 11, 23 en bidimensión 2 (ver tabla 3), nosotros pensamos que este hecho puede deberse en gran medida a que en la primera visualización los entrenadores realizan un escaneo más amplio de la imagen que estan visualizando realizando un mayor número de fijaciones en diferentes localizaciones espaciales en busca de la detección de los errores de la ejecución, una vez detectados los errores por los entrenadores al visualizar en las siguientes situaciones experimentales las ejecuciones técnicas del mismo gesto técnico, elaboradas por el mismo sujeto (sujetos seleccionados previamente por su consistencia en la ejecución de un segundo saque liftado) necesitan realizar menos fijaciones en diferentes localizaciones espaciales puesto que no tienen que buscar los errores de ejecución sino buscar las fijaciones visuales que les permitan extraer la información necesaria para determinar que realiza los mismos errores de ejecución. Si este hecho lo aplicamos a la forma en que pensamos que los expertos extraen

información podemos decir que lo que hacen los expertos es fijar directamente en fóvea las localizaciones espaciales que les permita estructurar toda la información que proviene del campo visual de la tarea que está visualizando de tal forma que compruebe si realiza los mismos errores de ejecución.

Como hemos observado en el análisis de los datos podemos pensar que la dimensionalidad no afecta a las estrategias de búsqueda visual elaboradas por los entrenadores de tenis durante un proceso de detección de errores, al menos desde el punto de vista del número de fijaciones que son utilizadas durante la visualización. Ahora bien, si observamos la localización de las fijaciones en función de la dimensionalidad encontramos que existen determinadas localizaciones espaciales a las que se les dedica mayor tiempo de fijación en la tridimensión que en la bidimensión 1 y 2 (ver tabla 2 y 3). Las localizaciones espaciales en las que se han encontrado diferencias significativas en cuanto al número de fotogramas o tiempo que los entrenadores de tenis dedican en la tridimensión frente a las otras dos situaciones experimentales son :

- I. Tiempo relativo en miembro superior- categoría que es suma de las fijaciones en Hombro brazo raqueta, brazo raqueta, mano raqueta, raqueta, tronco, hombro brazo auxiliar, brazo auxiliar y cabeza.
- II. Tiempo relativo en segmento brazo raqueta- categoría que es suma de las fijaciones en Hombro brazo raqueta, brazo raqueta, mano raqueta, raqueta.

Estos datos dan lugar a plantearnos el hecho de que es posible que la dimensionalidad afecte a las estrategias de búsqueda visual en cuanto al tiempo dedicado a cada una de las localizaciones espaciales fijadas en fóvea puesto que, existen localizaciones espaciales cuyo tiempo de fijación en fóvea es significativamente diferente en tres dimensiones frente a las situaciones en dos dimensiones I y II. Con todo parece ser que, si bien la dimensionalidad no afecta al número de fijaciones que realizan los entrenadores de tenis, si que afecta al tiempo dedicado a las localizaciones espaciales realizadas durante la visualización de la ejecución técnica de los tres tenistas. Por tanto, parece ser que son fundamentalmente los entrenadores expertos los que utilizan normalmente menos localizaciones espaciales en el miembro superior y en el segmento brazo-raqueta durante las visualizaciones de las ejecuciones técnicas en tres dimensiones.

Las diferencias en el tiempo dedicado a las localizaciones espaciales en función de la dimensionalidad están a priori en consonancia con el modelo atencional de Van der Heijden puesto que ahora tenemos un atributo más de gran significación para determinar coordenadas espaciales a cada una de las localizaciones espaciales, es decir sin ánimo de obviar atributos perceptivos que nos ayudan al procesamiento de la información que nos llega del entorno y que nos ayudan a la comprensión semántica del gesto deportivo que estamos visualizando como son el tamaño, los colores, las formas, etc.; existe un atributo fundamental a partir del cual nosotros estructuramos la información que nos llega del entorno, el espacio. Por tanto, si partimos del hecho de que se estructura la información que nos llega del entorno por medio de la atribución de una serie de coordenadas espaciales a la imagen que estamos visualizando y se sabe que en tres dimensiones podemos disponer con mayor eficacia de una herramienta más para la estructuración perceptiva como es la visión estroboscópica, debido a que al visualizar una imagen en tres dimensiones se añade un atributo perceptivo más a la visualización de las ejecuciones técnicas que es la percepción de la profundidad, es lógico pensar que el mayor tiempo de fijación en fóvea de la

imagen que estamos visualizando sea dedicado a diferentes localizaciones espaciales al visualizar la ejecución de un mismo gesto técnico en dos y tres dimensiones.

Variable dependiente	SITUACIÓN EXPERIMENTAL	Media	Error típ.
NUMERO DE FIJACIONES	BIDIMENSION I	14,83	,295
	TRIDIMENSION	11,82	,381
	BIDIMENSION II	11,23	,376
TIEMPO RELATIVO EN MIEMBRO INFERIOR	BIDIMENSION I	29,6792	1,766
	TRIDIMENSION	35,4418	2,282
	BIDIMENSION II	29,7239	2,250
TIEMPO RELATIVO EN MIEMBRO SUPERIOR	BIDIMENSION I	51,5238	1,590
	TRIDIMENSION	42,1578	2,053
	BIDIMENSION II	53,1268	2,025
TIEMPO RELATIVO EN SEGMENTO BRAZO-RAQUETA	BIDIMENSION I	34,8845	1,487
	TRIDIMENSION	23,7451	1,921
	BIDIMENSION II	37,9650	1,894
TIEMPO RELATIVO EN BOLA EXTENDIDO	BIDIMENSION I	,8288	,055
	TRIDIMENSION	1,0109	,072
	BIDIMENSION II	,8464	,071

VALORES MEDIOS DE CADA CATEGORÍA EN CADA SIT EXP

6 BIBLIOGRAFÍA

- Bard, C. and Fleury, M. (1981). Considering eye movement as a predictor of attainment. In *Vision and Sport* (edited by I.M. Cockerill and W W. MacGillivray), pp. 28-41. Cheltenham: Stanley Thomes.
- Schmidt, R. (1988). *Motor Control and Learning*. Illinois. Human Kinetics.
- Abernethy B. (1987). Selective attention in fast ball sports 11: Expert-novice differences. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 19, 4, 716.
- Bakker, F.C., Whiting, H.T.A. and Van der Brug H. (1990). *Sports Psychology: Concepts and Applications*. New York: John Wiley and Sons.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. and Williams, I.G.(1992) Perception and action in sport. *Journal of Human Movement Studies*,22,147-205.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. and Williams, I.G.(1994) *Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players*, .65, 127-135.

- Satarkes, J.L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*. 9, 146-160.
- Bard, C. and Fleury, M. (1976) Analysis of visual search activity during sport problem situations. *Journal of Human Movement Studie*, 3, 214-222.
- Cummings, G.D. (1978) Eye movements and visual perception. Cartrette, E.C. and Friedman, M.P. *Handbook of Perception*. Academic Press Inc. 221-255.
- Rayner, K. (1978). Foveal and parafoveal cues in reading. *In Attention and Performance VII*. J. Requin. pp. 149-161. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bard, C. and Carriere, L. (1975). Etude de la prospection visuelle dans des situations problemes en sports. *Mouvement*, 10, 1523-1537.
- Helsen, W. and Pauwels, J.M. (1993). Analysis of visual search activity in solving tactical game problems. Brogan, D. *In Visual Search*. London. Taylor and Francis. 321-390.
- Sherman, A. (1980). Overview of research information regarding vision and sports. *Journal of American Optometric Association*. 6, 661-666.
- Abemethy, B. (1987). Anticipation in sport: A review. *Physical Education Review*, 10, 5-16.
- Vickers, J. (1988) Knowledge structures of elite-novice gymnasts. *Human Movement Science*, 7, 141-172.
- Bard, C, Fleury, M., Carriere, L. and Halle, M. (1980). Analysis of gymnastics judges visual search. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 51, 267-273.
- Petrakis, E. (1986). Visual observation patterns of tennis teachers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57, 254-259.
- Chevaleraud, J.P. (1986). Ojo y Deporte. Barcelona. Masson.
- Leigh, J.R. and Zee, D.S. (1991). *The Neurology of Eye Movements*. Philadelphia: F.A. Davies.
- Moreno, F.J. (1997). Desarrollo de un sistema automatizado para el entrenamiento de las habilidades motoras habiertas. Aplicación al entrenamiento del resto en tenis. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Rosenbaum, D.A. (1991). *Human Motor Control*. San Diego, Cal: Academic Press.
- Singer, R.; Williams, M; Frehlich, G.; Janelle, L.; Radlo, J.S.; Barba, A.D.; Bouchard, L.J. (1998). New frontiers in visual search: an exploratory study in live tennis situations. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 3, 290-297.
- Williams, A.M., Davids, K. Burwitz, L. and Williams, I.G. (1992). Perception and action in sport. *Journal of Human Movement Studies* 22, 147-205.