



Vila-Maldonado, S.; García López, L.M.; y Contreras Jordán, O.R. (2012). The research of the visual behaviour, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):137-156.

Review

LA INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO VISUAL, DESDE EL ENFOQUE PERCEPTIVO-COGNITIVO Y LA TOMA DE DECISIONES EN EL DEPORTE

THE RESEARCH OF THE VISUAL BEHAVIOUR, FROM THE COGNITIVE – PERCEPTUAL FOCUS AND THE DECISION MAKING IN SPORTS

Vila-Maldonado, S.¹; García López, L.M.²; Contreras Jordán, O.R.²

¹ *Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo (Universidad de Castilla-La Mancha)*

² *Facultad de Educación de Albacete (Universidad de Castilla-La Mancha)*

Correspondence to:
Sara Vila Maldonado
Universidad de Castilla-La Mancha
sara.vila@uclm.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 05-12-2011
Accepted: 28-03-2012

**RESUMEN**

Desde la psicología cognitiva se han abordado los aspectos clave del procesamiento de la información. Así, el llamado enfoque perceptivo-cognitivo, entiende al deportista como alguien capaz de procesar la información y solucionar los problemas que se le planteen en el entorno deportivo.

Las investigaciones en el deporte han evolucionado a la par que las diferentes técnicas de estudio, permitiendo que cada vez más, los participantes se encontrasen frente a entornos fieles a los reales, en los que la percepción visual es más similar a la que sucede en situaciones de juego o entrenamiento.

El presente artículo pretende revisar las investigaciones más relevantes en torno a la percepción visual y la toma de decisiones, partiendo de un enfoque cognitivista, y abordando los diferentes tipos de técnicas empleadas para el desarrollo de éstas.

Palabras clave: percepción, visión, psicología cognitiva, procesamiento de la información.

ABSTRACT

From the cognitive psychology key aspects of the information- processing have been addressed. Thus, the cognitive – perceptual focus, interprets the sportsman like someone able to process the information and solve the problems raised in the sportive environment.

Researches in sports have evolved as well as the different study technics, allowing the participants face every time to more ecological environments, in that the visual perception is similar to the real one.

The present article intends to review the most outstanding researches around the visual perception and the decision making, starting from a cognitivist focus, and addressing the different kinds of techniques used for the development of them.

Keywords: perception, development, cognitive psychology, information- processing.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende hacer una revisión de los principales aspectos relacionados con la percepción visual desde el enfoque perceptivo-cognitivo, en el ámbito deportivo y motriz.

En cuanto a los procesos perceptivos en el deporte, la información visual es esencial para que ocurra el aprendizaje y el rendimiento motor (Vickers, 2007), puesto que la visión es la principal fuente informativa del ser humano en cualquier actividad que desempeñe. En el deporte se ha estudiado el comportamiento visual de los deportistas siguiendo distintas corrientes. Entre ellas, la más relevante, a la hora de encontrar diferencias entre expertos y novatos, es la del paradigma de comportamiento visual. A través de este paradigma se han analizado las fijaciones visuales de los participantes, su duración y patrón visual, y se han encontrado diferencias entre aquellos más experimentados, y aquellos con menos experiencia o nivel de habilidad.

Solso en 1995 (Vickers, 2007) define la psicología cognitiva como el estudio científico de lo que piensa la mente, cuya representación más clara es el procesamiento de la información. Se centra en cómo atendemos y captamos la información sobre el mundo, cómo es guardada en la memoria por el cerebro, y cómo este conocimiento es usado para resolver problemas, pensar, y formular juicios. Así, desde la perspectiva cognitiva, la experiencia produce estructuras específicas de conocimiento que son guardadas en la memoria a largo plazo, para poder ser usadas posteriormente.

Según Rivière (1987, en Pozo, 2006), lo más general que podemos decir de la psicología cognitiva es que refiere la explicación de la conducta, a entidades mentales, a estados, procesos, y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un nivel de discurso propio, esto indica que la acción del sujeto está determinada por sus representaciones.

Dentro de la psicología cognitiva aparece la teoría del procesamiento de la información. Esta teoría planteaba un modelo del proceso de la información que incluye un receptor y un canal a lo largo del cual se transmite la información entre ambos. A partir de este postulado aparece la metáfora que compara al

sujeto con un ordenador que sigue un sistema lógico matemático, constituido exclusivamente por procedimientos formales (Pozo, 2006). El ser humano transmite y procesa, es decir, codifica mediante procesos cognitivos la información, en forma de representaciones mentales, tal y como lo haría un ordenador (Tejero, 1999).

Según la psicología cognitiva, cualquier proceso puede ser comprendido reduciéndolo a las unidades mínimas de que está compuesto, estas unidades más pequeñas se unen entre sí hasta constituir un programa, y esto se hace siguiendo procesos o subprocesos lineales.

En cuanto a las estrategias visuales de los deportistas, según los cognitivistas, éstas son controladas por el conocimiento que ha sido desarrollado a través de años de entrenamiento, juego y observación. De modo que los expertos saben cuáles son las áreas de mayor aporte informativo, debido a su acumulación de experiencia, y pueden ignorar las áreas irrelevantes del entorno, prestando atención a las más importantes. Las mediciones de la psicología cognitiva en este aspecto se hacían para describir los estados que intervenían entre el estímulo y la respuesta (Bruce, Green y Georgeson, 2010).

Desde el enfoque perceptivo-cognitivo las investigaciones se han llevado a cabo dentro y fuera del laboratorio, recreando situaciones de juego similares situaciones reales, y con tareas predominantemente visuales (Ruiz, Sánchez, Durán y Jiménez, 2006).

La mayoría de los estudios sobre comportamiento visual han seguido esta perspectiva, comparando las capacidades de deportistas expertos, y relacionando este aspecto con la toma de decisiones. El uso de seguidores de mirada ha adquirido gran importancia dentro de esta línea de investigación, mostrando resultados objetivos acerca de la percepción y el comportamiento visual de los deportistas.

El proceso de percepción-acción

La percepción es entendida como un proceso primario de elaboración de la información (Moreno, Del Campo, Reina, Ávila, y Sabido, 2003) lo que hace que sea un factor clave en toda acción deportiva.



Se trata de uno de los procesos psicológicos básicos más importantes del ser humano, ya que le permite extraer información del medio y poder relacionarse mejor con el contexto en el que se encuentra (Palmi, 2007).

El hecho de percibir comprende la operación de los sentidos, e implica el despliegue de nuestros sistemas sensoriales o receptivos, la dirección y redirección de la atención (Barber y Legge, 1980).

En torno a los procesos perceptivo motores existen dos paradigmas explicativos. Uno de ellos tiene su máximo exponente en los modelos de procesamiento de la información, que afirman que los actos perceptivos implican una relación de interacción física entre el medio y el sujeto a través de los sentidos. En estas teorías, cuyo precursor es Welford (1976), se describen los procesos secuenciales que se dan en todos movimientos hábiles, encontrando la presencia de tres mecanismos principales; percepción, toma de decisiones y ejecución del movimiento.

La percepción es por tanto una actividad cognitiva, ya que transforma un tipo de representación en otra a través de una o más operaciones intermedias de procesamiento de la información. Así el acto perceptivo se ve caracterizado por procesos mediados por representaciones, no mediante la extracción directa, que defendía Gibson (1979) dentro de su enfoque ecológico (García-Albea, 1999).

Conviene matizar que el proceso de percepción se compone de dos fases susceptibles de estudio: sensación y percepción. Estas fases se solapan pero a su vez son diferenciables. Primero se capta una información no elaborada, es decir, unos datos del entorno, a través de los sentidos (sensación) y después se interpretan todos los datos que se consideran relevantes (percepción). De modo que una cosa es ver (sensación) y otra enterarse de lo que se está viendo (percepción) (Palmi, 2007). La vertiente perceptiva tiene como función principal la de identificar la señal de respuesta, la decisional efectúa la elección de la respuesta, y finalmente se producen las operaciones de programación de ésta.

El modelo de procesamiento de la información (Schmidt y Wrisberg, 2008), se trata de un modelo

serial en el que los estadios se suceden sin recuperación temporal, es decir, el tiempo de tratamiento requerido entre la presentación del estímulo y el inicio de la respuesta, es la suma de las duraciones de cada estadio. El tiempo de duración de cada uno de ellos se ve aumentado cuanto más difícil resulta la tarea (Temprado y Famose, 1999).

Para poder llevar a cabo un entrenamiento decisional lo primero necesario es identificar las decisiones que los atletas tienen que tomar en competición. Según Vickers (2007) cada decisión debería incluir una de las siete habilidades cognitivas que aparecen en la siguiente lista:

- Anticipación es la habilidad de predecir que ocurrirá cuando nos preparamos para ejecutar una habilidad o táctica. Antes de la ejecución, ¿qué información deber ser vista, oída, o de lo contrario, percibida o atendida antes de actuar?
- Atención es la habilidad para seleccionar el índice correcto de los muchos que están disponibles, antes, y mientras la acción esta siendo ejecutada. Se refiere a qué información debe ser atendida durante la ejecución de una habilidad específica o táctica.
- Focalización y concentración se refiere a la habilidad de detectar de forma constante los índices correctos y no distraerse por eventos irrelevantes, por un largo periodo de tiempo.
- Patrón de reconocimiento es la habilidad de percibir significativamente, mientras nos movemos a través de entornos complejos. El patrón de reconocimiento es requerido para detectar objetos y localizaciones durante el movimiento y en juegos tácticos.
- La recuperación de memoria requiere la habilidad de encontrar las mejores soluciones en la memoria tomando las condiciones cambiantes encontradas en escenarios deportivos. ¿Qué información debe ser retenida? ¿Cuánto tiempo emplea el deportista en recordar que hacer en un escenario deportivo específico?.
- Resolución de problemas es la habilidad de transformar una situación posible en una situación final. La resolución de problemas ocurre constantemente en el deporte y puede pasar de ser rutinaria a novedosa y compleja.
- La toma de decisiones es la “habilidad para tomar la mejor elección entre varias alternativas” (Eysenck,



1994). La habilidad para tomar decisiones efectivas es crítica en el deporte y predomina sobre las otras habilidades perceptivas y cognitivas.

El procesamiento de la información, es por tanto, complejo, sobre todo si tenemos en cuenta que el tiempo para decidir puede ser mínimo, haciendo necesaria en ocasiones una anticipación a las acciones del contrario antes de que éstas se produzcan. Según Temprado y Famose (1999), el jugador eficaz tiene que ser capaz de producir rápidamente una respuesta y llevarla a cabo con precisión, aunque las condiciones de tratamiento de la información, aumenten la dificultad de la tarea.

Dado que el ser humano tiene una capacidad limitada en cuanto al procesamiento de la información del entorno, el deportista se ve obligado a reducir, y seleccionar, partes del ambiente (Palmi, 2007). De este modo, una de las características del deportista experto es la capacidad de seleccionar los estímulos relevantes del entorno, lo que se traduce en un menor número de alternativas decisionales. Esto da lugar a una toma de decisiones más rápida y eficiente, que se refleja en estrategias de búsqueda visual efectivas (Ezquerro y Buceta, 2001).

La información que los deportistas utilizan para poder realizar sus movimientos, proviene de fuentes diversas. La fuente de información, conocida típicamente como exterocepción, indica que la información proviene del exterior. De entre todos los sistemas de entrada de información sensorial, el visual es el sistema receptor más importante en la recogida de información del entorno (Schmidt, 1988). La visión nos aporta información sobre el movimiento de los objetos, o sobre la velocidad de vuelo de un balón, nos ayuda a detectar aspectos temporales y espaciales de nuestros propios movimientos en el entorno y a anticipar eventos que pueden suceder en él (Schmidt y Wrisberg, 2008).

La gran importancia del sistema visual dentro del proceso perceptivo, ha llevado a los investigadores a analizar los movimientos oculares de los seres humanos, en diversos entornos, tal y como señalan Barber y Legge (1980), esto ha proporcionado una fuerte evidencia acerca de la atención visual y la conducta visual en general.

La toma de decisiones en relación con aspectos perceptivo-visuales en deportes de equipo.

Cualquier acción motora implica, además del nivel necesario para desempeñarla, la elección previa a ésta. Dicha elección puede ser muy simple, basándose en la dicotomía de si actuar o no hacerlo, o por el contrario puede ser más compleja llevando al sujeto a elegir, no sólo si llevar a cabo una acción o no, sino que tipo de actuación más adecuada para cada momento (Gréhaigne, Godbout y Bouthier, 2001).

En este sentido el entorno deportivo ofrece un contexto particular, sobre todo aquellos en los que se da una oposición directa contra otro jugador. Por este motivo, Gilovich sugería en 1984, que el ámbito deportivo era el más apropiado para estudiar la toma de decisiones (Ruiz y Arruza, 2005).

La toma de decisiones es un factor determinante en el rendimiento y su predicción es una de las herramientas más valiosas para afrontar con éxito la práctica deportiva (Williams, Singer y Frehlich, 2002). Conocer el funcionamiento de la toma de decisiones nos ayudará a mejorar el rendimiento de los deportistas experimentados, y optimizar la formación deportiva de los que se están iniciando. La investigación acerca del tema señala que la percepción hábil de la acción deportiva determina una toma de decisiones apropiada.

El canal visual es el más utilizado en el procesamiento de información de habilidades de carácter abierto, y por tanto el canal dominante en el proceso de optimización del rendimiento deportivo a través de la utilización de la información (Damas, Moreno, Reina y del Campo, 2004; Del Campo, Reina, Sanz, Fuentes y Moreno, 2003; Moreno, Ávila y Damas, 2001; Ruiz y Sánchez, 1997; Ripoll, 1991). La relación entre percepción visual y toma de decisiones es evidente, teniendo en cuenta que el canal visual es el de mayor aporte informativo, sobre todo en los deportes de balón. Por tanto los procesos de atención están determinados por las estrategias visuales usadas para analizar el entorno y tomar la información para su procesamiento (Tenebaum, 2003).



La toma de decisiones en el deporte ha sido estudiada por numerosos autores. Los contextos en los que se han desarrollado las investigaciones han sido en muchos casos entornos deportivos, y en otros, situaciones de laboratorio. En muchos estudios cognitivos, los procesos de percepción y acción se han desglosado y no se han estudiado juntos (Williams, Davids y Williams, 1999). Sin embargo es preferible analizar la toma de decisiones en contextos más reales, ya que de este modo el ciclo de percepción-acción no se ve alterado de forma sustancial. McMorris en 1988, investigó sobre este aspecto en jugadores de fútbol en posesión del balón, y en ese mismo año, junto con MacGillivray, expuso los factores contextuales que el jugador debía tener en cuenta a la hora de tomar decisiones (McMorris y Graydon, 1997). La primera decisión que toma un atleta es dónde mirar para capturar los índices más relevantes del entorno. Posteriormente el deportista realiza una selección para eliminar la información irrelevante y usar la información relevante para poder anticiparse a los eventos que puedan surgir (Tenebaum, 2003).

Gréhaigne, Godbout y Boutier (2001) añaden los elementos que componen la toma de decisiones, que son: la estrategia individual, la base de conocimiento del jugador, el conocimiento táctico, los recursos de los jugadores y la localización y postura del jugador.

Algunos deportes de balón son tan rápidos que obligan al jugador a valorar la trayectoria del balón y emitir la respuesta adecuada en muy poco tiempo. Además la precisión requerida es de unos pocos centímetros en el espacio y unos pocos milisegundos en el tiempo (Land, 2006).

Cuando el medio es inestable, y el tiempo del que se dispone para responder es bajo, el deportista debe decidir con rapidez, siempre en función de los eventos externos. En este caso la tarea consiste en una sucesión de movimientos discretos durante los cuáles están altamente solicitados los mecanismos de decisión. En estas condiciones cabe la posibilidad de que el tiempo de reacción, sumando al tiempo de movimiento, superen ese tiempo total del que el jugador dispone para desarrollar su acción de forma efectiva.

En este caso el deportista puede reducir el tiempo de dos formas no excluyentes: reduciendo la duración del movimiento o reduciendo el tiempo de reacción. Para ello el jugador necesita anticiparse, y encontrar índices que le permitan no cometer errores al reducir el tiempo de respuesta (Durand, Geoffroi y Jacquemond, 1999).

Definimos anticipación como la habilidad para predecir un evento rápidamente antes de que éste ocurra. Esta habilidad es fundamental en los deportes donde las decisiones deben tomarse antes de los movimientos del oponente. La anticipación también es la habilidad para reconocer el patrón de juego y usar la probabilidad situacional, también denominada "lectura del juego". Este es uno de los más claros signos de una percepción hábil. Según Ward, Williams y Bennett (2002), esta habilidad consiste en obtener información de los movimientos del oponente y emplearla para determinar su respuesta.

Existen estudios como los de Williams y Burtwitz (1993, en Williams, Ward, Smeeton y Allen, 2004) o Starkes, Edwards, Dissanayake y Dunn (1995), que demuestran que aportar información relevante en la secuencia deportiva ayuda a los deportistas a reducir sensiblemente el tiempo invertido en la secuencia motora. Por tanto, el deportista necesita centrar su atención hacia los estímulos adecuados para poder realizar una buena toma de decisiones.

Así, las investigaciones muestran que la anticipación (o predicción) y la toma de decisiones, son elementos clave para el rendimiento en el deporte, sobre todo en aquellos de alta estrategia. Algunas fuentes argumentan que la anticipación está determinada por la exposición a la práctica específica en la tarea, por lo que depende directamente del entrenamiento concreto (Zwierko, 2006).

Técnicas utilizadas en el estudio de la capacidad visual en el deporte

Los estudios centrados en los movimientos oculares humanos datan de principios del siglo XX, aunque la investigación con imágenes venía desarrollándose desde el siglo XVIII (Wade y Tatler, en Land, 2006).

La percepción visual en el deporte ha sido objeto de estudio de muchas investigaciones. Las técnicas



utilizadas, para conocer aspectos relacionados con la capacidad visual en los deportistas son variadas, y gracias al desarrollo de instrumental específico, las investigaciones se han podido centrar cada vez más en entornos dinámicos.

Dentro de laboratorio se han llevado a cabo investigaciones que han analizado las capacidades perceptivo-visuales de deportistas, comparando generalmente grupos de expertos con jugadores novatos o no experimentados. Las medidas de las diferentes capacidades se han obtenido a través de tests, utilizando sistemas de medición relacionados con la psicología o tests ópticos generales. En estos casos, la inquietud por conocer los aspectos que hacen excelentes a los expertos en el deporte, ha llevado a los investigadores a desarrollar estudios no relacionados directamente con entornos deportivos, en los que buscaban describir el perfil decisional y perceptivo del deportista de élite, y sus diferencias con los menos experimentados.

Las conclusiones de estos estudios apuntan que las diferencias en las capacidades perceptivo-visuales entre expertos y novatos se hacen visibles en tareas relacionadas directamente con el dominio específico (Abernethy, Neal y Koning, 1994; Helsen y Starkes, 1999; Kioumourtzoglou, Derri, Tzetzis y Therodorakis, 1998; Kioumourtzoglou, Michalopoulou, Tzetzis y Kourtessis, 2000; Azeneder y Bösel, 1998; Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri, 2007; Benguigui, Ripoll, y Broderick, 2003; Vila-Maldonado, Ruiz y Mata, 2006). De este modo Abernethy et al., (1994), en su estudio con jugadores de billar basado en tests ópticos, específicos y generales, y diferenciando jugadores expertos, intermedios y novatos, expusieron que no existían diferencias entre los tres grupos en los tests generales, pero sí en los específicos, corroborando así que es la experiencia la que determina el éxito de los expertos, y no unas capacidades visuales superiores.

Helsen y Starkes (1999) compararon las habilidades no específicas de jugadores expertos e intermedios de fútbol. Midieron el procesamiento (tiempo de reacción simple, tiempo de reacción periférica, tiempo de corrección visual), optometría y parámetros periféricos (rango periférico horizontal y vertical) y entre sus resultados encontraron que los expertos no poseían tiempos superiores de reacción,

ni se diferenciaban de los menos experimentados en su precisión estática visual ni en su habilidad para seguir el movimiento de un objeto.

En voleibol, Kioumourtzoglou et al. (2000) examinaron las habilidades cognitivas, motoras y perceptivas, en jugadores de voleibol de élite y estudiantes sin experiencia en este deporte. Los expertos en voleibol no mostraron habilidades cognitivas superiores, solo hubo diferencias cuando se presentaron estímulos concretos del deporte.

Sin embargo, encontramos autores que obtienen conclusiones opuestas en sus investigaciones, como es el caso de Azeneder y Bösel (1998) que estudiaron la modulación de la extensión espacial del foco atencional en jugadores de alto nivel de voleibol en comparación con novatos. Los participantes visualizaron tests no específicos del deporte, en los que debían responder a estímulos variados, sin mover su mirada. Concluyeron que los jugadores de voleibol son mejores en los controles para modular la distribución de los recursos atencionales y extraer preíndices de áreas periféricas. También en voleibol, Jafarzadehpur et al. (2007) midieron mediante tests optométricos y gráficos la facilidad de acomodación y movimientos sacádicos, a tres distancias. Los resultados mostraron una mejor facilidad de acomodación y movimientos sacádicos por parte de las participantes jugadoras con respecto a las que no lo son, encontrando diferencias significativas entre las no jugadoras y las principiantes, con el grupo de avanzadas e intermedias.

Autores como Du Toit, Krüger, Mahomed, Kleynhans1, Jay-Du Preez1, Govender y Mercier, (2011), señalan que el trabajo específico de la visión con actividades deportivas, puede ayudar, no solo a una capacidad decisional, y una respuesta motora más rápida, dentro del propio ámbito deportivo, sino que además puede mejorar el rendimiento y aprendizaje motor general. Del mismo modo, en deportes como el tenis, Maman, Gaurang y Sandhu (2011), encuentran que el entrenamiento visual mejora parámetros como el tiempo de reacción y movimiento, la percepción y en general las habilidades motoras dentro de este deporte.

Las técnicas de oclusión visual (temporal o del evento) han aportado resultados acerca de que



estímulos visuales resultaban relevantes a la hora de tomar decisiones en el deporte. Se han convertido en un método potencial para medir los índices usados durante las acciones deportivas (Williams et al., 1999). La investigación se ha centrado en el uso de las técnicas de oclusión temporal y espacial para conocer que fases del juego o zonas corporales del oponente eran las que aportaban información relevante a los deportistas, basándose en la premisa de que el rendimiento es peor cuando el deportista no ve una fuente de información o un área particular de la escena que resulta importante para el éxito de la tarea (Williams et al., 1999).

La mayoría de las investigaciones en esta línea, se han servido del uso de grabaciones manipuladas, de forma temporal o espacial, en las que una parte de la escena era ocluida, bien en tiempo (una fase concreta de la acción presentada), bien en algún elemento específico de ésta (por ejemplo el balón). En estas investigaciones el objetivo principal era conocer qué áreas de la escena, o momentos de ésta, proporcionaban informaciones más útiles a los participantes, para llevar a cabo su toma de decisiones (Starkes, 1987; Farrow y Abernethy, 2003; Abernethy y Zawi, 2007; Jackson y Mogan, 2007; Huys et al., 2009). Otros estudios, más cercanos a entornos deportivos reales, han utilizado gafas de cristal líquido para ocluir la visión de los participantes, que observaban escenas de juego en campo. Las gafas de cristal líquido han ofrecido a los investigadores la posibilidad de salir del laboratorio para llevar a cabo situaciones con fuentes de información perceptual más realistas (Williams et al., 1999).

El principal interés de los estudios con técnicas de oclusión visual, ha sido el de conocer qué información puede ser provista durante el aprendizaje observacional, para así facilitar este proceso (Hodges, Williams, Hayes y Breslin, 2007; Hagemann, Strauss y Cañal-Bruland, 2006). De este modo, la tendencia es comparar entre grupos de distinto nivel de pericia, ya sean expertos y novatos, o participantes experimentados o hábiles, y menos experimentados o menos hábiles (Starkes, Edwards, Dissanayake y Dunn, 1995; Oudejans, Michaels y Bakker, 1997; Abernethy, Gill, Parks y Packer, 2001; Shim, Carlton, Chow y Chae, 2006; Vila-Maldonado, Mata,

García, Pastor y Contreras, 2010; Müller et al., 2009).

Uno de los primeros estudios es el de Enberg (1968) (en Abernethy y Zawi, 2007) en tenis, en el que la oclusión se producía antes o durante el momento en el que la bola contactaba con la raqueta. Bajo estas condiciones los jugadores expertos obtuvieron resultados superiores. Posteriormente Starkes (1987) comparó jugadoras de hockey femenino con un equipo universitario y un grupo de novatos, se midieron varios atributos, entre ellos la agudeza visual dinámica, la anticipación coincidente y la detección de la velocidad y precisión del balón. Utilizando oclusión visual, se pedía a los participantes, que predijesen con precisión el lanzamiento, cuando el impacto del balón era visto y cuando era ocluido. Entre sus resultados destaca la capacidad de los jugadores de nivel nacional para predecir la ubicación del lanzamiento, incluso si el impacto de la bola es ocluido, y también que sus decisiones eran más precisas en todas las situaciones. En cuanto a las habilidades de seguimiento visual, anticipación y rapidez de búsqueda visual no se encontraron diferencias entre los jugadores de nivel nacional y el resto de atletas.

Abernethy (1990) comparó expertos y novatos en squash con dos experimentos diferenciados en los que los que los participantes debían predecir la dirección y fuerza del golpeo del oponente, desde una grabación de video, en el primer experimento, y en una situación en el campo de juego en el segundo. Se observaron diferencias significativas en la captación de la información entre expertos y novatos.

En voleibol, Starkes et al. (1995), estudiaron la acción de recepción del saque. Este estudio es pionero en los trabajos de campo y utiliza las gafas de oclusión visual como instrumento para conseguir una oclusión temporal de la visión de los participantes en una situación de campo. Se pidió a dos grupos de jugadoras, expertas y novatas, que predijeran la dirección del saque en tres condiciones de oclusión, precontacto, contacto y post contacto. Los resultados reflejaron que el nivel de predicción de las expertas fue mayor que el del grupo de novatas, y que ambos grupos obtienen mejores resultados cuando visionan el contacto del balón y el vuelo del saque. Sin embargo, Oudejans et al. (1997), obtuvieron resultados distintos, en su estudio sobre



percepción de trayectorias, los resultados no soportan la hipótesis de que los expertos en béisbol percibían mejor la información del vuelo del balón que los no-expertos, por el contrario en el atrape de lanzamientos a 3 alturas revelan que los expertos son mejores en iniciar el movimiento en la dirección correcta.

Abernethy et al. (2001) usando también gafas de oclusión visual, ocluyen la visión de 6 jugadores expertos y 6 menos experimentados, con intervalos casi aleatorios, durante una simulación de un partido jugado de squash. Los participantes tenían que predecir la dirección y profundidad del golpeo y moverse hacia la parte correspondiente del campo. En esta situación, muy cercana al juego real, encontramos resultados similares, siendo de nuevo los expertos claramente superiores a los menos experimentados en sus predicciones, en condiciones en las que la oclusión se producía antes de que se realizasen movimientos significativos de precontacto.

Farrow y Abernethy (2003) examinaron la capacidad de los jugadores, expertos y novatos, para predecir la dirección del servicio en tenis en una situación in situ, usando el paradigma de oclusión temporal y con dos condiciones de respuesta distintas; respuesta verbal y respuesta a través de movimiento. Sus resultados revelan la superioridad de los expertos en las decisiones con movimiento frente a las verbales, así como una mayor precisión en las predicciones con movimiento y cuando se veía el vuelo del balón por parte de ambos grupos. En este mismo gesto deportivo, el saque en tenis, Jackson y Mogan (2007) evaluaron la conciencia y el nivel de confianza, asociado a juicios correctos e incorrectos, en jugadores expertos, recreacionales y novatos. Para ello utilizaron videos en cinco condiciones de oclusión, y concluyeron que la información del lanzamiento del balón y el brazo-raqueta, sustentó las habilidades de anticipación, y que los jugadores expertos usaban significativamente más las fuentes de información que los novatos.

Conclusiones similares a las expuestas surgen del estudio de Ranganathan y Carlton (2007) con bateadores de béisbol. Estos investigadores manipularon, entre otros aspectos, la información visual del pitcher y la bola, en seis condiciones visuales. Al comparar expertos con novatos

expusieron que los primeros fueron más precisos en la predicción del tipo de lanzamiento y capaces de usar el comienzo del vuelo de la bola, independientemente de los movimientos del pitcher.

Entre los estudios más recientes encontramos las aportaciones de Huys et al. (2009), que estudiaron la anticipación de la dirección del golpeo en tenis. En experimentos separados ocluyen cinco zonas corporales en dos situaciones distintas de golpeo (línea y cruzado). Este estudio resulta novedoso ya que divide a los participantes (jugadores de tenis recreacionales), en función de sus habilidades cognitivo-perceptuales, y no su nivel de juego o experiencia. Para ello se basan en los resultados obtenidos en una condición control, en la que no se realizaba oclusión, extrayendo dos grupos, de mayor y menor habilidad perceptual. Se pidió a los participantes que anticipasen la dirección de los golpes en situaciones de oclusión de distintas partes del cuerpo (y raqueta). Los participantes más hábiles respondieron de forma más precisa que sus homólogos menos hábiles. Además, la precisión en la respuesta de los primeros decreció significativamente cuando las dinámicas de brazo y raqueta y tronco, eran neutralizadas.

También recientemente Müller et al. (2009) utilizaron el paradigma de oclusión en bateadores de cricket en un test de campo. Para ello utilizaron unas gafas de oclusión. Los participantes, divididos en dos grupos de mayor y menor habilidad, se enfrentaban a lanzamientos en tres condiciones de oclusión: momentos antes del lanzamiento, antes del bote y sin oclusión. Los resultados muestran que los jugadores de mayor habilidad tenían un mayor rendimiento gracias al uso anticipado de la información y del vuelo de la bola.

Entre los resultados obtenidos en los estudios revisados, como conclusión podemos destacar que frente a distintas condiciones de oclusión, los más experimentados son capaces de predecir, con mayor precisión, la trayectoria de los objetos. Esto es debido a que los expertos tienen mayor consonancia con el contenido de la información en las situaciones de juego (Abernethy et al., 2001).

Una variante de las técnicas de oclusión visual es la presentación de displays con puntos de luz. Este tipo



de técnicas fueron popularizadas por Johansson en 1973 (Williams et al., 1999) y se han utilizado para desarrollar otras muchas investigaciones (Horn, Williams y Scott, 2002; Abernethy y Zawi, 2007; Hodges et al., 2007; Abernethy, Wright y Jackson, 2008; Abernethy, Zawi y Jackson, 2008). Consiste en la presentación de grabaciones o simulaciones virtuales basadas en puntos de luz en movimiento, que representan los elementos clave de un oponente. Los displays con puntos de luz se han usado con el mismo objetivo que los estudios de oclusión, conocer que índices son los más usados, y cuales aportan mayor información en los entornos deportivos. Mediante la manipulación de los puntos de luz, los investigadores pueden identificar los centros de unión relevantes para preservar la precisión en la toma de decisiones. El uso de estos modelos simulados, permite una gran versatilidad, y una reducción del tiempo de desarrollo de los estudios.

De especial relevancia en este tipo de investigaciones, resultan los estudios de Abernethy et al. (2001, 2007 y 2008), en deportes de raqueta (squash y badminton) en los que utilizan grabaciones de secuencias de golpeo y un display con secuencias con puntos de luz, que solo contenían las acciones cinemáticas básicas, características del patrón de movimiento del oponente. En ambas situaciones, y en los tres estudios, utilizan niveles de oclusión variados, para conocer las predicciones que realizan expertos y novatos en cuanto a la profundidad y dirección de los distintos golpes. Como conclusiones conjuntas de los tres estudios podemos decir que los autores demostraron que los expertos eran más precisos en sus predicciones, bajo todas las condiciones de oclusión y en todas las combinaciones.

Técnicas de registro de los movimientos oculares

Conocer la fijación de la mirada es importante ya que lo que está siendo fijado por los ojos indica aquello que está siendo procesado por la mente (Scheiter y Van Gog, 2009). Los estudios sobre fijaciones visuales tienen su origen histórico en la investigación cognitiva en relación con la lectura. En 1879, Javal, observó los ojos de los niños durante la lectura, y al contrario de lo que popularmente se creía, descubrió que para leer, los ojos realizaban una serie de pausas separadas por saltos (Just y Carpenter, 1976b).

Para conocer dónde miran los sujetos, por cuánto tiempo y en cuántas ocasiones, las últimas tecnologías han llevado al mundo del deporte los Sistemas de Seguimiento de Movimientos Oculares o *Eye Tracker Systems*, cuyo desarrollo hacia sistemas más portátiles y ligeros ha supuesto un avance sustancial en la investigación de las capacidades visuales. Estos sistemas se han desarrollado de tal modo que el instrumental con el que actualmente se cuenta nos permite realizar ensayos científicos de gran fiabilidad con una comodidad y autonomía sorprendentes, acercándonos cada vez más a situaciones ecológicas cercanas al juego y aplicables a éste. Así, podemos reducir las dificultades para adecuar las demandas competitivas a situaciones controladas de laboratorio (Williams y Ericsson, 2005 en Vaeyens, Lenoir, Williams y Philippaerts, 2007).

El primer grabador de movimientos oculares fue fabricado por Delabarre en 1898 (Land, 2006). Posteriormente, en 1901, Dodge y Cline introdujeron un método para fotografiar los movimientos de reflexión de una fuente de luz desde la córnea, lo que estandarizó el método de grabación de movimientos oculares durante 50 años. Este método se utilizó para estudios de lectura y visionado de fotografías (Buswell, 1920 y 1935, en Land, 2006), pero requería que la cabeza estuviese lo más inmóvil posible, ya que cualquier movimiento cambiaba la dirección de la mirada e imposibilitaba conocer dónde se estaba mirando.

Las mejoras realizadas por Ratliff y Riggs en 1950 (Land, 2006), permitieron un pequeño movimiento de cabeza, pero aún así el instrumental limitaba el movimiento de los participantes en los estudios. Los primeros dispositivos que hicieron posible que los estudios se hiciesen en acciones cotidianas, fueron hechos por Mackworth y Thomas en 1969 (Land, 2006), usando una cámara montada sobre la cabeza que grababa simultáneamente la escena y el reflejo de la córnea.

Este dispositivo se vio mejorado de forma notable en los años 80, cuando la tecnología permitió que las cámaras de video redujesen su peso y tamaño. Esto hizo de los seguidores de mirada se convirtiesen en un elemento esencial para explorar las relaciones



entre los movimientos oculares y las acciones motoras (Land, 2006).

Los sistemas de seguimiento de la mirada que se usan de forma más común en investigación deportiva son dos; el NAC *Eye Mark Recorder* y los *Eye Tracker System* de ASL (Williams et al., 1999).

El sistema NAC obtiene la imagen primaria por medio de una videocámara montada en la cabeza, que graba de forma continuada el campo visual. Dos luces LED (*Light-emitting diode*) se sitúan en la parte baja del sistema, y nos proporciona una imagen directa sobre la córnea. La luz reflejada sobre la córnea, es captada por unos espejos ajustados en dos pequeñas cámaras, que están insertadas en cada lado de las gafas.

Los espejos se ajustan durante la calibración, de modo que reflejen los puntos del campo visual que correspondan a lo que el participante está observando. Estas señales son transmitidas al controlador de la cámara, que genera imágenes con señales separadas que representan ambos ojos, el izquierdo, y el derecho. Las respectivas señales se superponen por medio de una unidad de procesamiento externa, resultando en una imagen de video que puede ser grabada para su posterior análisis.

Durante la medida, cuando el sujeto mueve los ojos, la imagen virtual, hecha por la lámpara LED sobre la córnea, se pone en movimiento para seguir el desplazamiento del globo ocular, indicando qué parte de la escena está siendo fijada.

El sistema ASL funciona detectando la posición de la pupila y el reflejo corneal. Está compuesto por dos cámaras; una de ellas determina el punto de la mirada, midiendo la diferencia entre el centro de la pupila y el reflejo corneal. La cámara de escena (situada sobre las gafas en el modelo más avanzado, el *Mobile Eye*), muestra lo que el deportista está viendo (Vickers, 2007).

Dentro de los últimos modelos, muy empleados en la investigación en deporte, encontramos el *Mobile Eye* de los laboratorios ASL. Según Chamberlain y Coelho, 1993 (Reina, del Campo, Moreno, y Sanz, 2004) dicho registro nos ofrece informaciones para:

- La selección e identificación de los índices considerados como más informativos.
- Cuantificar la información seleccionada (número de fijaciones por unidad de tiempo).
- Identificar las estrategias de búsqueda visual que revelan la prioridad dinámica del sujeto
- Evaluar el comportamiento visual del sujeto en una situación con un alto componente ecológico.

Los datos que se extraen de la pupila y la córnea, son grabados por la cámara y procesados por un ordenador, que finalmente superpone la imagen de la cámara de escena. El vector que forman estos puntos determina la focalización de la visión fovea. La imagen resultante es la unión de ambas grabaciones, que nos muestra, mediante un cursor, los puntos sobre los que el participante fija su mirada (Figuras 1 y 2). Así nos ofrecen indicaciones acerca del número de fijaciones visuales y la duración de las mismas.



Figure 1. Imagen resultante de una calibración (sistema ASL).



Figure 2. Imagen resultante de una de una secuencia (sistema ASL).



Una de las limitaciones de los sistemas de seguimiento de la mirada es la distinción entre “ver” y “mirar” que señalaba Abernethy (1988) y el desconocimiento del rol de la periferia de la retina en la información dinámica captada (Just y Carpenter, 1976b). Para minimizar estas limitaciones resulta adecuado contrastar los datos obtenidos mediante este sistema, con otras técnicas, como por ejemplo, los reportajes verbales acerca de las zonas que el participante considera de mayor aporte informativo (Scheiter y Van Gog, 2009).

En cuanto a los problemas que pueden presentar estos sistemas de seguimiento, Williams et al., (1999) señalan dificultades en la precisión de los instrumentos, la calibración y recalibración, y el tiempo empleado en ésta, el rango de confort de los participantes durante la toma de datos, y el tiempo requerido para analizar los videos obtenidos fotograma a fotograma (*frame by frame*).

Estos problemas son menores en los sistemas de ASL, ya que la calibración es más sencilla y se mantiene estable por más tiempo, con lo que evitamos hacer una recalibración constante. Además con el modelo *Mobile Eye*, el confort del participante aumenta considerablemente, al tratarse de un sistema más ligero y cómodo, y puede usarse de modo inalámbrico. Por estos motivos, podemos afirmar que estos sistemas son más apropiados para la investigación en entornos deportivos (Williams et al., 1999).

Estudios que relacionan el comportamiento visual y la toma de decisiones en el deporte.

Uno de los aspectos con los que se ha relacionado el comportamiento visual de los deportistas es la toma de decisiones y la anticipación. En los deportes de equipo es dónde mayor importancia adquiere la actividad perceptiva y decisional del jugador. La capacidad para detectar patrones de juego lo antes posible es un componente esencial para el rendimiento en estos deportes (Williams y Ford, 2008). Para poder actuar con efectividad en entornos deportivos con déficit de tiempo y espacio, los jugadores deben focalizar su visión solamente hacia aquellas zonas más relevantes del juego (Moreno et al. 2003).

Si nos remitimos a la bibliografía acerca del tema, uno de los primeros estudios sobre el comportamiento visual en deportistas data de 1976, año en el que Bard y Fleury estudiaron el tiempo de decisión y el número de fijaciones visuales en jugadores expertos y novatos de baloncesto (Abernethy, 1988). Para ello presentaban diapositivas con las que examinaron las diferencias entre ambos grupos, concluyendo que estas no existían en el tiempo de reacción. Sí se encontraron diferencias en las fijaciones previas, que eran menores en los expertos, y en los patrones de búsqueda, caracterizados por un mayor número de fijaciones en los novatos.

Las aportaciones de Bard y Fleury, son contrastadas posteriormente por Vickers (1988), quien realizó un estudio con gimnastas entre las cuales distinguía tres grupos divididos según su nivel; principiantes, intermedias y élite. Entre sus resultados destaca que aquellas de menor nivel presentan mayor número de fijaciones visuales que las del grupo élite.

Ripoll en 1989 con ayuda de un sistema de seguimiento de la mirada, llevó a cabo un estudio con porteros de fútbol, expertos y novatos. Entre sus conclusiones cabe destacar que los expertos mostraban fijaciones restringidas a la parte derecha del cuerpo del lanzador (cuya lateralidad era diestra), y que su estrategia de búsqueda, comenzaba en la mitad inferior del cuerpo desplazándose luego hacia partes superiores. Posteriormente Williams y Burwitz, en 1993, realizaron un estudio similar también con porteros de fútbol, llegando a las mismas conclusiones que los autores anteriores (Núñez, Oña, Raya y Bilbao, 2009).

De vital importancia resultan las aportaciones de Abernethy, gran representante de esta línea de investigación. Este autor ha realizado numerosas investigaciones sobre la capacidad visual en el deporte, utilizando técnicas de oclusión y seguidores de movimientos oculares.

Uno de los primeros estudios de este autor, en los que aún ambas técnicas de investigación, fue el realizado junto con Russell (Abernethy y Russell, 1987) en badminton. Utilizando secuencias de golpeo, en diferentes condiciones de oclusión, analizaron los índices anticipatorios y el



comportamiento visual de expertos y novatos en este deporte. Los expertos fueron capaces de extraer la información avanzada antes que los novatos y tomaron como fuente de información el brazo y la raqueta. Posteriormente, volvió a comparar entre expertos y novatos (Abernethy, 1990). Llevó a cabo dos experimentos diferenciados en los que los participantes debían predecir la dirección y fuerza del golpeo del oponente, en una situación de video y de campo. En este estudio observó diferencias sistemáticas en la captación de la información en expertos y novatos. Fuera del entorno deportivo, este mismo autor analizó mediante tests ópticos, específicos y generales las diferencias en distintas capacidades visuales entre jugadores expertos, intermedios y novatos de billar (Abernethy, Neal y Koning, 1994). Concluyó que las diferencias entre estos grupos de nivel, no se daban en los tests generales, pero sí en los específicos, corroborando así que es la experiencia la que determinaba el éxito de los expertos, y no unas capacidades visuales superiores.

Una de las conclusiones recurrentes en los estudios de Abernethy, es que las diferencias entre expertos y novatos no se deben a las estrategias de búsqueda visual por sí mismas, sino al uso de la información disponible.

Amazeen, Amazeen y Beek (2001) estudiaron el atrape con malabaristas expertos e intermedios, utilizando un sistema de seguimiento de la mirada. Concluyeron que los primeros pueden identificar antes, y usar y adquirir de forma más sensible, la información visual. Williams et al. (2002) examinaron la relación entre la duración de las fijaciones, la experiencia, y la dificultad de la tarea. Los participantes fueron jugadores de billar, divididos en dos grupos, hábiles y menos hábiles. Los primeros presentan fijaciones más largas durante la fase de preparación a la acción. Al aumentar la dificultad de la tarea la duración de las fijaciones decrecía.

Volviendo al ámbito del fútbol encontramos el estudio de Savelsbergh, Williams, Van der Kamp y Ward (2002), en el que analizaban de nuevo las diferencias en porteros de distinto nivel en la acción de penalti. Los expertos, en este caso, eran más precisos en su predicción y esperaban más para

responder, usando para ello las estrategias de búsqueda visual de un modo más eficiente, con menos fijaciones pero de mayor duración.

Dentro de las investigaciones en deporte encontramos como variable aspectos psicológicos que pueden influir en el rendimiento. Es el caso de la ansiedad, cuyos efectos sobre la búsqueda visual han sido estudiados por varios autores. Janelle, Singer y Williams (1999) midieron, entre otros aspectos, la ansiedad cognitiva y los patrones de búsqueda visual, en conductores. Concluyeron que un aumento de la ansiedad altera las capacidades perceptivo-visuales de forma negativa.

Moran, Byrne y McGlade (2002) y Williams et al. (2002) realizaron sus estudios con jugadores de tenis de mesa, asociando la ansiedad con un incremento del número de fijaciones en áreas periféricas. Posteriormente Vickers y Williams (2007) realizaron un estudio similar con atletas de duatlón, utilizando condiciones de alta presión competitiva, las cuáles derivan en una tendencia a reducir la duración de las fijaciones agrupadas. Estos autores destacan la importancia de que estas fijaciones tengan una duración adecuada, de este modo un nivel de ansiedad pre-competitiva no resultaría nocivo para el rendimiento, sino que sería positivo, siempre que se combine con una duración óptima de las fijaciones visuales. Respecto a la duración de las fijaciones, Nieuwenshuys, Pijpers, Oudejans y Bakker (2008) encontraron un aumento del tiempo y el número de estas, en situaciones de mayor ansiedad durante la escalada.

Utilizando técnicas de oclusión temporal, junto con el paradigma de comportamiento visual, Rodrigues, Vickers y Williams (2002), determinan el rol de los movimientos oculares, de cabeza y mano durante la ejecución de un golpeo en tenis de mesa. Los jugadores divididos en hábiles y menos hábiles, deben devolver la bola en tres condiciones temporales distintas: pre-índice, justo antes del índice, y post-índice. Entre los resultados destacan que los más hábiles respondieron de forma más precisa bajo condicionantes temporales extremas. En cuanto los movimientos de la mirada y el brazo, no se encontraron diferencias en función del nivel de habilidad de los participantes.



Moreno, Reina, Luis, Damas y Sabido (2003), desarrollaron un sistema para poder determinar la relación entre los procesos de búsqueda visual y los patrones selectivos de atención y la influencia de dichos procesos en la toma de decisiones. Este sistema se aplicó a investigaciones con jugadores expertos y novatos de tenis y tenis en silla de ruedas (Reina, Moreno y Sanz, 2007) y receptores de voleibol (Damas et al., 2004). En ambos casos utilizan situaciones reales y de laboratorio, realizando estudios descriptivos sobre el comportamiento visual en los deportistas. En el estudio de Reina et al. (2007), encuentran que una fijación más larga sobre la zona brazo-raqueta, contribuye a respuestas más rápidas. Esta zona fue importante, pero solo para los jugadores experimentados que fueron capaces de extraer ventajas de esta información, presentando una toma de decisiones más rápida.

Dentro de esta misma línea, Moreno, Ávila, Reina y Luis (2006) analizaron el comportamiento visual de entrenadores de tenis con distinto nivel de experiencia. Lo hicieron durante la observación de saques liftados, en dos situaciones distintas; videoproyección y pista, que se llevaron a cabo en tres situaciones experimentales. Los entrenadores experimentados presentaron un menor número de fijaciones visuales en todas las situaciones. En la situación de campo las diferencias se acentuaron aún más, e independientemente de ellas, todos los participantes tuvieron fijaciones visuales más largas. El número total de fijaciones visuales disminuyó según sucedieron las situaciones de medida.

Posteriormente, encontramos las aportaciones de Ranganathan y Carlton (2007) con bateadores de béisbol, que, entre otros aspectos, manipularon la información visual del pitcher y la bola, en seis condiciones visuales. Al comparar expertos con novatos expusieron que los primeros fueron más precisos en la predicción del tipo de lanzamiento y capaces de usar el comienzo del vuelo de la bola, independientemente de los movimientos del pitcher.

Vaeyens et al. (2007a) y Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn y Philippaerts (2007b), examinaron las diferencias en el comportamiento visual y la toma de decisiones en jóvenes jugadores de fútbol con distinto nivel de pericia y experiencia. Variaron las situaciones de juego con mayor o menor número de

opponentes, de modo que en las situaciones más complejas, las estrategias de búsqueda visual de los expertos resultaban más efectivas que las de los menos experimentados. Del mismo modo Lenoir, Williams y Philippaerts (2007), encuentran que los jugadores expertos de fútbol realizan menos fijaciones que los novatos, y que éstas son de mayor duración.

Núñez et al. (2009), aplicaron un entrenamiento basado en los preíndices del portero en fútbol, durante lanzamiento de penalti. Midió la toma de decisiones, el tiempo de respuesta y la visión fovea, antes y después del entrenamiento. No encontraron diferencias significativas, entre expertos y novatos en el pretest, en las variables de la respuesta de reacción y la toma de decisiones, que sí se ven mejoradas tras el entrenamiento. En cuanto a la fijación visual, señalaban que aparece un patrón común de la mirada previo al tratamiento.

También en el ámbito del fútbol, Catteeuw, Helsen, Gilis, Van Roie y Hagemans (2009) usaron simulaciones de video para conocer los procesos de toma de decisión en árbitros, de nivel nacional e internacional, durante situaciones de fuera de juego. Grabaron los movimientos oculares de los participantes utilizando un *Eye Tracker*. Entre sus conclusiones destacaron que los árbitros internacionales percibían y usaban las fuentes de información de forma más precisa, y en consecuencia presentaban una toma de decisiones más correcta.

Entre los últimos estudios en deporte, Croft, Button y Dicks (2010), examinaron los movimientos oculares de 30 bateadores de críquet de sub-élite, durante el golpeo de bolas lanzadas con diferentes rangos de velocidad. Los bateadores demostraron un número de estrategias perceptuales para guiar sus acciones, que no estaban necesariamente relacionadas con la velocidad de la bola lanzada.

En situaciones más cotidianas, no relacionadas con entornos deportivos, pero sí con acciones motoras, encontramos el estudio de Zietz y Hollands, (2009) que describieron el comportamiento visual de 20 participantes en la acción de subir escaleras, diferenciando entre mayores y jóvenes. Encontraron un patrón visual general para la acción, que resulta más variable en los jóvenes que en mayores.



En esta línea Hosking, Liu y Bayly (2010), en la acción de conducir, examinaron los efectos de la experiencia en conducción de motos y coches, sobre los patrones de búsqueda visual. En escenarios simulados, se les pidió que presionaran un botón cuando identificasen un elemento de riesgo. Los resultados revelaron un descenso de los tiempos de respuesta a medida que la experiencia aumentaba, desde los inexpertos en ambos tipos de conducción, hasta los expertos en ello. En cuanto a los patrones de búsqueda visual los experimentados en conducción de coche, presentaban patrones más flexibles y efectivos para detectar los elementos de peligro.

La inquietud por conocer los aspectos que hacen excelentes a los expertos en el deporte, ha llevado a los investigadores a desarrollar estudios no relacionados directamente con entornos deportivos, en los que buscaban describir el perfil decisional y perceptivo del deportista de élite, y sus diferencias con los menos experimentados. Las conclusiones de estos estudios concuerdan en un aspecto fundamental: las diferencias en las capacidades perceptivo-visuales entre expertos y novatos, se hacen visibles en tareas relacionadas directamente con el dominio específico. De este modo Abernethy et al., (1994), en su estudio con jugadores de billar basado en tests ópticos, específicos y generales, y diferenciando jugadores expertos, intermedios y novatos, expuso que no existían diferencias entre los tres grupos en los tests generales, pero sí en los específicos, corroborando así que es la experiencia la que determina el éxito de los expertos, y no unas capacidades visuales superiores.

Utilizando como muestra jugadores de baloncesto y estudiantes de Educación Física, Kioumourtzoglou et al. (1998), estudiaron en laboratorio habilidades cognitivas, motoras y perceptuales. Siguiendo el mismo procedimiento que en este estudio, Kioumourtzoglou et al. (2000), analizan las mismas capacidades en jugadores de voleibol de élite y estudiantes de educación Física. Los expertos en voleibol no mostraron habilidades cognitivas superiores, solo hubo diferencias cuando se presentaron estímulos concretos del deporte, en este caso afirman que los jugadores hacen mejor uso de la información detectada, es decir, extraen gran cantidad de información estructurada de una sola fijación.

Helsen y Starkes (1999) compararon las habilidades no específicas de jugadores expertos e intermedios de fútbol. Midieron el procesamiento (tiempo de reacción simple, tiempo de reacción periférica, tiempo de corrección visual), optometría y parámetros periféricos (rango periférico horizontal y vertical) y entre sus resultados encontraron que los expertos no poseían mejores tiempos de reacción, ni se diferenciaban de los menos experimentados en su precisión estática visual ni en su habilidad para seguir el movimiento de un objeto.

Por el contrario encontramos autores que obtuvieron conclusiones opuestas en sus investigaciones, como es el caso de Azeneder y Bösel (1998) que estudiaron la modulación de la extensión espacial del foco atencional en jugadores de alto nivel de voleibol en comparación con novatos. Los participantes visualizaron tests no específicos del deporte, en los que debían responder a estímulos variados, sin mover su mirada. Concluyeron que los jugadores de voleibol eran mejores en los controles para modular la distribución de los recursos atencionales y extraer preíndices de áreas periféricas.

También en este deporte, Jafarzadehpur et al. (2007) midieron mediante tests optométricos y gráficos, la facilidad de acomodación y movimientos sacádicos, a tres distancias. Los resultados mostraron que las participantes jugadoras tienen una mejor facilidad de acomodación y menos movimientos sacádicos, en relación a las que no lo son, encontrando diferencias significativas entre las no jugadoras y las principiantes con el grupo de avanzadas e intermedias.

CONCLUSIONES

Mann, Williams, Ward y Janelle (2007) realizan una revisión sobre los resultados de las investigaciones en habilidades perceptivo-cognitivas. Exponen que los expertos son mejores en la captación de índices perceptuales, y que existen diferencias sistemáticas en el comportamiento visual, que apuntan a que los expertos usan menos fijaciones de mayor duración, incluyendo periodos prolongados de "tranquilidad" visual.



Los deportistas expertos presentan patrones de búsqueda visual que responden a estrategias perceptivas deliberadas (Bard y Fleury, 1981, en Moreno et al., 2003) mientras que los menos experimentados, presentan una búsqueda visual que obedece al orden de aparición de los eventos (Ripoll, 1991, en Moreno et al., 2003a). Además interpretan mejor el significado de la información disponible, siendo más eficientes al interpretar la información visual en el área que dominan. Estas diferencias se encuentran en ambientes y acciones relacionadas con el deporte en concreto, y no se dan cuando las capacidades visuales se estudian de forma general (Abernethy et al., 1994; Kioumourtzoglou et al., 1998; Helsen y Starkes, 1999; Kioumourtzoglou et al., 2000).

A colación de las investigaciones revisadas podríamos concluir que una estrategia visual efectiva es aquella con un menor número de fijaciones visuales, de mayor duración, y pocos movimientos sacádicos (Bard y Fleury, 1976; Vickers, 1988; Abernethy, 1990; Helsen y Starkes, 1999; Savelsbergh et al., 2002; Williams et al., 2002; Vaeyens et al., 2007a y 2007b; Reina et al., 2007).

Teniendo en cuenta que el comportamiento visual influye directamente sobre los procesos cognitivos de la toma de decisiones, y que es modificable a través del entrenamiento (Hayhoe y Ballard, 2005), se convierte en uno de los factores fundamentales del rendimiento sobre todo en deportes de carácter abierto (Williams et al., 1999). La localización de los estímulos relevantes, resulta esencial para disminuir la incertidumbre con la que el deportista se encuentra en entornos deportivos. Las investigaciones demuestran que una estrategia visual global, tiene un desempeño cognitivo más eficiente, lo que se traduce en mejores decisiones, y que las diferencias este parámetro, son significativas al comparar expertos y novatos (Ezquerro y Buceta, 2001).

Por tanto la premisa de estos estudios debería ser extraer una estrategia de búsqueda visual, al conocer cómo los expertos usan sus movimientos oculares para extraer información visual importante, en acciones deportivas concretas. Así estas estrategias podrían ser usadas para entrenar el comportamiento visual de los deportistas con menos experiencia (Liebermann et al., 2002).

Es necesario que este tipo de investigaciones se lleve a cabo de forma específica, en situaciones concretas. Según Hayhoe (2004), el tipo de fijaciones visuales y su duración depende de factores variados, entre ellos el tipo de tarea y el tiempo del que disponemos para captar la información relevante. Por este motivo los resultados obtenidos en una acción puntual, no pueden generalizarse para todas las acciones deportivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abernethy, B. (1988). Visual search in sport and ergonomics: its relationship to selective attention and performer expertise. *Human Performance*, 4, 205-235.
2. Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19, 63-77.
3. Abernethy, B. y Rusell, D.G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
4. Abernethy, B. y Zawi, K. (2007). Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 39, 353-367.
5. Abernethy, B., Gill, D.P., Parks, S.L., y Packer, S.T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 2, 233-252.
6. Abernethy, B., Neal, R.J., y Koning, P. (1994). Visual-Perceptual and cognitive differences between expert, intermediate and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8, 185-211.
7. Abernethy, B., Zawi, K., y Jackson, R.C. (2008). Expertise and attunement to kinematic constraints. *Perception*, 37, 931-948.
8. Abernethy, B., Wright, M.J. y Jackson, R.C. (2008). Motor learning and control. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30, S61-S114.
9. Amazeen, E.L., Amazeen, P.G, y Beek, P.J. (2001). Eye movements and the selection of



- optical information for catching. *Ecological Psychology*, 13, 71-85.
10. Azeneder, C.P., y Bösel, R. (1998). Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 247-267.
 11. Barber, P.J. y Legge, D. (1980). *Percepción e información*. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
 12. Benguigui, N., Ripoll, H. y Broderick, M.P. (2003). Time-to-contact of accelerated stimuli is based on first-order information. *Journal of experimental Psychology: Human perception and performance*, 29, 6, 1083-1101.
 13. Bruce, V., Green, P.R. y Georgeson, M.A. (2010). *Visual perception, psysiology, psychology & ecology*. New York: Psychology Press.
 14. Cattew, P., Helsen, W., Gilis, B., Van Roie, E. y Wagemans, J. (2010). Visual Scan patterns and decision-making skills of expert assistant referees in offside situations. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 786-797.
 15. Croft, J.L., Button, C. y Dicks, M. (2010). Visual strategies of sub-élite cricket batsmen in response to different ball velocities. *Human Movement Science*, 29, 751-763.
 16. Damas, J.S., Moreno, F.J., Reina, R.L. y del Campo, V. (2004). Presentación de un sistema automatizado para el análisis de la eficacia de los receptores en voleibol. *Motricidad*, 11, 105-119.
 17. Del Campo, V.L., Reina, R., Sanz, D., Fuentes, J.P. y Moreno, F.J. (2003). Análisis del comportamiento visual y de reacción de tenistas de diferente nivel ante al simulación en laboratorio de la situación de aproximación a la red. *Kronos*, 4, 29-38.
 18. Du Toit, P.J., Krüger, P.E., Mahomed, A.F., Kleynhans, M., Jay-Du Preez, T., Govender, C. Y Mercier, J. (2011). The effect of sports vision exercises on the visual skills of university students. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance (AJPHERD)*, 17, 3, 429-440.
 19. Durand M., Geoffroi V. y Jacquemond L. (1999). Constancia y estabilidad de las tareas, invarianza de las adaptaciones motrices y técnica deportiva. 155-175. En J.P. Famose (dr) *Cognición y rendimiento* (pp 155-175). Barcelona: INDE.
 20. Ezquerro, M. y Buceta, J.M. (2001). Estilo de procesamiento de la información y toma de decisiones en competiciones deportivas: las dimensiones rapidez y exactitud cognitivas. *Analise Psicologica*, 1, XIX, 37-50.
 21. Farrow, D. y Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance?. *Perception*, 32, 1127-1139.
 22. García-Albea, J.E. (1999). Algunas notas introductorias al estudio de la percepción. En Munar,E.; Roselló, J. y Sánchez-Cabaco, A. (cords.) *Atención y percepción* (pp. 179-199). Madrid: Alianza Editorial.
 23. Grehaigne, J.F., Godbout, P. y Boutier, D. (2001). The teaching and learning of Decision Making in Team Sports. *Quest*, 53, 59-76.
 24. Hagemann, N., Strauss, B. y Cañal-Bruland, R. (2006). Training Perceptual Skill by Orienting Visual Attention. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 28, 143-158.
 25. Hayhoe, M. y Ballard, D. (2005). Eye Movements in natural behaviour. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 4, 188-194.
 26. Hayhoe, M.M. (2004). Advances in relating eye movements and cognition. *Infancy*, 6,2, 267-274.
 27. Helsen, W.F. y Starkes, J.L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 1-27.
 28. Hodges, N.J., Williams, A.M., Hayes, S.J. y Breslin, G. (2007). What is modelled during observational learning?. *Journal of Sport Sciences*, 25, 5, 531-545.
 29. Horn, R.R, Williams, A.M. y Scott, M.A. (2002). Learning from demonstrations: the role of visual search during observational learning from video and point-light models. *Journal of Sport Sciences*, 20, 253-269.
 30. Hosking, S.G., Liu, C.C. y Bayly, M. (2010). The visual search patterns and hazard responses of experienced and inexperienced motorcycle riders. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 196-202.



31. Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P.J., Smeeton, N.J. y Williams, A.M. (2009). Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*, 41, 158-170.
32. Jackson, R.C. y Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 341-351.
33. Jafarzadehpur, E., Aazami, N. y Bolouri, B. (2007). Comparison of saccadic eye movements and facility of ocular accommodation in female volleyball players and non-players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17, 186-190.
34. Janelle, C.M., Singer, R.N. y Williams, A.M. (1999). External distraction and attentional narrowing: visual search evidence. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 70-91.
35. Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1976a). The role of Eye Fixations research in cognitive psychology. *Behavioral research methods and instrumentation*, 8, 139-143.
36. Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1976b). Eye Fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.
37. Kioumourtoglou, E., Derri, V., Tzetzis, G., & Therodorakis, Y. (1998). Cognitive, perceptual and motor abilities in skilled basketball performance. *Perceptual & Motor Skills*, 86, 771-86.
38. Kioumourtoglou, E., Michalopoulou, M., Tzetzis, G. y Kourtessis, T. (2000). Ability Profile of the elite volleyball player. *Perceptual and Motor Skills*, 90, 757-770.
39. Land, M.F. (2006). Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research*, 25, 296-324.
40. Lenoir, R.V.M., Williams, A.M., & Philippaerts, R.M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 395-408.
41. Liebermann, D.G., Katz, L., Hughes, M.D., Bartlett, R.M., McClements, J. y Franks, I.M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 755-769.
42. Maman, P., Gaurang, S. y Sandhu J. S. (2011). The effect of vision training on performance in tennis players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 5, 1, 11-16.
43. Mann, D., Williams, A.M., Ward, P. y Janelle, C. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 457-478.
44. McMorris, T. y Graydon, J. (1997). The effect of exercise on cognitive performance in soccer-specific tests. *Journal of Sports Sciences*, 15, 459-468.
45. Moran, A., Byrne, A. y McGlade, N. (2002). The effects of anxiety and strategic planning on visual search behaviour. *Journal of Sports Sciences*, 20, 225-236.
46. Moreno, F.J., Ávila, F., Reina, R. y Luís, V. (2006). Análisis del comportamiento visual de entrenadores de tenis en situaciones de pista y videoproyección. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 2,2, 29-41.
47. Moreno, F.J., del Campo, V., Reina, R.L., Ávila, F. y Sabido, R. (2003). Las estrategias de búsqueda visual seguidas por los deportistas y su relación con la anticipación en el deporte. *Cuadernos de psicología del deporte*, 3, 1, 7-13.
48. Moreno, F.J., Reina, R.L., Luis, V., Damas, J.S. y Sabido, R. (2003). Desarrollo de un sistema tecnológico para el registro del comportamiento de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en situaciones de respuesta de reacción. *Motricidad*, 10, 165-190.
49. Moreno, F.J., Ávila, F., Damas, J.S. (2001). El papel de la motilidad ocular extrínseca en el deporte. Aplicación en los deportes abiertos. *Motricidad*, 7, 75-94.
50. Müller S., Abernethy B., Reece J., Rose M., Eid M., McBean R., Hart T. y Abreu C. (2009). An in-situ examination of the timing of information pick-up for interception by cricket batsmen of different skill levels. *Psychology of Sport and Exercise*, 10, 644-652.
51. Nieuwenhuys, A., Pijpers, J.R., Oudejans, R.R.D. y Bakker, F.C. (2008). The influence of anxiety



- on visual attention in climbing. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 171-185.
52. Núñez, F.J., Oña, A., Raya, A. y Bilbao, A. (2009). Differences between expert and novice soccer players when using movement precues to shoot a penalty kick. *Perceptual and Motor Skills*, 108, 139-148.
 53. Oudejans, R., Michaels, C.F., y Bakker, F.C. (1997). The effects of baseball experience on movement initiation in catching fly balls. *Journal of Sports Sciences*, 15, 587-595.
 54. Palmi, J. (2007). La percepción: enfoque funcional de la visión. *Apuntes Educación Física y Deportes*, 2, 81-85.
 55. Pozo, J.L. (2006). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata
 56. Ranganathan, R., y Carlton, L.G. (2007). Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behavior*, 39, 369-380.
 57. Reina, R., del Campo, V. L., Moreno, F. J. y Sanz, D. (2004). Influencia del tamaño de la imagen sobre las estrategias de búsqueda visual en situación simulada del resto en tenis. *Revista de Psicología del Deporte*, 13, 2, 175-193.
 58. Reina, R., Moreno, F.J. y Sanz, D. (2007). Visual behaviour and motor responses of novice and experienced wheelchair tennis players relative to the service return. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24, 254-271.
 59. Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and sensoriomotor visual function. *International Journal Sport Psychology*, 22, 221-243.
 60. Rodrigues, S.T., Vickers, J.N. y Williams, A.M. (2002). Head, eye, and arm coordination in table tennis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 187-200.
 61. Ruiz, L.M. y Arruza, J. (2005). *El proceso de toma de decisiones en el deporte. Clave de la eficiencia y el rendimiento deportivo*. Barcelona: Paidós.
 62. Ruiz, L.M. y Sánchez, F. (1997). *Rendimiento deportivo. Claves para la optimización de los aprendizajes*. Madrid: Gymnos.
 63. Ruiz, L.M., Sánchez, M., Durán, J. y Jiménez, C. (2006). Los expertos en el deporte: su estudio y análisis desde una perspectiva psicológica. *Anales de psicología*, 22, 1, 132-142.
 64. Savelsbergh, G., Williams, A.M., Van der Kamp, J. y Ward, P. (2002). Visual Search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.
 65. Scheiter, K. y Van Gog, T. (2009). Using Eye Tracking in Applied Research to Study and Stimulate the Processing of Information from Multi-representational Sources. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 1209-1214.
 66. Schmidt, R. (1988). *Motor control and Learning*. Illinois: Human Kinetics.
 67. Schmidt, R.A. y Wrisberg, C.A. (2008). *Motor learning and performance. A situation-based learning approach*. Champaign: Human Kinetics.
 68. Shim, J., Carlton, L.G., Chow, J.W. y Chae, W.S. (2006). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of motor behaviour*, 37, 2, 164-175.
 69. Starkes, J.L. (1987). Skill in field Hockey: the nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.
 70. Starkes, J.L., Edwards, P., Dissanayake, P. y Dunn, T. (1995). A new technology and field test of advance cue usage in volleyball. *Research Quarterly for exercise and sport*, 66, 2, 162-167.
 71. Tejero, P. (1999). Panorama histórico-conceptual del estudio de la atención. En Munar, E.; Roselló, J. y Sánchez-Cabaco, A. (cords.) *Atención y percepción* (pp. 33-61). Madrid: Alianza Editorial.
 72. Temprado, J.J. y Famoso, J.P. (1999). Análisis de la dificultad en el tratamiento de la información y descripción de las tareas motrices. En Famoso, J.P. (ed.) *Cognición y rendimiento* (pp. 177-195). Barcelona: INDE.
 73. Tenebaum, G. (2003) Expert athletes: an integrated approach to decision making. En J.L. Starkes y K.A. Ericsson (eds.) *Expert performance in Sports, advances in research on sport expertise*. (pp. 191-218). Champaign: Human Kinetics.



74. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M. y Philippaerts, R.M. (2007a). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 395-408.
75. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Mazyn, L. y Philippaerts, R.M. (2007b). The effects of task constraints on visual search behaviour and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 147-169.
76. Vickers, J.N. (1988). Knowledge structures of elite-novice gymnasts. *Human Movement Science*, 7, 47-72.
77. Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition and decision training. The quiet eye in action*. Champaign: Human Kinetics.
78. Vickers, J.N. y Williams, A.M. (2007). Performing under pressure: the effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 381-394.
79. Vila-Maldonado, S., Mata, E., García, L.M., Pastor, J.C. y Contreras, O.R. (2010). *Decision-making and visual perception in youth volleyball players and non-players*. 15 Ecsc Congress. Antalya, Turquía.
80. Vila-Maldonado, S., Ruiz, L.M. y Mata, E. (2006). *Análisis de las capacidades perceptivo visuales en jóvenes practicantes y no practicantes de voleibol*. IV Congreso AECCD. La Coruña, España.
81. Ward, P., Williams, A.M. y Bennett, S. (2002). Visual Search and Biological perception in tennis. *Research Quarterly for sport and exercise*, 73, 107-112.
82. Williams, A.M. y Ford, P.R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 4-18.
83. Williams, A.M., Davids, K y Williams, J.G. (1999). *Visual perception & action in sport*. New York: Taylor & Francis.
84. Williams, A.M., Singer, R.N. y Frehlich, S.G. (2002). Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming task. *Journal of Motor Behavior*, 34, 2, 197-207.
85. Williams, A.M., Ward, P., Smeeton, N.J. y Allen, D. (2004). Developing anticipation skills in tennis using on-court instruction: perception versus perception and action. *Journal of applied sport psychology*, 16, 350-360.
86. Zaccagnini, J.L. y Delclaux, I. (1982). Psicología cognitiva y procesamiento de la información. En Delclaux, I. y Seoane, J. (eds.) *Psicología cognitiva y procesamiento de la información* (pp. 39-61). Madrid: Ediciones pirámide.
87. Zietz, D. y Hollands, M. (2009). Gaze behaviour of young and older adults during stair walking. *Journal of Motor Behavior*, 41, 4, 357-365.
88. Zwierko, T. (2006). Select aspects of anticipation of soccer players. *Studies in physical coulture and tourism*, 13, 189-19.