

Revista de Psicología del Deporte  
2002. Vol. 11, núm. 2, pp. 227-246  
ISSN: 1132-239X

Universitat de les Illes Balears  
Universitat Autònoma de Barcelona

# LIMITACIONES COGNITIVAS EN LA APRECIACIÓN DEL «FUERA DE JUEGO» EN FÚTBOL

Juan Botella y Antonio Palacios

**PALABRAS CLAVE:** Fútbol, fuera de juego, atención, errores arbitrales.

**RESUMEN:** Una de las tareas de los árbitros asistentes (AA) en fútbol consiste en apreciar la legalidad de la posición del jugador atacante en el momento en que su compañero lanza el balón. En el presente trabajo se analiza la capacidad del sistema cognitivo humano para afrontar estas situaciones, entendidas en el marco de las llamadas tareas de Juicios de Orden Temporal (JOT). En cuatro experimentos se muestra que: (a) la naturaleza de los dos eventos involucrados hace que sean más probables los falsos positivos (apreciar posición ilegal cuando no lo es); (b) que la estimación de la fiabilidad, al menos en sujetos no entrenados y no profesionales, se puede establecer en que no es esperable más de un 75% de aciertos en distancias menores de 80 cms. en la condición más habitual. Igualmente, se demuestra que la forma como se emplea la atención tiene efectos importantes en el rendimiento.

**KEY WORDS:** Football, offside, attention, referee errors.

**ABSTRACT:** One of the tasks of the assistant referees in football is to assess the legality of the position of the offender when his partner kick to pass the ball. In the present research the ability of the human cognitive system to face these situations is analyzed, within the framework of the so called Temporal Order Judgment tasks. In four experiments it is showed that: (a) the nature of the two events involved make more probable false positives (deciding that it is an illegal position when in fact it was not); (b) the estimated reliability, at least with no trained and no professional subjects, can be established in that it is not expected

---

Correspondencia: Juan Botella. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid.  
Cantoblanco s/n. 28049 Madrid. Tel.: 91 397 4065. Fax: 91 397 5215. E-mail: [juan.botella@uam.es](mailto:juan.botella@uam.es)

— Fecha de recepción: 25 de enero de 2002. Fecha de aceptación: 11 de septiembre de 2002.

more than 75% of hits in distances shorter than 80 cms. in the more frequent scenario. It is also demonstrated that the way as attention is employed has important effects on performance.

Una de las funciones de los árbitros asistentes (AA) en fútbol consiste en detectar la infracción posicional implicada en el artículo 11 del reglamento, popularmente conocida como regla del «fuera de juego». Aunque en su aplicación están involucrados diversos elementos, el más sobresaliente consiste en decidir si el desbordamiento del jugador contrario (habitualmente el último defensa) se produjo antes del lanzamiento del balón por parte del compañero del jugador que le desborda. Dado que este elemento ha sido el que más controversias ha generado en el debate sobre los errores al aplicar el artículo 11, también las explicaciones de esos errores se han dirigido mayoritariamente a este elemento. Sin embargo, creemos que esos análisis solo cubren aspectos parciales del problema, mientras que se ha obviado una limitación cognitiva más básica del observador humano que la psicología ha venido estudiando desde muy antiguo: la capacidad humana para la discriminación de las relaciones temporales. Como consecuencia, ni siquiera se han llegado a establecer los límites de la capacidad humana para afrontarla.

En este artículo analizamos desde la psicología cognitiva el que para nosotros es el aspecto cognitivo esencial involucrado en la tarea encomendada a los AA, con dos objetivos principales. Por un lado, establecer las limitaciones de los seres humanos para realizar esta tarea,

estimando el margen de fiabilidad de sus decisiones. Por otro, explorar algunas condiciones en las que son esperables sesgos o tendencias sistemáticas a cometer cada uno de los dos tipos de errores que se presentan en esta tarea: falsos positivos (señalar una infracción inexistente) y falsos negativos (no señalar una infracción real).

### **Explicaciones de los errores de apreciación**

Algunas explicaciones de los errores de apreciación posicional que estamos abordando se basan en los movimientos oculares (Belda, 1996/97; Sanabria, Cenjor, Márquez, Gutierrez, Martínez y Prados-García, 1998). Según estas explicaciones, el árbitro está siguiendo con la mirada al jugador que lleva el balón. Cuando éste lanza el balón desplaza la fijación ocular a la posición del otro jugador para comprobar su posición con respecto al último defensa. Cuando los ojos se fijan en el delantero, su posición ya no es la misma que cuando el balón salió de su compañero, sino una posterior. Si el árbitro no es consciente de que hay un tiempo necesario para mover los ojos, o sencillamente no lo tiene en cuenta, entonces asociará al momento del lanzamiento del balón una posición del delantero más adelantada que la real. En estas circunstancias debe producirse una frecuencia relativamente alta de «falsos positivos».

Nosotros creemos que esta explicación no es correcta, por varias razones. En primer lugar, no conocemos ninguna evidencia que indique que el error más frecuente de

Botella, J. y Palacios, A.

Limitaciones cognitivas en la apreciación del ...

los árbitros en situaciones reales sean los falsos positivos. En cualquier caso, dado que los proponentes admitirán que también se producen falsos negativos, su explicación debería dar cuenta también de forma parsimoniosa de este segundo tipo de error, incluso en el caso de que fueran menos frecuentes que los falsos negativos. La segunda razón es que las estimaciones de las latencias medias de los movimientos sacádicos de los ojos oscilan entre 150 y 200 mseg. Por tanto, las distorsiones temporales deberían ser de ese orden. Como veremos más adelante, los errores no son ni mucho menos tan grandes. De hecho, las estimaciones hechas desde esta hipótesis indican que los errores, traducidos a la distancia entre las posiciones de los jugadores, oscilarían entre 1,25 y 4,5 metros, dependiendo de que los jugadores se desplacen en la misma dirección, en dirección opuesta o que el defensa esté quieto y el delantero corriendo (Sanabria et al., 1998). Estas estimaciones son claramente desproporcionadas. Cualquier aficionado sabe que la mayoría de los errores de apreciación se producen en distancias máximas de 1 metro. La tercera razón es que en caso de que esto fuera cierto, la presencia de movimientos oculares debería ser un factor decisivo en la tasa de errores y en el balance entre ambos tipos de errores. Esto supondría admitir que los AA hacen lo contrario de lo que se les indica, ya que son adiestrados para prestar atención continuada a la posición del delantero. En este caso el desplazamiento de la atención se produciría desde la posición de éste a

la del jugador que lanza el pase, desplazamiento que daría lugar al efecto contrario al indicado, es decir, un incremento de los falsos negativos y una reducción de los falsos positivos.

Estos argumentos no implican que los movimientos oculares sean irrelevantes. Sin duda, la presencia de movimientos oculares complica extraordinariamente la dificultad. Sin embargo, lo que pretendemos demostrar en este trabajo es que incluso en ausencia de movimientos oculares la tasa de errores es considerable, dado que se deben esencialmente a factores más centrales (concretamente, a las variaciones en las estimaciones de los momentos subjetivos) que los simples movimientos de los órganos de la visión. En el estudio de la atención ya está sólidamente establecido que no se debe confundir el desplazamiento de la atención con el desplazamiento de la fijación ocular, aunque en la vida cotidiana se produzcan de forma simultánea (véase, por ejemplo, en Ballesteros, 2002; Barriopedro, 1994; Botella y Barriopedro, 1999; Rosselló, 1999).

### **Las tareas de juicios de orden temporal**

El punto de partida de los estudios de la psicología sobre los juicios de orden temporal (JOT) suele situarse a finales del siglo XVIII, cuando el trabajo de los astrónomos se basaba en cuidadosas observaciones en las que debían tener una buena capacidad para establecer la relación entre la posición de los astros y el sonido de un cronómetro (Boring, 1980). La observación casual de desviaciones

Botella, J. y Palacios, A.

Limitaciones cognitivas en la apreciación del ...

sistemáticas entre los observadores dio lugar a la doctrina de la ecuación personal, presente en la psicología durante todo el siglo XIX. El propio Wundt estudió la cuestión mediante el reloj de complicación. Este consistía en una aguja que recorría una escala. En un momento imprevisible para el observador sonaba una campanilla. El sujeto debía indicar la posición de la aguja en el momento del sonido. Sus datos le llevaron a concluir que había observadores «adelantadores» y observadores «atrasadores». Esto podría deberse a diferencias individuales estables en la velocidad de procesamiento relativa de los estímulos visuales y auditivos o a que los sujetos abordaban la tarea con distintas estrategias atencionales, que daban prioridad a uno u otro estímulo.

Ya avanzado el siglo XX se ha retomado el problema desde la psicología cognitiva. Uno de los estudios más completos es el de Hirsh y Sherrick (1961), quienes emplearon tareas de JOT con estímulos simples de diversas modalidades sensoriales: visuales, auditivos y táctiles. Invariablemente, para lograr un 75% de aciertos el intervalo entre los estímulos debía alcanzar unos 20 milisegundos, independientemente de las modalidades de ambos estímulos, e incluso de que fueran de la misma o de distinta modalidad. En el caso particular de dos estímulos visuales mostraron también que no hay diferencia en este valor entre condiciones en las que la distancia entre las posiciones de ambos estímulos en el campo visual oscilan entre 5 y 20 grados de ángulo visual. El hecho de que los resultados sean

esencialmente los mismos al intercambiar las modalidades sensoriales sugiere que, al menos por lo que se refiere a las tareas de JOT con estímulos muy simples, interviene algún sistema central encargado de la organización del tiempo independiente de los mecanismos propiamente sensoriales. Los JOT involucran a este mecanismo porque exigen organizar dos informaciones con respecto al tiempo.

### **Explicaciones del rendimiento en JOT**

Prácticamente todos los modelos diseñados para explicar el comportamiento del observador humano en tareas de JOT se basan en un supuesto mecanismo que asocia a cada estímulo o evento discreto un valor en un eje que podríamos llamar de «tiempo subjetivo» (Fraisse, 1978). Esta asignación se hace en el momento en que la representación del estímulo llega a una determinada zona del cerebro encargada de esta función. Vamos a mencionar dos de ellos. El primero se remonta a Wundt y se basa en el llamado «momento psicológico». La idea es que nuestro cerebro no tiene una resolución temporal perfecta, sino que realiza una especie de rastreo o actualización con una frecuencia bastante estable, a una tasa que oscila entre 50 y 100 mseg. Los eventos que son capturados en el mismo momento psicológico se perciben como simultáneos. Al variar el intervalo entre dos estímulos cambia la probabilidad de que dos eventos sean incluidos en el mismo momento psicológico, dando lugar a una relación que aparece como una función

creciente del intervalo entre ellos.

Una formulación más moderna es uno de los modelos estudiados por Sternberg y Knoll (1973) según el cual el tiempo de procesamiento de cada estímulo es una variable aleatoria y que los tiempos de procesamiento de los estímulos involucrados en la decisión son estocásticamente independientes. Cuando los estímulos se presentan con un intervalo corto habrá una cierta probabilidad de que el procesamiento del segundo sea más rápido que el del primero, hasta el punto de que se complete antes. En estas condiciones se daría una inversión en el orden. Con estímulos simultáneos (intervalo 0) los dos órdenes posibles serían equiprobables, mientras que a medida que se alarga el intervalo la probabilidad de una inversión sería menor. Una simple aplicación de la ley del juicio comparativo de Thurstone (1927) al mecanismo encargado de decidir el orden temporal permitiría obtener la probabilidad de precedencia de uno de los estímulos sobre el otro en función del intervalo entre ellos.

Aunque estas ideas se han propuesto como explicaciones de las distribuciones de las respuestas, aun quedarían por explicar los sesgos, es decir, las tendencias a cometer más frecuentemente un error de anticipación de uno de los estímulos sobre el otro que a cometer el error inverso. Así, la explicación de Wundt era que la tendencia a «adelantar» un estímulo se relacionaba con una atención anticipatoria hacia ese estímulo. Si la atención está pre-sintonizada con uno de los estímulos y al percibirlo la sintonía se desplaza

hacia el otro, la probabilidad de que los estímulos queden incluidos en momentos psicológicos distintos se incrementa. La atención es, sin duda, un factor esencial en los JOT. Recientemente Stelmach y Herdman (1991) han retomado su estudio, aunque sustituyendo el concepto de «momento psicológico» como algo discreto por un concepto más moderno de tiempo subjetivo. Estos autores emplearon una pista central predictiva, similar a la empleada en la tarea de Posner (1978; Botella y Barriopedro, 1999) para indicar a qué lado de la pista debían desplazar su atención. Es bien conocida la capacidad de este procedimiento para producir desplazamientos endógenos de la atención. Con un intervalo inferior al necesario para un movimiento sacádico de los ojos se presentaban dos estímulos, uno a cada lado de la pista central. Los resultados mostraron que el punto de simultaneidad subjetiva, es decir, el intervalo entre los estímulos en el que éstos se perciben como simultáneos, es de unos 40 milisegundos. En otras palabras, para que dos estímulos, uno atendido y otro no atendido, se perciban como simultáneos, el no atendido debe ser presentado unos 40 milisegundos antes que el atendido.

Otra explicación de los efectos de la atención podría estar en otro fenómeno, el período refractario psicológico (Botella y Barriopedro, 1999; Kahneman, 1973; Welford, 1968). Cuando se presentan dos estímulos en rápida sucesión temporal, el tratamiento del segundo sufre demoras, debiendo esperar a que concluyan algunas de las

operaciones de procesamiento de la primera. La consecuencia es un alargamiento del tiempo de reacción al segundo estímulo que es tanto mayor cuanto menor es el intervalo entre estímulos. Este alargamiento es el que recibe el nombre de período refractario psicológico. Si los procesos asociados a él fueran «ciegos», en el sentido de que el sujeto no es consciente de que se produce, entonces no sería computado en el marcado de momentos subjetivos para compensar las demoras de procesamiento del segundo estímulo y podrían producir la distorsión temporal. La dirección de esta distorsión sería la de que el segundo estímulo se marcaría como posterior a su momento real de presentación.

Por otro lado, es sabido que ciertos estímulos particulares pueden verse afectados de manera muy especial por la atención. Ejemplo de esto es el llamado «Efecto Fröhlich». Este psicólogo alemán de la escuela de la Gestalt describió un fenómeno, al que se ha dado su nombre, que se produce al tratar de localizar la posición en la que apareció un móvil en el campo visual. Los sujetos muestran un sesgo que consiste en indicar una posición distinta de aquella en la que realmente apareció, pero situada en la dirección del móvil. Recientemente Müsseler y sus colegas han retomado el fenómeno y han hecho varias series de experimentos en las que han mostrado que es de naturaleza atencional (Aschersleben y Müsseler, 1999; Müsseler y Aschersleben, 1998). Es decir, al desplazar la atención hacia la posición donde se

percibe periféricamente el móvil se produce una distorsión. Incluso han extendido una conclusión similar a móviles que ya están en el campo visual y se intenta determinar su posición cuando se produce un evento concreto (Müsseler, Stork, Kerzel y Jordan, 2000). Precisamente, en nuestra situación no se trata de un móvil que aparece repentinamente, sino que se tiene que calcular la posición de un móvil y determinar su localización en un momento muy preciso. Si la atención se desplaza hacia el móvil, el efecto Fröhlich se traduciría en una sobreestimación de la posición del móvil en el momento crítico, en su propia dirección. Si como consecuencia de este fenómeno al lanzamiento del balón se le asociase una posición del delantero posterior a la real, entonces se señalaría un fuera de juego inexistente, un falso positivo. Un consecuencia de esta explicación sería que si consiguiésemos que los observadores focalizasen su atención en el delantero y luego la desplazasen a su compañero, los resultados deberían ser muy diferentes de los obtenidos si consiguiésemos que la focalizasen primero en el compañero y luego la desplazasen al delantero.

En resumen, independientemente de la capacidad para resolver la relación temporal entre dos eventos cercanos en el tiempo, los sesgos en cuanto al tipo de errores necesitan una explicación específica. Las explicaciones más extendidas se refieren a la incidencia de la atención como factor de desequilibrio al marcar los eventos en el eje de momentos subjetivos.

Otras explicaciones de los errores

Botella, J. y Palacios, A.

Limitaciones cognitivas en la apreciación del ...

de apreciación se han basado en ciertas ilusiones visuales que pueden producirse cuando los ángulos de visión sobre los elementos involucrados coinciden en determinadas relaciones espaciales (Oudejans, Verheijen, Bakker, Gerrits, Steinbrückner y Beek, 1998). Volvemos a decir lo mismo. Esta explicación solo puede dar cuenta de una pequeña parte de los errores. Sin descartar que cuando se dan las circunstancias especificadas los errores sean más frecuentes, quedan por explicar los demás errores. Creemos que para dar cuenta de la actuación de los AA es imprescindible un análisis de la capacidad básica para resolver la relación temporal entre estos dos tipos concretos de eventos.

#### **La infracción posicional como una tarea de «Juicios de Orden Temporal»**

Nuestra forma de abordar el problema toma como punto de partida la consideración de que esta tarea se puede analizar desde la larga tradición del estudio de los JOT. La tarea de apreciación del fuera de juego tiene mucho en común con ellas, puesto que el AA tiene que determinar en qué orden se han producido dos eventos. Uno de ellos es el lanzamiento del balón. En principio este estímulo es visual, pero muchas veces se ve acompañado por el sonido que produce el golpeo del balón, por lo que puede convertirse en un estímulo complejo auditivo-visual. Sin embargo, el sonido ni es siempre igual ni se produce en todas las jugadas, por lo que el árbitro no puede actuar con una

expectativa anticipatoria positiva de disponer de esa información para tomar su decisión. El otro evento es el desbordamiento del defensa por parte del compañero del que golpea el balón; es decir, es el paso de una posición relativa legal a otra de carácter potencialmente ilegal. Aunque el AA tiene que tener en cuenta otros elementos para tomar sus decisiones sobre la legalidad de la jugada, la apreciación de cuál de los dos eventos precedió al otro está siempre presente. Nuestro trabajo se centra exclusivamente en este elemento, que estudiamos como una capacidad psicofísica básica.

Los dos eventos concretos involucrados en esta tarea son tan diferentes de los tradicionalmente empleados en el estudio de los JOT que no es obvio que los resultados obtenidos con éstos puedan ser generalizables a aquellos. Mientras que en los estudios clásicos de laboratorio se han venido empleando estímulos sencillos, como destellos de luz, sonidos simples, vibraciones, etc., en la presente tarea los eventos son mucho más complejos. Uno es una acción compleja y el otro es el cálculo de la posición relativa de dos móviles; el observador tiene que decidir sobre la precedencia temporal de estos eventos. Especialmente importante podría ser el papel de la atención en la producción de sesgos, dado que los eventos complejos son más sensibles a ella que los estímulos simples. Las estrategias atencionales de los observadores (por tanto, de los AA) pueden tener consecuencias sobre su eficacia y, especialmente, sobre el balance entre los dos tipos de errores.

En concreto, la atención previa sobre un estímulo podría hacer que éste se percibiese como anterior, produciéndose un desequilibrio que consistiría en cometer más errores de decir que el estímulo atendido se produjo primero que en el tipo de error inverso. Si los AA realizan su tarea centrando su atención en uno de los puntos relevantes, esperando a que se produzca ese evento para desplazar su atención a la otra posición, entonces son esperables desequilibrios entre los errores.

Por otro lado, debemos señalar que en otros deportes también los árbitros se ven enfrentados a situaciones que pueden ser interpretadas desde el marco de los JOT. Así, en baloncesto los árbitros deben decidir si la bocina sonó antes de que el jugador lanzara la pelota hacia la canasta y en béisbol deben decidir si el jugador alcanzó la base antes de que la pelota llegase al receptor del equipo contrario.

### La presente investigación

En la presente investigación hemos preparado un programa de ordenador con una simulación esquemática de la situación de fuera de juego. Los participantes tienen que tomar decisiones que son un JOT sobre dos eventos. Se analiza el rendimiento (porcentaje de respuestas «fuera de juego») en función del intervalo temporal entre los eventos (SOA a partir de aquí; *Stimulus Onset Asynchrony*). En los diferentes experimentos hemos manipulado diversas variantes de la tarea para poner a prueba distintas hipótesis. Se puede argumentar que la tarea computerizada no se parece lo sufi-

ciente a la tarea de los árbitros (símbolos en lugar de jugadores, visión cenital, observador en reposo, etc.), que no es suficientemente representativa de lo que realmente tienen que hacer los AA y que además éstos se enfrentan a la tarea en circunstancias mucho más estresantes. Efectivamente, así es; pero nuestro argumento es, precisamente, que si con esta versión tan simplificada de la tarea de JOT y realizada en condiciones muy cómodas los sujetos mostrasen limitaciones importantes para alcanzar un buen nivel de rendimiento, entonces lo que cabría esperar en las situaciones reales es un rendimiento todavía peor. Sin ánimo de anticipar resultados, queremos advertir que si el rendimiento tiene graves limitaciones en nuestra tarea, la conclusión debe ser que en las situaciones reales los AA pueden estar siendo obligados a realizar una tarea para la que el sistema cognitivo humano tiene una capacidad de resolución que impone unos límites excesivos a su rendimiento y en la que necesariamente han de producir una tasa relativamente alta de errores.

Los análisis que mostraremos se basan en dos indicadores, el punto de simultaneidad subjetiva y el rango de fiabilidad del 75%. El *Punto de Simultaneidad Subjetiva* (PSS) se define como el valor de SOA para el que el observador reparte sus respuestas al 50% (SOA<sub>50</sub>). Si este valor es próximo al que daría un observador ideal, entonces no hay sesgos de apreciación. Por el contrario si se separa de ese valor, ya sea por exceso o por defecto, entonces habrá



sesgos a percibir como anterior el primero o el segundo estímulo, respectivamente. En nuestros experi-

mentos hemos calculado el PSS para cada sujeto y condición experimental mediante una interpolación lineal entre

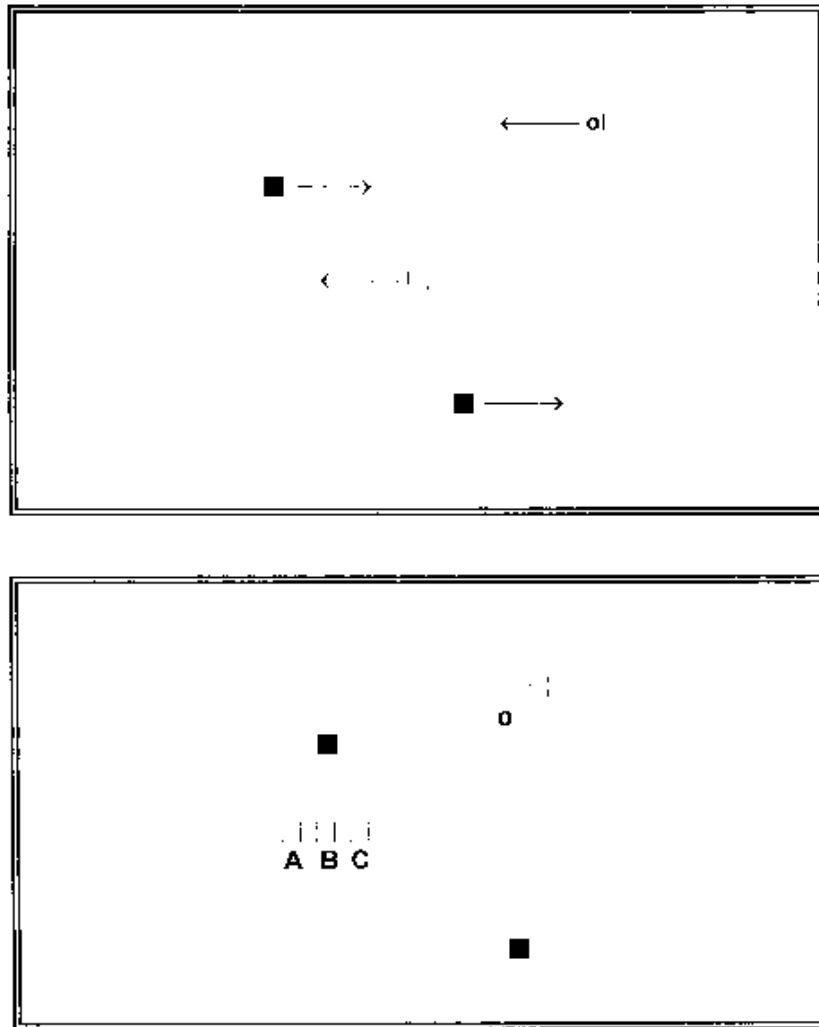


Figura 1. Ejemplo de los estímulos empleados en la tarea. Los cuadrados blancos representan a los jugadores del equipo que avanza hacia la izquierda y los negros los del equipo contrario. El círculo pequeño representa la pelota. El ensayo comienza con la figura del panel superior y los elementos se ponen directamente en movimiento. Si al lanzar la pelota (panel inferior) el jugador que desborda al defensa

los SOAs consecutivos con porcentajes de respuestas «fuera de juego» inmediatamente superior e inferior al 50% (Amón, 1984). El *Rango de Fiabilidad del 75%* (RF75) es la semi-distancia entre el PSS y los valores de SOA en los que se alcanza un 75% de respuestas correctas; es decir,  $(SOA_{75} - SOA_{25}) / 2$ . Cuanto menor sea el RF75 mayor capacidad de discriminación tienen los observadores; cuanto mayor sea el RF75, peor es el rendimiento de los sujetos. Por ejemplo, supongamos que de la función que relaciona los valores de SOA con la frecuencia de veces que se responde «E1 antes que E2» deducimos que  $SOA_{25} = -80$ ,  $SOA_{50} = 10$  y  $SOA_{75} = 120$ . En este caso el PSS es positivo y el RF75 es 100. Adviértase que el PSS y el RF75 evalúan aspectos distintos de la actuación de los observadores. Un observador puede tener una alta capacidad discriminativa para la resolución temporal (bajo RF75) y sin embargo mostrar una mayor tendencia a producir uno de los errores (PSS separado por exceso o por defecto del PSS del observador ideal).

Con objeto de mostrar un análisis más detallado, hemos estudiado el ajuste de las funciones de los porcentajes medios de respuestas para cada experimento y condición según el modelo *probit* (véase en McKee, Klein y Teller, 1985). Los sesgos diferenciales entre condiciones se reflejarán en diferentes valores del origen de las ecuaciones de regresión, por lo que indicaremos tanto el intervalo de confianza de esta estimación (con  $\alpha = 0,95$ ) como el grado de ajuste ( $R^2$ ) al modelo.

## Experimento 1

Se simula una situación en la que un jugador lanza el balón a un compañero; ambos están en movimiento (Figura 1). El sujeto debe realizar un juicio de orden temporal, indicando si el lanzamiento del balón fue posterior al desbordamiento del defensa por parte de su compañero (fuera de juego) o no (posición legal). De esta forma, las respuestas del sujeto son dicotómicas y cada una puede ser acertada o no. Hemos empleado 9 valores de SOA. Cada SOA se define como el intervalo entre el desbordamiento del defensa y el lanzamiento del balón, por este orden. Por tanto, en las condiciones con SOAs positivos la posición es ilegal, de fuera de juego, mientras que con SOAs negativos o igual a 0, la posición es legal. Analizaremos las respuestas de los observadores en términos del porcentaje de veces que emiten una de las dos respuestas (arbitrariamente, la respuesta «fuera de juego»).

Por otro lado, en las situaciones reales de juego, el árbitro tiene a veces una pista adicional para tomar sus decisiones: el sonido que produce el golpeo del balón. Esto podría servir de ayuda, pero también de interferencia, dado que a las distancias normales a las que se producen estas situaciones el tiempo en llegar el sonido va desde 0 (cuando la jugada se produce junto a su banda) hasta 140 milisegundos (unos 50 metros), un tiempo claramente relevante para las cantidades que estamos estudiando. Con objeto de explorar los posibles efectos de esta pista adicional hemos

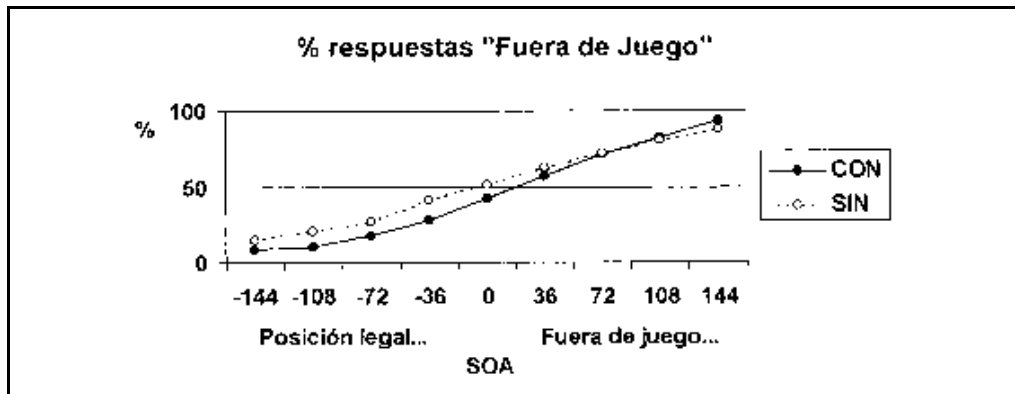


Figura 2. Porcentajes medios de respuestas «fuera de juego» para cada valor de SOA y cada condición experimental en el experimento 1.

creado una condición en la que se añade a la situación un pequeño sonido, simultáneo al lanzamiento del balón. De esta forma, los sujetos pueden emplear el sonido como pista para tomar sus decisiones.

## Método

**Sujetos.** Ocho estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid, con visión normal o corregida, participaron voluntariamente en dos sesiones.

**Material.** Todo el experimento fue programado y realizado con un ordenador compatible PC con procesador Pentium II y un monitor Nokia 447XS de 17 pulgadas, con un refresco de 75 Hz y una resolución de 640x480 pixels.

**Estímulos.** El programa experimental fue escrito en C++. Los jugadores eran representados por cuadrados de 8 milímetros que a una distancia de 40 cm. subtendían 0,64° de ángulo visual

en vertical y horizontal. Los del equipo atacante eran azules y los del equipo defensor eran blancos (en la Figura 1 aparecen como blancos y negros, por conveniencia). Uno de los jugadores del equipo atacante tenía junto a él el balón, representado por un círculo rojo de 4 milímetros, que a 40 cm de distancia subtendía 0,42° de ángulo visual. El fondo de la pantalla era de color verde. Los estímulos auditivos eran un tono de 350 mseg. de duración y de 100 Hz.

Al comienzo de cada ensayo aparecían 2 o 3 jugadores del equipo atacante y 2 o 3 jugadores del equipo defensor. Comenzaban a moverse en línea recta; los defensas en línea recta hacia el campo del equipo contrario y los delanteros también hacia el campo contrario, en línea recta o en diagonal. El cruce entre el número de jugadores de cada equipo, las velocidades de movimiento y sus direcciones dieron lugar a 25 «escenarios» distintos. Con ello se pretendía muestrear un número razonable de condiciones diferentes

para poder generalizar los resultados.

**Procedimiento.** Las posiciones de partida y las velocidades de movimiento fueron ajustadas para que los valores de SOA (intervalo entre el momento en que el primer delantero sobrepasa al último defensa y el momento en que la pelota es lanzada, es decir, se separa del jugador que la llevaba) fueran de 144, 108, 72, 36, 0, -36, -72, -108 o -144 milisegundos. Los intervalos negativos indican que el desbordamiento fue posterior al lanzamiento de la pelota. Con SOAs positivos la posición es ilegal (la respuesta correcta es «fuera de juego»), mientras que con SOAs negativos o igual a 0 la posición es legal (la respuesta correcta es decir «posición legal»). Cada sujeto pasó por dos sesiones, cada una con un bloque de ensayos con sonido y otro sin sonido. La mitad de los sujetos pasaron primero por el bloque sin sonido y luego por el bloque con sonido y la otra mitad en el orden inverso. En la condición con sonido el lanzamiento del balón se hacía coincidir con el tono, hecho que se comunicaba al sujeto antes de comenzar. En cada bloque se administraban 40 ensayos por cada condición de SOA, según el método de los estímulos constantes (Sánchez Cabaco, 1999; Suero y Botella, 1998) más 40 ensayos de práctica seleccionados de entre las diferentes combinaciones de SOA y escenarios. En total, cada observador recibió 400 ensayos por bloque. Por tanto, el rendimiento de cada sujeto en cada combinación de SOA y condición de

sonido se obtuvo a partir de 80 ensayos.

Para cada sujeto se computó el porcentaje de respuestas «fuera de juego». Adviértase que estas respuestas son aciertos en unas condiciones (SOAs positivos) y errores en otras (SOAs cero o negativos).

## Resultados

En la Figura 2 se representan los porcentajes medios de respuestas «fuera de juego», según el SOA y la condición de sonido. Hemos calculado para cada sujeto y condición de sonido el valor de SOA que le correspondería al PSS. El promedio de estos valores es 3 mseg. en la condición sin sonido y 23 en la condición con sonido, una diferencia estadísticamente significativa [ $t(7)=2,273$ ;  $p < .05$ ]. Sin embargo, el más cercano al punto de simultaneidad objetiva es en realidad el segundo. La razón es que en esta tarea el observador que percibe los estímulos como simultáneos debe decir «posición legal». Un observador ideal diría siempre «posición legal» cuando el SOA es 0 y siempre «fuera de juego» con el primer SOA positivo (36 mseg.). En consecuencia, su PSS sería el punto medio entre ellos, que es 18 mseg.

El ajuste al modelo *probit* para las condiciones con sonido y sin sonido son, respectivamente,  $R^2=0,990$  y  $R^2=0,997$ , mientras que los intervalos de confianza para el origen, en puntuaciones típicas, son  $[-0,226; -0,0559]$  y  $[-0,0028; 0,0635]$ .

Con los valores medios de la muestra hemos calculado el RF75. En

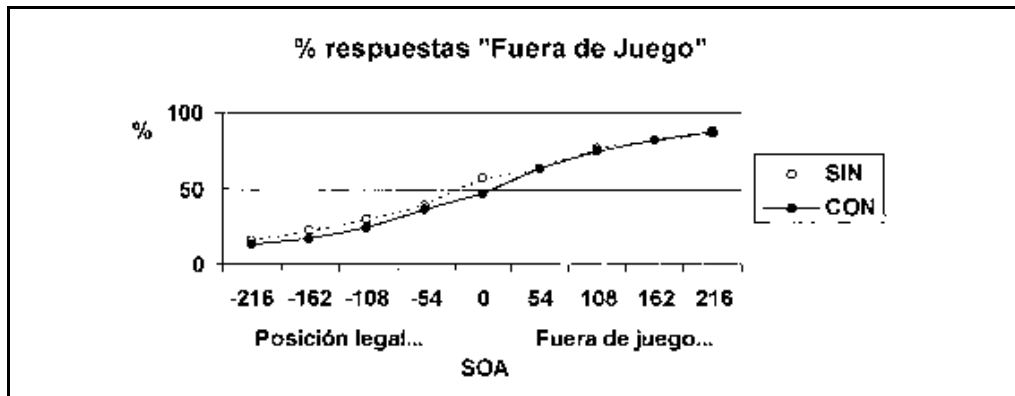
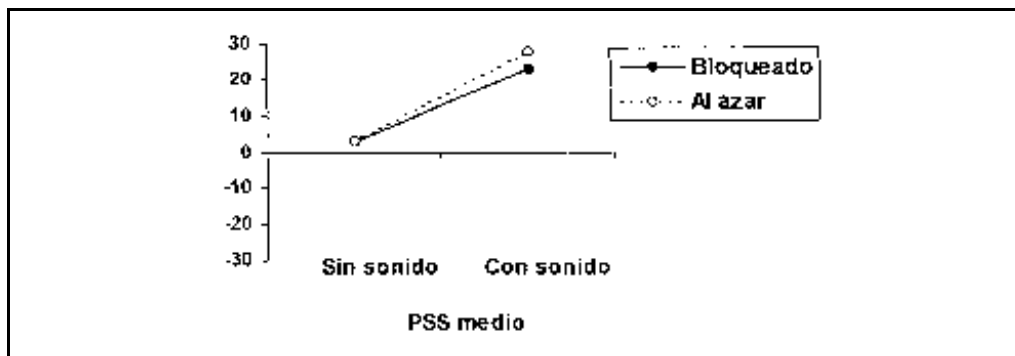


Figura 3. Porcentajes medios de respuestas «fuera de juego» para cada valor de



la condición sin sonido es de 150 msec. ( $SOA_{25} = -159$ ;  $SOA_{75} = 142$ ) y en la condición con sonido de 112 msec. ( $SOA_{25} = -97$ ;  $SOA_{75} = 126$ ). El intervalo es prácticamente simétrico cuando uno de los estímulos lleva acompañado un sonido, mientras que se produce una cierta asimetría cuando ambos son solamente visuales (recuérdese que el valor central, correspondiente al observador ideal, no es 0 sino 18 msec.). Es bien sabido

que cuando aparece un sonido es más fácil que el estímulo visual y el auditivo se integren y se perciban como un único estímulo si el sonido aparece después del estímulo visual (Dixon y Spitz, 1980). Además, parece que hay una mayor capacidad discriminativa en presencia del sonido, ya que el intervalo es más pequeño en esa condición.

## Discusión

Parece que se produce un pequeño sesgo en cuanto al tipo de error si no hay un sonido involucrado, mientras que esto no ocurre en presencia del sonido. Si no se emplea el sonido, el PSS es significativamente menor. Esto quiere decir que cuando no se utiliza la pista sonora se incrementa la tendencia a cometer falsas alarmas en la detección del fuera de juego. En pocas palabras, para que los eventos se perciban como simultáneos en la condición sin sonido el desbordamiento del defensa debe ocurrir 15 milisegundos antes que el lanzamiento del balón (18–3).

En segundo lugar, no parece que estos observadores estén capacitados para tomar decisiones de este tipo en el rango de intervalos empleado. De hecho, con los intervalos empleados no hemos alcanzado los valores máximo y mínimo en cuanto al rendimiento. En situaciones de juego real, los intervalos máximos empleados por nosotros en la condición sin ruido implicarían, en un jugador en carrera, en torno a 90 cms.

No pretendemos decir que esta estimación del rendimiento sea directamente trasladable a los AA. El hecho de que hayan llegado a este nivel profesional puede implicar que probablemente poseen un conjunto de aptitudes que incluye una especial dotación para esta tarea, ya sea de forma natural o adquirida mediante el entrenamiento. Aunque habrá que investigar los valores que producirían los árbitros profesionales, los obtenidos con esta muestra de estudiantes universitarios nos indican

que hay una clara limitación en la capacidad para resolver la relación temporal entre estos dos eventos concretos.

Una diferencia entre las situaciones reales de juego y las de nuestra simulación es que en el juego real el árbitro no sabe si dispondrá de la pista auditiva. No sabemos la importancia que pudiera tener esto, así que vamos a estudiarlo en el experimento 2, introduciendo incertidumbre respecto al sonido.

## Experimento 2

La única diferencia respecto al experimento anterior es que en este se mezclan los ensayos con y sin sonido. De esta forma, los sujetos pueden emplear el sonido como pista para tomar sus decisiones si este aparece, pero no pueden adoptar una estrategia sistemática anticipatoria del sonido.

## Método

**Sujetos.** Catorce estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid, con visión normal o corregida, participaron voluntariamente en una única sesión.

**Material.** Idénticos al experimento anterior.

**Procedimiento.** Solo hay dos diferencias con respecto al experimento anterior. La primera es que en este se presentaban mezclados aleatoriamente los ensayos con y sin sonido. La otra diferencia es que con objeto de estudiar con más precisión el rendimiento se emplearon valores de

SOA que abarcaran un rango mayor: 216, 162, 108, 54, 0, -54, -108, -162 y -216 msec. Cada sujeto pasó por dos bloques en una misma sesión, tras recibir 40 ensayos de práctica seleccionados de entre las diferentes combinaciones de SOA, escenarios y condición de sonido. Cada bloque estaba compuesto por 24 ensayos de

cada combinación de SOA y condición de sonido. Por tanto, el rendimiento de cada sujeto en cada combinación de SOA y condición de sonido se basó en 48 ensayos.

## Resultados

En la Figura 3 se representan los

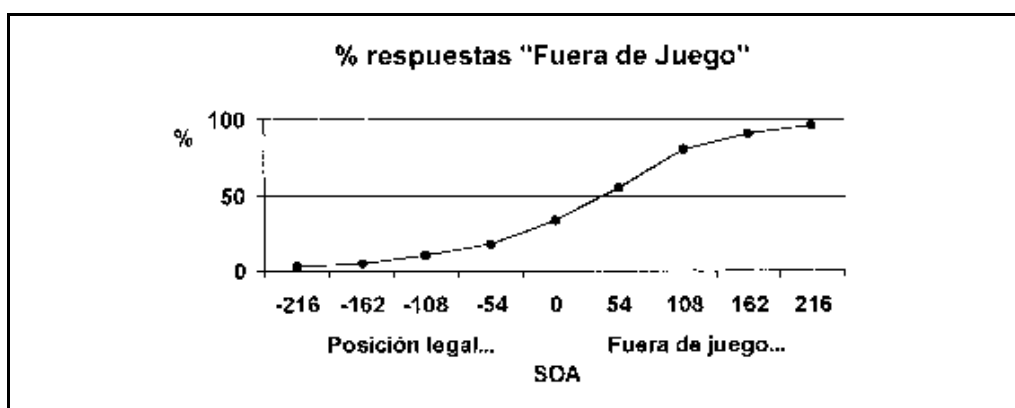


Figura 5. Porcentajes medios de respuestas «fuera de juego» para cada valor de SOA

porcentajes medios de respuestas «fuera de juego», según el SOA y la condición de sonido. De nuevo hemos calculado el PSS de cada sujeto en cada condición de sonido. De nuevo se encuentra una diferencia significativa entre las condiciones [ $t(13)=2,42$ ;  $p < .05$ ] en el sentido de que el promedio es mayor con sonido (28 msec) que sin sonido (3 msec). También hemos comparado estos valores con los del experimento anterior. Para ello hemos realizado un ANOVA factorial 2x2, siendo los factores el sonido (presencia o ausencia) y el tipo de presentación

(bloqueada en el experimento 1 o aleatorizada en el experimento 2); los valores medios de los PSS aparecen en la Figura 4. El resultado muestra efectos principales de la presencia del sonido [ $F(1, 20) = 8,84$ ;  $p < .01$ ], pero no de la condición de presentación [ $F(1, 20) = 0,007$ ;  $p < .94$ ] ni de la interacción [ $F(1, 20) = 0,077$ ;  $p < .80$ ]. El ajuste al modelo *probit* para las condiciones con sonido y sin sonido son, respectivamente,  $R^2=0,994$  y  $R^2=0,993$ , mientras que los intervalos de confianza para el origen, en puntuaciones típicas, son  $[-0,0676; 0,0460]$  y  $[0,0284; 0,1372]$ . Los valores

del RF75 son de 235 sin sonido ( $SOA_{25}=-248$ ;  $SOA_{75}=221$ ) y de 218 con sonido ( $SOA_{25}=-223$ ;  $SOA_{75}=212$ ), valores claramente superiores a los del experimento anterior.

### Discusión

La comparación de los resultados con respecto a los del experimento anterior nos indica lo siguiente. Se replica la diferencia entre la condición con sonido y la condición sin sonido. Con sonido el punto de indiferencia es positivo, muy cercano al PSS del observador ideal y significativamente mayor que sin sonido. Advuértase que al emplear ahora valores de SOA en pasos de 54 mseg, el PSS de un observador ideal sería de 27 mseg. (punto intermedio entre 0 y 54, que es el primer SOA positivo); de nuevo el PSS medio de la condición con sonido queda muy cerca de este valor teórico. Respecto a la condición de presentación, que ésta sea bloqueada o no es indiferente. Igualmente, estos factores no interactúan. Esto quiere decir que probablemente los efectos que tiene el sonido en los resultados no intervienen mediante factores estratégicos, sino puramente sensoriales. En cambio, en este experimento hemos obtenido un RF75 mayor que en el experimento anterior, que probablemente se deba a diferencias individuales entre las muestras de sujetos seleccionadas. Por lo demás, este experimento sirve como réplica del anterior, dado que sus resultados son esencialmente iguales y conducen a las mismas conclusiones.

### Experimento 3

Con objeto de estudiar con mayor detalle la posible influencia del sonido, realizamos un nuevo experimento en el que hemos abordado directamente los JOT entre un sonido y un estímulo visual consistente en una posición espacial. En concreto, hemos sustituido el lanzamiento del balón (de hecho, se eliminó el balón de la pantalla) por el sonido. Los sujetos deben hacer JOT acerca de los siguientes eventos: el sonido que representa el lanzamiento del balón y el desbordamiento del defensa. Esta situación puede darse en jugadas reales, dado que el AA trata de estar siempre en línea con el último defensa, lo cual le obliga a fijarse en la posición del delantero. Si se produce un inesperado lanzamiento del balón desde una posición externa a su campo visual deberá basarse en la relación temporal percibida entre la posición del delantero y el sonido que indica el lanzamiento del balón.

### Método

**Sujetos.** Ocho estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid, con visión normal o corregida, participaron voluntariamente en una única sesión.

**Material.** Idénticos al experimento anterior.

**Procedimiento.** Solo hay dos diferencias con respecto al experimento anterior. La primera es que en este siempre se presentaba el sonido. La segunda es que no aparecía ningún balón en la pantalla. Los sujetos eran instruidos para hacer un JOT entre el



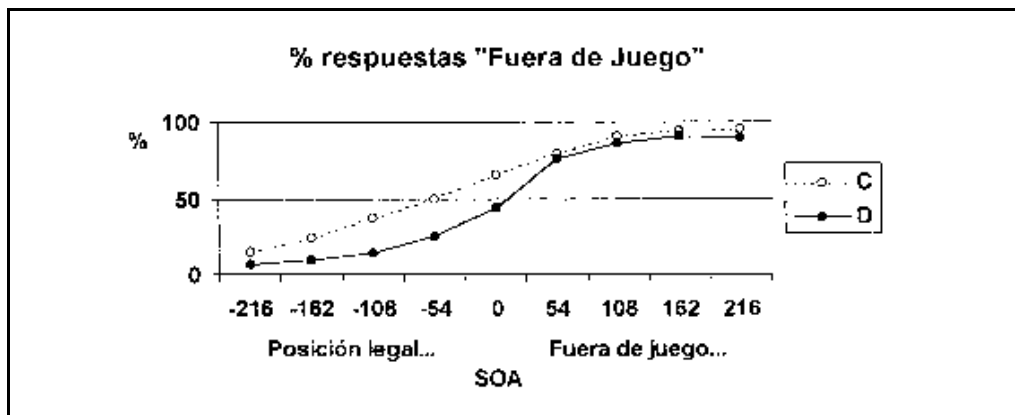


Figura 6. Porcentajes medios de respuestas «fuera de juego» para cada valor de SOA y cada condición experimental en el experimento 4.

desbordamiento del defensa y el sonido. Se utilizaron los mismos valores de SOA que en el experimento anterior. Cada sujeto pasó por dos bloques en una misma sesión, tras recibir 40 ensayos de práctica seleccionados de entre las diferentes combinaciones de SOA, escenarios y condición de sonido. Cada bloque estaba compuesto por 30 ensayos de cada condición de SOA. Por tanto, la estimación del rendimiento de cada sujeto para cada valor de SOA se basó en 60 ensayos.

## Resultados y Discusión

En la Figura 5 se representan los resultados. De nuevo hemos calculado para cada sujeto su PSS. El promedio de estos valores es 40, un valor que no es significativamente distinto del valor 27 esperado para un observador ideal [ $t(7) = 0,745$ ;  $p < .40$ ]. El ajuste al modelo *probit* es de  $R^2=0,985$  y el intervalo de confianza para el origen,

en puntuaciones típicas, es  $[-0,3658; -0,0962]$ . EL RF75 es de 135 mseg. ( $SOA_{25}=-108$ ;  $SOA_{75}=162$ ) siendo el intervalo perfectamente simétrico sobre el valor 27.

Hemos comparado los valores de PSS obtenidos en este experimento con los del experimento 1, dado que todo es idéntico menos la presencia del balón. De esa forma podemos comprobar si el sonido ha sido o no un factor determinante en los resultados. Al comparar la condición con sonido (bloqueado) y pelota con la condición de este experimento (con sonido pero sin pelota), no se obtiene una diferencia significativa [ $t(7)=1,546$ ;  $p < .17$ ]. De nuevo en una condición con sonido el PSS medio no se separa significativamente del valor esperado en un observador ideal. El RF75 vuelve a parecerse al del primer experimento.

Tal y como hemos adelantado, creemos que la atención puede jugar un papel importante. Hoy en día ésta es

concebida como un conjunto de recursos inespecíficos que pueden asignarse con cierta libertad para afrontar distintas tareas (Botella, 1998; Rosselló, 1999) Para estudiar los efectos de la prefijación de la atención en uno de los eventos hemos realizado un nuevo experimento con variantes de la tarea orientadas a forzar a los sujetos a realizar ciertas manipulaciones atencionales. En una de las condiciones hemos forzado a los sujetos a tener a priori focalizada su atención en el lanzador del balón, mientras que en la otra les hemos forzado a focalizarla a priori en el receptor.

#### **Experimento 4**

En este experimento hemos sustituido uno de los eventos por la aparición de una letra sobre uno de los jugadores. Los observadores saben que se les va a preguntar por la identidad de la letra, por lo que se ven obligados a focalizar originalmente su atención en la posición donde ésta aparecerá, dado que en caso contrario sería imposible identificarla. En una condición la letra aparece sobre el jugador que lleva el balón y en la otra aparece sobre el jugador que desborda al defensa. El resto del escenario es el mismo que en los experimentos anteriores. En la primera condición, aquella en la que la letra aparece sobre el que lleva el balón, el jugador no llega a lanzar el balón. El JOT que tienen que hacer los observadores se refiere a la precedencia temporal entre el desbordamiento del defensa y la aparición de la letra. Tras cada ensayo se hacen dos preguntas, una respecto a

la identidad de la letra y otra sobre el fuera de juego.

En la segunda condición, en la que la letra aparece sobre el jugador que desborda al defensa, las posiciones de los jugadores son irrelevantes. El juicio de orden temporal se refiere a la precedencia temporal entre la aparición de la letra sobre el delantero y el lanzamiento del balón por parte de su compañero. Como en la otra condición, tras cada ensayo se hacen dos preguntas, una sobre la identidad de la letra y otra sobre el fuera de juego. En ambos casos, la identidad de la letra se pregunta para estar seguros de que los sujetos están haciendo lo que se les pide, y en ambos casos solo se analizan los resultados sobre el fuera de juego en los ensayo en los que se acierta la identidad de la letra.

#### **Método**

**Sujetos.** Diez estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid, con visión normal o corregida, participaron voluntariamente en una única sesión.

**Material.** Idénticos al experimento anterior menos en la aparición de letras. Encima de uno de los jugadores del equipo atacante aparece una letra, que puede ser equiprobablemente O o X. La letra subtendía  $0,64^\circ$  de ángulo visual en vertical y  $0,29^\circ$  en horizontal.

**Procedimiento.** Designamos como condición C (por centrocampista) a aquella en la que la letra aparece sobre el jugador que lleva el balón y como D (por delantero) a aquella en la que aparece sobre su compañero. En cada ensayo aparecía sobre el jugador

correspondiente a la condición experimental una letra mayúscula, O o X. En la condición C el jugador lleva el balón, pero éste no es lanzado, sino que siempre va junto al jugador. En la condición D no importa la posición del delantero respecto al defensa. Su compañero pasa el balón y se trata de hacer un JOT respecto a si primero apareció la letra o salió el balón de su compañero. Lo demás es igual a los experimentos anteriores. No se empleó sonido. Los sujetos eran instruidos para hacer un JOT entre los eventos correspondientes a cada condición experimental, que se administraban de forma bloqueada. Se utilizaron los mismos valores de SOA

que en los experimentos 2 y 3. Cada sujeto realizó por dos sesiones, una con la condición C y la otra con la condición D, con los órdenes balanceados. En cada sesión había dos bloques, con un descanso de tres minutos entre ellos, más 40 ensayos de práctica seleccionados de entre las diferentes combinaciones de SOA. Cada bloque estaba compuesto por 30 ensayos de cada condición de SOA. Por tanto, el rendimiento de cada sujeto en cada combinación de SOA y condición experimental se basó en 60 ensayos. Al acabar la presentación, aparecían dos preguntas en la pantalla. La primera era sobre la identidad de la letra presentada y la segunda el JOT.

## Resultados

En la tarea de identificación de las letras hemos obtenido un rendimiento medio del 97,6% en la condición C y de 98,1% en la condición D. Esto nos garantiza que los observadores han empleado su atención como pretendíamos. Hemos calculado para cada observador la proporción de respuestas «fuera de juego», condicionado a un acierto en la letra. En la Figura 6 se representan los porcentajes medios de respuestas «fuera de juego» para cada SOA y condición de posición de la letra. Los valores medios del PSS son de -44 mseg. en la condición C y de 3 mseg. en la condición D, una diferencia que es estadísticamente significativa [ $t(9) = 2,942$ ;  $p < .02$ ]. El ajuste al modelo *probit* para las condiciones C y D son, respectivamente,  $R^2=0,988$  y  $R^2=0,955$ , mientras que los intervalos de confianza para el origen, en puntuaciones típicas, son [0,3138; 0,4982] y [-0,2429; 0,1733]. Respecto al RF75, este ha sido de 99 en la condición C ( $SOA_{25}=-158$ ;  $SOA_{75}=39$ ) y de 53 en la condición D ( $SOA_{25}=-54$ ;  $SOA_{75}=52$ ).

## Discusión

Está claro que la manipulación realizada ha producido el efecto buscado, dado que al forzar a poner la atención en una u otra posición cambian los resultados. Por tanto, la actuación de los observadores es sensible a la disposición atencional adoptada. Tal y como se aprecia en la Figura 6, la diferencia estriba en que aunque

en ambas condiciones hay un sesgo a cometer falsos positivos (apreciar fueras de juego inexistentes), esta tendencia es mucho mayor en la condición C. La forma en que se emplea la atención es muy relevante respecto al sesgo. Ciertas formas de hacerlo fomentan ciertos tipos de errores. Con atención pre-focalizada en el jugador que lleva el balón se incrementan mucho los falsos positivos. En la condición C el punto de indiferencia es negativo, indicándose con ello un fuerte sesgo a decir «fuera de juego». Es decir, si la atención está originalmente en el lanzador y luego se desplaza al delantero que recibe el balón, entonces se produce un fuerte sesgo que consiste en apreciar posiciones ilegales donde no las hay. Dicho de otra forma, para que el sujeto perciba como simultáneos la aparición de la letra y el desbordamiento del defensa, el primero de estos eventos (la aparición de la letra) debe preceder al segundo (desbordamiento del defensa) en 71 mseg [27 — (-44)].

La clave para comprender la diferencia entre las condiciones C y D es darse cuenta de que los eventos sobre los que se prefocaliza la atención son completamente distintos y no hay por qué esperar que las condiciones sean simétricas. En la condición D hay que detectar el lanzamiento del balón, un evento relativamente sencillo que se puede detectar con atención periférica. En la condición C hay que calcular la posición de un móvil, una operación que exige atención focal y que está sujeta a distorsiones como la del «Efecto Fröhlich» (Aschersleben y Müsseler, 1999; Müsseler y Aschersleben, 1998; Müsseler, Stork, Kerzel y Jordan, 2000). La consecuencia de la diferente naturaleza del evento involucrado, junto a la aparición de la letra, es que cuando ese evento tiene que ver con la posición del móvil (condición C) se produce un fuerte sesgo que no aparece cuando el evento es el lanzamiento del balón (condición D). Expresado en términos de la distinción entre atención endógena y exógena (e.g., Rosselló, 1999) podemos decir que en la condición D hay una facilitación periférica que no se produce en la condición C. La razón es que en la condición D se focaliza en el delantero y el otro evento no solo puede ser detectado con atención periférica, sino que puede capturar automáticamente la atención, al ser un evento discreto con un comienzo abrupto. Por el contrario, en la condición C el evento de la posición no atendida no captura la atención automáticamente por no tener una aparición abrupta. Esta diferente saliencia podría ser en parte responsable del distinto nivel de rendimiento entre las condiciones.

La gran similitud entre los resultados de la condición D y las de los experimentos 1 y 2 sin sonido nos hacen pensar que probablemente en los experimentos 1 y 2 los observadores tendían a hacer espontáneamente lo que en este experimento les hemos forzado a hacer en la condición D: pre-focalizar su atención en el delantero. Es posible que en este experimento hayamos creado las condiciones que distinguen al AA del espectador que ve el partido tranquilamente ante el televisor de su casa.

---

NOTA DE LOS AUTORES

Mientras el espectador está tratando de apreciar el juego y, por tanto, seguramente sigue el juego fijando su atención en el jugador que lleva el balón, el AA está haciendo su trabajo. Como este consiste en determinar la posición relativa del delantero, mantiene su atención constantemente en el delantero y cuando éste sobrepasa al defensa desplaza su atención al jugador que lleva el balón. De esta forma, seguramente el espectador ve muchos más fueras de juego inexistentes que el AA. Mientras que el observador de la condición C representa al espectador medio, el de la condición D representa al AA.

### **Discusión general**

Los resultados obtenidos en esta serie de experimentos nos llevan a establecer las siguientes conclusiones. En primer lugar, cuando los sujetos se enfrentan a la tarea con dos estímulos visuales se produce una ligera tendencia a cometer más falsos positivos que negativos (PSS menor del esperado en un observador ideal). Esta tendencia se corrige si el lanzamiento del balón se acompaña de un pequeño sonido, ya sea bloqueado o al azar.

El sistema cognitivo humano muestra claras limitaciones en la resolución temporal de los eventos particulares involucrados en esta tarea. En concreto, al traducir un valor de RF75 representativo de entre los obtenidos (por ejemplo 100 mseg) a lo que supondría en distancia recorrida por un delantero en carrera frente a un defensa estático, supondría una distancia de unos 80 cms. Es decir, para esas circunstancias concretas si la distancia es menor de 80 cms es esperable que los observadores se equivoquen en al menos una de cada cuatro ocasiones. Incluso en la condición con mejor rendimiento, la de la atención prefijada en el delantero del experimento 4, ésta distancia sería de 45-50 cms. No obstante, hemos observado importantes diferencias individuales que aconsejan un estudio específico tanto de la población de interés (árbitros auxiliares) como de los efectos del entrenamiento, con objeto de comprobar si se trata de una aptitud sensible a la práctica.

Algunas estrategias atencionales conllevan una mayor tendencia a cometer ciertos errores que otras. En concreto, si la atención se fija previamente en el centrocampista (que es probablemente lo que hacen los espectadores) se incrementa enormemente la tendencia a apreciar fueras de juego inexistentes. Por el contrario, si los observadores actúan de la forma en que los AA son instruidos (fijar la atención constantemente en el delantero y cuando desborda al defensa desplazarla al compañero) el desequilibrio es mucho menor. Esto nos lleva a sugerir que igual que se recomienda incluir en el entrenamiento de los deportistas un entrenamiento específico en el control atencional (e.g., Cruz, 1997; Nideffer, 1993; Servera y Escudero (1994) sería apropiado diseñar programas de entrenamiento para los AA en los que se fomenten estrategias atencionales que contrarresten los sesgos que hemos identificado (esencialmente, la focalización en el delantero y la detección periférica del lanzamiento del balón).

Nuestra principal conclusión es que las decisiones de las autoridades deportivas deberían tener en cuenta resultados como los presentes, relacionados con las capacidades psicofísicas básicas. Por un lado, para plantearse seriamente la

posibilidad de desarrollar e implementar ayudas técnicas. En segundo lugar, para incluir en sus evaluaciones de los candidatos la valoración de la aptitud psicofísica para discriminar relaciones temporales. En tercer lugar, para desarrollar procedimientos que pudieran servir de entrenamiento en este tipo de tareas si se demostrase la utilidad de tales entrenamientos. Lo que sí parece claro es que nuestro sistema cognitivo tiene unas claras limitaciones psicofísicas, entre las que se encuentra la de determinar el orden temporal de dos eventos de esta naturaleza que se presentan en intervalos a veces extraordinariamente pequeños. La eventual decisión de no modificar la tarea ni incluir ayudas técnicas debe ir acompañada de una publicación del rendimiento esperado de los observadores para que los AA queden exculpados y no caigan bajo sospecha en sus apreciaciones.

### Referencias

- Amón, J. (1984). *Estadística para psicólogos, Vol I: Estadística descriptiva* (6ª ed.). Madrid: Pirámide.
- Aschersleben, G. y Müssele, J. (1999). Dissociations in the timing of stationary and moving stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 1709-1720.
- Ballesteros, S. (2002). *Psicología general; vol II: Atención y percepción*. Madrid: UNED.
- Barriopedro, M. I. (1994). El desplazamiento de la atención sin movimientos oculares. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 47, 373-381.
- Belda, F. (1996/97). ¿Está capacitado el ojo humano para ver un fuera de juego? *Fútbol*, 4, 74-76.
- Boring, E. G. (1980). *Historia de la Psicología Experimental*. México: Trillas. [Traducido de la 2ª edición inglesa, 1957].
- Botella, J. (1998). Atención. En J. Montserrat: *La percepción visual*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Botella, J. y Barriopedro, M. I. (1999). El estudio experimental de la atención. En E. Munar, J. Roselló y A. Sánchez-Cabaco (Coords.). *Atención y Percepción*. Madrid: Alianza editorial.
- Cruz, J. (1997). *Psicología del deporte*. Madrid: Síntesis.
- Dixon, N. F. y Spitz, L. (1980). The detection of audiovisual desynchrony. *Perception*, 9, 719-721.
- Fraisse, P. (1978). Time and rhythm perception. En E. C. Carterette y M. P. Friedman (Eds). *Handbook of Perception, vol. VIII*. Nueva York: Academic Press.
- Gengel, R. W. y Hirsh, I. J. (1970). Temporal order: The effect of single versus repeated presentations, practice, and verbal feedback. *Perception and Psychophysics*, 7, 209-211.
- Hirsh, I. J. y Sherrick, C. E. (1961). Perceived order in different sense modalities. *Journal of Experimental Psychology*, 62, 423-432.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- McKee, S. P., Klein, S. A. y Teller, D. Y. (1985). Statistical properties of forced-choice

- psychometric functions: implications of probit analysis. *Perception and Psychophysics*, 37(4), 286-298.
- Müsseler, J. y Aschersleben, G. (1998). Localizing the first position of a moving stimulus.: the Fröhlich effect and an attention-shifting explanation. *Perception and Psychophysics*, 60, 683-695.
- Müsseler, J., Stork, S., Kerzel, D. y Jordan, S. (2000). Mislocalization of the initial position, the mid-position and the final position of a moving stimulus. *Abstracts of the Psychonomic Society*, 5, 609.
- Nideffer, R. M. (1993). Concentration and attention control training. En J. M. Williams (ed), *Applied sport psychology: personal growth to peak performance*. Mountview, CA: Mayfield Publishing co.
- Oudejans, R. R. D., Verheijen, R., Bakker, F. C., Gerrits, J. C., Steinbrückner, M. y Beek, P. J. (1998). Errors in judging «offside» in football. *Nature*, 404, 33.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometrics Explorations of Mind*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Roselló, J. (1999). Selección para la percepción, selección para la acción. En E. Munar, J. Roselló y A. Sánchez-Cabaco (Coords.). *Atención y Percepción*. Madrid: Alianza editorial.
- Sanabria, J., Cenfor, C., Márquez, F., Gutierrez, R., Martínez, D. y Prados-García, J. L. (1998). Oculomotor movements and football's law 11. *The Lancet*, 351, january 24, 268.
- Sánchez Cabaco, A. (1999). Psicofísica: concepto, método y aplicaciones. En E. Munar, J. Roselló y A. Sánchez-Cabaco (Coords.). *Atención y Percepción*. Madrid: Alianza editorial.
- Servera, M. y Escudero, J. T. (1994). La utilización del TAIS en el ámbito deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 6, 55-78.
- Stelmach, L. B. y Herdman, C. M. (1991). Directed attention and perception of temporal order. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 539-550.
- Sternberg, S. y Knoll, R. L. (1973). The perception of temporal order: fundamental issues and a general model. En S. Kornblum (ed). *Attention and Performance*, vol. IV. Nueva York: Academic Press.
- Suero, M. y Botella, J. (1998). Psicofísica. En Montserrat, J. *La percepción visual*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Thurstone, L. L. (1927). A law of comparative judgment. *Psychological Review*, 34, 273-286.
- Welford, A. T. (1968). *Fundamentals of Skill*. Londres: Methuen.