

TESIS DOCTORAL INTERNACIONAL / INTERNATIONAL DOCTORAL THESIS

**TOMA DE DECISIONES Y SELECCIÓN DE TIRO EN BALONCESTO:
HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN Y EL ENTRENAMIENTO**

DECISION-MAKING AND SHOT SELECTION IN BASKETBALL: TOOLS FOR
ASSESSMENT AND TRAINING



DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PSICOLOGÍA

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Ernesto Suárez Cadenas

2016

Editorial: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autor: Ernesto Suárez Cadenas

ISBN: 978-84-9125-994-7

URI: <http://hdl.handle.net/10481/46449>



Prof. Dr. José César Perales López

Departamento de Psicología Experimental

Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC)

Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada: “Toma de decisiones y selección de tiro en baloncesto: herramientas para la evaluación y el entrenamiento” que presenta D. Ernesto Suárez Cadenas ha sido realizada bajo mi dirección, habiendo concluido y reunido a mi juicio las condiciones de originalidad y rigor científicas requeridas, autorizo su presentación y defensa ante el Tribunal que designe la Universidad de Granada.

Fdo. José César Perales López

Granada a 01 de junio, 2016



Prof. Dr. David Cárdenas Vélez

Departamento de Educación Física y Deportiva

Facultad de Ciencias del Deporte

Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada: “Toma de decisiones y selección de tiro en baloncesto: herramientas para la evaluación y el entrenamiento” que presenta D. Ernesto Suárez Cadenas ha sido realizada bajo mi dirección, habiendo concluido y reunido a mi juicio las condiciones de originalidad y rigor científicas requeridas, autorizo su presentación y defensa ante el Tribunal que designe la Universidad de Granada.

Fdo. David Cárdenas Vélez

Granada a 01 de junio, 2016

El doctorando Ernesto Suárez Cadenas y los directores de la tesis, José César Perales López y David Cárdenas Vélez, garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando Ernesto Suárez Cadenas bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, a 01 de junio de 2016

Directores de la Tesis

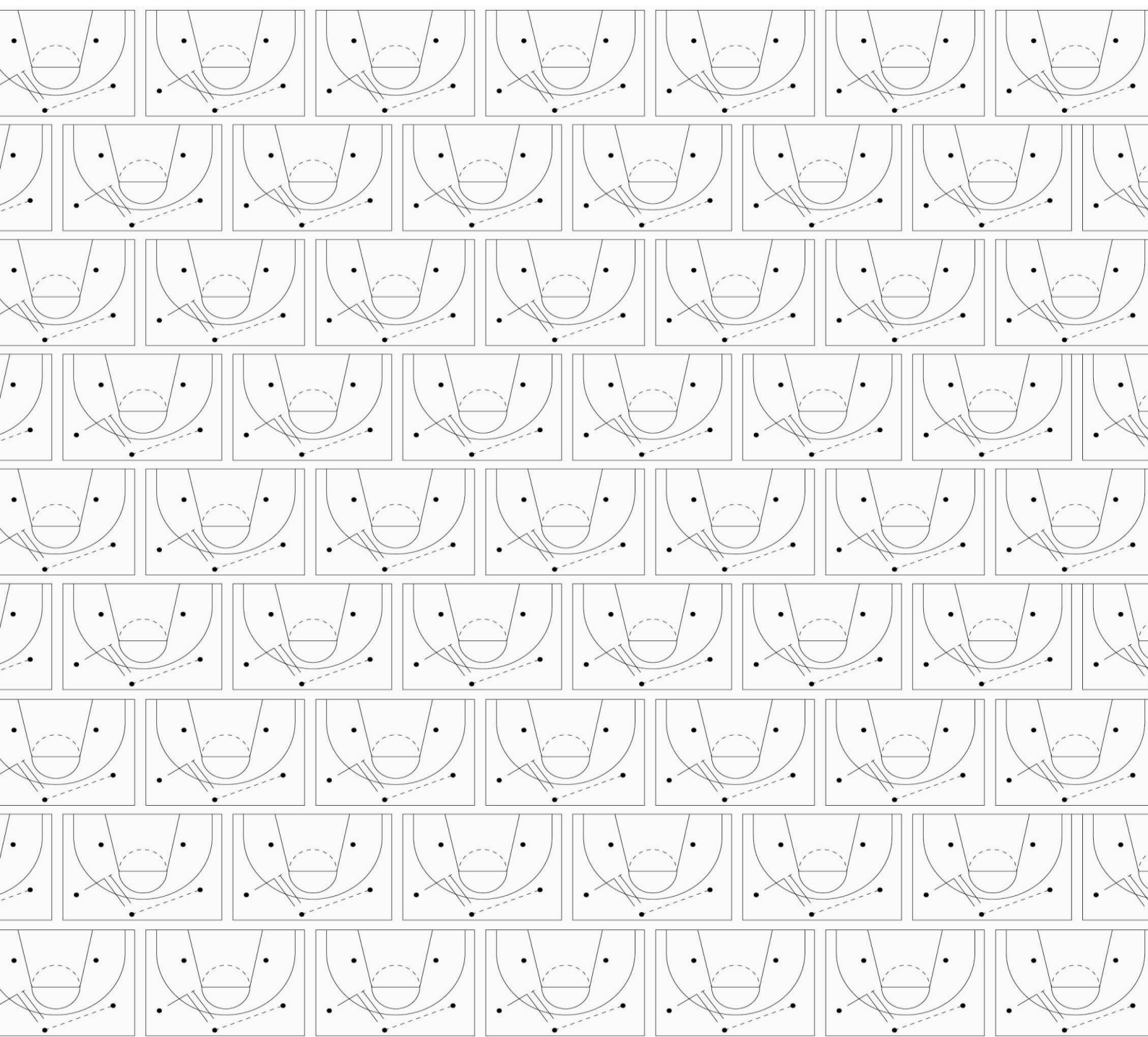


Fdo.: JOSÉ CÉSAR PERALES LÓPEZ

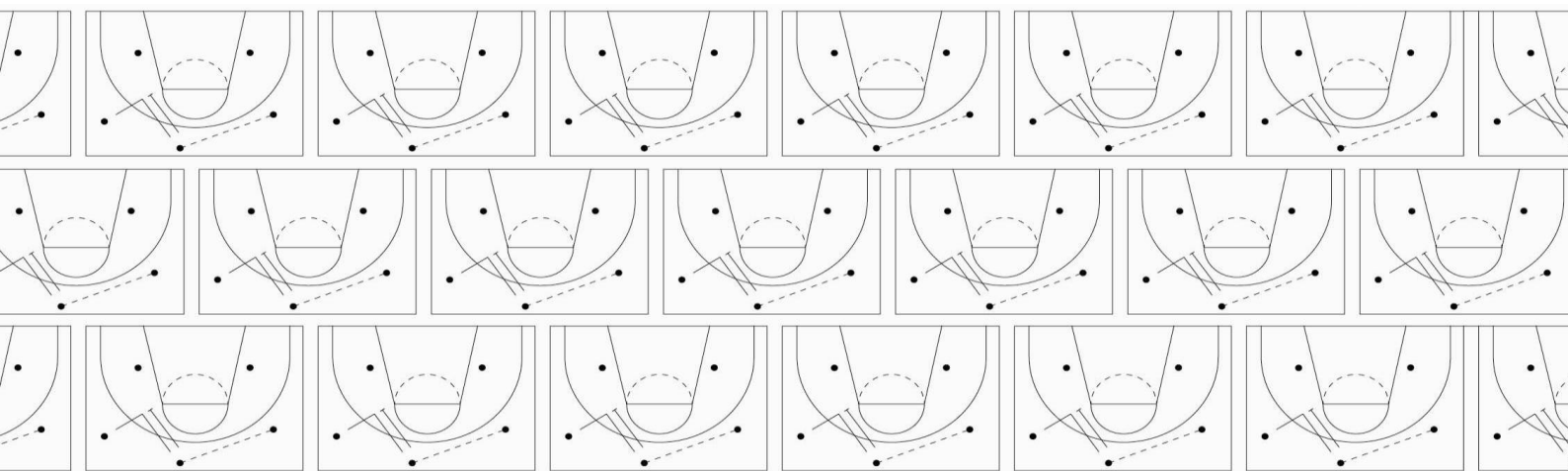
Fdo.: DAVID CÁRDENAS VÉLEZ

Doctorando

Fdo.: ERNESTO SUÁREZ CADENAS

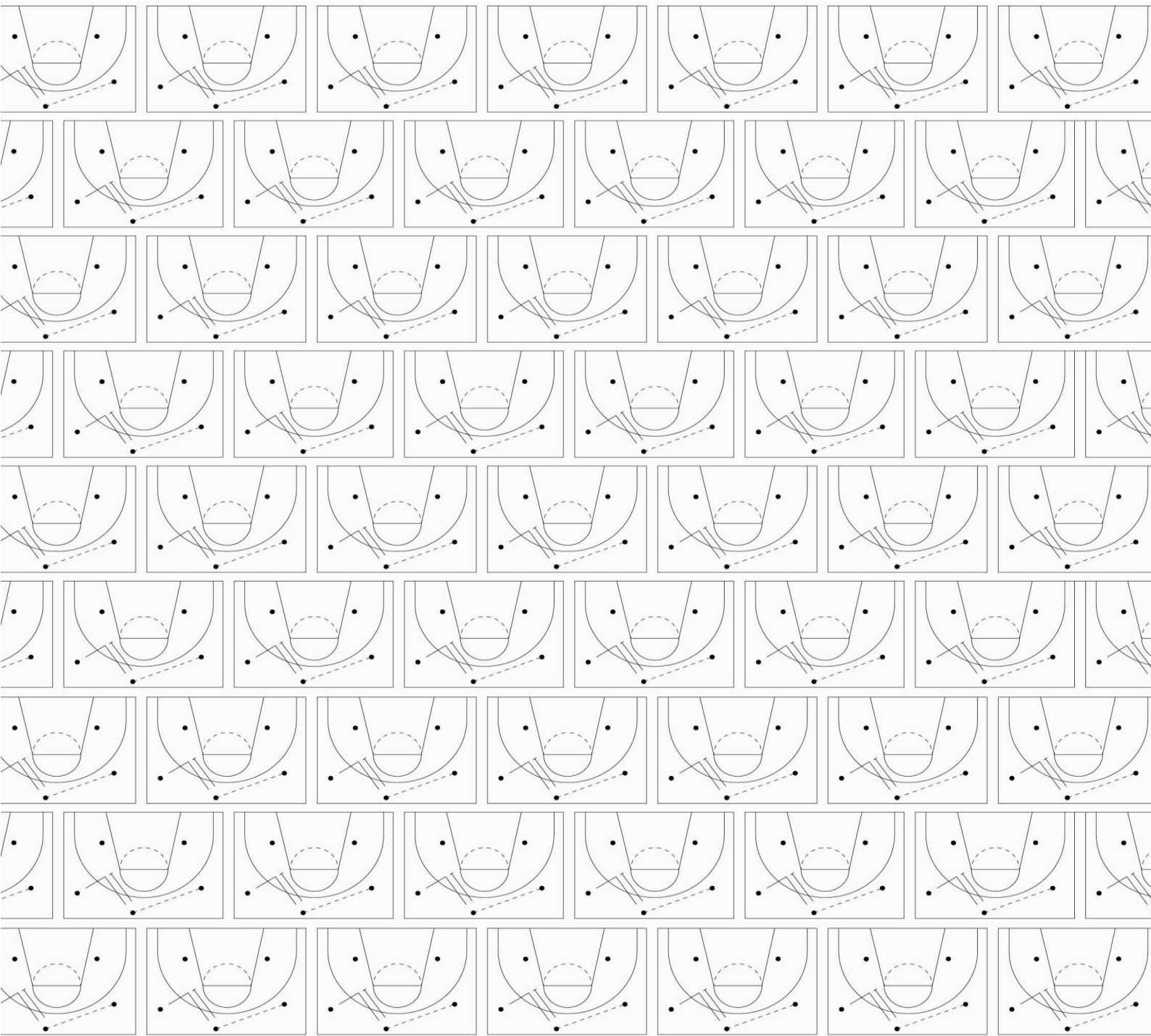


Índice

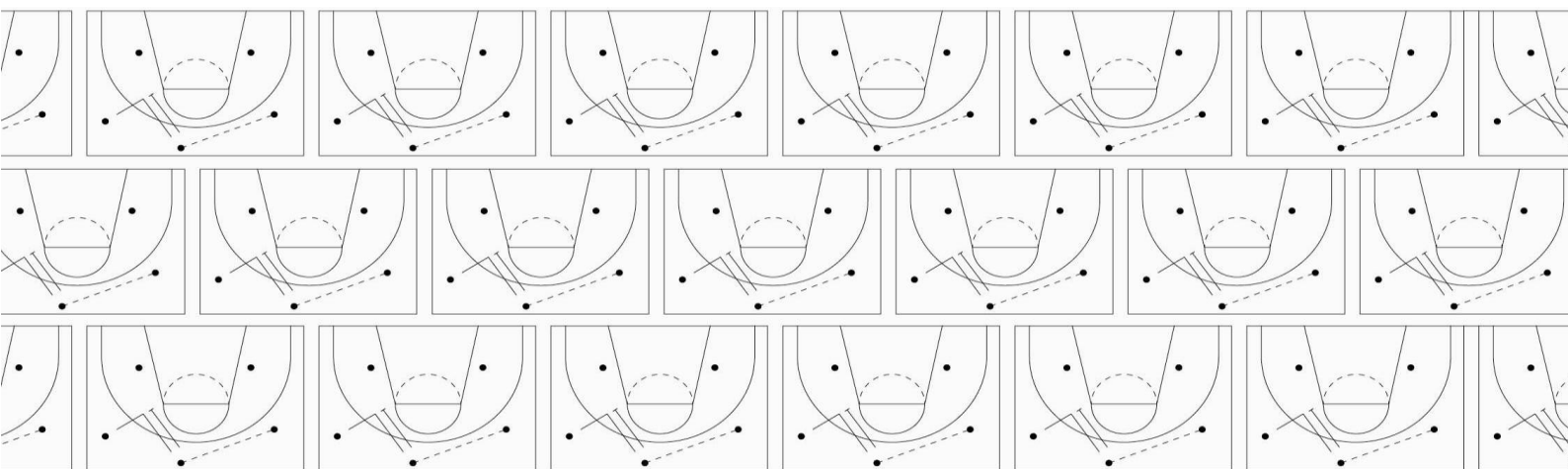


ÍNDICE

Resumen.....	15
Abstract.....	23
Introducción.....	29
<i>Juicios y toma de decisiones en deporte.....</i>	31
<i>Aprendizaje de los juicios y la toma de decisiones en el deporte.....</i>	37
<i>Justificación del estudio.....</i>	41
Objetivos.....	47
Objectives.....	53
Artículos/Articles.....	59
<i>Artículo 1.....</i>	61
<i>Artículo 2.....</i>	105
<i>Artículo 3.....</i>	137
Discusión y Conclusiones.....	167
Discussion and Conclusions.....	177
Referencias/References.....	187
Agradecimientos/Acknowledgements.....	197



Resumen



RESUMEN

La presente tesis doctoral titulada *Toma de decisiones y selección de tiro en baloncesto: Herramientas para la evaluación y el entrenamiento* se compone de tres secciones principales: introducción, artículos y discusión general.

En la primera sección se muestra una visión global de la investigación sobre los juicios y la toma de decisiones en el deporte, analizando su evolución histórica y los tópicos abordados –desde el clásico fenómeno de *hot hand* hasta las aproximaciones más modernas, como los modelos ecológicos de sistemas dinámicos, focalizados en la relación individuo-ambiente–. Esta visión de conjunto temática e histórica se complementa con un apartado dedicado a los factores que influyen sobre los procesos de aprendizaje de los juicios y la toma de decisiones (captación y uso de claves decisionales y *feedback* en la generación de reglas internas de decisión *si-entonces*), y cómo su conocimiento deriva en distintas estrategias de enseñanza (incidentales e intencionales). Para finalizar la sección, se justifica la realización de los siguientes estudios, con los que intentamos solventar algunas de las principales limitaciones de la investigación realizada hasta la fecha y proporcionar herramientas directamente aplicables a la competición y el entrenamiento.

En el Artículo 1, *Una revisión del fenómeno hot hand como creencia subjetiva y sus consecuencias conductuales en el deporte*, se realizó una revisión sistemática sobre el fenómeno *hot hand* (o fenómeno de rachas), quizá el tópico que más investigación y discusión ha generado en este ámbito. Este fenómeno hace referencia a un hipotético aumento del rendimiento tras el encadenamiento de varios ensayos acertados (por ejemplo, un incremento de la probabilidad de acertar un tiro de campo en baloncesto después de haber encadenado dos o tres aciertos consecutivos). Una buena parte de la

investigación se ha centrado en discernir si tal dependencia serial entre ensayos existe, desde un punto de vista estadístico, o no. En nuestra revisión se deja de lado, sin embargo, la controversia sobre la existencia o inexistencia de rachas en el deporte, y nos centramos en sus dimensiones psicológicas. Primero, la naturaleza de la creencia subjetiva de deportistas y entrenadores en las rachas y, segundo, las consecuencias conductuales que conlleva mantener dicha creencia.

Sobre la primera cuestión, los estudios revisados confirman que, en contextos deportivos distintos, las personas creen firmemente en la existencia de rachas, aunque se observan diferencias en función del nivel de pericia y del marco en el que se plantea el juicio o la decisión. No obstante, aún queda mucho por investigar sobre los factores situacionales y las características psicológicas que afectan a la percepción de rachas. Los estudios sobre las consecuencias de la creencia en rachas, por su parte, muestran que esa creencia tiene un fuerte impacto en las decisiones. Más específicamente, la influencia de la creencia en rachas provoca en general una toma de decisiones peor y más arriesgada. Sin embargo, queda por aclarar en el futuro el impacto de esa tendencia sobre indicadores objetivos de rendimiento en contextos reales de juego.

En el artículo 2, *The hidden cost of coaching: intentional shot adequacy discrimination training in basketball hampers utilization of informative incidental cues*, se comprobaron las ventajas y desventajas del uso de las instrucciones intencionales e incidentales a la hora de aprender a discriminar entre situaciones adecuadas e inadecuadas para lanzar a canasta. Se desarrolló una tarea experimental de simulación en la que los participantes observaban una serie de imágenes estáticas de situaciones de tiro. Tras cada observación tenían que decidir si el jugador con balón debía lanzar o no y recibían *feedback* sobre su decisión, en función de un algoritmo diseñado *ex profeso*. (y basado en la presencia de cinco claves decisionales: Oposición

defensiva, Distancia de lanzamiento, Rebote ofensivo, Balance defensivo y Alternativa mejor al lanzamiento). Al grupo *intencional* se le informó sobre cuatro de las cinco claves a las que debían atender (todas excepto distancia), mientras que el grupo *incidental* no recibió información previa sobre las claves, y sólo contaban para aprender con el *feedback* proporcionado ensayo a ensayo por la misma tarea (tiro correcto/incorrecto). Crucialmente, la clave Distancia se mantuvo incidental para ambos grupos. Los resultados mostraron que los participantes incorporaron de forma eficiente las claves a sus decisiones. Las instrucciones del grupo intencional tuvieron un efecto beneficioso sobre el aprendizaje de algunas de las claves sobre las que se facilitó información. Sin embargo, ese grupo utilizó la clave Distancia de forma menos eficiente que el grupo incidental. Esto muestra que las instrucciones intencionales sobre cuatro de las cinco claves relevantes bloqueó el aprendizaje sobre la clave no incluida dentro de las instrucciones.

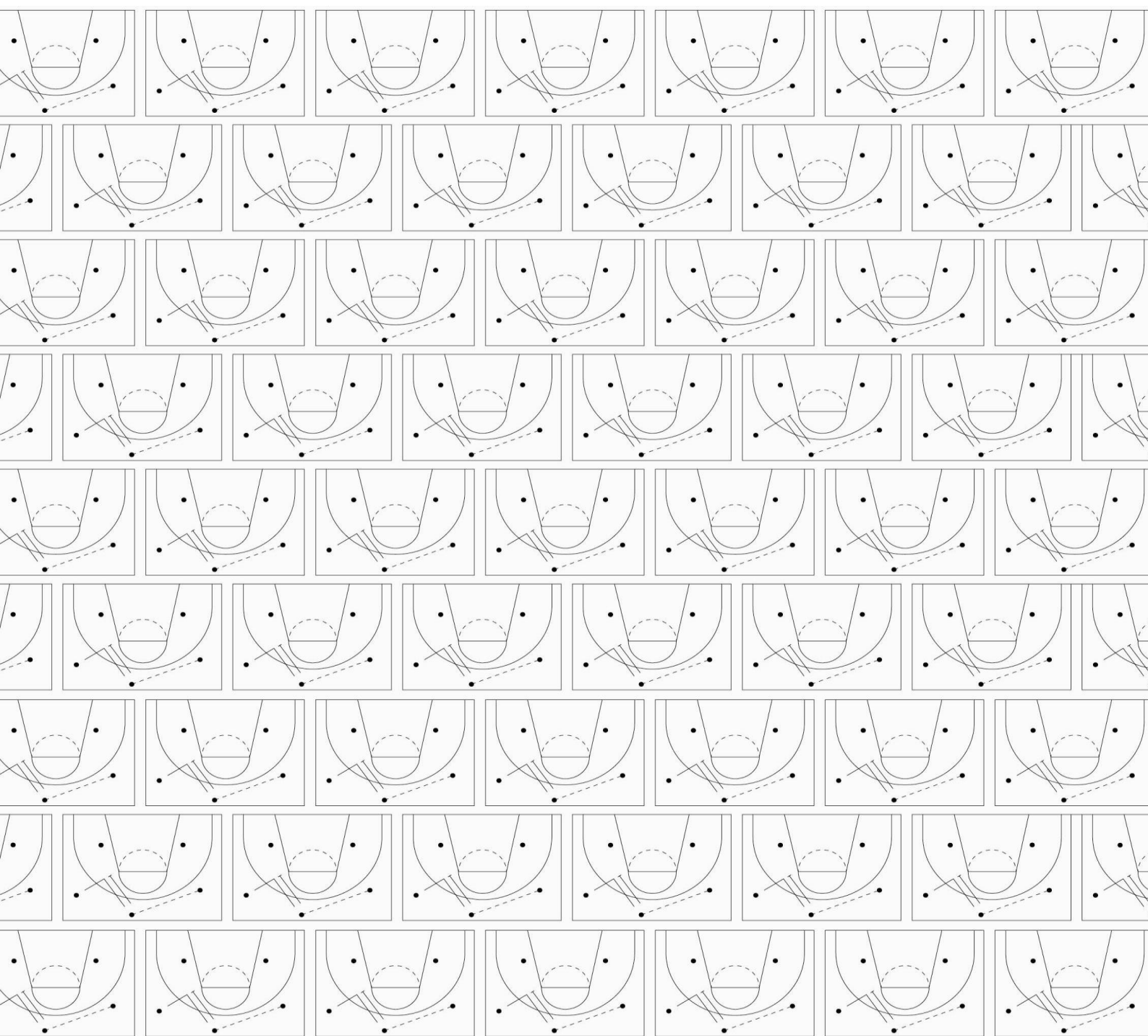
En el artículo 3, *Towards a decision quality model for shot selection in basketball: an exploratory study*, damos los primeros pasos hacia el desarrollo de un modelo que permita medir la calidad de la selección de lanzamiento en baloncesto. En este modelo se incorporaron claves decisionales que predicen no sólo los resultados próximos a la acción del lanzamiento, como por ejemplo anotar o no anotar (y que ocurre a continuación si se falla el tiro), y distales (puntos anotados y recibidos y ganar o perder un partido). Se utilizó la metodología observacional para identificar la presencia de varias claves decisionales (*Oposición defensiva, Distancia de lanzamiento, Rebote ofensivo, Balance defensivo y Ángulo del lanzamiento*) en una muestra de 2976 lanzamientos procedentes de 50 partidos de Euroliga. Mediante análisis de regresión logística y lineal se relacionaron las claves decisionales con resultados próximos y distales de los lanzamientos. Un primer bloque de regresiones entre claves decisionales

y resultados próximos mostraron que una mayor Oposición y Distancia reducen la probabilidad de anotar ($OR = .81; p < .001$ y $OR = .89; p = .013$); una mejor disposición al Rebote ofensivo aumenta la probabilidad de coger el rebote ($OR = 1.57; p < .001$); una mejor ubicación espacial para el Balance defensivo disminuye la probabilidad de recibir un contraataque ($OR = 1.27; p < .036$). Un segundo bloque de regresiones entre resultados próximos y distales mostraron que la efectividad del lanzamiento y del rebote ofensivo predicen positivamente la puntuación total del partido ($\beta = .62; p < .001$ y $\beta = .32; p < .001$) y el resultado final (ganar o perder el partido; $OR = 1.12; p < .001$ y $OR = 1.05; p = .021$). Finalmente, un análisis del impacto de las claves decisionales sobre los resultados distales mostró una relación positiva entre la probabilidad de ganar y el promedio de la disposición al Rebote ofensivo ($OR = 1.18; p = .018$). Los resultados muestran los pesos objetivos (validez) de las claves decisionales involucradas en la selección del lanzamiento. Esta evidencia podría ayudar a los entrenadores a la hora de ofrecer un *feedback* objetivo sobre el rendimiento del lanzamiento de los jugadores más allá de los porcentajes de acierto.

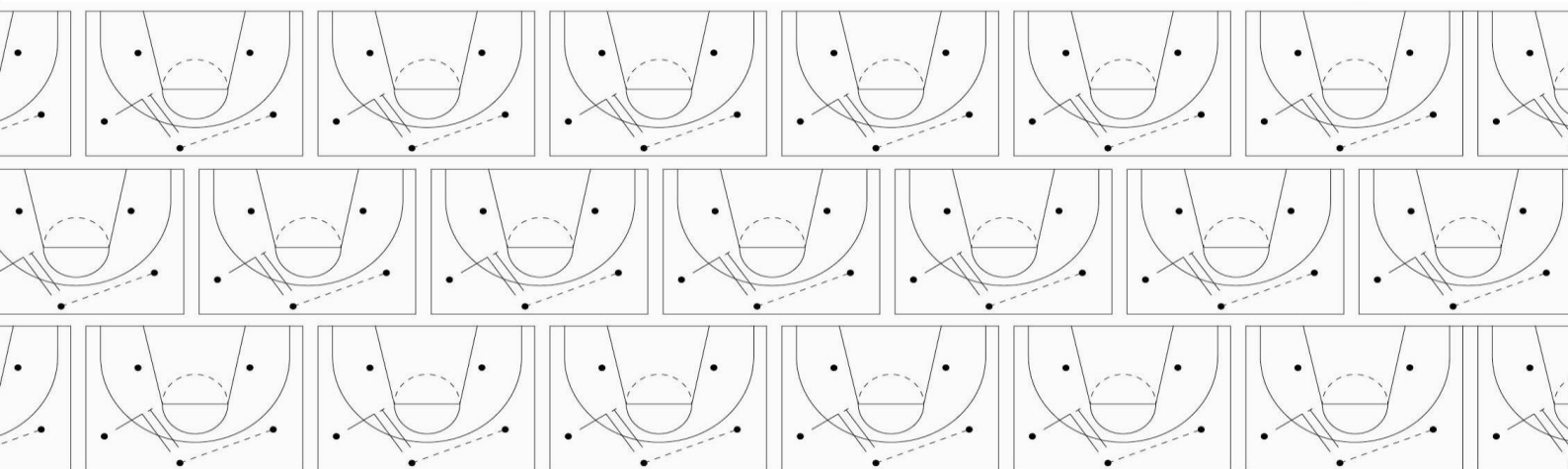
Los estudios desarrollados en este trabajo tienen implicaciones prácticas para el entrenamiento y convergen en una serie de consideraciones comunes. El Estudio 1 muestra que, independientemente de la existencia o no de rachas, la creencia de jugadores y entrenadores en las mismas provoca adaptaciones ofensivas y defensivas, y afecta al curso del partido. El Estudio 2 demuestra que las decisiones de tiro se vinculan progresivamente, vía aprendizaje, a las claves que las preceden, en función del *feedback* que se recibe de ellas. Y, lo que es más importante, el aprendizaje sobre unas claves u otras depende crucialmente de los métodos de enseñanza o entrenamiento utilizados, en los que la dirección de la atención por parte del entrenador puede ser al mismo tiempo beneficiosa y perjudicial. Junto con ello, este estudio muestra la posibilidad de

caracterizar el tiro, ya no sólo desde el punto de vista de sus resultados (e.g., encestar o no), sino también de las claves decisionales que determinan ese tiro. Este avance metodológico abre la puerta, tal y como muestra el Estudio 3, a evaluar los tiros reales de un jugador o un equipo sobre la base de si en esos tiros se han tenido en cuenta las claves presentes, y si esas claves son las propias de una buena o mala selección (esto es, de si, en presencia de esas claves, se maximiza la probabilidad de consecuencias que contribuyan a obtener ventaja competitiva).

En resumen, la posibilidad de evaluar la selección de tiro, no por sus consecuencias, sino por la calidad misma de la decisión de tirar, medida objetivamente por la presencia de las claves estadísticamente más informativas, posibilita: (1) evaluar los resultados progresivos de distintos métodos de enseñanza y entrenamiento; y (2) estudiar la influencia sobre la selección de tiro de variables individuales (e.g., impulsividad o reflexividad) y situacionales (e.g., situación del tiro dentro de una secuencia percibida como racha, marcador del partido, posesión, etc.).



Abstract



ABSTRACT

This doctoral thesis entitled “Decision-making and shot selection in basketball: Tools for assessment and training” consists of three main sections: Introduction, articles and general discussion.

The first section gives a global view of research on judgments and decision-making in sport, analysing its historical evolution and most important fields of study –from classical themes like the *hot hand phenomenon* to more modern perspectives such as ecological dynamic of decision-making, focusing on the individual-environment relationship–. In addition to the historical background, a subsection related to the factors that impact on judgments and decision-making learning is included (the recruitment and utilization of decisional cues and feedback in generating decisional *if-then* rules), and how this knowledge influences different teaching strategies (incidental and intentional). To finish the section, we justify the studies developed, explaining how we will try to solve the main limitations of the research carried out to date and provide tools that allow applicable progress to competitive sport.

In Article 1, *A review of the hot hand phenomenon as subjective belief and its behavioural consequences in sport*, we reviewed the hot hand phenomenon, which is probably the most thoroughly studied topic related to judgments and decision-making in sport. This phenomenon refers to a hypothetical increase in performance after scoring several consecutive shots (for example, an increase in the probability of scoring a field goal in basketball after having scored two or three times consecutively). A large amount of the research has focused on discerning whether such sequential dependence between events exists or not. In this study, however, the discussion related to the existence or nonexistence of streaks was put aside, focusing on two less studied components of the

same: the nature of the hot hand belief and the behavioural implications of that belief. Studies related to the hot hand belief confirm that people strongly believe in their existence in most sports. Differences are observed depending on expertise and framing modifications. However, the influence of different situations and the psychological characteristics that affect the perception of streaks remain to be examined. From a behavioural point of view, the studies show that the influence of the belief in streaks has a huge impact on subsequent decisions. The studies reviewed here suggest that the hot hand belief causes worse and more risky decision-making. However, the impact of this phenomenon on objective performance indicators in real situations remains to be clarified.

The article 2, *The hidden cost of coaching: intentional shot adequacy discrimination training in basketball hampers utilization of informative incidental cues*, examines the advantages and disadvantages of using intentional guidance to teach participants how discriminate between good and bad circumstances in which to take a shot in basketball. A simulated shot-adequacy learning task was developed, in which participants were asked to decide, in each trial, whether the player in possession of the ball should shoot or not. After each decision, they received feedback on their response (determined by five cues: Opposition, Rebound, Balance, Alternative, and Distance). The intentional group was instructed to utilize four of the five cues (all except Distance) while the incidental group did not receive information on the cues and they learned just with the feedback provided trial by trial during the experimental task (adequate or inadequate shot). Crucially, the Distance cue was kept incidental for both groups. Participants effectively incorporated the cues into their decisions. Instructions of the intentional group had a beneficial effect on learning on some cues. However, this group

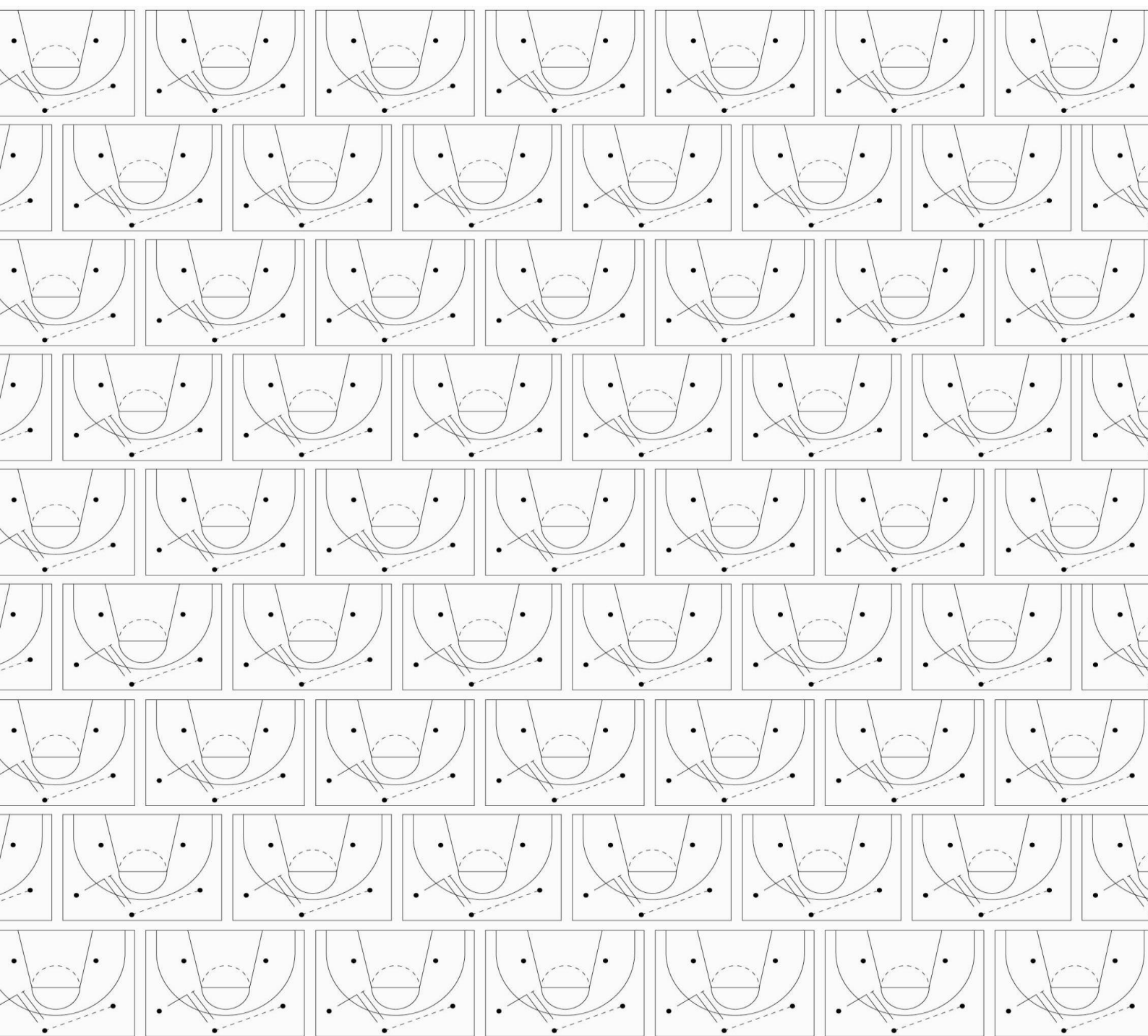
utilized Distance less efficiently than the incidental group, i.e., intentional instructions on the other four cues nearly blocked the utilization of Distance.

In the article 3, *Towards a decision quality model for shot selection in basketball: an exploratory study*, we take the first steps towards a shot selection quality model in basketball that incorporates decisional cues that might be predictive, not only of proximal results (e.g., scoring), but also of distal results (e.g., winning/losing the match). 2976 jump-shots from 50 Euroleague matches were sampled, following systematic observation guidelines. The decisional cues under scrutiny were shooting opposition, distance and lateral angle, disposition to offensive rebound and disposition to defensive balance at the moment of shooting. A first set of regressions between decisional cues and proximal results showed higher opposition and distance to decrease the probability of scoring ($OR = .81$; $p < .001$ and $OR = .89$; $p = .013$); a better disposition towards rebound to increase the chances of catching rebound ($OR = 1.57$; $p < .001$); and better defensive balance disposition to decrease the probability of a fast break ($OR = 1.27$; $p < .036$). A second set of regressions between proximal and distal results showed shooting and offensive rebound effectiveness to predict total points scored ($\beta = .62$; $p < .001$ and $\beta = .32$; $p < .001$) and game result (winning/losing the game; $OR = 1.12$; $p < .001$ and $OR = 1.05$; $p = .021$). Finally, an analysis of the impact of decisional cues on distal results showed a positive relationship between likelihood of winning and average team's disposition to offensive rebound ($OR = 1.18$; $p = .018$). These results cast light on the actual weights (validities) of the different cues involved in predicting outcomes of shooting decisions. This evidence could help coaches provide objective feedback about players' shooting performance, beyond hit percentages.

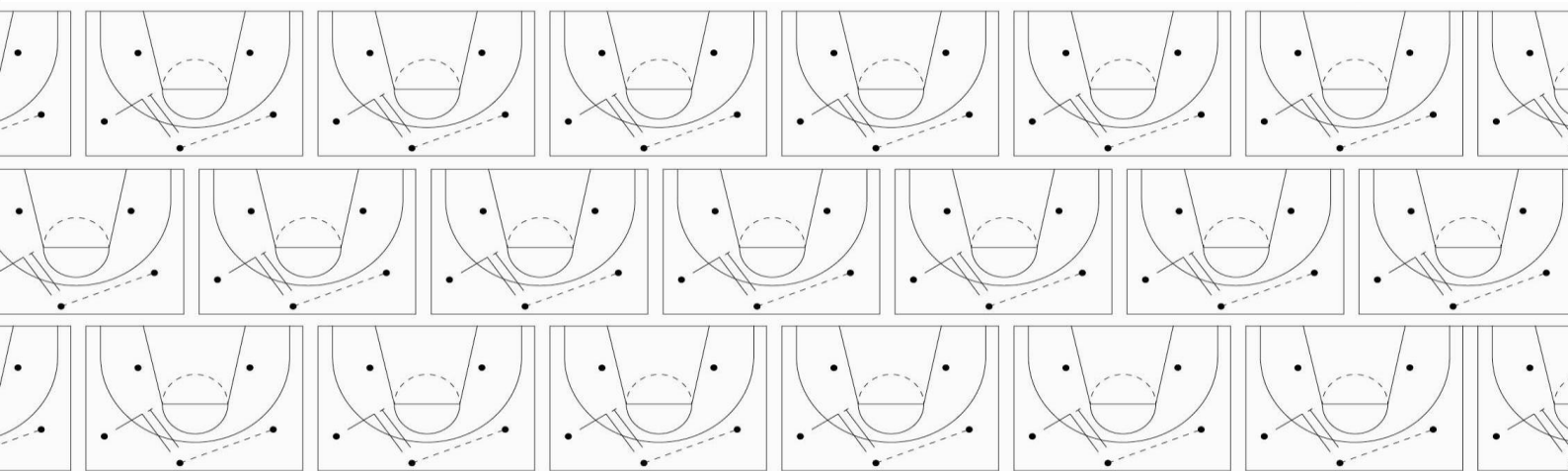
The studies developed in this thesis have multiple implications for training and converge on a common set of considerations. Study 1 shows that regardless of the

existence or not of streaks, the hot hand belief causes offensive and defensive adaptations, and affects the course of the game. Study 2 shows that shooting decisions are progressively linked, via learning, to the cues that precede them, depending on the feedback received from them. And, more importantly, learning about a cue or other depends crucially on teaching methods or training used, in which the guidance of attention by the coach can be both beneficial and detrimental. Along with that, this study shows the possibility of characterizing shooting, not only from the point of view of its results (e.g., score or no score), but also by the decisional cues that determine that shot. This methodological advance allows, as shown in Study 3, to assess the actual shots of a player based on whether those shots take into account the cues present, and if those cues imply a good or bad selection (i.e., whether, the presence of these cues maximizes the probability of gaining competitive advantage).

In sum, the possibility of evaluating shot selection, not by its consequences, but for the decision quality of the shot, measured objectively by the presence of the statistically most informative cues, enables: (1) to assess progressively the results of different methods of teaching and training; and (2) to study the influence of individual variables on the shot selection (e.g. impulsivity or reflectivity) and situational (e.g., shot situation within a sequence perceived as streak, game score, game possession, etc.).



Introducción



Juicios y toma de decisiones en el deporte

Los juicios y la toma de decisiones juegan un papel fundamental en el éxito deportivo. Jugadores y entrenadores toman continuamente decisiones durante el juego que tienen una repercusión directa sobre los resultados obtenidos. La planificación de entrenamientos, el planteamiento de estrategias a desarrollar durante los partidos y las decisiones *in situ* en competición han de buscar, pues, la optimización, definida como máxima probabilidad de éxito (Bar-Eli, Plesner y Raab, 2011). Además, las características propias del deporte (que involucra tanto la cognición como la acción, y en el que las consecuencias de las acciones están con frecuencia estrictamente acotadas por criterios preciso de éxito y fracaso) hacen del deporte un potencial laboratorio para el estudio los procesos generales relacionados con los juicios y la toma de decisiones (Gilovich, 1984).

Si bien el estudio de la toma de decisiones ha sido desarrollado ampliamente desde los años 40 del siglo pasado en varias direcciones (e.g., social, económica o psicológica), no fue hasta los años 80 cuando se generalizó ampliamente su estudio en el ámbito deportivo. Tras algunas menciones en capítulos de libros como el de Straub y Williams (1984), su presencia en la literatura crece exponencialmente a partir del estudio elaborado por Gilovich, Vallone y Tversky (1985) sobre el fenómeno *hot hand* o de rachas en baloncesto. En dicho estudio se comprobó que, a pesar de existir una creencia humana generalizada de que tras varios aciertos consecutivos aumenta la probabilidad de acertar siguientes lanzamientos, estadísticamente, no sólo no existía evidencia de ello, sino que parecía producirse el efecto contrario; a mayor número de aciertos consecutivos, mayor probabilidad de que el siguiente fuera un error. Aunque esta conclusión fue corroborada en un meta-análisis (Avugos, Köppen, Czienskowski, Raab y Bar-Eli, 2013), recientes estudios han utilizado enfoques novedosos que no

descartan la posibilidad de que el fenómeno exista y que además, ocurra de forma regular (Miller y Sanjurjo, 2014 o Bocszkosky, Ezekowitcz y Stein, 2014). De esta forma ha recobrado fuerza a un debate que dura ya más de treinta años y que no parece tener una solución cercana. Dado que una buena parte de la investigación asociada al estudio de los juicios y la toma de decisiones en el deporte se refiere a este fenómeno, el primer estudio de esta tesis profundizará en él a través de una revisión sistemática centrada en los dos componentes del fenómeno *hot hand* más frecuentemente ignorados: las características de la creencia y las posibles consecuencias conductuales y decisionales que dicha creencia pueden tener sobre los deportistas.

A pesar del interés generado por el citado artículo (o quizá, precisamente a causa de este interés), la psicología deportiva relegó a un segundo plano otros aspectos de la toma de decisión hasta la primera década del siglo XXI, infravalorando en parte su potencial (Araújo, Davids, Chow, Passos y Raab, 2009; Bar-Eli y Raab, 2006). Así, durante la década los '90 destacan los trabajos de Ripoll (1991) sobre la relación entre conducta visual y motora en tenis de mesa y escalada, y de Tenenbaum y Bar-Eli (1993), sobre la toma de decisión, sobre todo, en deportes colectivos, desde una perspectiva cognitiva. Esos desarrollos se producen en paralelo a la generalización de la búsqueda del efecto *hot hand* en distintos deportes, en busca de encontrar dependencia secuencial entre ensayos (para una revisión, ver Bar-Eli, Avugos y Raab, 2006). Desafortunadamente, tal como se discute más adelante, muchos de estos trabajos se alejaron del estudio de la toma de decisión, propiamente dicho, al focalizarse en la búsqueda estadística del fenómeno obviando la posible repercusión que podría tener sobre la toma de decisión.

Esa limitación empieza a desaparecer ya en el siglo XXI, con la irrupción de trabajos como el de Raab y Johnson (2004) sobre diferencias individuales en las conductas de

riesgo de lanzadores en baloncesto, o el de Araújo, Davids, Bennett, Simon, Button y Chapman (2004) en el que se enfatizaba la relación individuo-ambiente desde una perspectiva ecológica Gibsoniana. Dicho empuje se vio reflejado en la aparición de diversos volúmenes especiales publicados en revistas de reconocimiento internacional como por ejemplo *Judgement and decision making in sport and exercise: Rediscovery and new visions* (Bar-Eli y Raab, 2006) o *Ecological approaches to cognition in sport and exercise* (Araújo y Davids, 2009), así como diversos libros (e.g., *Judgement, decision-making and success in sport*; Bar-Eli et al., 2011). Estas publicaciones han ayudado a potenciar el estudio de la toma de decisiones deportivas desde perspectivas poco utilizadas hasta entonces y que son dominantes en la actualidad.

En términos teóricos, el estudio de los juicios y la toma de decisiones ha sido abordado desde múltiples perspectivas y dado lugar a una gran variedad de modelos (Koehler y Harvey, 2008). Sin embargo, tal como muestran Bar-Eli et al., (2011) tan sólo una docena ha sido aplicada al ámbito deportivo (ver Tabla 1). El estudio de esta materia en el deporte ha evolucionado desde el uso modelos determinísticos de decisión racional (e.g., Tenenbaum y Bar-Eli 1993) hacia modelos dinámicos, probabilísticos y de racionalidad ecológica. Dicha evolución se debe, en parte, a autores como Johnson (2006), quien defendió la adecuación de modelos cognitivos dinámicos para el estudio de las decisiones en el ámbito deportivo (en concreto, la *Teoría del campo decisional*; Busemeyer y Townsend, 1993), o Araújo, Davids y Hrivstoski (2006) quienes propusieron su estudio desde los *Modelos Ecológicos de Sistemas Dinámicos*.

TABLA 1

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES TEORÍAS SOBRE JUICIOS Y TOMA DE DECISIÓN APLICADAS AL DEPORTE

Enfoque	Ejemplo	Descripción
Modelos racionales de decision	Teoría de la Utilidad Subjetiva Esperada (Edwards 1954)	Esta teoría estática y determinística es posiblemente la más conocida en relación con la toma de decisiones. Parte de dos parámetros: la probabilidad de éxito (incertidumbre) y el valor de la opción escogida (utilidad). Se calcula el producto de estos parámetros y se escoge la opción con el resultado más elevado.
	Teoría del Campo Decisional (Busemeyer y Towend 1993) (Para una aplicación al deporte, ver Johnson, 2006)	Esta teoría es una extensión de la anterior proponiendo una descripción alternativa. El supuesto principal consiste en que la preferencia por las distintas opciones fluctúa en el tiempo (teoría dinámica). La atención se desplaza de forma secuencial de una opción a otra, cambiando la preferencia entre opciones. La selección de opciones dependerá del momento en que se toma la decisión. La utilidad subjetiva esperada de cada opción varía a lo largo de situaciones dinámicas. Por ejemplo, durante una fase de ataque en baloncesto la opción con mayor utilidad subjetiva esperada en un momento dado puede ser distinta a la opción generada un instante después.
	Modelos Bayesianos (Edwards, 1962) (Para una aplicación al deporte, ver Bar-Eli y Tenenbaum, 1993)	Este enfoque normativo ha sido ampliamente aplicado al estudio de los juicios. Sus principios básicos consisten en que las opiniones deben ser expresadas en términos de probabilidades subjetivas (personales). Al incorporar nueva información relevante, esas opiniones han de ser revisadas utilizando el Teorema de Bayes. El resultado de un análisis bayesiano es una distribución de probabilidades sobre un conjunto de hipótesis de estados del entorno en vez de una única predicción. Estas probabilidades se pueden utilizar para generar reglas de decisión. Además, este modelo sirve para prescribir cómo deberían pensar las personas.
Modelos probabilísticos	Modelo de Lente (Brunswik, 1956; adaptado a la toma de decisión por Hastie y Dawes, 2011)	Según esta teoría, el logro de una decisión depende de la habilidad de las personas para percibir información relevante y precisa del entorno. El problema reside en que las personas no perciben directamente el criterio objetivo (o claves distales) que muestren 'el estado real del mundo'. Las decisiones han de inferirse a partir de las variables visibles del entorno (o claves próximas). No obstante, las claves próximas son ambiguas y probabilísticas en el entorno, con lo cual la relación entre éstas y las claves distales no es determinística y se expresa en forma de regresiones (funcionalismo probabilístico). Por ejemplo, un lanzador en baloncesto tendrá que atender a distintas claves a la hora de decidir si lanza o no, en la medida en que esas claves predigan el éxito de su equipo, la decisión tomada será acertada o desacertada.

Sesgos y heurísticos	Teoría de la Prospección (Tversky y Kahneman, 1992)	De acuerdo con este enfoque, las personas tienden a confiar en los heurísticos (atajos decisionales) cuando emiten juicios o toman decisiones bajo incertidumbre. El uso de los heurísticos facilita algunos juicios y decisiones pero también da lugar a errores sistemáticos y han sido históricamente concebidos como ejemplo de una toma de decisión ‘no racional’. Por ejemplo, cuando las personas observan el acierto de varios lanzamientos consecutivos en baloncesto pueden hacer uso del heurístico de representatividad y clasificar dicha secuencia como racha. Sin embargo, el uso de dicho heurístico está generando un juicio erróneo pues se está partiendo de una muestra sesgada (‘ley de los números pequeños’).
Enfoque de heurísticos simples	Heurísticos Rápidos y Frugales (Gigerenzer, Todd y el Grupo de investigación ABC, 1999)	Esta teoría parte del concepto de ‘racionalidad limitada’ (Simon, 1956) que hace referencia a la simplificación de procesos complejos de toma de decisión debido a las capacidades limitadas del ser humano. Dentro de este enfoque, el concepto de utilidad (utilizado en las teorías racionales) es reemplazado por el de heurístico simple. Un heurístico simple es una regla sencilla que guía una decisión y se basa en la experiencia, con lo cual, en un contexto adecuado, facilitará la elección adecuada entre opciones. Por ejemplo, si en un partido de baloncesto tuviéramos que escoger entre pasar a dos jugadores; uno de ellos un famoso jugador de la NBA y otro completamente desconocido, una estrategia adecuada para aumentar la probabilidad de éxito sería pasar al jugador que conocemos (guiándonos por el heurístico de reconocimiento) pues seguramente sea mejor que el desconocido.
Enfoque ecológico Gibsoniano	Modelos Ecológicos de Sistemas Dinámicos (Araújo y Davids, 2009)	Desde esta perspectiva, la toma de decisión se entiende como una relación funcional entre el individuo y el ambiente. Por ello, la toma de decisión es un proceso complejo que no puede separarse de la expresión conductual del individuo. Los actuales modelos ecológicos de sistemas dinámicos tienen su origen en la Teoría de la Percepción Directa de James Gibson (1979), quien propuso que las personas perciben y actúan sobre propiedades funcionales de las sustancias, superficies, lugares, objetos y eventos en el entorno. Estas propiedades proporcionan oportunidades de acción (<i>affordances</i>) y se definen por la relación de complementariedad entre las restricciones del ambiente (<i>constraints</i>) y el actor. En términos prácticos, desde este enfoque ‘ <i>percibir la distancia de contacto es percibir el trabajo requerido, percibir el tiempo de contacto es percibir el impulso de fuerzas requerido y percibir la dirección de contacto es percibir la dirección de fuerzas requerida</i> ’ (Turvey y Shaw, 1995)

En los estudios incluidos en esta tesis doctoral se hará referencia a elementos de diversas teorías. Por ejemplo, en nuestro primer artículo de revisión sobre la creencia y

conducta de *hot hand* aparecerán conceptos como el heurístico de representatividad, uno de los sesgos cognitivos asociados a la *Teoría de la Prospección* (ver Tversky y Kahneman, 1992). Dicho heurístico fue utilizado por Gilovich et al., (1985) para explicar la creencia en rachas, considerando ésta una falacia o ilusión cognitiva. También en esta revisión, y de forma más acorde a recientes reinterpretaciones de la creencia en rachas, aparece el heurístico *take the hot* (Burns 2004; Raab, Gula y Gigerenzer, 2012) asociado al enfoque de *Heurísticos Rápidos y Frugales* y a la investigación sobre racionalidad ecológica llevada a cabo por Gigerenzer, Todd y el Grupo de investigación ABC (1999), en la cual se propone la validez ecológica de los heurísticos así como sus repercusiones adaptativas. En nuestro segundo y tercer artículo, aparecen conceptos como *affordances* o *constraints*, en referencia al conjunto de claves utilizadas cuando un individuo toma una decisión y a las limitaciones o restricciones del contexto a la hora de tomar una decisión, respectivamente. Ambos conceptos proceden de la perspectiva ecológica de James Gibson (1966, 1979) y, actualmente, se sitúan en los ya citados *Modelos Ecológicos de Sistemas Dinámicos* (Araújo et al., 2006; Araújo y Davids, 2009). También aparecerán los conceptos de *claves decisionales* y *validez* de dichas claves (validez predictiva en un modelo de regresión) tomados directamente de la adaptación que Hastie y Dawes (2011) hacen del *Modelo de Lente* de Brunswik (1955). Según este modelo, los juicios y decisiones humanas se basan en la integración de distintas claves cada una de las cuales predice con una cierta validez el resultado de la decisión. Que dichas claves tengan un mayor o menor peso a la hora de elaborar un juicio o tomar una decisión dependerá de hasta que punto el sujeto haya aprendido a captar su valor predictivo real (validez objetiva). Cuanto mayor sea la coincidencia entre los pesos de las claves en las decisiones y su validez objetiva, mayor será la precisión de dicho juicio o decisión respecto de su resultado real.

Aprendizaje de los juicios y toma de decisiones en deporte

Junto con el interés en la modelización y la teoría, en los últimos años ha aparecido un resurgido interés por la enseñanza y aprendizaje de los juicios y decisiones (Raab, 2007). Así, se han llevado a cabo diversos trabajos relacionados con la enseñanza de la toma de decisiones, ya sea mediante práctica inespecífica (entrenamiento sin movimiento, principalmente a través de vídeo y de pizarra; e.g., Perales et al., 2011) o mediante práctica específica (con movimiento) (e.g., García-González, Moreno, Gil, Moreno y Del Villar, 2014; Memmerth y Roth, 2007). Mientras los primeros se focalizan en la mejora estratégica y táctica (toma de decisiones dentro de situaciones particulares), los segundos, se centran en cómo dichos procesos y decisiones son llevados a la práctica a través de la técnica.

El entrenamiento basado en secuencias de vídeo es comúnmente utilizado para analizar la toma de decisiones en todo tipo de deportes. Dentro de este entrenamiento, los dos procedimientos más utilizados en la actualidad son las sesiones de vídeo fuera de pista y las sesiones *in situ* que pretenden dar *feedback* inmediato a los jugadores para optimizar sus conductas (Bar-Eli et al., 2011). De esta forma, los deportistas pueden observar y analizar su propio comportamiento y el de sus adversarios para detectar fortalezas y debilidades o diseñar estrategias específicas a desarrollar durante el juego.

Ya sea en pista o en sesiones de vídeo, los entrenadores utilizan distintas estrategias de enseñanza. En función del tipo de instrucciones, estas estrategias han sido divididas de forma clásica en dos: incidental e intencional. La primera pretende generar un aprendizaje auto-dirigido y basado en la práctica sin guiar, mientras que la segunda pretende conseguir un aprendizaje dirigido por el entrenador donde éste hace consciente al jugador de los requisitos y objetivos específicos de la práctica.

Dicha diferenciación tiene en parte su raíz en la antigua y polémica dicotomía entre aprendizaje implícito y explícito, procedente del campo de la Psicología del Aprendizaje (ver, por ejemplo, Shanks, Rowland y Ranger, 2005 o Maddox y Ashby, 2004). Desde esta perspectiva, el aprendizaje implícito se entiende como un proceso de adquisición de conocimiento o modificación de la conducta que se produce sin participación de la conciencia del participante y daría como resultado un procesamiento rápido de la información y un conocimiento sobre lo aprendido imposible de verbalizar. Al contrario, en el aprendizaje explícito, el participante adquiere conocimiento o modifica su conducta de forma consciente y se caracteriza por ser un conocimiento verbalizable. Sin embargo, esta clasificación acarrea la controversia asociada a la definición de la conciencia y la posibilidad de medirla.

Otras perspectivas han aportado distintas clasificaciones, por ejemplo, Raab y Johnson (2008) consideraron que la diferenciación entre la toma de decisión intuitiva y deliberada hace referencia a dos procesos que son extremos de un continuo que varía en función del grado de automatización o control de las decisiones, sin que exista una toma de decisión puramente intuitiva o puramente deliberada.

A menudo, en la literatura se han equiparado las distintas clasificaciones de forma simplista y poco precisa, provocando problemas conceptuales. Por ello, a lo largo de este trabajo adoptaremos la clasificación incidental/intencional, evitando de esta forma las controversias descritas y siguiendo la perspectiva operacional de autores como Perales et al., (2011), Raab (2003) o anteriormente, Dickinson (1977). En nuestra investigación la distinción incidental/intencional se referirá únicamente a la estrategia de enseñanza utilizada por el entrenador (en el Estudio 2, por el experimentador) de guiar intencionadamente, mediante instrucciones, la atención del sujeto hacia ciertas claves informativas, o dejar que sea la persona entrenada quien descubra la importancia

de las mismas por él/ella mismo/a a partir únicamente del *feedback* de sus decisiones. Nótese que, con ello, no decimos que el participante no sea consciente de la importancia de las claves, o que no ponga esfuerzo y recursos en descubrirlas, sólo que dichos procesos no están dirigidos de forma intencionada por el entrenador/experimentador.

Al usar una estrategia de enseñanza intencional, el entrenador utiliza lo que se conoce como reglas *si-entonces* para guiar la conducta de los deportistas (ver, por ejemplo, Griffin, Mitchell y Oslin, 1997). Estas reglas incluyen una situación *si* que implica una conducta a seguir *entonces*. Utilizaremos como ejemplo una situación que se desarrollará a lo largo de esta tesis doctoral: la selección del lanzamiento en baloncesto (para ejemplos similares, ver Perales et al., 2011 y Llorca-Miralles, Sánchez-Delgado, Piñar, Cárdenas y Perales, 2013). A la hora de seleccionar un lanzamiento, el jugador que tiene el balón deberá atender a distintas variables o claves decisionales y, en función de éstas, decidir si lanzar o no. Por ejemplo, si en el momento de un posible lanzamiento (situación *si*) no hay oponentes cercanos, hay opción de que los compañeros cojan un rebote ofensivo en caso de fallo y además hay compañeros que podrían evitar un posible contraataque del equipo contrario en caso de fallo y no coger el rebote ofensivo, la decisión correcta sería lanzar (conducta *entonces*). En caso contrario, la decisión correcta sería no lanzar y buscar una mejor opción.

En los últimos años, diversos autores han comparado intervenciones con estrategias de enseñanza intencionales e incidentales para comprobar cuáles son más eficaces. Por ejemplo, Raab (2003) comprobó que las instrucciones incidentales producen mejores decisiones en situaciones sencillas que las intencionales. Sin embargo, en situaciones complejas las instrucciones intencionales fueron más eficaces. Resultados similares fueron encontrados por Votsis, Tzetzis, Hatzitaki y Grouios (2009) tras una intervención de 12 entrenamientos teórico-prácticos en bádminton. Más recientemente, Perales et al.,

(2011) y Llorca-Miralles et al., (2013) analizaron ambas estrategias en el aprendizaje de la selección de lanzamiento en baloncesto mostrando la distinta capacidad de las claves decisionales para incidir en las decisiones de los participantes así como la influencia de las instrucciones intencionales a la hora de incorporar claves con poca capacidad para captar la atención (poco salientes).

Las situaciones citadas (e.g., seleccionar un lanzamiento en baloncesto o pasar a un lado u otro en voleibol) y el uso de este tipo de reglas *si-entonces* se enmarcan dentro de un ámbito conocido como *aprendizaje de categorías* (Ashby y Maddox, 2011). En este tipo de aprendizaje el participante debe atender a distintas claves y aprender a distinguir entre situaciones distintas en función de un determinado *feedback* o criterio externo. Continuando con el ejemplo anteriormente citado, en la selección de lanzamiento en baloncesto los jugadores tendrán que aprender a detectar aquellas configuraciones de claves que hacen que el lanzamiento sea apropiado y aquellas que hacen que no lo sea. De esta forma, los elementos fundamentales en este aprendizaje serán las claves decisionales a las que hay que atender, el *feedback* o criterio que indicará al jugador la calidad del resultado de su decisión y la regla interna (*si-entonces*) que relaciona las claves decisionales y el *feedback* (Perales et al., 2011).

La dinámica de un aprendizaje concreto dependerá de las características y naturaleza de estos tres elementos. Por un lado, la saliencia o capacidad para captar la atención de las claves decisionales así como la atención dirigida intrínsecamente hacia las mismas hará que el aprendizaje sea más o menos efectivo (Blair y Watson, 2009). Además, el propio proceso de aprendizaje influirá en la atención hacia las distintas claves (Kruschke, 2003). Por otro lado, la demora del *feedback* influirá cuantitativa y cualitativamente a la hora de aprender (Maddox, Ashby y Pickering, 2004). Por último, la complejidad de la regla interna que asocia claves decisionales y *feedback* será

determinante en el aprendizaje. La complejidad de una regla interna dependerá, en primer lugar, del número de claves decisionales; a mayor número de claves, mayor complejidad. Y, en segundo lugar, dependerá de si la regla es determinística o probabilística. Las reglas determinísticas no toleran excepciones, es decir, ante una disposición de claves determinada, la decisión a tomar siempre será la misma. Sin embargo, las reglas probabilísticas sí toleran excepciones, con lo cual, ante una disposición de claves determinada, habrá una mayor probabilidad de que una decisión sea correcta, pero no siempre lo será. En tercer lugar, el hecho de que la regla sea lineal o no lineal también determinará su complejidad. En las reglas lineales, la suma de dos condiciones que por separado indican un signo de *feedback* positivo, dará lugar a un signo positivo ($A \rightarrow O$, $B \rightarrow O$, $AB \rightarrow O$; donde A y B son claves decisionales y O el *feedback*). Sin embargo, en las reglas no lineales, la suma de dos condiciones que por separado indican un signo positivo, puede dar lugar a un signo del *feedback* negativo ($A \rightarrow O$, $B \rightarrow O$, $AB \rightarrow \text{no } O$) (Shanks y Darby, 1998). Así, las reglas de mayor complejidad serán aquellas que tengan un mayor número de claves decisionales, probabilísticas y no lineales (Perales et al., 2011).

Justificación de los estudios

En la actualidad nadie discute que la toma de decisión es un proceso directamente relacionado con el éxito en el deporte, y esto se ha visto reflejado en un creciente interés por parte de entrenadores y profesionales del ámbito deportivo en entender cómo el jugador decide y mejora la calidad de las decisiones. Sin embargo, el desarrollo de esta convicción se ha visto dificultado por la lentitud con la que los avances teóricos repercuten de forma significativa en la práctica deportiva.

Bar-Eli et al., (2011), por ejemplo, ya alertaban sobre la ambigüedad de la literatura al considerar qué es una decisión correcta. De hecho, hasta la fecha, uno de los problemas principales de la investigación es que se ha carecido de un criterio objetivo para decidir qué es una buena o una mala decisión, al menos en la selección e tiro, y la mayoría de los estudios se han basado en juicios de expertos para evaluar las decisiones o las claves decisionales que han de tenerse en cuenta a la hora de tomar una decisión determinada (ver, por ejemplo, Raab, 2003). Si bien la literatura ha comprobado que los expertos tienen mayor capacidad para captar información del ambiente que los novatos (García-González, Araújo, Carvalho, y Iglesias, 2011), el hecho de no existir un criterio de calidad objetivo con el que poder comparar sus valoraciones hace que éstas hayan podido ser desvirtuadas por sesgos o creencias subjetivas erróneas, propias del campo o de la tradición de entrenamiento dominante en él. Unido a lo anterior, en la investigación sobre este tópico han predominado los estudios basados en tareas de laboratorio (Farrow y Raab, 2008), dejando de lado otras metodologías de mayor validez ecológica.

La investigación sobre las consecuencias del fenómeno *hot hand* es paradigmática de los problemas que se derivan de la ausencia de criterios de calidad objetivos para la toma de decisiones en deporte. En multitud de ocasiones, los investigadores han asociado el posible descenso de rendimiento tras la consecución de varios lanzamientos en racha a posibles modificaciones desadaptativas en la selección de lanzamiento. Sin embargo, al no poderse cuantificar las variables relacionadas con la selección de lanzamiento y no relacionarlas con los resultados reales de juego, no ha habido forma de corroborar dichas explicaciones. A pesar de que recientemente se han realizado algunos intentos de vincular la selección del lanzamiento a los resultados de juego (e.g., Csapo, Avugos, Raab y Bar-Eli, 2015a), existe un vacío en la literatura. Este problema será

discutido ampliamente en el artículo 1 de esta tesis doctoral, *Una revisión del fenómeno hot hand como creencia subjetiva y sus consecuencias conductuales en el deporte*, y se retoma en el artículo 3 *Hacia un modelo de calidad decisional para la selección de lanzamiento en baloncesto: un estudio exploratorio*, en el que, como el propio artículo indica, se pretende avanzar en el descubrimiento de claves decisionales sobre las cuales se pueda aprender a tomar mejores decisiones, entendiendo por “mejores” el hecho de maximizar los resultados a corto y largo plazo de tales decisiones y conferir ventaja competitiva a quien las toma.

Por tanto, los tres trabajos de esta tesis están unidos (1) por la conciencia de las limitaciones antes descritas; (2) la necesidad de desarrollar herramientas que permitan evaluar el aprendizaje de la toma de decisiones de forma fiable; y (3) la importancia de obtener criterios objetivos con los que poder definir qué es una decisión correcta y así poder comparar entre distintas decisiones considerando su calidad.

En el primer artículo *Una revisión del fenómeno hot hand como creencia subjetiva y sus consecuencias conductuales en el deporte*, como se ha comentado con anterioridad, se analizó el tópico más estudiado en relación con los juicios y toma de decisiones en deporte: el fenómeno *hot hand* o fenómeno de rachas. Nuestra revisión, a diferencia de gran parte de la investigación anterior, en gran medida ignora la controversia sobre la existencia de rachas, y se centra la naturaleza psicológica de la creencia en rachas y en las consecuencias conductuales de dicha creencia. Esa elección no es casual, y en gran medida nos sirve para ejemplificar cómo los avances propuestos en los artículos 2 y 3 permitirían incrementar la utilidad práctica de los trabajos teóricos realizados hasta la fecha. Lo importante realmente no es si las rachas existen, sino si *creer* en las mismas, modifica las decisiones colectivas e individuales posteriores, y si esas consecuencias conductuales llevan a mejores o a peores decisiones. Sin una forma

de identificar qué claves ambientales incorpora el tirador a sus decisiones de selección de tiro, y sin una forma de saber si las claves que incorpora son las más informativas sobre los resultados del tiro, tanto inmediatos como demorados, no será posible avanzar en el entrenamiento de los individuos y los grupos para la mejora de esas decisiones.

En consecuencia, en el artículo 2, *The hidden cost of coaching: intentional shot adequacy discrimination training in basketball hampers utilization of informative incidental cues*, intentamos comprobar las ventajas y desventajas entre las instrucciones intencionales e incidentales en el aprendizaje de situaciones buenas y malas a la hora de lanzar a canasta. Para ello, primero, hemos tenido que idear una metodología estadística que permita evaluar el proceso gradual a través del cual los individuos aprender a tener en cuenta las condiciones antecedentes del tiro (claves decisionales) para decidir si tirar a canasta es adecuado o no.

En este trabajo utilizamos una tarea experimental de simulación que nos permitía a nosotros, como experimentadores, decidir a priori qué era un buen o un mal lanzamiento y dar *feedback* controlado a los participantes. Durante la tarea éstos observaban una serie de imágenes de situaciones reales previas a un posible tiro y tras cada observación, tenían que decidir si el jugador con balón debía lanzar o no. Después de cada decisión, recibían el *feedback* de su respuesta (basada en cinco claves decisionales: oposición defensiva, distancia de lanzamiento, rebote ofensivo, balance defensivo y alternativa mejor al lanzamiento). Mientras al grupo intencional se le informó sobre todas las claves a las que debían atender excepto una (distancia), al grupo incidental no se le informó sobre ninguna clave, teniendo tan sólo como referencia para aprender el *feedback* proporcionado por la tarea.

La herramienta metodológica utilizada permite evaluar el aprendizaje de la toma de decisiones de forma a partir de la operativización de las claves decisionales

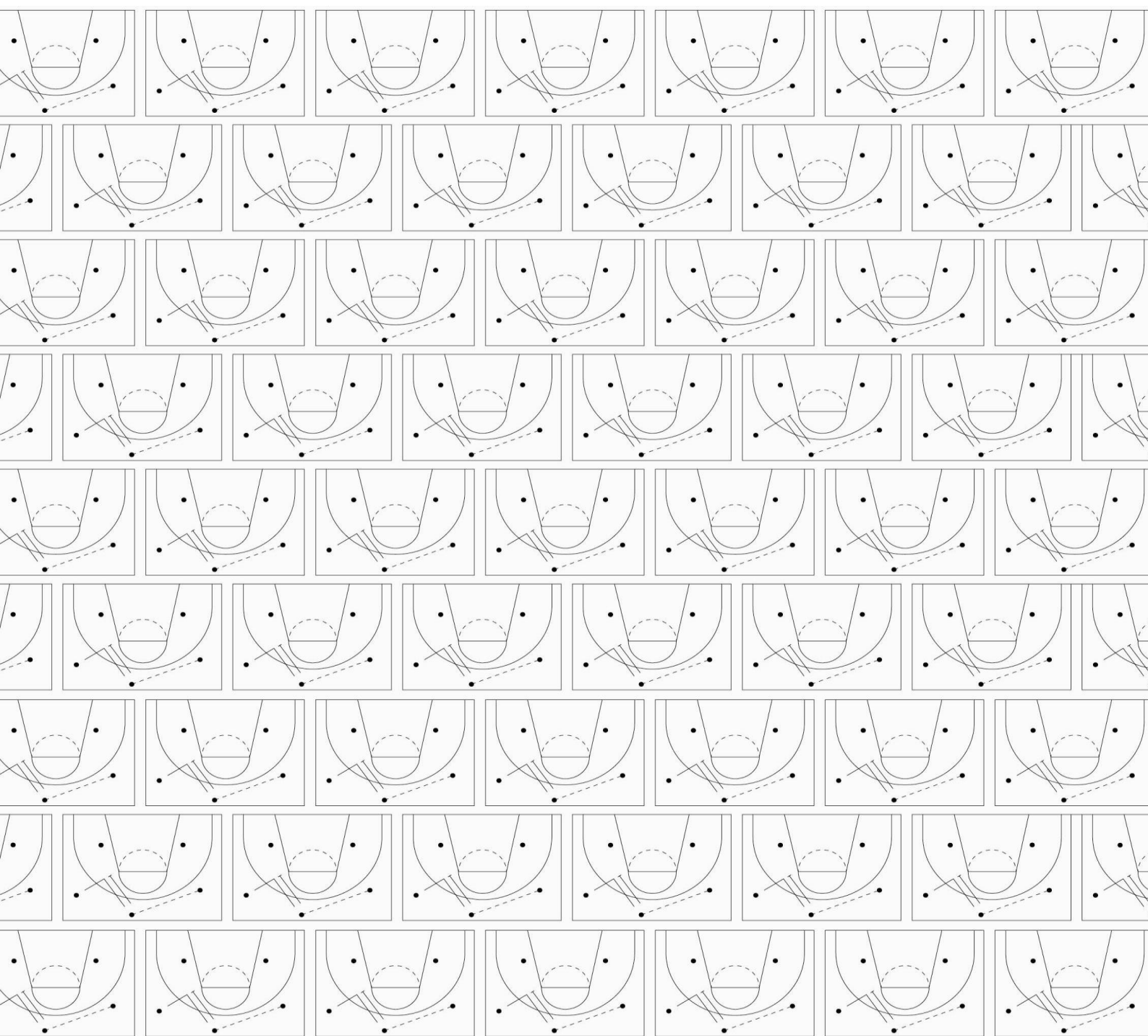
significativas en la selección del lanzamiento (esto es, la información relevante a la que atender para tomar la decisión de lanzar o no; ver Perales et al., 2011 y Llorca-Miralles et al., 2013). Sin embargo, a pesar del avance metodológico y la demostración palpable de su utilidad para constatar en aprendizaje que sustenta la progresión individual hacia una mejor toma de decisiones de tiro, tanto la selección de claves como la valoración de su importancia se realizó mediante un panel de expertos, estando sus juicios expuestos a parte de las limitaciones ya comentadas.

Por ello, el siguiente paso se encaminó a vincular las claves decisionales con los resultados reales de juego y así conocer su validez objetiva. Con dicho fin realizamos el estudio reportado en el artículo 3, *Towards a decision quality model for shot selection in basketball: an exploratory study*, donde damos los primeros pasos hacia el desarrollo de un modelo que permita medir la calidad de la selección del lanzamiento en baloncesto. En este modelo se incorporaron claves decisionales que predicen no sólo los resultados próximos a la acción del lanzamiento, como por ejemplo anotar o no anotar, sino también resultados distales como ganar o perder un partido. Se utilizó la metodología observacional para analizar distintas claves decisionales (*oposición defensiva, distancia de lanzamiento, rebote ofensivo, balance defensivo y ángulo del lanzamiento*) en una muestra de 2976 lanzamientos procedentes de 50 partidos de Euroliga. Mediante análisis de regresión logística y lineal se relacionaron las claves decisionales con resultados próximos y distales.

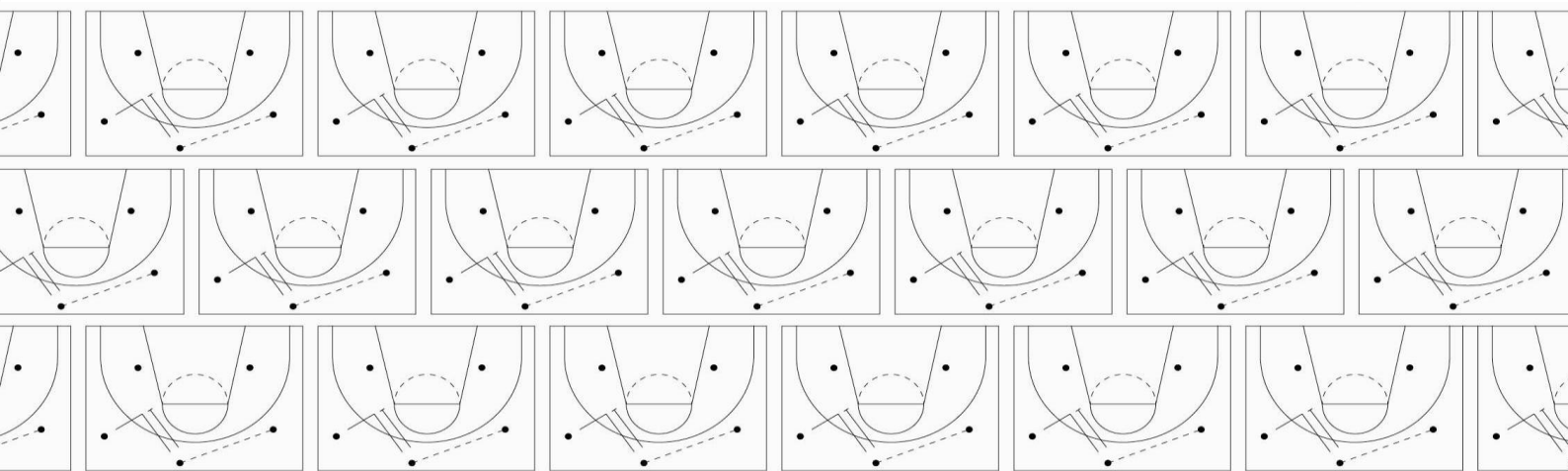
Este modelo ha permitido realizar una primera aproximación hacia la validez objetiva de las claves decisionales por su repercusión en el juego y en el futuro relacionar la toma de decisión de un jugador con distintas características psicológicas o la posibilidad de que un entrenador proporcione un *feedback* objetivo a sus jugadores. Igualmente, podría ser utilizado para analizar cómo varía la selección de lanzamiento de

un jugador durante una racha, proporcionando información útil sobre el fenómeno *hot hand*.

Nótese que con este último estudio, de alguna forma, se cierra un ciclo que comenzaba con la constatación de un problema en la investigación sobre *hot hand* en el artículo 1 de esta tesis. En éste se recalca que, hasta la fecha, no se ha podido comprobar si dos o más aciertos encadenados llevan a los equipos a hacer una mejor o peor selección del tiro; todo lo más se había intentado ver si los siguientes tiros son más o menos efectivos en términos de anotación. Sin embargo, si algo queda claro en los resultados del artículo 3 es que el hecho de que un tiro esté bien o mal seleccionado depende de factores que van más allá de la efectividad anotadora. En este estudio, observamos que, por ejemplo, en relación al resultado final del partido, tirar cuando hay jugadores atacantes al rebote puede ser incluso más importante que tirar con posición cómoda (sin oposición, o desde un punto relativamente cercano al aro). Sólo con las claves identificadas aquí como objetiva y competitivamente importantes, ya podría realizarse una observación sistemática de cómo el encadenamiento de aciertos afecta realmente a la calidad de la selección de tiro. Es más, podría investigarse si la calidad del tiro depende de otros factores que van más allá, o interaccionan con la posición del tiro en una racha: por ejemplo, el perfil de impulsividad del jugador, el estado del marcador, la presión temporal o la importancia del partido. Esto es, facilita una vía para conectar la psicología individual y colectiva con el *match analysis*. El estudio 2, por su parte, sirve de eslabón necesario entre el 1 y el 3 y, paralelamente, ilustra las ventajas e inconvenientes de distintas estrategias de enseñanza y entrenamiento para la selección de tiro.



Objetivos



OBJETIVOS

En esta tesis doctoral se analizará la decisión de lanzar a canasta a través de tres estudios. Más allá de los objetivos específicos de cada estudio, el objetivo general será identificar al menos parte de los inconvenientes y limitaciones prácticas que se derivan de que, en la actualidad, no haya un método comúnmente aceptado para evaluar de forma objetiva la calidad de la selección de tiro (esto es, distinguir un tiro *mejor* seleccionado de uno *peor* seleccionado), y, por tanto, no haya tampoco forma de evaluar la mejora progresiva de la selección de tiro con el entrenamiento. Más allá de la identificación del problema, este conjunto de trabajos pretende formular posibles vías de solución.

Artículo 1: *Una revisión del fenómeno hot hand como creencia subjetiva y sus consecuencias conductuales en el deporte.*

Objetivo general:

- Revisar de forma sistemática los estudios que examinan los mecanismos psicológicos de la creencia en rachas (creencia de *hot hand*) y los que analizan las implicaciones conductuales (conducta de *hot hand*) provocadas por dicha creencia.

Objetivos específicos:

- Resumir las tendencias y los logros principales realizados hasta el momento, así como las limitaciones de los resultados obtenidos, sobre todo desde un punto de vista práctico para el entrenamiento.
- Proponer posibles orientaciones futuras para progresar en el estudio del fenómeno *hot hand*.

Artículo 2: *El coste oculto del entrenamiento: la instrucción intencional sobre la adecuación del lanzamiento en baloncesto impide el uso de claves decisionales incidentales.*

Objetivo general:

- Analizar el aprendizaje de la selección de lanzamiento en baloncesto en participantes sin experiencia mediante una tarea de simulación experimental.

Objetivos específicos:

- Comparar dos grupos con distintos tipos de instrucción: incidental e intencional.
- Generar una herramienta que permita monitorizar el aprendizaje de la toma de decisión en la selección de lanzamiento.
- Examinar las ventajas y desventajas de ambos tipos de instrucción en lo que se refiere a la incorporación de claves de decisión informativas en ese proceso de aprendizaje.

Artículo 3: *Hacia un modelo de calidad decisional para la selección de lanzamiento en baloncesto: un estudio exploratorio.*

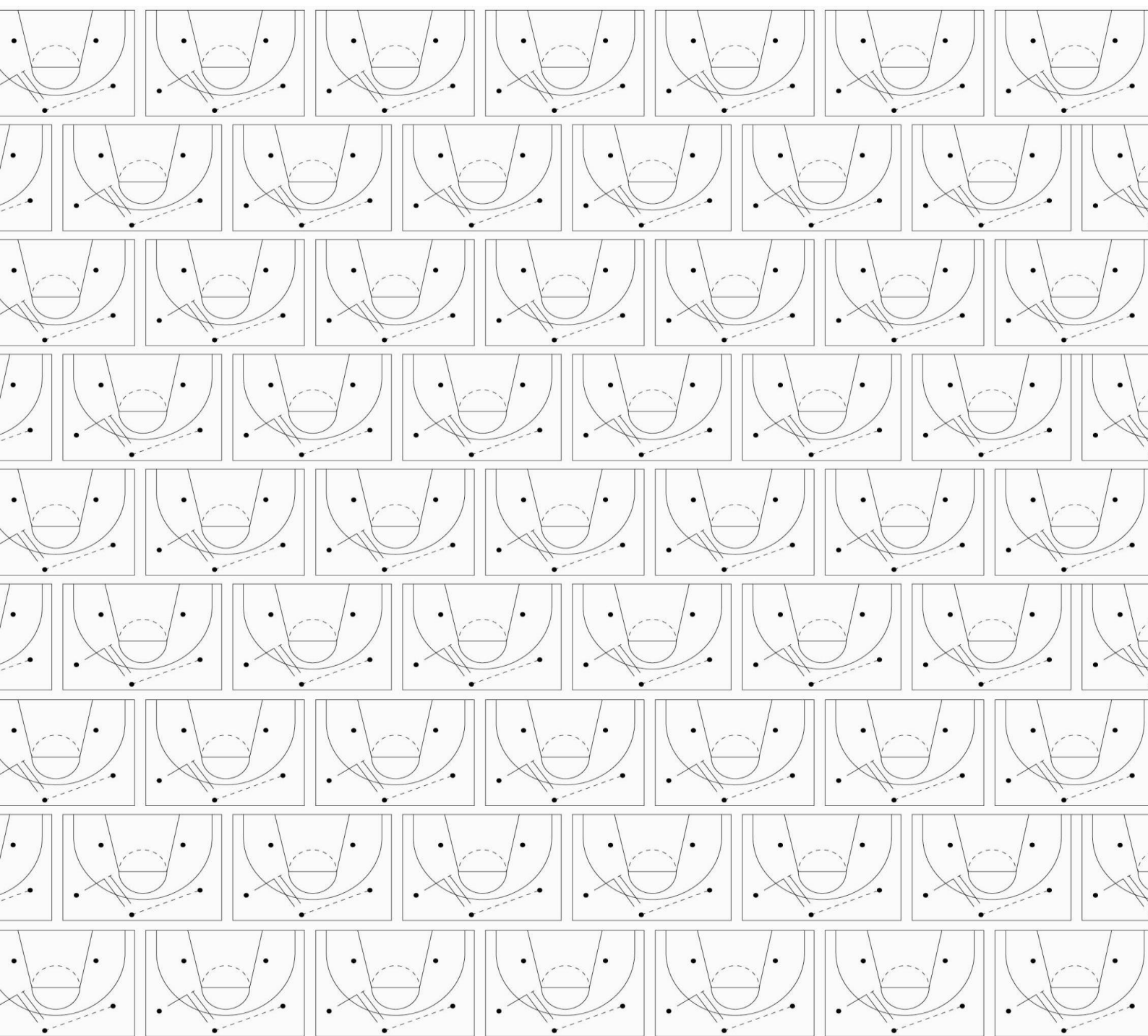
Objetivo general:

- Desarrollar un modelo de calidad decisional del lanzamiento en baloncesto a partir de partidos reales.

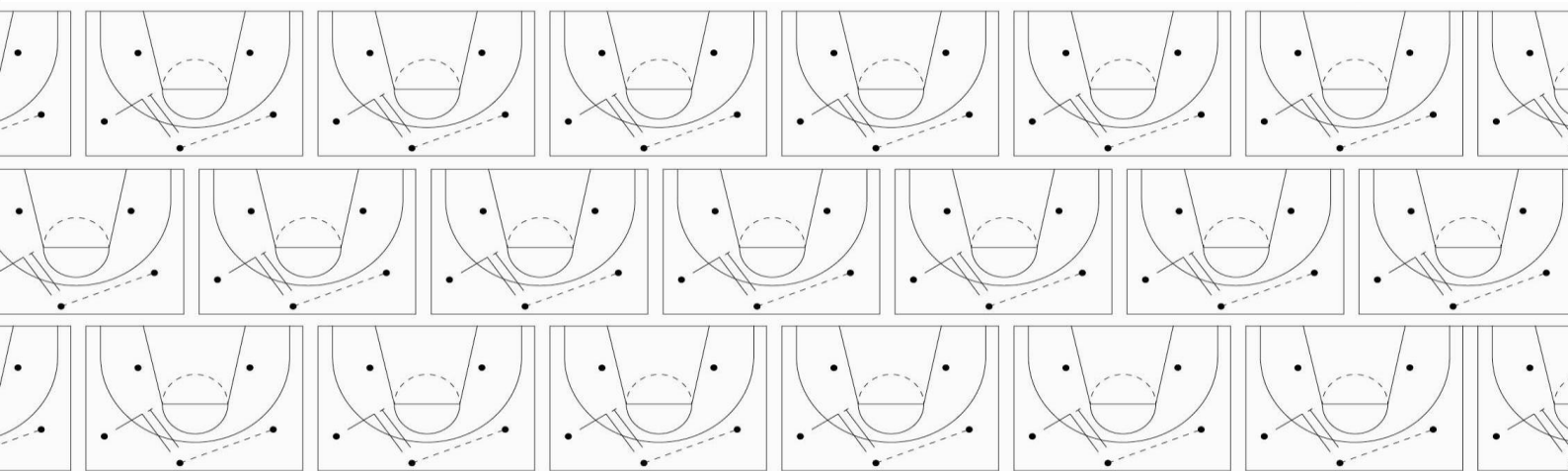
Objetivos específicos:

- Comprobar cómo afectan distintas claves decisionales (oposición, distancia, lateralidad, rebote ofensivo y balance defensivo) en el momento previo al lanzamiento a resultados próximos (anotar, coger el rebote ofensivo y evitar un posible contraataque) en el contexto real del baloncesto de élite.

- Comprobar cómo afectan los resultados próximos del lanzamiento a resultados distales (puntos anotados, puntos recibidos y ganar o perder el partido).
- Comprobar cómo afectan las claves decisionales a los resultados distales.
- Examinar la importancia (validez ecológica) de las distintas claves decisionales analizadas en función de su impacto real en los resultados próximos y distales.



Objectives



OBJECTIVES

In this thesis, the decision to shoot at the basket will be analysed through three different studies. Beyond the specific objectives of each study, the main aim of this work will be to identify some of the disadvantages and practical limitations caused by the absence of an accepted method to objectively assess the quality of shot selection (i.e., distinguish between better and worse selected shots), and therefore there is no way to assess the progressive improvement of shot selection with training. Beyond identifying the problem, this set of studies aims to formulate possible solutions.

Article 1: *A review of the hot hand phenomenon as subjective belief and its behavioural consequences in sport.*

General objective:

- Systematically review studies that examine the psychological mechanisms of the hot hand belief as well as the studies that analyse the behavioural implications (hot hand behaviour) caused by that belief.

Specific objectives:

- To summarize main trends and achievements to date as well as major limitations of the topic, especially from a practical perspective for training.
- To propose future directions for progress in the study of the hot hand phenomenon.

Article 2, *The hidden cost of coaching: intentional shot adequacy discrimination training in basketball hampers utilization of informative incidental cues.*

General objective:

- To analyse the learning process of shot selection in basketball in naïve participants through an experimental task.

Specific objectives:

- To compare two groups with different types of instruction: incidental and intentional.
- To develop a methodological tool to monitor learning of decision-making in shot selection.
- To examine the advantages and disadvantages of both types of instruction when incorporating informative cues in the learning process.

Article 3, *Towards a decision quality model for shot selection in basketball: an exploratory study.*

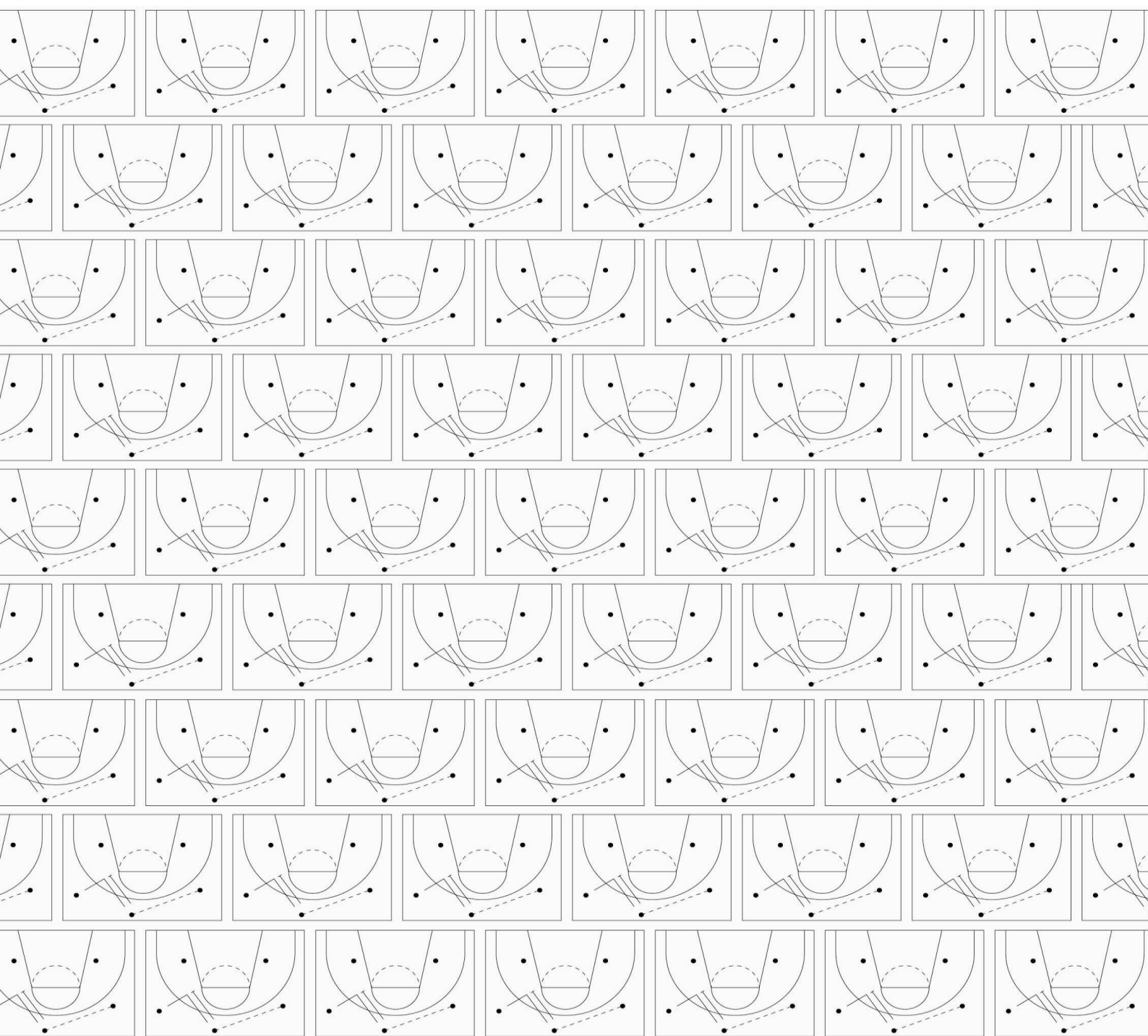
General objective:

- To develop a decision quality model for shot selection in basketball from real games.

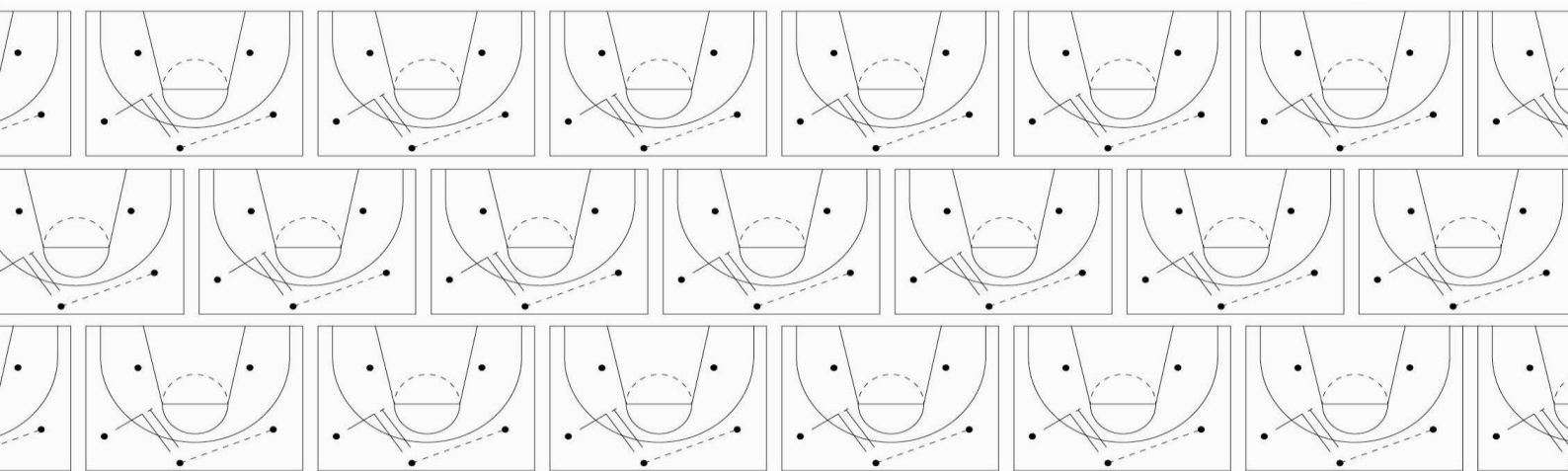
Specific objectives:

- To check how pre-shot decisional cues (opposition, distance, laterality, offensive rebound and defensive balance) impact on proximal results (scoring, getting the offensive rebound and avoiding a possible fast-break).
- To test how shooting proximal results affect distal results (points scored, points received and winning or losing the game).

- To check how pre-shot decisional cues impact on distal results.
- To examine the importance (ecological validities) of decisional cues analysed based on their actual impact on proximal and distal outcomes.



Artículos/Articles



ARTÍCULO 1:

Suárez-Cadenas, E., Cárdenas, D., & Perales, J.C. (en prensa). Una revisión del fenómeno *hot hand* como creencia subjetiva y sus consecuencias conductuales en el deporte. *Revista Psicología del Deporte*, 26(1).

UNA REVISIÓN DEL FENÓMENO HOT HAND COMO CREENCIA SUBJETIVA Y SUS CONSECUENCIAS CONDUCTUALES EN EL DEPORTE

ERNESTO SUÁREZ-CADENAS¹, DAVID CÁRDENAS¹ Y JOSÉ C. PERALES²

¹*Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada*

²*Departamento de Psicología Experimental; Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento, (CIMCYC), Universidad de Granada*

Resumen.— El término *efecto hot hand* ('fenómeno de estar en racha') hace referencia a un hipotético aumento del rendimiento tras el encadenamiento de varios ensayos acertados. Se identifican tres tipos de investigaciones en contextos deportivos: (1) centradas en la (in)existencia de rachas, (2) en los mecanismos psicológicos de la creencia humana en las rachas y (3) en las posibles consecuencias conductuales provocadas por la creencia. Esta revisión abarca los dos últimos aspectos: la psicología de la creencia en rachas y de la conducta provocada por ésta. El proceso de revisión sistemática se llevó a cabo mediante un protocolo estandarizado basado en las pautas sugeridas por Fernández-Ríos y Buela-Casal (2009). Los estudios relacionados con la creencia en rachas confirman que las personas creen firmemente en su existencia en la mayoría de deportes observándose diferencias en función del nivel de pericia y de modificaciones de *framing*. No obstante, aún queda por investigar más profundamente en los factores situacionales y las características psicológicas que afectan a la percepción de rachas. Desde un punto de vista conductual, los estudios demuestran que creer en la existencia rachas tiene un enorme impacto en las decisiones. Los estudios aquí revisados parecen mostrar que la influencia de la creencia en rachas provoca una toma de decisiones peor y más arriesgada. Sin embargo, queda por aclarar en el futuro el impacto de esa tendencia sobre indicadores objetivos de rendimiento en contextos reales de juego.

Palabras Clave: racha, creencia, conducta, toma de decisión, deporte.

¹Dirección de correspondencia: Ernesto Suárez Cadenas, Facultad de Ciencias del Deporte, Carretera de Alfacar s/n 18071 Granada, España o e-mail (ersuca@gmail.com).

Definición y existencia de rachas en el deporte

El término *hot hand* (en ocasiones traducido como ‘fenómeno de estar en racha’) hace referencia a un hipotético aumento del rendimiento atribuible al encadenamiento de varios ensayos acertados, en el contexto deportivo (Alter y Oppenheimer, 2006). En la investigación pionera de Gilovich, Vallone y Tversky (1985) se comprobó que, a pesar de que los deportistas y aficionados creían firmemente en la existencia de rachas, esta creencia no encontraba apoyo estadístico en las secuencias reales de lanzamientos en baloncesto. En concreto, encontraron que las secuencias analizadas no mostraban dependencia entre lanzamientos. O dicho de otra forma, como ocurriría con la serie de caras y cruces en sucesivos lanzamientos de una moneda, la probabilidad acertar un fallar un tiro no variaba en función del resultado del tiro anterior. Esta contradicción entre creencia generalizada y evidencia estadística condujo a un amplio debate (Bar-Eli, Avugos y Raab, 2006) donde, además, se involucraron multitud de investigadores desde diferentes perspectivas, lo que ha generado un conglomerado de concepciones y resultados no siempre compatibles ni fáciles de organizar (Yaari y Eisenmann, 2012).

La supuesta existencia de rachas se ha relacionado también con la investigación sobre el *momentum* o inercia psicológica (Iso-Ahola y Mobily, 1980). Éste hace referencia a la existencia de un estado psicológico positivo (o ventaja psicológica), provocada por un buen rendimiento previo y detectable en un buen rendimiento posterior. En este sentido, las rachas, de existir, se podrían considerar un ejemplo de *momentum* (Bar-Eli et al., 2006; Iso-Ahola y Dotson, 2014). Dado que este tópico hace referencia a un constructo que va mucho más allá del ámbito deportivo, en esta revisión nos referiremos exclusivamente al fenómeno *hot hand* en el deporte, en línea con otros estudios de revisión (i.e., Avugos, Köppen, Czienskowski, Raab y Bar-Eli, 2013).

En línea con los estudios pioneros, gran parte de la investigación sobre *hot hand* se ha centrado en comprobar si las rachas existen, analizando secuencias de datos (e.g. lanzamientos) a través de métodos estadísticos de diferente sofisticación, en distintas disciplinas deportivas (e.g., Albright, 1993a; Clark, 2005; Newton y Aslam, 2006). Aunque un estudio meta-analítico mostró que las rachas en el deporte son más una ilusión que una realidad estadística (Avugos et al., 2013), recientemente, autores como Miller y Sanjurjo (2014) o Bocskocsky, Ezekowitzs y Stein (2014) han utilizado enfoques novedosos y comprobando que es posible que el fenómeno exista. De esta forma, ha vuelto a tomar fuerza a un debate que dura ya más de treinta años y que no parece tener una solución cercana, tal como muestran las recientes discusiones entre Avugos y Bar-Eli (2015) y Iso-Ahola, Seppo y Dotson (2015) o Miller y Sanjurjo (2015) y Rinott y Bar-Hillel (2015).

Psicología del hot hand: creencia en las rachas e implicaciones para el comportamiento deportivo

En vista de que la discusión sobre la existencia de rachas se ha situado en un nivel de complejidad estadística notable, y que en cierta medida ha olvidado la dimensión conductual y cognitiva del fenómeno, otras investigaciones han intentado profundizar en los mecanismos que llevan a las personas a creer que tras una sucesión de aciertos, aumenta la probabilidad de acertar el siguiente intento. Estos estudios siguen la línea de investigación psicológica sobre juicios humanos de dependencia secuencial e interpretación de secuencias binarias (e.g., Hahn y Warren, 2009). La percepción de rachas es coherente con la investigación básica sobre la tendencia humana a detectar patrones (Ayton y Fisher, 2004; Huber, Kirchler y Stöck, 2008) y la creencia de dependencia secuencial entre ensayos si son producidas por habilidades humanas

(Caruso, Waytz y Epley, 2010). De hecho, muchos autores consideran la creencia en rachas como una falacia o una ilusión cognitiva tradicionalmente asociada al heurístico de representatividad (tendencia humana a considerar un evento A como más probable que un evento B, siempre que A sea más representativo que B; Kahneman y Tversky, 1974) y a su manifestación en la ley de números pequeños (tendencia humana a considerar muestras pequeñas como representativas de la población; Tversky y Kahneman, 1971).

A pesar de ello, existe evidencia de la validez ecológica de los heurísticos (e.g., Scheibehenne, Wilke y Tood, 2011; Todd y Gigerenzer, 2007), esto es, de la posibilidad de que adaptar el comportamiento individual o colectivo a una regla de decisión simple, aun no siendo estrictamente racional, puede resultar positivo. Estos hallazgos, apoyados por estudios neurocientíficos (Xue, Lu, Levin y Bechara, 2011), han provocado un nuevo giro en el tópico de investigación. Autores como Raab, Gula y Gigerenzer (2012), por ejemplo, han comprobado que la creencia en rachas puede dar lugar a conductas adaptativas en voleibol. Estos datos confieren fuerza a la idea de que el heurístico *take the hot* (selecciona al jugador en racha; Burns, 2004) podría ser una regla de decisión adaptativa.

En resumen, podemos diferenciar tres grandes tipos de investigaciones del fenómeno *hot hand* en el deporte. Por un lado (1) los centrados en la (in)existencia estadística de las rachas, y, por otro, (2) los que analizan los mecanismos psicológicos de la creencia humana en las rachas y (3) los que buscan las posibles consecuencias conductuales – adaptativas o no– provocadas por la creencia. Como ya hemos comentado, dada la existencia de meta-análisis recientes sobre la (in)existencia de rachas (Avugos et al., 2013) y la ausencia de conclusiones claras al respecto, esta revisión se centrará en analizar los otros dos tipos de investigaciones: (i) los mecanismos psicológicos de la

creencia en rachas y (ii) la conducta provocada por ésta; así como examinar y proponer nuevas perspectivas de estudio.

MÉTODO

Protocolo

Se realizó una revisión sistemática con la intención de sintetizar e integrar los estudios sobre el fenómeno *hot hand* en el deporte siguiendo los estándares propuestos por Fernández-Ríos y Buela-Casal (2009). Los resultados se clasificaron en estudios sobre la creencia en rachas y estudios sobre la conducta provocada por la anterior. Para la elaboración de los criterios de inclusión se siguieron las pautas propuestas en los trabajos de Durlak y Lipsey (1991) y Cartwrigth-Hatton, Roberts, Fothergill y Harrington (2004).

Tras llevar a cabo las técnicas de revisión sistemática, se desestimó la posibilidad de realizar un meta-análisis debido a la heterogeneidad de las medidas utilizadas y a los distintos objetivos de los estudios, por tanto, los datos fueron sintetizados siguiendo un enfoque narrativo (Lucas, Baird, Arai, Law y Roberts, 2007). Este método permite agrupar estudios cualitativos y cuantitativos de forma conjunta y se considera adecuado para revisiones que pretenden clarificar objetos de estudio y describir el alcance de la literatura existente.

Criterios de inclusión

Se incluyeron artículos (a) académicos, (b) relacionados con el contexto deportivo real o simulado, (c) relacionados con secuencias producidas por destrezas deportivas y

(d) cuya muestra proceda de deportistas profesionales o semi-profesionales y entrenadores (e) revisados por pares.

Las bases de datos electrónicas seleccionadas incluyen Web of Science (WOS), SportDiscus, Scopus y PsycINFO (hasta el 01/03/2016). Se utilizaron dos combinaciones de palabras clave: “*Hot Hand*” AND “*Streak**” y (“*Hot Hand*” OR “*Streak**” OR “*Non Random*”) AND “*Sport**”. En la base de datos SportDiscus la búsqueda se filtró por *artículos académicos*.

Selección de artículos

En una primera fase de revisión y siguiendo las recomendaciones de la Colaboración Campbell, dos revisores realizaron búsquedas independientes, obteniendo 402 artículos potencialmente seleccionables. Todos los artículos fueron exportados a la plataforma bibliográfica Endnote® x5. Se rechazaron 216 artículos por duplicado, 1 meta-análisis, 3 revisiones, 2 editoriales, 2 resúmenes de congresos y 2 comentarios. Sobre los 176 artículos restantes se revisaron de forma independiente los títulos y resúmenes de los estudios identificados por la estrategia de búsqueda anteriormente detallada. Se realizó un índice de concordancia Kappa (Cohen, 1960) entre revisores mostrando un grado de acuerdo de .85, valorado como muy bueno (Landis y Koch, 1977). Las discrepancias se eliminaron por discusión. En esta primera fase se seleccionaron 62 artículos. Posteriormente, se realizó una segunda fase de revisión mediante el análisis de los textos completos de los artículos para determinar si cumplían con la totalidad de los criterios de inclusión. Finalmente, se incluyeron 20 artículos.

Con el fin de ampliar la búsqueda y acceder a la mayor muestra posible de artículos, se realizó una búsqueda adelante-atrás (Botella y Gambará, 2006) en la que dos autores

analizaron todas las referencias utilizadas (424) en los 20 artículos seleccionados. Tras esto, se realizaron dos fases de revisión similares a las anteriormente descritas. Finalmente, se incluyeron 2 artículos más a los 20 previamente seleccionados: 14 artículos (20 estudios) sobre la creencia en rachas y 12 (19 estudios) sobre la conducta. Nótese que algunos artículos incluyen varios estudios tanto en creencia como en conducta.

RESULTADOS

Características de los estudios sobre la creencia en rachas

La tabla 1 muestra que la totalidad de los estudios revisados ($n=20$) aportan evidencias de que las personas creen firmemente en las rachas.

Un total de dieciséis estudios analizan juicios predictivos, categóricos y de probabilidad, e instan al participante a observar una secuencia de resultados y predecir el siguiente (e.g., acierto o error) o clasificar secuencias (e.g., aleatorias o no aleatorias) y estimar porcentajes de acierto observados. Por ejemplo, Gilovich et al., (1985), tras constatar que hasta el 91% de los participantes respondían afirmativamente a creer en rachas, realizaron un estudio donde espectadores *in situ* tenían que predecir el resultado del próximo lanzamiento de un jugador tras haber observado el anterior, revelando que los espectadores creían en la dependencia secuencial entre lanzamientos, al pronosticar con mayor probabilidad un acierto tras haber observado un acierto. Resultados similares encontraron Raab et al., (2012) con una muestra de entrenadores de voleibol.

Un análisis distinto fue llevado a cabo por Koehler y Conley (2003), examinando la capacidad predictiva de los comentaristas deportivos en el concurso de triples de la

NBA. Comprobaron que los comentarios sobre rachas o sobre *hot hand* obedecían a la creencia en su existencia, pero no predecían más aciertos en los siguientes lanzamientos.

En el caso de la clasificación de secuencias, autores como Tversky y Gilovich (1989) comprobaron que los participantes clasificaban como rachas las secuencias con probabilidad de alternancia de eventos de 0.5 (siendo éstas, en realidad, secuencias aleatorias) y sin embargo, clasificaban las secuencias como aleatorias cuando tenían una probabilidad de alternancia de 0.7 o 0.8. De los estudios que analizan la estimación de porcentajes de acierto observados, resaltan Gula y Köppen (2009), quienes a través de una tarea experimental basada en vídeos de voleibol donde se mostraba un jugador con rachas y otro sin éstas, observaron que los participantes tendían a estimar un rendimiento mayor al observado al jugador en racha (percibieron hasta dos puntos más de los realmente observados).

En otra línea, encontramos cuatro artículos (Ayton y Fisher, 2004; MacMahon, Köppen y Raab, 2014; Mathews 2012; Tyszka, Zielonka, Dacey y Sawicki, 2008) que comparan las diferencias en la percepción de rachas entre secuencias producidas por habilidades humanas (e.g., jugador de baloncesto) y mecanismos inanimados (e.g., ordenador, ruleta). Los cuatro estudios encontraron que los participantes asocian las secuencias con más rachas a habilidades humanas y las secuencias con mayor alternancia a mecanismos inanimados.

También encontramos dos artículos que comparan juicios predictivos (evento que continúa una secuencia) y juicios inferidos al pasado (eventos que precedían a una secuencia), encontrando resultados opuestos. Matthews (2010) no encontró diferencias significativas entre juicios predictivos del siguiente evento e inferencias del evento que precedía a una secuencia, mientras que Burns y Corpus (2004) observan una mayor

creencia en rachas cuando se instaba a los participantes a hacer predicciones de eventos que cuando tenían que hacer inferencias de eventos anteriores.

Finalmente, cinco estudios se desmarcan de las líneas anteriores centrándose en las características de la creencia en rachas y las posibles diferencias que pueda producir el contexto o que se puedan producir debido a modificaciones del *framing* (efectos de marco). Autores como Carlson y Shu (2007) examinaron el número de eventos necesario para percibir una racha, mostrando que la idea de racha surge a partir del tercer evento (regla del tres). Castel, Rossi y McGillivray, (2012) muestran que los adultos mayores creen más en el fenómeno *hot hand* que los adultos jóvenes, poniendo en relieve que la edad podría afectar a la creencia. Gula y Köppen (2009) comprobaron que los expertos en voleibol perciben las rachas de forma más objetiva que los principiantes. Sin embargo, MacMahon et al., (2014) no encontraron diferencias entre expertos y novatos en la precisión de los juicios sobre el propio rendimiento en baloncesto. En esta misma línea, merece mención especial la investigación realizada por Raab y MacMahon (2015), quienes comprobaron que las modificaciones en el *framing* generan diferencias en la creencia de rachas durante una tarea experimental. Particularmente, compararon la percepción de rachas modificando los roles de los participantes (actor vs. observador) a lo largo de dos estudios. En el primero, los roles se determinaron mediante instrucciones y se encontró que los actores pasaron más veces que los observadores al jugador en racha. En el segundo, los roles se determinaron modificando la perspectiva visual del participante y se encontraron resultados similares.

TABLA 1

RESULTADOS DE LA CREENCIA DE *HOT HAND*

Referencia	Deporte	Presentación de la información	Objetivo	Participantes, instrumentos y variables	Diseño	Resultados y discusión
Gilovich et al., (1985) (I)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Comprobar la existencia de la creencia en rachas.	Muestra: 100 aficionados. Instrumentos: Autoinforme. Variabes: Juicios de probabilidad.	Análisis cualitativo-descriptivo	El 91% mostró creencia de dependencia positiva entre lanzamientos sucesivos. En un jugador hipotético con un 50% de acierto en lanzamientos, se estimó un 61% tras haber anotado su primer lanzamiento y un 42% tras haberlo fallado.
Gilovich et al., (1985) (II)	Baloncesto	Real-presencial	Examinar la precisión de las predicciones de tiradores sobre sus propios lanzamientos.	Muestra: 26 jugadores semi-profesionales. Instrumentos: Autoinforme. Variabes: Juicios predictivos.	Correlación entre juicios previos y el rendimiento en el lanzamiento posterior	Sólo 5 de las 26 correlaciones entre predicciones y resultados fueron estadísticamente significativas (4 positivas, rango: .20 - .22). Los datos mostraron la tendencia del observador a predecir un acierto tras lanzamiento acertado.
Tversky y Gilovich (1989a)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Comprobar si la creencia en rachas se debe a la ley de los números pequeños.	Muestra: 100 aficionados Instrumentos: Autoinforme. Variabes: Juicios categóricos (rachas de acierto, acierto aleatorio y alternancia de acierto).	Análisis cualitativo	El 65% clasificó como racha secuencias con probabilidad de alternancia .5. Las secuencias seleccionadas como aleatorias tenían una probabilidad de alternancia de .7 y .8. La creencia se debe a la ley de los números pequeños.
Koehler y Conley (2003)	Baloncesto	Real-vídeo	Analizar la precisión de los juicios inductivos y predictivos de los comentaristas.	Muestra: Comentarios <i>hot hand</i> del Concurso de triples NBA (1994-97). Variabes: Rendimiento previo y posterior al comentario sobre rachas.	Correlaciones entre comentarios-rendimiento previo y posterior	El porcentaje de acierto medio de los tres lanzamientos previos al comentario fue del 80%. Hubo un 55.2% de acierto tras comentarios referidos a la creencia. El porcentaje general fue del 53.9%.

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Burns y Corpus (2004)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Mostrar las diferencias entre la creencia en rachas humanas (<i>hot hand</i>) y la falacia del jugador en tres escenarios distintos.	<p>Muestra: 195 universitarios.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Escenarios (competición, no competición y aleatorio). Factor temporal (pasado, futuro). Juicios categóricos. Juicios predictivos. Juicios de probabilidad.</p>	ANOVA	El escenario “competición” [$F=9.51, p=.002$] fue clasificado como el menos aleatorio, seguido de “sin competición” y “aleatorio”. Las predicciones muestran una creencia en rachas serán más largas si son producidas por habilidades humanas [$F=1.81, p=.001$]. Los juicios de probabilidad mostraron la misma tendencia. Mayor creencia si la información se presenta en futuro.
Ayton y Fischer (2004)	Baloncesto, tenis y fútbol	Esquemática-simbólica	Comparar la percepción de rachas producidas por mecanismos inanimados vs. humanos	<p>Muestra: 33 universitarios.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Juicios categóricos. Escenarios (baloncesto-moneda; fútbol-ruleta, tenis-muerte).</p>	ANOVA	Mayor tendencia a clasificar como rachas secuencias producidas por humanos. Baloncesto-moneda [$F=14.26, p<.001$]; fútbol-ruleta [$F=3.19, p<.005$]; tenis-muerte [$F=4.39, p<.005$]. Las secuencias con mayor alternancia se atribuyen a procesos de azar inanimados.
Carlson y Shu (2007)	Deporte	Esquemática-simbólica	Comprobar si la percepción de una racha se debe a la tercera repetición de un evento de forma consecutiva (regla del tres).	<p>Muestra: Páginas de internet que contengan la palabra racha.</p> <p>Instrumento: Google.com.</p> <p>Variabes: Número de eventos asociados a la palabra racha.</p>	Análisis cualitativo-descriptivo	La palabra racha surge a partir del segundo evento y se produce un aumento sustancial a partir del tercer evento. Resultados consistentes con la regla del tres.
Tyszka et al., (2008)	Baloncesto	Real- vídeo	Comprobar si el grado de aleatoriedad percibido influye en mostrar mayor o menor creencia.	<p>Muestra: 116 estudiantes.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Clasificación de tareas en función de la aleatoriedad percibida. Juicios predictivos tras observar 10 eventos.</p>	Análisis cualitativo: Chi cuadrado	Los participantes clasificaron el lanzamiento en baloncesto como la tarea menos aleatoria. Las estrategias de predicción difieren significativamente entre los escenarios aleatorios y no aleatorios ($\chi^2=22.229, p<.001$).

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Gula y Köppen (2009)	Voleibol	Real-vídeo	Analizar la percepción del rendimiento observado en dos jugadores y comparar entre expertos y principiantes.	<p>Muestra: 20 universitarios.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Juicios de probabilidad tras observar 10 ataques. Duración de la secuencia. Precisión del juicio tras secuencias de 10 ataques. Peritaje.</p>	ANOVA	Los participantes percibieron un rendimiento superior al real (2 puntos más) en el jugador con racha en secuencias largas e imperfectas y cortas y perfectas [$F=12.59$, $p=.002$]. Los principiantes creían ver más puntos que los expertos [$F=15.35$, $p=.001$]. Los principiantes perciben peor que los expertos.
Matthews (2010)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Comparar juicios pasados y predicciones futuras y comprobar la influencia de la naturaleza de la secuencia.	<p>Muestra: 207 participantes.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Juicio categórico futuro. Juicio categórico pasado. Escenario (moneda y baloncesto).</p>	ANOVA	Los participantes creen que hay mayor probabilidad de que las rachas acaben antes en la moneda (mecanismo inanimado) que en baloncesto (habilidad humana) [$F=13.38$, $p<.001$]. No hay diferencias entre juicios pasado y predicciones futuras.
Raab et al., (2012) (I)	Voleibol	Esquemática-simbólica	Analizar la creencia en deportistas y compararla con otros deportes y juegos de azar.	<p>Muestra: 94 universitarios.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Juicios categóricos. Juicios de probabilidad. Juicios predictivos.</p>	Análisis cualitativo-descriptivo	El 91% de los estudiantes mostraron creencia de <i>hot hand</i> en voleibol. La mayor creencia en rachas fue en baloncesto, seguido del voleibol.
Raab et al., (2012) (II)	Voleibol	Esquemática-simbólica	Analizar las características de la creencia en entrenadores.	<p>Muestra: 66 entrenadores.</p> <p>Instrumento: Autoinforme (similar a Gilovich et al., 1985).</p> <p>Variabes: Juicios predictivos. Juicios de probabilidad.</p>	Análisis cualitativo-descriptivo	El 92,3% de los entrenadores creyeron que un jugador tenía más probabilidad de anotar un punto (55%) después de anotar 2 o 3 seguidos que después fallar (46%) La creencia es menor que en Gilovich et al. (1985). El 84,6% creyeron que los pasadores deben jugar de acuerdo a esta creencia.

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Raab et al., (2012) (III)	Voleibol	Esquemática-simbólica	Analizar las características de la creencia en rachas.	<p>Muestra: 21 sujetos con experiencia en la práctica del voleibol.</p> <p>Instrumento: Autoinforme (similar a Gilovich et al., 1985).</p> <p>Variables: Juicios predictivos. Juicios de probabilidad.</p>	Análisis cualitativo-descriptivo	El 90% de los participantes pasarían el balón a un jugador que acaba de acertar 2 o 3 puntos. El 62% le pasaría aunque tenga peor porcentaje general que otro al que también pueden pasar. El 71% creen que un jugador tiene mayor probabilidad de acertar tras acertar 2 o 3 puntos que tras fallar 2 o 3 puntos.
Castel, Rossi, y McGillivray (2012)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Determinar si la edad afecta a la creencia en rachas en adultos.	<p>Muestra: 455 participantes.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variables: Juicios predictivos. Juicios de probabilidad.</p>	Regresión: Función lineal. Función cuadrática	Se observa efecto significativo de la edad en los juicios predictivos ($\chi^2_{lineal}=11.56, p<.0007$; $\chi^2_{cuadrático}=12.70, p<.0004$) y en los juicios de probabilidad ($\chi^2_{lineal}=7.98, p<.0047$; $\chi^2_{cuadrático}=9.03, p<.0004$). Los adultos mayores son más propensos a creer en rachas.
Mathews (2013) (I)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Comprobar cómo afecta el contexto a la creencia en rachas.	<p>Muestra: 165 participantes.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variables: Juicios categóricos (habilidad humana, proceso mecánico y azar).</p>	T de <i>Student</i> para muestras independientes	Las secuencias con menos alternancia se asocian más a habilidades humanas. (moneda-baloncesto: $t(163)=9.63, d=1.51, p<.001$).
Mathews (2013) (II)	Baloncesto	Esquemática-simbólica	Comprobar cómo afecta la alternancia de la secuencia a los juicios posteriores.	<p>Muestra: 433 participantes.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variables: Juicios predictivos.</p>	T de <i>Student</i> para muestras independientes	En secuencias con más alternancia se consideró la racha con menos probabilidad de continuar.

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

MacMahon et al., (2014) (I)	Béisbol	Esquemática-simbólica	<p>Comprobar cómo afecta la pericia y el <i>framing</i> (árbitro/jugador) en la percepción de rachas. Replicar el experimento de Ayton y Fischer (2004) (mecanismos inanimados vs. humanos)</p>	<p>Muestra: 109 estudiantes universitarios: 50 expertos (32 árbitros, 18 jugadores), 59 novatos.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variables: Juicios categóricos. Escenario: béisbol-moneda. Experiencia (novato/experto) y rol deportivo (árbitro/jugador)</p>	ANOVA	<p>No hubo diferencias significativas en función del rol deportivo (árbitros vs jugadores). Se encontraron diferencias significativas en pericia [$F=7.44$, $p < .01$]. Los participantes expertos asociaron, significativamente más que los novatos, los bateos de béisbol a las secuencias con alternancia de .5.</p> <p>La comparación con los resultados de Ayton y Fischer (2004) mostraron efectos similares: los novatos asociaban secuencias con poca alternancia a bateos en béisbol y las de más alternancia a lanzamientos de moneda.</p> <p>Un análisis aislado del grupo experto mostró que la percepción de rachas es distinta en función del grado de pericia.</p>
MacMahon et al., (2014)(II)	Baloncesto	Real-presencial	<p>Comprobar cómo afecta la pericia en las predicciones de un tirador en función de su propio rendimiento.</p>	<p>Muestra: 30 participantes: 13 experimentados, 17 sub-elite.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variables: Juicios predictivos sobre la seguridad en la consecución del siguiente lanzamiento y la sensación de estar en racha.</p>	T de Student	<p>Hubo una alta seguridad en la consecución del próximo lanzamiento por parte de ambos grupos ($t(29)=3.37$, $d= 1.23$ $p= .002$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre ambos.</p> <p>Ambos grupos mostraron una creencia en rachas bastante alta $M=4.7$ puntos (en una escala de 1 a 6). Tampoco hubo diferencias entre grupos.</p> <p>Los jugadores con mejor porcentaje durante el test de lanzamiento mostraron una creencia en rachas más alta ($t(28)=3.40$, $d= .25$ $p < .019$).</p>

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Raab y MacMahon (2015) (I)	Voleibol	Real-vídeo	Comprobar cómo afectan modificaciones en el <i>framing</i> (actor/observador determinado mediante instrucciones) en la creencia de rachas durante y después de una tarea experimental.	<p>Muestra: 29 universitarios de Ciencias del Deporte.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Juicios categóricos y predictivos sobre secuencias observadas durante una tarea experimental. Rol (actor/observador) determinado mediante instrucciones.</p>	<p>Análisis cualitativo-descriptivo</p> <p>Chi cuadrado</p>	<p>Durante el experimento: Las estrategias de pase no se deben a representaciones falsas de las tasas de acierto/error de los participantes.</p> <p>Se encontraron diferencias entre actor y observador ($\chi^2(1, n=28)=4.88, p < .05$); los actores pasaron más veces al jugador en racha que los observadores.</p> <p>Después del experimento: 57% de los participantes respondieron afirmativamente que sí creían en rachas. No se encontró correlación entre la creencia en rachas y la conducta de rachas.</p>
Raab y MacMahon (2015) (II)	Voleibol	Real-vídeo	Comprobar cómo afectan las modificaciones en el <i>framing</i> (actor/observador determinados por distintas perspectivas visuales) en la creencia de rachas durante y después de una tarea experimental.	<p>Muestra: 202 estudiantes universitarios.</p> <p>Instrumento: Autoinforme.</p> <p>Variabes: Juicios categóricos y predictivos sobre secuencias observadas durante una tarea experimental. Rol (actor/observador) determinado mediante la modificación de la perspectiva visual.</p>	<p>Análisis cualitativo-descriptivo</p> <p>Chi cuadrado</p>	<p>Durante el experimento: Resultados similares al estudio anterior. Los participantes no perciben representaciones falsas de las tasas de acierto/error.</p> <p>Después del experimento: Sólo mostraron creencia en rachas 31% de los actores y 28% de los observadores. No se encontró correlación entre la creencia en rachas y la conducta de rachas.</p>

Características de los estudios sobre las consecuencias conductuales y decisionales

La Tabla 2 indica que totalidad de los estudios analizados ($n=19$) muestran que la conducta y la toma de decisión se ven altamente influidos por la creencia en la existencia de rachas, tanto en jugadores como en entrenadores u observadores. Por una parte, 4 estudios (desarrollados en los artículos: Burns, 2004; Raab et al., 2012; Csapo y Raab, 2014 y Csapo, Avugos, Raab y Bar-Eli, 2015a) revelan implicaciones que podrían ser positivas o adaptativas para la toma de decisiones en baloncesto y voleibol. En particular, Burns (2004) mostró a través de una simulación por ordenador que la conducta de *hot hand* podría dar lugar a obtener más puntos en baloncesto. De forma similar, Raab et al., (2012) mostraron que tanto entrenadores como jugadores eran sensibles a las rachas durante una tarea experimental y modificaban su conducta en función a éstas de forma adaptativa, pasando más veces el balón al jugador que estaba en racha. Si bien es cierto que estos estudios citados muestran modificaciones conductuales adaptativas, no lo hacen en situaciones reales de juego y tampoco relacionan dichas modificaciones con indicadores de rendimiento. Esa relación sí ocurre en dos estudios recientes, Csapo y Raab (2014) y Csapo et al., (2015a) comprobaron que tanto entrenadores como jugadores aumentan la presión defensiva de forma efectiva ante jugadores en racha en baloncesto, reduciendo su porcentaje de acierto en los siguientes lanzamientos (en contextos reales de juego y mediante tareas experimentales).

Cabe resaltar que de los estudios que muestran implicaciones positivas, ninguno analiza directamente la conducta del jugador en racha. Por el contrario, los estudios que sí analizan directamente la conducta del jugador en racha, muestran prioritariamente

efectos negativos para la toma de decisión. Hasta 6 estudios (desarrollados en los artículos: Attali, 2013; Bocskocsky et al., 2014; Csapo, Avugos, Raab y Bar-Eli, 2015b; y Neiman y Loewenstein, 2011) muestran una tendencia a realizar lanzamientos en baloncesto más complejos y con mayor riesgo de error bajo la influencia de la creencia en rachas. Dichos estudios mostraron que los jugadores lanzan significativamente más veces tras acierto que tras fallo (Attali, 2013; Neiman y Loewenstein, 2011), desde mayor distancia y bajo mayor presión defensiva (Attali, 2013; Bocskocsky et al., 2014; Csapo et al., 2015b). Además, Attali (2013), comprobó que los entrenadores realizaban más sustituciones de jugadores que no estaban en racha que aquéllos que si lo estaban, con lo cual, la conducta de los entrenadores también se ve influida por la percepción de rachas.

Hasta cuatro estudios han comparado la conducta provocada por la creencia de rachas entre participantes con distinto nivel de pericia (principiantes/expertos) (Burns, 2004; Köppen y Raab, 2012; MacMahon et al., 2014) o modificando el *framing* (actores/observadores) mediante instrucciones o mediante distintas perspectivas visuales (Raab y MacMahon, 2015). En general, estos estudios comprobaron que la totalidad de los participantes modificaban su conducta en función de las rachas, Burns (2004) encontró mayor influencia en la conducta por parte de los expertos, diferencias que no fueron encontradas por Köppen y Raab (2012). Raab y MacMahon (2015) no encontraron diferencias entre observadores y actores en el número total de pases de una tarea experimental realizada en voleibol pero sí encontraron diferencias en los análisis secuenciales, donde los participantes con el rol de actor pasaron más veces al jugador en racha que los participante con rol de observadores.

Dos estudios se alejan de las tendencias anteriores. Por un lado, Carlson y Shu (2007) comprobaron que la regla del 3 afecta a la conducta, es decir, que tras tres

aciertos consecutivos se producen modificaciones conductuales y reacciones estratégicas, las cuales no se producen en ambientes controlados sin posibilidad de reacción estratégica. Por otro, Doron y Gaudreau (2014) trataron de relacionar características psicológicas y rachas en esgrima. En concreto, analizaron si los valores en el control percibido, la afectividad negativa y el afrontamiento orientado a la tarea predecían el resultado del próximo punto, no encontrando resultados significativos para ningún constructo. Sin embargo, mayores valores del control percibido y afrontamiento para las rachas positivas y valores más bajos de afectividad negativa para las rachas negativas.

TABLA 2
RESULTADOS DE LA CONDUCTA DE *HOT HAND*

Referencia	Tipo de deporte	Objetivo	Muestra e instrumentos	Estadística y variables	Resultados y discusión
Burns (2004) (I)	Baloncesto	Mostrar las implicaciones conductuales positivas producidas por la creencia en rachas.	Muestra: 4752 pares de series simuladas por ordenador.	Modelo de simulación de Markov	Sólo 43 series mostraron desventajas en la puntuación. La creencia en rachas podría producir conductas adaptativas.
Burns (2004) (II)	Baloncesto	Analizar la relación entre la creencia e implicaciones conductuales.	Muestra: 1362 universitarios. Instrumento: Autoinforme.	Chi-cuadrado	Los participantes mostraron alta asociación ($\chi^2=376$, $p<.001$) entre creencia y conducta. La creencia y la posterior conducta fue mayor en los participantes con nivel alto que en el resto.
Carlson y Shu (2007)	Baloncesto	Reinterpretar resultados de Gilovich et al. (1985). Comprobar si se producen cambios conductuales a partir del tercer ensayo acertado de forma consecutiva (regla del 3).	Muestra: Lanzamientos de los Filadelfia 76ers y del experimento controlado de Gilovich et al., (1985).	Probabilidades condicionadas Regresión logística binaria	La comparación entre porcentaje de los lanzamientos de Filadelfia 76ers (posibilidad de reacciones estratégicas) y Universidad <i>Cornel</i> (sin posibilidad de reacciones estratégicas) muestran evidencia a favor de la regla del 3. ($\beta=.11$, $p<.001$). Los porcentajes de lanzamiento se modifican después de tres aciertos o errores en ambientes con reacciones estratégicas. Esos patrones no ocurren en ambientes donde no son posibles las reacciones estratégicas.

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Neiman y Loewenstein (2011)	Baloncesto	Comprobar el efecto que un lanzamiento concreto tiene en el porcentaje de acierto de los tres siguientes.	Muestra: secuencias de lanzamientos de 3 puntos jugador de los jugadores más importantes durante dos temporadas de la NBA y WNBA (2007 a 2009).	Probabilidades condicionadas Pruebas de permutaciones de Montecarlo	Para el mejor jugador de la NBA, el resultado de un lanzamiento de 3 puntos concreto tiene consecuencias conductuales. La probabilidad de intentar un lanzamiento fue del 53% después de acierto y de un 14% después de fallo. Se encontraron patrones similares para 291 jugadores. En promedio, intentar un lanzamiento tras acierto fue significativamente mayor que tras fallo ($.41 \pm .01$ vs $.30 \pm .01$; $p < 10^{-7}$).
Raab et al., (2012) (IV)	Voleibol	Evaluar la sensibilidad de los entrenadores al detectar cambios de rendimiento.	Muestra: 66 entrenadores. Instrumentos: Tarea experimental (observar a dos jugadores durante un partido) y autoinforme.	Análisis descriptivo Correlación entre la estrategia de pase en los siguientes 10 ataques tras observar una secuencia y los juicios de probabilidad de acierto.	El jugador con aciertos consecutivos fue evaluado sensiblemente mejor (3 puntos más) que el que tenía mayor alternancia a pesar de que ambos tuvieron el mismo porcentaje de acierto general. La correlación entre porcentaje de acierto estimado y estrategia de pase al jugador fue $r = .55$, $p = .002$. Los entrenadores son sensibles a los cambios de rendimiento y utilizan esa información para modificar la estrategia de pase.

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Raab et al., (2012) (V)	Voleibol	Comprobar si la creencia en rachas influye en la conducta de pase durante la visualización de un partido.	<p>Muestra: 21 participantes con experiencia en la práctica del voleibol.</p> <p>Instrumento: tarea experimental (rachas simuladas).</p> <p>Variables: Tipo de jugador (con o sin racha). Decisión de pase entre dos jugadores tras 22 ataques observados.</p>	ANOVA T de <i>Student</i>	<p>Los participantes fueron sensibles tanto a las rachas como al porcentaje general. Cuando los dos jugadores tenían el mismo porcentaje de acierto, los participantes pasaron más el balón al jugador con aciertos sucesivos ($\eta^2=.24$; $p=.02$). Cuando un jugador tenía mejor porcentaje general pero el otro tenía más aciertos sucesivos, los participantes pasaron más al segundo. ($\eta^2=.42$; $p=.01$). Todos los jugadores tomaron decisiones adaptativas en función del porcentaje de acierto observado ($p<.05$) excepto en dos casos donde el porcentaje entraba en conflicto con el jugador con aciertos consecutivos (conducta no adaptativa). Los jugadores son sensibles a los cambios de rendimiento y toman decisiones en función a éstos.</p>
Köppen y Raab (2012) (I)	Voleibol	Comprobar cómo influye el nivel de pericia en la relación creencia y conducta de rachas.	<p>Muestra: 24 deportistas (expertos y principiantes).</p> <p>Instrumento: tarea experimental (rachas simuladas).</p> <p>Variables: Nivel de pericia. Número de pases al jugador con racha positiva o negativa. Tiempo de decisión. Probabilidad condicionada de pase a un jugador u otro.</p>	Probabilidades condicionadas T de <i>Student</i> para muestras independientes ANOVA	<p>Ambos grupos se vieron influenciados de forma significativa por el jugador en racha, dando mayor número de pases a éste ($t(23) = 4.49$, $p<.001$, $d=.91$)</p> <p>Ningún efecto general fue significativo (mín. $p=.92$)</p> <p>Los dos grupos mostraron un incremento en la velocidad de decisión al pasar al jugador con aciertos consecutivos, sin encontrarse diferencias entre éstos ($d=.60$). Tanto los deportistas expertos como los principiantes detectan las rachas y utilizan dicha información para tomar decisiones de pase.</p>

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Köppen y Raab (2012) (II)	Voleibol	Comprobar cómo influye el tipo de práctica deportiva en la relación creencia y conducta de rachas.	<p>Muestra: 24 deportistas (individuales y colectivos).</p> <p>Instrumento: tarea experimental (rachas simuladas).</p> <p>Variables: Nivel de pericia. Número de pases al jugador con racha positiva o negativa. Tiempo de decisión. Probabilidad condicionada de pase a un jugador u otro.</p>	<p>Probabilidades condicionadas</p> <p>T de <i>Student</i></p> <p>ANOVA</p>	<p>Hubo efecto significativo para los deportistas tanto individuales como colectivos de perfección de la secuencia [$F=6.77$, $p=.017$]. Tanto deportistas de deportes individuales como colectivos dieron más pases al jugador con más aciertos consecutivos ($t(23)=5.74$, $p<.001$). Los dos grupos mostraron un incremento en la velocidad de decisión al pasar al jugador con aciertos consecutivos, sin encontrarse diferencias entre éstos ($d=.81$). No hubo diferencias significativas en los pases entre jugadores en racha o no, entre deportistas individuales y colectivos.</p>
Attali (2013)	Baloncesto	Comprobar si acertar un lanzamiento por parte de un jugador aumenta la probabilidad de lanzar otro.	<p>Muestra: 173032 pares de lanzamientos consecutivos de la NBA (2010-2011).</p>	<p>Prueba de Mantel-Haenszel</p>	<p>Se encontraron diferencias significativas en la probabilidad de lanzar un lanzamiento tras acierto y tras error ($\chi^2=758.7$, $p<.01$). El <i>OR</i> de lanzar después de un acierto fue un 40% mayor que después de un error.</p>
Attali (2013)	Baloncesto	Comprobar si acertar un lanzamiento por parte de un jugador influye en la distancia del siguiente lanzamiento.	<p>Muestra: 173032 pares de lanzamientos consecutivos de la NBA (2010-2011).</p> <p>Variables: Distancia del segundo lanzamiento.</p> <p>Covariado: Acierto del primer lanzamiento.</p>	<p>ANCOVA</p>	<p>Los análisis de efectos fijos muestran un efecto significativo de .13 ($SE=.01$, $p<.01$) para la interacción "lanzamiento previo x distancia". Para lanzamientos desde 0 metros la diferencia esperada en el siguiente fue de .12 metros. Para lanzamientos previos de 3 metros, la diferencia esperada fue de .48 metros. Y para lanzamientos de 3 puntos (7,3 metros), la diferencia esperada fue de 1 metro.</p>

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Attali (2013)	Baloncesto	Comprobar si acertar un lanzamiento por parte de un jugador influye en la conducta del entrenador.	Muestra: 52174 sustituciones de jugadores de la NBA (2010-2011).	Prueba de Mantel-Haenszel (controlando la identidad del sustituido).	<p>Se encontró una diferencia significativa en las sustituciones de jugadores tras aciertos y fallos ($\chi^2=350.2$, $p<.01$). La estimación del <i>OR</i> agrupado fue de .649 para todos los jugadores, el cual corresponde a un índice de sustituciones de .229 tras fallo y de .161 tras acierto.</p> <p>Sólo un jugador mostró evidencia de <i>hot hand</i> ($Z=2.242$; $p=.025$).</p> <p>La probabilidad de anotar un lanzamiento fue menor durante las rachas positivas que durante las rachas negativas para tres jugadores ($t= 2.024$; $p=.046$; $t= 2.416$; $p=.018$; $t= 2.790$; $p<.01$).</p>
Csapo y Raab (2014)	Baloncesto	Comprobar cómo actúa la defensa ante un jugador en racha y cómo afectan los ajustes defensivos al porcentaje de lanzamiento.	Muestra: Lanzamientos de 26 jugadores de la NBA con al menos 500 lanzamientos (temporadas 2011 a 2014).	Test de Rachas Probabilidades condicionadas Regresión lineal	<p>Los jugadores tienden a lanzar lanzamientos más difíciles durante rachas positivas y más fáciles durante rachas negativas. Los lanzamientos saltando hacia atrás y después de giro aumentaron en un 26.92% durante las rachas positivas. Igualmente, la distancia de lanzamiento aumentó, tan sólo el 36% de los lanzamientos se realizó desde la pintura durante las rachas positivas. La presión defensiva aumentó durante las rachas positivas hasta un 20%.</p> <p>Tanto lanzadores como defensores actúan de acuerdo con la creencia de <i>hot hand</i>, los primeros realizando lanzamientos más complejos después de acertar y los segundos aumentando la presión defensiva después de observar varios aciertos.</p>

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Doron y Gaudreau (2014)	Esgrima	Comprobar si algunos procesos psicológicos predicen las rachas positivas y negativas.	<p>Muestra: 16 esgrimistas de élite durante una competición simulada.</p> <p>Variabes: Control percibido, afectividad negativa y afrontamiento orientado a la tarea.</p>	<p>Modelo bayesiano multinivel</p> <p>Regresión multinivel logística y multinomial</p>	<p>Los procesos psicológicos analizados no predijeron el rendimiento en el siguiente punto.</p> <p>Sin embargo, las rachas positivas fueron asociadas significativamente a mayor sensación de control, mayor afrontamiento orientado a la tarea y menor afectividad negativa, comparadas con las rachas negativas (40.2% vs. 17.4%; 34.9% vs. 21.1%; 14.6% vs. 42.8%).</p>
Bocskocsky et al., (2014)	Baloncesto	Analizar cómo afecta acertar varios lanzamientos consecutivos a la selección de lanzamiento.	<p>Muestra: 83000 lanzamientos de la NBA (temporada 2012-2013).</p> <p>Variabes: Dificultad de lanzamiento: distancia de lanzamiento, presión defensiva, probabilidad de lanzar el siguiente lanzamiento.</p>	<p>Regresión multinivel</p>	<p>La distancia de lanzamiento aumenta un 5% tras acertar varios lanzamientos consecutivos.</p> <p>Cuando un jugador está en racha, tiende a lanzar con mayor presión defensiva, aunque el tamaño del efecto es pequeño (1%).</p> <p>Durante una racha, la probabilidad de que el próximo lanzamiento lo realice el mismo jugador aumenta en un 7.6%.</p> <p>La dificultad de lanzamiento aumenta durante las rachas.</p> <p>Controlando la dificultad del lanzamiento, durante las rachas habría un aumento de un 2.4% en la efectividad de lanzamiento.</p>
Csapo et al., (2015)a (I)	Baloncesto	Analizar el tipo de respuesta defensiva y la eficacia de ésta ante jugadores en racha durante una tarea experimental.	<p>Muestra: 18 entrenadores profesionales.</p> <p>Variabes: Utilizar una defensa individual o con doble marcaje sobre un jugador tras observar una secuencia de vídeo.</p>	<p>Chi cuadrado</p>	<p>Los entrenadores tendieron a incrementar significativamente la presión defensiva hacia los jugadores en racha ($\chi^2=26.794, p<.01$).</p>

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Csapo et al., (2015)a (II)	Baloncesto	Analizar la toma de decisión (lanzar o no) de un jugador con o sin racha ante distintas estrategias defensivas durante una tarea experimental.	<p>Muestra: 20 jugadores profesionales.</p> <p>Variables: Lanzar o pasar tras observar secuencia de vídeo de Michael Jordan.</p>	Chi cuadrado	Los jugadores decidieron lanzar significativamente más tras observar secuencias de Jordan con rachas que sin éstas ($\chi^2=13.015$, $p<.01$). Además, esta conducta fue mayor ante defensas individuales que ante defensas dobles ($\chi^2=23.123$, $p<.01$).
Csapo et al., (2015)b	Baloncesto	Comprobar cómo afectan las rachas a la selección de lanzamiento.	<p>Muestra: Lanzamientos de los 10 máximos anotadores de la NBA durante la temporada 2009-2010.</p> <p>Variables: Distancia de lanzamiento, tipo de lanzamiento y ángulo de lanzamiento.</p>	Correlaciones T de <i>Student</i>	<p>Los jugadores tendieron a lanzar desde posiciones más alejadas conforme aciertan más lanzamientos consecutivos comparados con secuencias sin rachas (d=desde 1.952 a 2.066)</p> <p>De forma similar ocurrió con el tipo de lanzamiento, tendiendo a lanzar con más dificultad ($t= 5.180$; $p<.01$) y con el ángulo de lanzamiento ($t= 3.664$; $p<.01$).</p> <p>Durante las rachas, la selección de lanzamiento de los jugadores tiende a ser más arriesgada.</p>

CREENCIA Y CONDUCTA DE *HOT HAND* EN EL DEPORTE

Raab y McMahon (2015)(III)	Voleibol	Comprobar cómo influyen modificaciones de <i>framing</i> (actor/observador; mediante instrucciones) en la conducta de pase durante la visualización de un partido.	Muestra: 29 universitarios de Ciencias del Deporte.	Instrumento: tarea experimental (decidir si pasar a un jugador con acierto racheado o a un jugador con acierto aleatorio).	Variabes: Rol del participante: observador o actor (mediante instrucciones). Número de pases al jugador con racha positiva o negativa. Estrategia de pase a un jugador u otro.	ANOVA Autocorrelaciones	La distribución de pases fue similar para el jugador en racha y para el que no tenía rachas en ambas condiciones.	No hubo diferencias significativas entre las dos condiciones actor vs. observador en el número de pases al jugador en racha y al que no tenía racha.	En los análisis secuenciales si se observaron diferencias entre condiciones: Los participantes en la condición de actor tendieron a continuar pasando significativamente más al mismo jugador tras haber acertado que los observadores [$F=1.14, p=.07$]
Raab y McMahon (2015)(IV)	Voleibol	Comprobar cómo influyen modificaciones contextuales (actor/observador; modificando la perspectiva visual) en la conducta de pase durante la visualización de un partido.	Muestra: 102 estudiantes universitarios.	Instrumento: tarea experimental (decidir si pasar a un jugador con acierto racheado o a un jugador con acierto aleatorio).	Variabes: Rol del participante: observador o actor (modificando la perspectiva visual). Número de pases al jugador con racha positiva o negativa. Estrategia de pase a un jugador u otro.	ANOVA Autocorrelaciones	Se replican los resultados del estudio anterior: distribución similar para ambos jugadores sin diferencias entre condiciones (actor/observador) en el número de pases a uno u otro.	Los análisis secuenciales no mostraron diferencias entre condiciones (actor/observador) en la continuidad de pase al mismo jugador tras acierto ni en cambiar de jugador tras error.	

DISCUSIÓN

Esta revisión se ha centrado en analizar de forma diferenciada dos características del fenómeno *hot hand* en el deporte: la creencia en rachas y las consecuencias conductuales de esa creencia. En el caso de la creencia, comprobamos que existe concordancia entre las investigaciones la constatación de la tendencia humana a creer y detectar rachas en el contexto deportivo, siendo objetos prioritarios de estudio las distintas características que pueda tener esa creencia, y cómo puede ser afectada por variables contextuales y modificaciones del *framing* (efectos de marco). En el caso de las consecuencias conductuales, observamos que tras años sin ser un objeto de estudio principal en la investigación sobre *hot hand*, los cinco últimos años han sido muy fructíferos, apareciendo durante este espacio temporal hasta 10 artículos relevantes. Comprobamos además, que estos estudios encuentran resultados contradictorios, mientras 4 muestran implicaciones conductuales positivas, 6 muestran implicaciones negativas. Hasta la fecha, el autor más productivo en ambas temáticas es Markus Raab (Alemania) con hasta 11 artículos publicados en ISI Web of Knowledge. Otros investigadores prolíficos en la materia son Michael Bar-Eli (Israel) con 7 artículos de impacto o Simcha Avugos (Israel) con 5 artículos publicados. Además, en esta revisión se puede comprobar que el baloncesto es el deporte principal asociado al fenómeno *hot hand*, apareciendo en un total de 18 artículos. A continuación, siguiendo la lógica de este estudio de revisión, discutiremos sobre creencia y conducta por separado.

En la primera parte de nuestra revisión analizamos estudios relacionados con la creencia en rachas y comprobamos que la totalidad de los estudios confirman que, en una gran variedad de contextos deportivos, las personas tienden a creer en la existencia de rachas. Estos resultados concuerdan con la investigación sobre juicios de

dependencia secuencial en general (para una revisión ver Oskarsson et al., 2009), donde este tipo de patrones se han encontrado de forma generalizada en humanos e incluso en monos (Blanchard, Wilke y Hayden, 2014).

De los estudios analizados se desprende que la creencia en rachas se ve influenciada por cuatro factores principales: quién o qué genera la secuencia, los eventos previos observados en la secuencia, el contexto donde se produce la secuencia y los posibles efectos de marco o *framing*.

La mayoría de los estudios han tendido a analizar los dos primeros factores citados anteriormente, es decir, comprobar la existencia de la creencia en función de qué la genere y examinar la precisión de juicios tras observar una secuencia. En este sentido, Tyszka et al., (2008) comprobaron que las personas muestran creencia en rachas cuando la secuencia es producida por mecanismos no aleatorios (e.g., contextos deportivos, donde las secuencias son realizadas por personas), mostrando la tendencia contraria (o ‘falacia del jugador’, Tune, 1964) cuando la secuencia es producida por mecanismos aleatorios (e.g., ruleta de un casino). De acuerdo con estos resultados, Mathews (2013) comprobó que los participantes tendían a asociar las secuencias con menos alternancia entre eventos (más rachas) a habilidades humanas. Esta idea, unida a que las personas tienen un concepto desvirtuado de qué es una secuencia aleatoria (tienden a creer que en una secuencia aleatoria los eventos tienen más alternancia de la que estadísticamente realmente tienen) (para una revisión, ver Hahn y Warren, 2009), muestra que la percepción humana se ve doblemente desvirtuada, tanto por el mecanismo que genere la secuencia como por un concepto erróneo de aleatoriedad.

La tendencia a investigar en los factores anteriores provocó que se dejase de lado el estudio de la influencia del contexto en la creencia. Tan sólo Carlson y Shu

(2007), Gula y Köppen (2009), Castel (2012) y MacMahon et al., (2014) analizaron factores contextuales, comprobando que a partir del tercer evento positivo surge la creencia, la cual se ve modificada por la edad (mayor creencia de adultos mayores) y el nivel de peritaje de los participantes. En relación al peritaje, MacMahon et al., (2014) no encontraron diferencias entre expertos y principiantes pero sí encontraron diferencias de percepción entre los expertos. Profundizar en estos factores contextuales puede aportar información útil en el futuro así como ayudar a establecer un marco teórico más definido de la creencia en rachas. Además, la creencia no sólo es sensible a las modificaciones del contexto, también lo es a las modificaciones del *framing*, tal como muestran Raab y MacMahon (2015) quienes encontraron diferencias en la creencia en función del rol aunque, sorprendentemente, los dos grupos percibieron de forma correcta la tasa de acierto de los jugadores observados.

A nivel metodológico, los estudios revisados se pueden agrupar en dos conjuntos: cuasi-experimentales con manipulación de la secuencia por parte del investigador (e.g., tarea experimental donde se observa a un jugador con rachas y a otro sin rachas) y cuasi-experimentales con secuencias reales (e.g., observar a un lanzador *in situ* y emitir un juicio predictivo sobre el lanzamiento que está a punto de ejecutar). Si bien es cierto que los primeros aportan una mayor validez interna y, con ello, una relación más fiable entre variables dependientes e independientes, hay que resaltar que estos estudios se basan en tareas altamente artificiales. En este sentido, Oskarsson et al., (2009) destacaron que la mayoría de tareas utilizadas en las investigaciones sobre juicios de dependencia secuencial obligaban al participante a pensar de forma deliberada o consciente antes de emitir los juicios. Este mismo hecho lo encontramos en la mayoría de los estudios revisados. Siguiendo las ideas de Gigerenzer (2008), es posible que el propio diseño de las tareas esté potenciando que los participantes emitan

juicios erróneos debido a que obligan a hacer un uso desadaptativo de los heurísticos (atajos decisionales automáticos).

La circunstancia anterior, unida a que la mayoría de las tareas utilizadas en los estudios presentan la información mediante un formato esquemático-simbólico (e.g., secuencias escritas donde O = acierto y X = fallo), ha provocado que la validez ecológica de las investigaciones se vea reducida. En este sentido, Gula y Köppen (2009), Raab et al., (2012) y Raab y MacMahon (2015) han aportado mejoras sustanciales en sus estudios incluyendo, por ejemplo, el uso de la visualización de imágenes. De la misma forma, reducir el tiempo para emitir juicios así como el uso de nuevas tecnologías o de información real *in situ* (MacMahon et al., 2014), puede resultar de gran utilidad y aumentar la validez ecológica de las investigaciones ya que los juicios se asemejarán más a los que se emiten en situaciones deportivas reales.

Resumiendo la primera parte de la revisión, la investigación sobre la creencia en rachas evidencia que existe un largo camino por recorrer en el sentido de identificar los factores situacionales y las diferencias individuales que afectan a la percepción de rachas pues tal como muestran Raab y MacMahon (2015), la creencia de *hot hand* no es estable ni lineal. Existe toda una tradición investigadora que vincula los sesgos cognitivos a variables de personalidad como el autocontrol, la regulación emocional y la impulsividad, y a factores situacionales (e.g., la presión temporal o utilidad esperada de las consecuencias de las decisiones en función de que se trate de un contexto competitivo o no competitivo) (e.g., Bruine de Bruin, Strough y Parker, 2014 o Strough, Karns y Schlosnagle, 2011). Siguiendo esta idea, podrían trasladarse al contexto deportivo, por ejemplo, métodos utilizados en el ámbito de la falacia del jugador. Claros ejemplos son los estudios de Gold (1997) donde se analizaron los momentos en los que aparecía la falacia, o de Wilke, Scheibehenne, Gaissmaier, McCanney y Barrett (2014)

quienes mostraron que los participantes con mayor tendencia al juego, percibían mayor número de patrones ilusorios. La alta estructuración de los deportes los convierte en el laboratorio natural ideal para la observación del impacto de estos factores.

La segunda parte de nuestra revisión se centra en las implicaciones conductuales relacionadas con la creencia en rachas. Sorprende que tras mucho tiempo sin ser una investigación abarcada, en los últimos años hayan surgido gran cantidad de publicaciones, aportando datos de gran interés. Así, en la actualidad parece innegable que la creencia de que un jugador está en racha, ya sea por parte de oponentes, entrenadores o del propio jugador tiene un enorme impacto en las conductas y decisiones posteriores, a nivel individual y colectivo. Queda por dilucidar en qué condiciones ese impacto es positivo o negativo. En este sentido, tal como se describió en la introducción, de forma clásica la creencia en rachas se ha considerado una falacia y, por ello, se ha asumido que sus consecuencias conductuales serían negativas. Sin embargo, Raab et al., (2012) se hicieron la siguiente pregunta: *¿Pueden las creencias falsas dar lugar a conductas ventajosas?* Esta idea, basada en el concepto de racionalidad ecológica (Todd y Gigerenzer, 2007), ha sido utilizada en investigaciones recientes (Raab et al., 2012; Csapo et al., 2015a) poniendo en relieve la posibilidad de que la creencia en rachas, independientemente de su racionalidad, pueda ser una creencia adaptativa, con consecuencias útiles en determinados contextos. Así, se ha comenzado a hablar del heurístico *take the hot*, el cual ya fue citado por Burns (2004), como posible mecanismo decisonal adaptativo responsable de la creencia en rachas.

Los estudios sobre la conducta de *hot hand* muestran resultados contradictorios. Por un lado, hasta seis estudios revelan implicaciones claramente negativas de la creencia sobre la toma de decisiones (Attali, 2013; Bocszkosky et al., 2014; Csapo et al., 2015b; y Neiman y Loewenstein, 2011). Todos estos estudios, analizan directamente la

toma de decisiones de jugadores de baloncesto en contextos reales de juego, comprobando que los jugadores tienden a realizar lanzamientos más difíciles (mayor número, a mayor distancia y con mayor presión defensiva) cuando aciertan de forma consecutiva. Por el contrario, se observa el efecto opuesto (lanzamientos más sencillos) cuando fallan de forma consecutiva. Esa influencia de la creencia en rachas sobre la conducta de riesgo podría explicar los datos del meta-análisis de Gula et al. (2013), que parecen demostrar que la probabilidad de fallo aumenta tras haber acertado varias veces consecutivas.

En contraposición, al menos cuatro estudios revelan una influencia positiva de la creencia sobre la toma de decisiones (Burns, 2004; Raab et al., 2012; Csapo y Raab, 2014; Csapo et al, 2015a). Sin embargo, un análisis más exhaustivo indica que estos estudios no siempre están enfrentados a los anteriores, e incluso pueden interpretarse de forma complementaria a éstos. Por un lado, encontramos un artículo (Burns, 2004) que muestra implicaciones positivas mediante una simulación por ordenador, con lo cual, la validez externa de dicho estudio se ve reducida frente a otros más actuales donde se utilizan datos en competición. Raab et al., (2012) encontraron que entrenadores y jugadores eran capaces de detectar rachas y actuar de forma adaptativa mediante una tarea experimental en la que aparecía un jugador que mostraba dependencia en sus secuencias de aciertos y otro sin dependencia secuencial. Si bien este estudio es de gran interés, tampoco podría extrapolarse a situaciones reales de juego, pues numerosas investigaciones muestran que en secuencias reales de juego es difícil encontrar dependencia entre ensayos (ver, por ejemplo, Gula et al., 2013 o Gilovich et al., 1985). Los otros dos estudios (Csapo y Raab, 2014; Csapo et al, 2015a) mostraron implicaciones positivas a nivel defensivo, comprobando que la defensa reaccionaba aumentando la presión sobre los jugadores tras haber acertado éstos varios lanzamientos

de forma consecutiva, y en consecuencia, los siguientes lanzamientos tenían más probabilidad de ser fallados. Sin duda, estas implicaciones positivas a nivel defensivo, son compatibles y lógicas con las implicaciones negativas para el protagonista, en este caso el jugador que lanza. De hecho, refuerza la idea de que la conducta de *hot hand* es desadaptativa, pues el jugador que lanza podría decidir no lanzar y buscar una opción menos arriesgada al percibir que la presión defensiva aumenta contra él. Así, los resultados obtenidos hasta la fecha parecen mostrar que la conducta provocada por la creencia en rachas dentro del contexto deportivo es, en la mayoría de los casos, una conducta desadaptativa o en palabras de Csapo y Raab (2014), *ecológicamente irracional*.

En conclusión, la investigación sobre la conducta de *hot hand* ha crecido enormemente en los últimos años gracias al hecho de vincular las consecuencias conductuales de la creencia a los resultados reales del juego. Sin embargo, consideramos que debe plantearse objetivos funcionales más ambiciosos. Para el entrenador o el deportista la utilidad última de estos estudios se deriva de la posibilidad de realizar recomendaciones concretas sobre cómo evitar las consecuencias negativas, y maximizar las positivas, si es que existen, del hecho de mantener o no mantener la creencia en las rachas. En otras palabras, ¿es la creencia en rachas un sesgo que debe combatirse mediante estrategias cognitivas concretas? ¿Puede derivarse alguna intervención para la mejora de los resultados de lo que sabemos hasta ahora?

A este respecto, los intentos realizados hasta el presente son sorprendentemente pobres, tan sólo encontramos un artículo (Doron y Gaudreau, 2014) que intenta relacionar características psicológicas (control percibido, afrontamiento y afectividad negativa) y rachas en esgrima. A pesar de no encontrar evidencia de que dichos procesos predijeran las rachas, si encontraron diferencias entre rachas positivas (mayor

control percibido y mayor afrontamiento) y negativas (mayor afectividad negativa). Además, tal como revelan Raab y MacMahon (2015), no sólo la creencia en rachas no es estable, si no que la conducta provocada por ésta tampoco lo es. Por todo esto, sería interesante en estudios futuros vincular conducta de *hot hand* y características de personalidad así como examinar cómo varía dicha conducta en función de variables contextuales como puede ser el tipo de instrucción del entrenador (Llorca-Miralles, Piñar, Cárdenas, Sánchez-Delgado y Perales, 2013; Perales, Cárdenas, Piñar, Sánchez-Delgado y Courel, 2011; Suárez-Cadenas, Cárdenas, Sánchez-Delgado y Perales, 2015) o situaciones de competición; períodos críticos de juego, el marcador parcial (ajustado o no), la localización del partido (local o visitante) o la importancia del mismo (e.g., fase regular o *playoffs*) (e.g., Marcelino, Mesquita, y Sampaio, 2011 o Sampaio, Lago, Casais y Leite, 2010).

Por otro lado, salvo algún intento aislado como el de Csapo et al., (2015b) o Suárez-Cadenas, Courel, Cárdenas y Perales (in press), hasta la fecha se ha carecido de un criterio objetivo para decidir qué es una buena o una mala decisión. En el mejor de los casos, se ha dispuesto del juicio externo de un experto que valora esas consecuencias, pero que a su vez está sometido a los mismos sesgos que generan esas decisiones. Por tanto, la investigación debe aún realizar un salto cualitativo importante: el de diseñar herramientas que permitan valorar las consecuencias de las decisiones por la ventaja o desventaja competitiva que ofrecen. Hasta la fecha no existe un método que permita evaluar de forma objetiva la calidad de las decisiones (Skinner, 2012), y para que pueda existir se impone la necesidad de desarrollar modelos objetivos de calidad decisional utilizando metodologías mixtas (e.g., Anguera, Camerino y Castañer, 2012), donde el *match analysis* y la metodología observacional deben jugar un papel fundamental.

REFERENCIAS

- Albright (1993a). A statistical analysis of hitting streaks in baseball. *Journal of the American Statistical Association*, 88, 1175–1183.
- Alter, A. L., & Oppenheimer, D. M. (2006). From a fixation on sports to an exploration of mechanism: The past, present, and future of hot hand research. *Thinking & Reasoning*, 12(4), 431-444.
- Attali, Y. (2013). Perceived Hotness Affects Behavior of Basketball Players and Coaches. *Psychological Science*, 24(7), 1151-1156. doi: 10.1177/0956797612468452
- Avugos, S., & Bar-Eli, M. (2015). A Second Thought on the Success-Breeds-Success Model: Comment on Iso-Ahola and Dotson (2014). *Review of General Psychology*, 19(1), 106-111. doi: 10.1037/gpr0000024
- Avugos, S., Koppen, J., Czienskowski, U., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2013). The "hot hand" reconsidered: A meta-analytic approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(1), 21-27. doi: 10.1016/j.psychsport.2012.07.005
- Ayton, P., & Fischer, I. (2004). The hot hand fallacy and the gambler's fallacy: Two faces of subjective randomness? *Memory & Cognition*, 32(8), 1369-1378. doi: 10.3758/bf03206327
- Blanchard, T. C., Wilke, A., & Hayden, B. Y. (2014). Hot-hand bias in rhesus monkeys. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 40(3), 280.
- Bar-Eli, M., Avugos, S., & Raab, M. (2006). Twenty years of "hot hand" research: Review and critique. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 525-553. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.03.001

- Bocskosky, A., J. Ezekowitz, & C. Stein (2014). The Hot Hand: A New Approach to an Old 'Fallacy', 8th Annual MIT Sloan Sports Analytics Conference.
- Botella, J., & Gambara, H. (2006). Doing and reporting a meta-analysis. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 6(2), 425-440.
- Burns, B. D. (2004). Heuristics as beliefs and as behaviors: The adaptiveness of the "hot hand". *Cognitive Psychology*, 48(3), 295-331. doi: 10.1016/j.cogpsych.2003.07.003
- Burns, B. D., & Corpus, B. (2004). Randomness and inductions from streaks: "Gambler's fallacy" versus "hot hand". *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(1), 179-184. doi: 10.3758/bf03206480
- Bruine de Bruin, W., Strough, J., & Parker, A. M. (2014). Getting older isn't all that bad: Better decisions and coping when facing "sunk costs". *Psychology and aging*, 29(3), 642.
- Carlson, K. A., & Shu, S. B. (2007). The rule of three: How the third event signals the emergence of a streak. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 104(1), 113-121. doi: 10.1016/j.obhdp.2007.03.004
- Cartwright-Hatton, S., Roberts, C., Chitsabesan, P., Fothergill, C., & Harrington, R. (2004). Systematic review of the efficacy of cognitive behaviour therapies for childhood and adolescent anxiety disorders. *British Journal of Clinical Psychology*, 43, 421-436.
- Caruso, E. M., Waytz, A., & Epley, N. (2010). The intentional mind and the hot hand: Perceiving intentions makes streaks seem likely to continue. *Cognition*, 116(1), 149-153. doi: 10.1016/j.cognition.2010.04.006

- Castel, A. D., Rossi, A. D., & McGillivray, S. (2012). Beliefs About the "Hot Hand" in Basketball Across the Adult Life Span. *Psychology and Aging*, 27(3), 601-605. doi: 10.1037/a0026991
- Clark III, R. D. (2005). Examination of hole-to-hole streakiness on the PGA tour. *Perceptual and Motor Skills*, 100(3 I), 806-814.
- Cohen J. (1960) A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20 (1), 37-46.
- Csapo, P., Avugos, S., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2015a). The effect of perceived streakiness on the shot-taking behaviour of basketball players. *European Journal of Sport Science*, 15(7), 647-654. doi: 10.1080/17461391.2014.982205
- Csapo, P., Avugos, S., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2015b). How should "hot" players in basketball be defended? The use of fast-and-frugal heuristics by basketball coaches and players in response to streakiness. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1580-1588. doi: 10.1080/02640414.2014.999251
- Csapo, P., & Raab, M. (2014). "Hand down, Man down." Analysis of Defensive Adjustments in Response to the Hot Hand in Basketball Using Novel Defense Metrics. *Plos One*, 9(12). doi: 10.1371/journal.pone.0114184
- Doron, J., & Gaudreau, P. (2014). A Point-by-Point Analysis of Performance in a Fencing Match: Psychological Processes Associated With Winning and Losing Streaks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 36(1), 3-13. doi: 10.1123/jsep.2013-0043
- Durlak & Lipsey (1991). A Practitioner's Guide to Meta-Analysis. *American Journal of Community Psychology*, 19(3), 1991
- Falk & Konold (1997). Making sense of randomness implicit encoding as a basis for judgment. *Psychological Review*, 104, 301–318

- Fernández-Ríos, L., & Buéla-Casal, G. (2009). Standards for the preparation and writing of Psychology review articles. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(2), 329-344.
- Gigerenzer, G. (2008). Why heuristics work. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 20-29.
- Gilovich, T., Vallone, R., & Tversky, A. (1985). The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences. *Cognitive psychology*, 17(3), 295-314.
- Gold, E. (1997). The gambler's fallacy. Unpublished doctoral dissertation, Carnegie Mellon University, Social and Decision Sciences Department.
- Gula, B., & Köppen, J. (2009). Einfluss von Länge und Perfektion einer „Hot-Hand“ - Sequenz auf Zuspieldentscheidungen im Volleyball. / Influence of length and perfection of a "hot hand" sequence on allocation decisions in volleyball. *German Journal of Sport Psychology / Zeitschrift für Sportpsychologie*, 16(2), 65-70.
- Hahn, U., & Warren, P. A. (2009). Perceptions of Randomness: Why Three Heads Are Better Than Four. *Psychological Review*, 116(2), 454-461. doi: 10.1037/a0015241
- Huber, J., Kirchler, M., & Stockl, T. (2010). The hot hand belief and the gambler's fallacy in investment decisions under risk. *Theory and Decision*, 68(4), 445-462. doi: 10.1007/s11238-008-9106-2
- Iso-Ahola, S. E., & Dotson, C. O. (2014). Psychological Momentum: Why Success Breeds Success. *Review of General Psychology*, 18(1), 19-33. doi: 10.1037/a0036406
- Iso-Ahola, S. E., & Dotson, C. O. (2015). Psychological Momentum-Not a Statistical but Psychological Phenomenon: Response to Commentary by Avugos and Bar-

- Eli (2015). *Review of General Psychology*, 19(1), 112-116. doi: 10.1037/gpr0000026
- Iso-Ahola, S. E., & Mobily, K. (1980). Psychological momentum - a phenomenon and an empirical (unobtrusive) validation of its influence in a competitive sport tournament. *Psychological Reports*, 46(2), 391-401.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1974). Subjective probability: A judgment of representativeness. In *The Concept of Probability in Psychological Experiments*(pp. 25-48). Springer Netherlands.
- Koehler, J. J., & Conley, C. A. (2003). The "hot hand" myth in professional basketball. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 25(2), 253-259.
- Köppen, J., & Raab, M. (2012). The hot and cold hand in volleyball: Individual expertise differences in a video-based playmaker decision test. *Sport Psychologist*, 26(2), 167-185.
- Landis J.R., & Koch G.G. (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174.
- Lucas, P. J., Baird, J., Arai, L., Law, C., & Roberts, H. M. (2007). Worked examples of alternative methods for the synthesis of qualitative and quantitative research in systematic reviews. *BMC medical research methodology*, 7(1), 4.
- Marcelino, R., Mesquita, I., & Sampaio, J. (2011). Effects of quality of opposition and match status on technical and tactical performances in elite volleyball. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 733-741.
- MacMahon, C., Köppen, J., & Raab, M. (2014). The Hot Hand Belief and Framing Effects. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85(3), 341-350. doi: 10.1080/02701367.2014.930089

- Matthews, W. J. (2010). The gambler's fallacy in retrospect: A supplementary comment on Oppenheimer and Monin (2009). *Judgment and Decision Making*, 5(2), 133-137.
- Matthews, W. J. (2013). Relatively Random: Context Effects on Perceived Randomness and Predicted Outcomes. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 39(5), 1642-1648. doi: 10.1037/a0031081
- Miller, J. B., & Sanjurjo, A. (2014). A cold shower for the hot hand fallacy. IGIER working paper no. 518. SSRN Electronic Journal. Recuperado de <http://ssrn.com/abstract=2450479>. doi:10.2139/ssrn.2450479
- Miller, J. B., and Sanjurjo, A. (2015). Surprised by the Gambler's and Hot Hand Fallacies? A Truth in the Law of Small Numbers. IGIER Working Paper no.552. SSRN Electronic Journal. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2627354>
- Neiman, T., & Loewenstein, Y. (2011). Reinforcement learning in professional basketball players. *Nature communications*, 2, 569.
- Newton, P. K., & Aslam, K. (2006). Monte Carlo tennis. *Siam Review*, 48(4), 722-742. doi: 10.1137/050640278
- Oskarsson, T., Van Boven, L., McClelland, G. H., & Hastie, R. (2009). What's next? Judging sequences of binary events. *Psychological Bulletin*, 135, 262–285.
- Raab, M., Gula, B., & Gigerenzer, G. (2012). The Hot Hand Exists in Volleyball and Is Used for Allocation Decisions. *Journal of Experimental Psychology-Applied*, 18(1), 81-94. doi: 10.1037/a0025951
- Raab, M., & MacMahon, C. (2015). Does Framing the Hot Hand Belief Change Decision-Making Behavior in Volleyball? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 86(2), 152-162. doi: 10.1080/02701367.2014.991437

- Rinott, Y., & Bar-Hillel, M. (2015). Comments on a “Hot Hand” Paper by Miller and Sanjurjo (2015). Working paper. Recuperado de: <http://pluto.huji.ac.il/~rinott/publications/hothand14.pdf>
- Sampaio, J., Lago, C., Casais, L., & Leite, N. (2010). Effects of starting score-line, game location, and quality of opposition in basketball quarter score. *European Journal of Sport Science*, 10(6), 391-396.
- Scheibehenne, B., Wilke, A., & Todd, P. M. (2011). Expectations of clumpy resources influence predictions of sequential events. *Evolution and Human Behavior*, 32(5), 326-333. doi: 10.1016/j.evolhumbehav.2010.11.003
- Strough, J., Karns, T. E., & Schlosnagle, L. (2011). Decision-making heuristics and biases across the life span. In G. R. SamanezLarkin (Ed.), *Decision Making over the Life Span* (Vol. 1235, pp. 57-74).
- Swann, C., Keegan, R. J., Piggott, D., & Crust, L. (2012). A systematic review of the experience, occurrence, and controllability of flow states in elite sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(6), 807-819. doi: 10.1016/j.psychsport.2012.05.006
- Todd, P. M., & Gigerenzer, G. (2007). Environments that make us smart: Ecological rationality. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 167–171.
- Tune, G. S. (1964). Response preferences: A review of some relevant literature. *Psychology Bulletin*, 61, 286-302.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1971). Belief in the law of small numbers. *Psychological Bulletin*, 76, 105–110.
- Tversky, A., & Gilovich, T. (1989a). The cold facts about the “hot hand” in basketball. *Chance*, 2, 16–21.

- Tyszka, T., Zielonka, P., Dacey, R., & Sawicki, P. (2008). Perception of randomness and predicting uncertain events. *Thinking & Deciding, 14*, 83–110.
- Wilke, A., Scheibehenne, B., Gaissmaier, W., McCanney, P., & Barrett, H. C. (2014). Illusionary pattern detection in habitual gamblers. *Evolution and Human Behavior, 35*(4), 291-297.
- Xue, G., Juan, C. H., Chang, C. F., Lu, Z. L., & Dong, Q. (2012). Lateral prefrontal cortex contributes to maladaptive decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109*(12), 4401-4406. doi: 10.1073/pnas.1111927109
- Yaari, G., & David, G. (2012). "Hot Hand" on Strike: Bowling Data Indicates Correlation to Recent Past Results, Not Causality. *Plos One, 7*(1). doi: 10.1371/journal.pone.0030112

ARTÍCULO 2:

Suárez Cadenas, E., Cárdenas, D., Sánchez Delgado, G., & Perales, J.C. (2015). The hidden cost of coaching: intentional training of shot adequacy discrimination in basketball hampers utilization of informative incidental cues, *Perceptual and Motor Skills*, 120, 139-158. doi:10.2466/25.30.PMS.120v14x

THE HIDDEN COST OF COACHING: INTENTIONAL SHOT ADEQUACY DISCRIMINATION TRAINING IN BASKETBALL HAMPERS UTILIZATION OF INFORMATIVE INCIDENTAL CUES

ERNESTO SUÁREZ-CADENAS¹, DAVID CÁRDENAS¹, GUILLERMO SÁNCHEZ-DELGADO¹ AND JOSÉ C. PERALES²

¹*Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada*

²*Department of Experimental Psychology; Mind, Brain and Behaviour Research Center (CIMCYC), Universidad de Granada*

Summary.—Our goal was to identify the advantages and disadvantages of using intentional guidance to teach to discriminate between good and bad circumstances to shoot in basketball. A simulated shot-adequacy learning task was developed, in which participants were asked to decide, in each trial, whether the player in possession of the ball should shoot or not. After each decision, they received feedback on their response (determined by five cues: Opposition, Rebound, Balance, Alternative, and Distance). 65 naïve participants (M age = 18.6 yr., SD = 1.3) were divided into two groups. The incidental group received no guiding instructions. The intentional group was instructed to utilize four of the five cues. The Distance cue was kept incidental for both groups. Participants effectively incorporated the cues into their decisions. Guidance had a markedly different effect across cues. The intentional group utilized Distance less efficiently than the incidental group, i.e., intentional instructions on the other four cues nearly blocked the utilization of Distance.

Keywords: decision-making, basketball, decisional-cues, lens-model, instruction.

¹Address correspondence to Ernesto Suárez Cadenas, Faculty of Sport Sciences, Carretera de Alfacar s/n 18071 Granada, Spain or e-mail (ersuca@gmail.com).

²Any aspect of the work covered in this manuscript that has involved human participants has been conducted with the ethical approval of all relevant bodies, and such approvals are acknowledged within the manuscript (Boards of the Experimental Psychology and Physical Education Departments, University of Granada).

Intentional guidance to environmental cues is a powerful moderator of decision-making skill acquisition (Wulf & Prinz, 2001; McNevin, Shea, & Wulf, 2003; Beilock, Bertenthal, McCoy, & Carr, 2004). Most formal learning models do include parameters representing stimulus salience and intentional attention to relevant cues, and try to quantify the effect of such variables on the speed and asymptotic level of learning in experimental paradigms (Mackintosh, 1975; Pearce & Hall, 1980; Kruschke, 1992). In procedural terms, selectively pointing the relevant cues out and stressing their importance by means of instruction can accelerate learning; on the other hand, keeping cues incidental and/or redirecting the learner's attention away from them can slow down or even completely block their utilization (Ashby & Maddox, 2005; Kim & Rehder, 2011).

The goal of the present paper was to identify the advantages and disadvantages of using intentional guidance as part of the training process conducive to discriminating between good and bad circumstances to shoot in basketball, in a task simulating the type of tactical video-analysis training players customarily receive (directly inspired by the tasks used in experimental learning psychology to study category learning). That discrimination ability is important for adaptive decision making, and is likely to contribute to teams' efficacy (Oskarsson, Van Boven, McClelland, & Hastie, 2009; Bar-Eli, Plessner, & Raab, 2011). Hence, coaches are becoming growingly interested in the conditions that improve these abilities, and a number of technical works addressing this concern have been recently published (Adkins, Bain, Dreyer, & Starkey, 2007; Sivils, 2009).

The main assumption is that learning to discriminate whether the situation is adequate for shooting can be modeled as a form of category learning, and thus a cue-based learning process, as conceptualized by modern, general-purpose associative

learning theories (Ashby & Maddox, 2011; Best, Yim, & Sloutsky, 2013). Real, vicarious, or simulated feedback, in the form of hit/miss, keeping the ball or not after rebound (in case of miss), or being in a good disposition to defend (in case the rebound is caught by the opponent team), allows players to gradually discriminate good from bad situations to throw. Operationally, good situations are those in which the present set of cues predicts success with a high probability, and bad ones are those in which such set of cues signals a low probability of success. At the present moment, there is some consensus among basketball experts and coaches that absence of direct opposition from a defender, presence of teammates close enough to the basket to catch a possible rebound, presence of at least one teammate to ensure defensive balance, absence of an alternative better than shooting (i.e., an open pass line to a better situated teammate), and adequate shooting distance, are the main cues to be taken into account (Wooden & Nater, 2006; Krause, Meyer, & Meyer, 2008). There is no such consensus however, on the optimal weight that should be attributed to each cue, or the rules linking these cues to desirable feedback. Actually, these cues could interact in a non-linear manner, and their optimal value could vary from individual to individual¹ (Araújo, Davids, & Hristovski, 2006). Nevertheless, there is also some evidence that expert coaches and players are apt at extracting this kind of high-quality informational cues from the game (García-González, Araújo, Carvalho, & Iglesias, 2011).

Importantly, this type of cue-based learning process naturally occurs in two different settings: obviously, during the game, but also in extensive technical training sessions and video analysis, in which feedback is controlled—or, at least, modulated—by the

¹As mentioned by an anonymous reviewer, the set of cues that individually determines when shooting is a good decision is called an ‘affordance’ from the ecological dynamics perspective. It could be said that the current study is about how affordances emerge during training, although, in the scope of such training should be restricted to the specific laboratory task scenario. It cannot be claimed that the study is about how affordances develop in the pitch: neither the motor response, nor the important cues, nor feedback (namely, none of the elements that would constitute actual affordances for shooting in basketball) are the same in the two cases.

coach and other analysts. As mentioned above, the present paper presents a simulated task much closer to the latter situation than to the former. In other words, in relation to the first case, the task can be considered a low-fidelity simulation, whereas, in relation to the second case, the task can be considered an intermediate-to-high-fidelity simulation (see, e.g., Di Stasi, Contreras, Canas, Candido, Maldonado, & Catena, 2010). Nevertheless, preliminary research shows not only that the use of such cues can be altered by instructional guidance in a lab setting (Perales, Cárdenas, Piñar, Sánchez, & Courel, 2011), but also that real technical training producing in-game performance improvements manifests itself in the form of changes in the way players use those cues when assessed in a simulated task in the lab (Llorca-Miralles, Sánchez-Delgado, Piñar, Cárdenas, & Perales, 2013).

That said, there still is some controversy about the best way to enhance this cue-based discriminative learning process, even in the circumscribed context concerned here. On the one hand, constraint-based approaches stress the importance of natural feedback during the game, or in training situations specially designed (constrained) for the players to detect and utilize the relevant cues (Araújo & Davids, 2009; Travassos, Araújo, Davids, O'Hara, Leitao, & Cortinhas, 2013). On the other hand, constructivist and cognition-based approaches stress the importance of technical guidance for the player to recognize both the relevant cues and the relevant feedback, and to intentionally elaborate the relationships between them (Koedijker, Oudejans, & Beek, 2007; Schlapkohl, Hohmann, & Raab, 2012). For the sake of brevity, the authors will not address the many nuances of these two approaches, their rationales, or variants, nor will take sides *a priori* in the controversy. Still, as discussed later, the current results may have profound implications regarding the practical consequences of adopting one approach or the other.

In this study, naïve participants performed a shot-adequacy learning task in which they were presented with series of video frames depicting a real game scenario and were asked to decide on a trial-by-trial basis whether the player in possession of the ball should shoot or not. After making each decision, they received feedback on the correctness of their response (determined on the basis of an artificial rule, applied upon the degree of presence/absence of the game-related cues mentioned above). In one (incidental) condition, the learners received no guiding instructions, so that they were asked to try to learn to do better using the feedback for their decisions. The other (intentional) group was verbally instructed to detect and utilize four of the five cues that actually determined such feedback, in a way that reproduces how coaches teach their players in tactical training sessions. The fifth cue (shooting distance) was kept incidental for the two groups.

With regard to this type of task, existing theoretical conceptualizations of category learning provide three hypotheses to be tested.

Hypothesis 1: Cues are not equipotent; i.e., even in similar feedback conditions, people learn faster about some cues than about others. Perceptual salience, preparedness, and previous exposure to those cues (see Blair, Watson, & Meier, 2009; Kruschke & Hullinger, 2010) are among the factors that modulate acquisition.

Hypothesis 2: Intentional guidance towards the relevant cues boosts learning, but it can also interact with cue properties. For example, in a work by Maldonado, Jiménez, Herrera, Perales, and Catena (2006), using a contingency-based causal judgment task, participants rapidly learned to use all relevant cues in an intentional learning condition. However, in an incidental learning condition, participants ended up incorporating most salient cues into their responses, but failed to make use of the least salient ones. Namely, the incidental condition generated ‘inattentional blindness’, but only for some

of the relevant cues. In a similar fashion, in a previous work (Perales, *et al.*, 2011) most participants predominantly used opposition as a cue to estimate shoot adequacy, independently of whether they were in the intentional or the incidental condition. However, learning to utilize rebound proceeded much more rapidly and effectively in the intentional condition.

Hypothesis 3: Intentional guidance not only is expected to boost learning about the cues such guidance is directed toward, but also to interfere with learning about cues not explicitly mentioned by the instructor. In other words, the benefits of guiding the learner's attention come at a price: a difficulty to take advantage of other, potentially useful information. As shown by Kim and Rehder (2011), in a study analyzing eye movements in an experimental category learning task, “[previous] knowledge indeed changes what features are attended, with knowledge-relevant features being fixated more often than irrelevant ones” (p. 649). Favored (intentional) cues ‘unfairly’ compete with non-favored (incidental) cues, in such a way that the latter lose their ability to drive attention towards them in subsequent trials. It is expected that intentional guidance of attention towards certain cues will boost learning to use (at least some of) the cues to discriminate between adequate and inadequate shots, but also to deter learning about any cue that had been left incidental in the same context, despite the fact that feedback could make such a cue objectively discriminative. This could mean that if an instructor fails to identify some crucial cues, the instruction might end up preventing people from considering and learning about these unidentified cues.

Beyond testing these predictions, this work is also aimed at providing a new methodological tool to analyze decision-making in interactive sports. As detailed below, a two-stage method is proposed. In the first stage all decisions of each individual are regressed upon the extent of presence of the cues (Opposition, Rebound, Balance,

Alternative, and Distance). This allows precise estimation of whether or not, and the degree to which, each participant used such cues when deciding if a situation was adequate to shoot. In other words, cue- and individual-specific utilization scores are computed. Subsequently, the manner in which utilization parameters are influenced by the presence/absence of attentional guidance (the experimental manipulation) was calculated. Theoretical and practical implications emerged from the second stage; however, the methodological novelty resides in the first stage. In that regard, the challenge is to demonstrate that this rationale can be used to compute utilization scores, not only in laboratory settings, but also in real games.

METHOD

Participants

Sixty-five first-year sport sciences students (11 women; M age = 18.6 yr., SD = 1.3) volunteered in exchange for course credits. Thirty-one were randomly assigned to the intentional group, and 34 to the incidental group. None had received formal training in basketball. Potential participants who described themselves as knowledgeable in basketball were not considered for the study. Naïve participants were recruited to prevent, as much as possible, the influence of prior knowledge (apart from the knowledge provided by instructions), so that main effects would be attributable to the experimental manipulation and learning occurring during the task.

All participants gave written informed consent. In all its aspects, the study was carried out in accordance with the Declaration of Helsinki and was ethically approved by the boards of the Experimental Psychology and Physical Education Departments of

the University of Granada, as part of a series of voluntary activities during the course “Behavioral Analysis in Sports” (Degree in Sports Sciences).

Measures

Shot adequateness decisions.—As detailed below, the experimental task consisted of 1,440 trials, divided into eight (180-trial) daily sessions. In each trial, participants were asked to decide whether the player in possession of the ball (depicted in a still video frame) should shoot or not. Trial-by-trial yes/no responses were kept for further analysis.

Cue presence scores.—All the video frames were assessed by four basketball coaches (with a minimum experience of 10 years, and qualified by the Spanish Basketball Federation). Coaches were asked to make numerical judgments, on a five-point Likert scale, for Opposition, Rebound, Balance, and Alternative in each video frame (anchors 0: absence and 4: presence to a maximum extent). The presence of each of the cues in each video frame was computed as the average of the four experts’ ratings. Shooting Distance was objectively calculated by direct observation, according to the criteria established by Anguera (2009).

Cue presence ratings were standardized to translate them into a common scale, and then kept for feedback programming. Correlations of ratings across experts (Table 1) were acceptable for Opposition and Rebound. Notably, correlations were low for Alternative and Balance. We will get back to the implications of this low level of agreement among judges in the Results and Discussion sections.

TABLE 1

INTER-JUDGE CORRELATIONS FOR CUE-PRESENCE ESTIMATES

Experts compared	Cue			
	Opposition	Rebound	Balance	Alternative
1 vs. 2	.805**	.628**	.423**	.326**
1 vs. 3	.815**	.626**	.425**	.360**
1 vs. 4	.850**	.655**	.414**	.468**
2 vs. 3	.794**	.705**	.541**	.142**
2 vs. 4	.836**	.614**	.246**	.196**
3 vs. 4	.842**	.686**	.195**	.197**
Average	.824**	.652**	.374**	.282**

Note.—all correlations statistically significant at $p < .01$.

Cue utilization scores.—First, for each participant and each 360-trial block of the task, a binomial logistic regression analysis was run for the actual decisions on the cue-presence scores. The 360-trial (instead of 180-trial) blocks were used to eliminate potential effects of the specific set of video frames used in each pair of sessions (each session containing 180 images). These regression analyses took into account only the trials in which feedback was not random, i.e., those trials in which feedback was determined on the basis of Equation 1 (see details in ‘selection and classification of stimulus’ section below).

Second, provided that all cue-presence scores were in the same (standardized) scale, the absolute values of the resulting regression parameters are straightforwardly interpretable as cue utilization scores, and thus were kept as the main dependent variables for further analyses. Importantly, utilization parameters were computed individually, and are interpretable as estimates of the degree to which each participant takes each cue into account to make decisions (where the score's sign indicates whether presence of the cue biased decisions towards a yes or a no response). Please note that the goal of this preliminary analysis was not to test whether each cue significantly

contributed to shot adequateness decisions, but to compute quantitative estimates to be later used as dependent variables.

Procedure

Experimental task.—The experimental task was programmed in Visual Basic 6.0, and consisted of eight 180-trial sessions, with each session performed on a different day. The exact number of trials was determined on projections made from Perales, *et al.*'s (2011) results, to ensure enough learning, and a sufficient number of trials for further reliable analyses. Each trial contained a video frame extracted from a professional-level game, with the 10 players visible, and a player in possession of the ball. That player was oriented towards the basket, but it was not possible to guess whether he intended to shoot.

The first session started with 10 practice trials, to familiarize participants with the task, and to establish the key/response coupling. Different video frames ($N=360$) were used. The video frames in Session 1 ($n=180$) were different from the ones in Session 2 ($n=180$). The video frames were randomly assigned to these two sessions. A first randomization yielded the order assigned to half the participants; a second randomization process determined the order for the other half. In all cases, mirror images of the video frames used in Sessions 1–2 were used in Sessions 3–4. Finally, Sessions 5–8 were identical to Sessions 1–4. Therefore, each video frame was used four times (two as mirror-image versions).

Each participant was provided a pen-drive with an executable file. Participants were instructed in accordance with the condition they had been assigned to (incidental or intentional), and told to run the task at home. Such an activity was considered as part of a larger set of voluntary academic duties, and to strengthen the motivation for proper

execution, participants were warned that their performance would be inspected and could be evaluable. Following instructions was ensured *ad hoc* by checking whether observed utilization parameters incorporated the feedback provided during the task (see confidence intervals for cue utilizations in Table 2). In addition, there is extensive evidence that home-based experiments, if carefully planned, are as valid as lab-based experiments to collect data (Vadillo, Bárcena, & Matute, 2006; Exadaktylos, Espín, & Brañas-Garza, 2013).

Each trial consisted of a 2500 msec. fixation point, and a 5000 msec. presentation of the video frame. After the video frame had disappeared from the screen, a question mark (“?”) indicated that a decision had to be made on whether a shot opportunity was adequate or not. Keys Z/M were randomly assigned to yes/no responses. Upon responding, the decision latency was shown on screen, and a positive/negative sound, and the words “Correcto/Incorrecto” immediately indicated whether the decision had been right/wrong.

The two groups differed only in the instructions they received (see translation from Spanish in the Appendix). The instructions for the incidental group made reference only to the general goals of the task. Intentional instructions provided definitions of all cues except Distance, so that participants were biased to take those cues into account. Shooting Distance was kept incidental in the two groups. Importantly, Distance was selected to be incidental because a previous study (Llorca-Miralles, *et al.*, 2013) has shown an intermediate level of utilization for it. Learners tend to incorporate Distance into their decision rather straightforwardly, but not as much as they do with Opposition. Given that the effects on cue utilization are expected to be subtle, choosing Distance as the key cue to detect some of those effects allowed avoiding both ceiling and floor effects.

Selection and classification of stimuli.—427 video frames were extracted from the Eurobasket 2009 male tournament. Scores for the five cues were used to classify each video frame as shooting adequate or shooting inadequate following an artificial rule. If $opposition > 0.75$, the video frame was classified as shooting inadequate. If $opposition < 0.75$, shooting adequateness was calculated by using the following algorithm:

$$y = rebound + 0.75 \times balance - 0.75 \times distance - 0.75 \times alternative \quad [\text{Eqn. 1}]$$

If $y > 0.55$, then the video frame was classified as adequate for shooting and if $y < 0.55$, it was classified as inadequate for shooting.

This rule is obviously arbitrary, and was designed to ensure that barely half the situations were classified as adequate, and the other half inadequate for shooting. In addition, the rule was intended to reflect the relative importance attributed to them by professional coaches, in such a way that opposition is the stronger cue, followed by rebound, and then by the other three cues. Still, the rationality of this rule is not crucial to the goals. What was needed was a type of feedback provided according to a rule known *a priori*. No agreement about such rule exists in the basketball community, although preliminary work from our laboratory actually shows that computing competitive advantage from cue presence score is not an unrealistic endeavor.

Among the 427 original video frames, those 270 frames were selected for which the correct response was clearest, after applying the equation to determine feedback. The 270 video frames were mixed with 90 images for which feedback values were randomly assigned, so that feedback was actually independent of cue-presence scores (which yields the full 360 set). This was done to make feedback non-deterministic, and thus

more similar to feedback in real contexts. Indeed, for that final set, the resulting linear weight of each cue on shooting-adequateness (cue validities) was -0.40 , 0.26 , 0.16 , -0.16 , and -0.14 , for Opposition, Rebound, Balance, Distance, and Alternative, respectively ($R^2 = .35$). Figure 1 shows one of the images used.



FIG. 1. Video-frame presented in the task. For this video frame, average expert judge's scores on the presence of cues were 3.00 (Opposition), 2.50 (Rebound), 3.50 (Balance), 2.50 (Alternative), and 1.00 (Distance).

Design and Analysis

First, to calculate the dependent variable (see '*Cue utilization scores*'), binomial logistic regression analyses were performed for each participant and each 360-trial block of the task. Subsequently, mixed analyses of variance (ANOVAs) were carried out on utilization scores separately for each cue (Opposition, Rebound, Balance, Alternative, Distance), with group (incidental, intentional) as a between-subjects independent variable, and block (1–4) as a within-subjects independent variable. A complementary analysis was carried out including cue as a second within-subjects

dependent variable. Finally, to check whether participants made a significant use of cues, a one-sample t test was performed for each block and each cue.

The significance threshold for all analyses was $p = .05$. η_p^2 was used to estimate effect size. All analyses and pre-analyses were run on the IBM SPSS 20 statistical package.

RESULTS

Figure 2 displays mean utilization scores for each cue, group, and block. A three-way ANOVA (Cue: Opposition, Rebound, Balance, Distance, Alternative; Block: 1–4; Group: Incidental, Intentional) yielded significant effects for cue ($F_{4, 232} = 499.14$, $MSE = 0.17$, $p < .01$, $\eta^2 = 0.90$), block ($F_{3, 174} = 2.99$, $MSE = 0.10$, $p = .03$, $\eta_p^2 = 0.05$), the block \times cue interaction ($F_{12, 696} = 2.61$, $MSE = 0.07$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.04$), and cue \times group interaction ($F_{4, 232} = 3.52$, $MSE = 0.17$, $p < .01$, $\eta^2 = 0.06$). Neither block \times group ($p = .16$), nor block \times cue \times group ($p = .14$) had statistically significant effects. In other words, utilization scores varied across cues, and the effect of group on utilization also varied across cues (see details in the cue-by-cue analysis below).

However, these results of analysis including cue as a factor can be problematic. Some cues are more difficult to define than others (experts' inter-judge reliability for Opposition and Rebound were higher than for Alternative and Balance). That means that participants could make a weaker use of such cues, not because they are less important, but because they are not so salient or discriminable. Effects of cue are thus interpreted with that caution in mind. Hence, block \times group ANOVAs were also performed for each cue separately.

For Opposition, there was a statistically significant effect of block ($F_{3, 174} = 5.06$, $MSE = 0.11$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.08$). Neither group ($F < 1$) nor block \times group ($p = .15$) effects reached significance. Trend analyses of the block effect indicated a significant linear component ($F_{1, 58} = 7.30$, $MSE = 0.20$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.11$). Neither the quadratic ($p = .21$) nor the cubic component ($p = .21$) were significant. As shown in Fig. 3A there was an increasing utilization of Opposition across blocks.

For Rebound, there was a significant effect of group ($F_{1, 58} = 4.34$, $MSE = 0.11$, $p = .04$, $\eta_p^2 = 0.07$). Neither the effect of block ($p = .31$) nor the effect of block \times group ($F_{3, 174} = 2.25$, $MSE = 0.03$, $p = .08$, $\eta_p^2 = 0.04$) was significant. As shown in Fig. 3B, the utilization of Rebound was globally larger for the intentional group.

For shooting Distance there was a significant effect of group ($F_{1, 58} = 9.14$, $MSE = 0.32$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.14$), but not of block ($F_{3, 174} = 2.16$, $MSE = 0.43$, $p = .09$, $\eta_p^2 = 0.04$), nor any interaction ($F < 1$). Importantly, as shown in Fig. 1E, the utilization of this cue was consistently larger for the incidental group.

No significant effects were found for Balance and Alternative (Figs. 3C and 3D) (min. $p = .55$).

THE HIDDEN COST OF COACHING

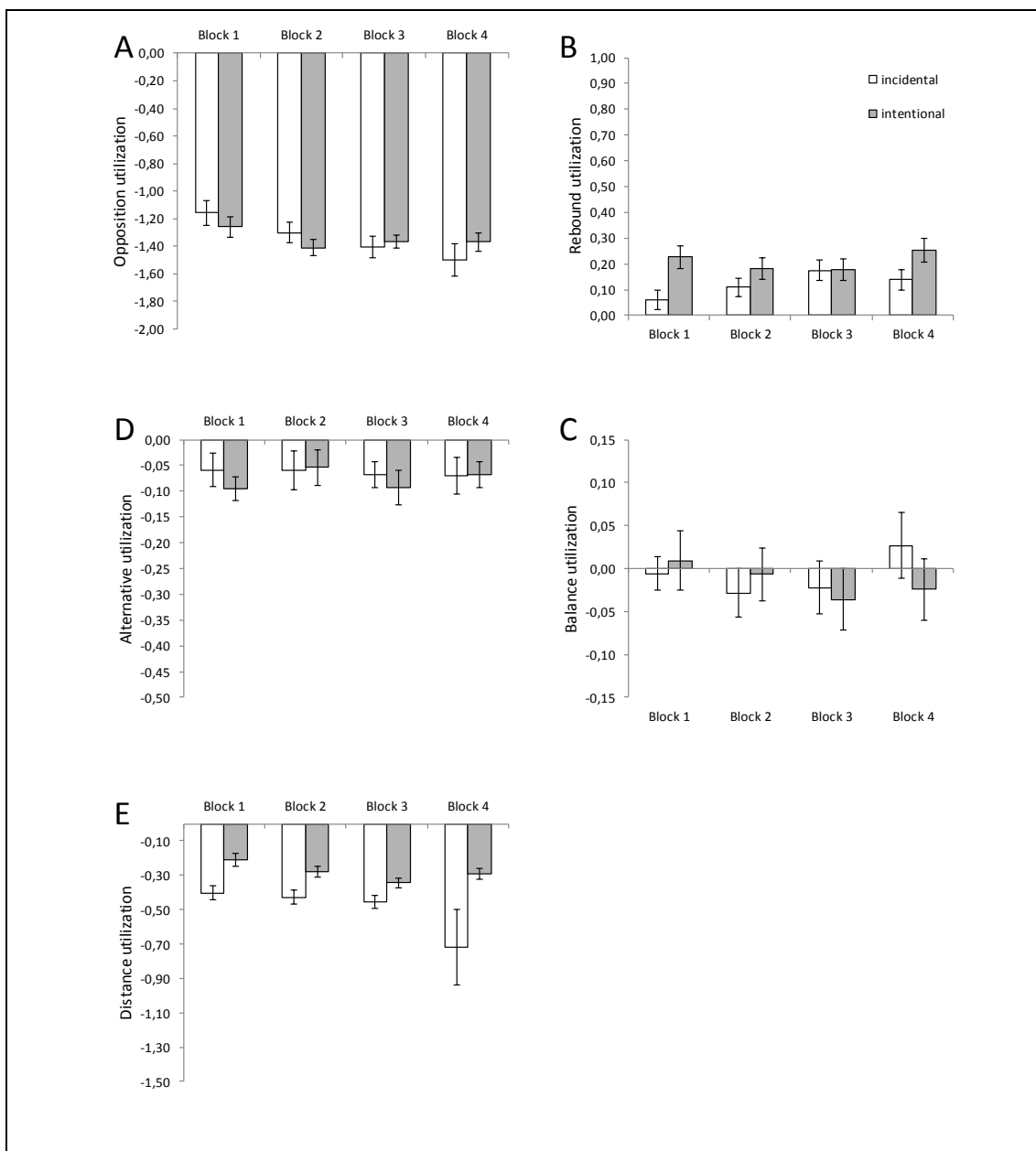


FIG. 2. Mean utilization scores for the five cues across blocks (Panel A: Opposition; Panel B: Rebound; Panel C: Balance; Panel D: Alternative to shooting; Panel E: Distance). Error bars represent ± 1 standard errors. Positive values indicate positive association between cue presence and decision to shoot; negative values indicate inverse association between cue presence and decision to shoot. Please note that, for presentational purposes, graphs in different panels are in different scales.

Finally, a one-sample *t* test was carried out to check whether block-wise cue utilizations were larger than zero and, therefore, whether participants made a significant use of cues. Results of those analyses are reported in Table 2.

TABLE 2
ONE-SAMPLE *t* TESTS COMPARING CUE UTILIZATION (AGAINST ZERO) FOR EACH CUE, BLOCK, AND GROUP

Cue	Block	Group					
		Intentional			Incidental		
		P	CI (95%)		P	CI (95%)	
Opposition	1	< .01	- 1.41	- 1.10	< .01	- 1.35	- .97
	2	< .01	- 1.53	- 1.30	< .01	-1.45	- 1.20
	3	< .01	- 1.46	- 1.30	< .01	-1.60	- 1.24
	4	< .01	- 1.50	- 1.23	< .01	-1.74	- 1.26
Rebound	1	< .01	.13	.32	.12	- .02	.14
	2	< .01	.09	.27	< .01	.04	.18
	3	< .01	.09	.26	< .01	.09	.26
	4	< .01	.15	.35	< .01	.06	.22
Balance	1	.80	- .06	.08	.76	- .05	.03
	2	.83	- .07	.06	.33	- .09	.03
	3	.33	- .11	.04	.49	- .09	.04
	4	.51	- .14	- .05	.49	- .05	.10
Alternative	1	< .01	- .13	.02	.08	- .13	.01
	2	.14	- .16	- .02	.13	- .14	.02
	3	.01	- .12	- .02	.01	- .12	- .02
	4	.01	- .27	- .13	.05	- .14	.00
Distance	1	< .01	- .29	- .13	< .01	- .49	- .32
	2	< .01	- .35	- .22	< .01	- .52	- .34
	3	< .01	- .40	- .28	< .01	- .53	- .38
	4	< .01	- .36	- .22	< .01	- 1.17	- .27

Note.— CIs refer to the mean values of utilization scores for the five cues, and the four blocks, across participants in the two groups (displayed in Figure 2).

DISCUSSION

The first hypothesis stated that, in cue-based learning, cues are not equipotent, i.e., even in similar feedback conditions, people learn faster about some cues than about others. As displayed in Table 2, people learn to use (utilization score > 0 , $p < .05$) all cues except balance, in at least some circumstances. That is, they incorporated the cues

into their decisions in such a way that utilization scores largely varied across cues (Opposition > Distance > Alternative > Rebound > Balance), which supports the hypothesis. Nevertheless, this result can have multiple interpretations. On the one hand, some cues could be more complex and less salient, and take longer just to be perceptually discriminated (see, e.g., Pearce, 2002, for a review on the many subtleties of perceptual learning from an associative approach); in that sense, it is not surprising that people use simple cues as Opposition and Distance much earlier and straightforwardly than interaction-dependent cues such as Balance, Rebound, or Alternative. Unfortunately, these cues are not only more complex, their definition is also less clear-cut (i.e., more ambiguous). As shown in Table 1, inter-judge agreement on cue presence strongly varied across cues. In terms of agreement, the order of cues was Opposition > Rebound > Balance > Alternative, which indicates that presence is more a diffuse property for some cues than for others, which is itself a relevant result. Still, interestingly, the ordering of cue utilization did not match the inter-judge agreement ranking. For example, Alternative is the cue for which there was lowest agreement across judges, but it was incorporated into adequateness decisions more effectively than Balance and Rebound. This implies that utilization differences across cues cannot be exclusively explained on the basis of definitional ambiguity.

The second hypothesis was more straightforwardly testable. The effect of guidance was markedly different across cues. In the case of Opposition, attentional guidance did not make any difference in cue utilization. This effect is similar to that reported by Maldonado, *et al.* (2006), in a different task. On the other hand, in our case, there was no effect of group either for Balance or Alternative, but there was a clear group effect of guidance on Rebound utilization. To be more precise, intentional instruction allowed an earlier utilization of Rebound as a decisional cue. Although the block \times group

interaction was not significant, the effect of group seemed to vanish (or at least decrease) with practice. This pattern closely replicates the one reported by Perales, *et al.* (2011), and implies that cue properties determine whether learning on them is more or less affected by attentional guidance. At the present moment, there is no evidence to identify these properties, but it is interesting to note that the effect of guidance did not strictly depend on the ease of learning to use a cue. As noted above, people learned more rapidly and efficiently about Alternative than about Rebound, but guidance did not exert any effect on Alternative utilization (but did on Rebound). This question surely merits further investigation.

The third hypothesis stated that favored (intentional) cues would ‘unfairly’ compete with non-favored (incidental) cues, in such a way that the latter were expected to lose their ability to drive attention towards them. Distance actually suffered this deterrent effect. The intentional group not only utilized this cue less efficiently than the incidental group, but also failed to reach the same utilization in the long term (after more than 1,080 trials). Intentional instructions almost blocked the utilization of Distance as a cue.

In spite of the limitations imposed by the type of methodology used here, there are theoretical implications to be drawn from these results, particularly the last one. On the one hand, the task is simple enough to be explained in cognitive terms; actually, current general associative learning theories from which the hypotheses were drawn must be considered cognitive theories, as they incorporate cognitive factors to the explanation of associative learning phenomena (Shanks, 1995). The reported results can be neatly accounted for in terms of selective attention guidance by intentional instruction, and the attentional cost imposed by limits in the breadth of attention. In the study of discriminative categorization, numerous reports demonstrate that associative learning and attention influence each other. On the one hand, attention guides associative

learning; on the other, feedback-based learning determines where attention must be allocated (Wulf, Gartner, McConnel, & Schwarz, 2002; Roelfsema, Pieter, van Ooyen, & Watanabe, 2010). Most importantly, when several cues compete for associative strength, attention can determine what cues are effectively associated to feedback (see Blair, *et al.*, 2009; Kruschke & Hullinger, 2010).

In terms of the type of knowledge generated in this task and the strategies used during learning, results must be interpreted cautiously. Although it has been sometimes assumed that processing during incidental tasks is mostly automatic (generating implicit knowledge), and intentional tasks are approached in a controlled fashion (generating explicit knowledge; see Bar-Eli, *et al.*, 2011, pp. 84–86 for a discussion on the matter; see also Raab & Johnson, 2007), the automatic-equals-incidental-equals-implicit assumption can be rather thorny. In tasks like these, it is perfectly possible that learners in the incidental condition are actively searching for the cues that allow them to predict feedback, and proceed in a serial, controlled manner. So, the ‘incidental’ and ‘intentional’ labels used here refer exclusively to the learning conditions imposed by the instructor, not to the strategies used by learners, nor the representations resulting from that learning process.

On the other hand, in the specific field of decision-making training in sports, advocates of cognitive model-inspired techniques have tended to stress the importance of attention modulation, cognitive elaboration of the relationships between the cues generated by game and feedback, properly perceiving and using those cues, and improving the declarative knowledge structures resulting from learning (McPherson & Kernodle, 2002, 2007). In most cases, this type of training has been provided via video feedback of the own player’s performance (García-González, Moreno, Moreno, & Del Villar, 2012; Koeppen & Raab, 2012; Raab, Gula, & Gigerenzer, 2012). However, the

current results seem to imply that if an instructor fails to identify some crucial cues, instruction might end up preventing people from considering and learning about these unidentified cues. Actually, in the last few years, some authors belonging to the cognitive tradition have started to become aware of the potential setbacks of basing tactical training exclusively on guidance from the coach. For example, in García-González, *et al.*, (2012), the declared aim of the supervisor “was to guide the analysis of the game situation through open questioning, but not intervening directly or giving answers to the proposed questions” (p. 3). Still, in what they call “analysis of the decision context”—which was part of the interaction between instructor and learner—the list of cues to be considered included scoreboard, opponent’s placement, player’s placement, ball placement and direction, and shot executed, i.e., aspects selected “according to the tactical elements that characterise tennis shots” (p. 3). In other words, even in cases in which the importance of guidance is moderated, it is difficult to avoid limiting the scope of cues to be taken into account.

The ecological dynamics approach (Araújo, *et al.*, 2006) is undoubtedly more aware of the potential problems of prescription in sports training. In this framework, the person is assumed to naturally make use of action-relevant variables, and intentional prescription is regarded as a limitation for that kind of selective learning (Araújo & Davids, 2009). Moreover, according to this framework, decisional cues are idiosyncratic, determined by anatomical and motoric uniqueness, and vary across individuals. However, our task does not allow direct assessment of its predictions, as most specificities of the game, including motor demands, are absent in simulations (see Travassos, Davids, Araújo, & Esteves, 2013).

Finally, the current approach provides a methodological tool that can be easily adapted to the analysis of decision making in sports. Real-game versions of utilization

scores can be used as learning indices, so that training can be monitored, not only by means of outcome-related data (e.g., individual statistics, coaches' judgments), but also by means of progressive tuning of decisions to the information available in the environment. Importantly, learning could be tracked by using statistics directly computed from behavior, without the need to collect learners' or coaches' estimates. In addition, experts and novices could be compared with regard to the way they make use of the cues present in the environment. Presumably, utilization scores will dynamically change as expertise arises, and will tend to correlate highly with other indices of players' and teams' performance. Actually, the next objective is to demonstrate that utilization scores, namely, the extent to which players incorporate certain cues in their decisions, can significantly predict the final result of the game. Provisional data do show that shooters whose shot decisions are influenced by the presence of Rebound have a larger contribution to the final score than those who do not.

Limitations

There are several limitations that must be acknowledged. First, the set of cues considered in this study is not exhaustive. To date, it is not possible to be sure that such cues really determine shooting adequateness in a real game. At present, the only place where such ideas are discussed are in specific coaching technical work written by practitioners, where they describe what must be done to coach players about these factors. Still, there is no reason to think that the dynamics of learning for the present cues are essentially different than the ones for the valid cues in real training. Match analysis techniques and mixed methodology (Camerino, Castañer, & Anguera, 2012) could be helpful in finding the most relevant cues contributing to competitive advantage.

Second, as previously discussed, the participants took an external perspective when deciding about shooting adequateness. In the real game, such decisions are made both by the shooter (from an insider's perspective), and by external observers (e.g., the coach). It is important to stress that our task does not simulate the kind of decision-making process executed by the shooter at the moment of shooting. The task is more similar to the way players and coaches learn to decide if a shot is adequate by observation. The question of whether these processes of acquiring decision-making skills are similar to those in operation in shooters (who learn from the feedback of their own shooting decisions) is still open, and remains as a potentially fruitful line of research.

The main strengths of this work arise from the novelty of its methodology, the demonstration that people are able to use complex, non-obvious cues if systematic feedback or meaningful instruction is provided, and the finding that interactions between incidental and intentional cues can influence the utilization of ones and the others.

REFERENCES

- Adkins, C., Bain, S., Dreyer, E., & Starkey, R. A. (2007) *Basketball drills, plays and strategies: A comprehensive resource for coaches*. Cincinnati: Betterway Books.
- Anguera, M. T. (2009) Methodological observation in sport: Current situation and challenges for the next future. *Motricidade*, 5(3), 15-25.
- Araújo, D., & Davids, K. (2009) Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: Ask not only what you do, but where you do it. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 5-37.

- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006) The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653-676. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.07.002
- Ashby, F. G., & Maddox, W. T. (2005) Human category learning. *Annual review of psychology*, 56, 149-178. doi: 10.1146/annurev.psych.56.091103.070217
- Ashby, F. G., & Maddox, W. T. (2011) Human category learning 2.0. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1224(1), 147-161.
- Bar-Eli, M., Plessner, H., & Raab, M. (2011) *Judgement, decision-making and success in sport*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Beilock, S. L., Bertenthal, B. I., McCoy, A. M., & Carr, T. H. (2004) Haste does not always make waste: Expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11(2), 373-379. doi: 10.3758/bf03196585
- Best, C. A., Yim, H., & Sloutsky, V. M. (2013) The cost of selective attention in category learning: Developmental differences between adults and infants. *Journal of experimental child psychology*, 116(2), 105-119.
- Blair, M. R., Watson, M. R., & Meier, K. M. (2009) Errors, efficiency, and the interplay between attention and category learning. *Cognition*, 112(2), 330-336. doi: 10.1016/j.cognition.2009.04.008
- Di Stasi, L. L., Contreras, D., Canas, J. J., Candido, A., Maldonado, A., & Catena, A. (2010) The consequences of unexpected emotional sounds on driving behaviour in risky situations. *Safety Science*, 48(10), 1463-1468. doi: 10.1016/j.ssci.2010.07.006
- Exadaktylos, F., Espin, A. M., & Branas-Garza, P. (2013) Experimental subjects are not different. *Scientific Reports*, 3. doi: 10.1038/srep01213

- García-González, L., Araújo, D., Carvalho, J., & Iglesias, D. (2011) An overview of theories and research methods on decision making in tennis. *Revista De Psicologia Del Deporte*, 20(2), 645-666.
- García-González, L., Moreno, A., Moreno, M. P., Iglesias, D., & Del Villar, F. (2012) Tactical knowledge in tennis: a comparison of two groups with different levels of expertise. *Perceptual and Motor Skills*, 115(2), 567-580. doi: 10.2466/30.10.25.pms.115.5.567-580
- Krause, J. V., Meyer, D., & Meyer, J. (2008) *Basketball skills and drills (3rd ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kim, S., & Rehder, B. (2011) How prior knowledge affects selective attention during category learning: An eyetracking study. *Memory & Cognition*, 39(4), 649-665. doi: 10.3758/s13421-010-0050-3
- Koedijker, J. M., Oudejans, R. R. D., & Beek, P. J. (2007) Explicit rules and direction of attention in learning and performing the table tennis forehand. *International Journal of Sport Psychology*, 38(2), 227-244.
- Koeppe, J., & Raab, M. (2012) The Hot and Cold Hand in Volleyball: Individual Expertise Differences in a Video-Based Playmaker Decision Test. *Sport Psychologist*, 26(2), 167-185.
- Kruschke, J. K. (1992) ALCOVE: an exemplar-based connectionist model of category learning. *Psychological review*, 99(1), 22.
- Kruschke, J. & Hullinger, R. (2010) Evolution of attention in learning. In N. A. Schmajuk (Ed.), *Computational Models of Classical Conditioning* (pp. 10-52). Cambridge: Cambridge University Press.

- Llorca-Miralles, J., Sánchez-Delgado, G., Piñar, M. I., Cárdenas, D., & Perales, J. C. (2013) Basketball training influences shot selection assessment: a multi-attribute decision-making approach. *Revista De Psicología Del Deporte*, 22(1), 223-226.
- Mackintosh, N. J. (1975) A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological review*, 82(4), 276.
- Maldonado, A., Jiménez, G., Herrera, A., Perales, J. C., & Catena, A. (2006) Inattentional blindness for negative relationships in human causal learning. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 59(3), 457-470.
- McNevin, N. H., Shea, C. H., & Wulf, G. (2003) Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychological Research-Psychologische Forschung*, 67(1), 22-29. doi: 10.1007/s00426-002-0093-6
- McPherson, S. L., & Kernodle, M. (2002) Problem representations of male professionals and novices during tennis competition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(1), A50-A50.
- McPherson, S. L., & Kernodle, M. (2007) Mapping two new points on the tennis expertise continuum: Tactical skills of adult advanced beginners and entry-level professionals during competition. *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 945-959. doi: 10.1080/02640410600908035
- Oskarsson, A. T., Van Boven, L., McClelland, G. H., & Hastie, R. (2009) What's Next? Judging Sequences of Binary Events. *Psychological Bulletin*, 135(2), 262-285. doi: 10.1037/a0014821
- Pearce, J. M. (2002) Evaluation and development of a connectionist theory of configural learning. *Animal Learning & Behavior*, 30(2), 73-95. doi: 10.3758/bf03192911

- Pearce, J. M., & Hall, G. (1980) A model for Pavlovian learning: variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological review*, 87(6), 532.
- Perales, J. C., Cárdenas, D., Pinar, M. I., Sánchez, G., & Courel, J. (2011) Differential effect of incidental and intentional instruction in learning about decision-making conditions when shooting in basketball *Revista De Psicología Del Deporte*, 20(2), 729-745.
- Raab, M., Gula, B., & Gigerenzer, G. (2012) The Hot Hand Exists in Volleyball and Is Used for Allocation Decisions. *Journal of Experimental Psychology-Applied*, 18(1), 81-94. doi: 10.1037/a0025951
- Raab, M., & Johnson, J. G. (2007) Expertise-based differences in search and option-generation strategies. *Journal of Experimental Psychology-Applied*, 13(3), 158-170. doi: 10.1037/1076-898x.13.3.158
- Roelfsema, P. R., van Ooyen, A., & Watanabe, T. (2010) Perceptual learning rules based on reinforcers and attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(2), 64-71. doi: 10.1016/j.tics.2009.11.005
- Schlapkohl, N., Hohmann, T., & Raab, M. (2012) Effects of instructions on performance outcome and movement patterns for novices and experts in table tennis. *International Journal of Sport Psychology*, 43(6), 522-541. doi: 10.7352/ijsp2012.43.053
- Shanks, D. R. (1995) Is human learning rational. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section a-Human Experimental Psychology*, 48(2), 257-279.
- Sivils, K. (2009) *Game Strategies and Tactics for Basketball: Bench Coaching for Success*. Indianapolis: Dog Ear Publishing.

- Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., O'Hara, K., Leitao, J., & Cortinhas, A. (2013) Expertise effects on decision-making in sport are constrained by requisite response behaviours - A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 211-219. doi: 10.1016/j.psychsport.2012.11.002
- Travassos, B., Davids, K., Araújo, D., & Esteves, P. T. (2013) Performance analysis in team sports: Advances from an Ecological Dynamics approach. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(1), 83-95.
- Vadillo, M. A., Bárcena, R., & Matute, H. (2006) The internet as a research tool in the study of associative learning: An example from overshadowing. *Behavioural Processes*, 73(1), 36-40. doi: 10.1016/j.beproc.2006.01.014
- Wooden, J., & Nater, S. (2006) *John Wooden's UCLA Offense*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wulf, G., Gartner, M., McConnel, N., & Schwarz, A. (2002) Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *Journal of Motor Behavior*, 34(2), 171-182.
- Wulf, G., & Prinz, W. (2001) Directing attention to movement effects enhances learning: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(4), 648-660.

APPENDIX

Instructions for the intentional group (translated from Spanish; instructions for the incidental group were identical except for the absence of the definitions of the cues and the rules).

In this task you must learn when shooting is adequate during the game in basketball. In each trial you will be presented with a 5-second video-frame displaying a 5x5 situation. When the image disappears, a question mark will indicate that you have to decide whether shooting is adequate or not. The keys to respond yes/no are Z/M [M/Z].

You must use the 5 sec. to mentally reach a decision, but you will not be allowed to make it during that time. After that interval, you will be given only $\frac{3}{4}$ of a second to respond. Experts are able to do so in less than $\frac{1}{5}$ of a second.

Once you make a decision, you will be immediately told whether your decision was right/wrong. Please, try to gradually improve your performance, but also to reduce the time you need to respond.

Adequateness of shooting depends on several factors:

- If you have opposition from a defendant, i.e., if a player from the other team can complicate your shot.
- If your team is well-set for rebound, i.e., whether the players from your team are closer to the basket than the other team's players.
- If your team is well-set for defensive balance, i.e., whether one or more players from your team could set the defense against a potential fast break, in case the shooter misses and your team does not catch the rebound.

- If there is an alternative choice better than shooting, i.e., if instead of shooting you should pass the ball to a better-situated player.

The rule-to-apply is the following one:

- If there is significant opposition, it is not adequate to shoot.
- If there is little opposition, take the other factors into account. Rebound, balance and the absence of a better alternative jointly increase the adequateness of shooting.
- Consequently, if there is opposition or the combination of the other factors is unfavorable, it would not be adequate to shoot.

ARTÍCULO 3:

Suárez-Cadenas, E., Courel, J., Cárdenas, D., & Perales, J.C. (*in press*).

Towards a decision quality model for shot selection in basketball: An exploratory study. *Spanish Journal of Psychology*.

TOWARDS A DECISION QUALITY MODEL FOR SHOT SELECTION IN BASKETBALL: AN EXPLORATORY STUDY

ERNESTO SUÁREZ-CADENAS¹, JAVIER COUREL¹, DAVID CÁRDENAS¹ AND
JOSÉ C. PERALES²

¹*Department of Physical Education and Sport, Faculty of Sport Sciences, University of Granada*

²*Department of Experimental Psychology; Mind, Brain and Behaviour Research Center (CIMCYC), Universidad de Granada*

Summary.—We take the first steps towards a shot selection quality model in basketball that incorporates decisional cues that might be predictive, not only of proximal results (e.g., scoring), but also of distal results (e.g., winning/losing the match). 2976 jump-shots from 50 Euroleague matches were sampled, following systematic observation guidelines. The decisional cues under scrutiny were shooting opposition, distance and lateral angle, disposition to offensive rebound and disposition to defensive balance at the moment of shooting. A first set of regressions between decisional cues and proximal results showed higher opposition and distance to decrease the probability of scoring (OR= .81; $p < .001$ and OR= .89; $p = .013$); a better disposition towards rebound to increase the chances of catching rebound (OR= 1.57; $p < .001$); and better defensive balance disposition to decrease the probability of a fast break (OR= 1.27; $p < .036$). A second set of regressions between proximal and distal results showed shooting and offensive rebound effectiveness to predict total points scored ($\beta = .62$; $p < .001$ and $\beta = .32$; $p < .001$) and game result (winning/losing the game; OR= 1.12; $p < .001$ and OR= 1.05; $p = .021$). Finally, an analysis of the impact of decisional cues on distal results showed a positive relationship between likelihood of winning and average team's disposition to offensive rebound (OR= 1.18; $p = .018$). These results cast light on the actual weights (validities) of the different cues involved in predicting outcomes of shooting decisions. This evidence could help coaches provide objective feedback about players' shooting performance beyond hit percentages.

Keywords: decision quality, basketball shooting, cue validities, performance indicator.

¹Address correspondence to Ernesto Suárez Cadenas, Faculty of Sport Sciences, Carretera de Alfacar s/n 18071 Granada, Spain or e-mail (ersuca@gmail.com). Any aspect of the work covered in this manuscript has been conducted with the ethical approval of all relevant bodies (Boards of the Experimental Psychology and Physical Education Departments, University of Granada).

In the last years, sport sciences have experienced a growing interest in decision-making processes and their relationship with competitive success (Bar-Eli, Plessner & Raab, 2011). Researchers are working on extracting objective information from natural competitive environments, in order to identify and modify trainable decisions that could contribute to competitive performance (Drust, 2010; McGarry, O'Donoghue, & Sampaio, 2013).

Speed, interactions, and time pressure (Jiménez-Sánchez, Sáenz-López, Ibáñez & Lorenzo, 2012) have made basketball become an extremely high decisional-complexity sport. In the more restricted arena of offensive phases of the game, teams' tactics, as well as individual players' decisions are oriented towards generating optimal shot opportunities. Indeed, several studies have addressed the problem of shot selection from a theoretical point of view (see Goldman & Rao, 2011, for analyses of *allocative* and *dynamic* efficiency approaches; Skinner, 2012, for an *optimal stopping problem* approach). Other attempts have focused on the *hot hand* phenomenon and its impact on players' decisions (Csapo, Avugos, Raab & Bar-Eli, 2014), or have adopted a reinforcement learning perspective (Neimann & Lowenstein, 2011). In spite of the relevance of the abovementioned studies, to date, none of them have addressed the analysis of shot selection in a more practical manner. For example, it remains unclear how specific pre-shot decisional cues impact on proximal and delayed outcomes of shooting. That means that an objective method to determine the decisional quality of a shot (how well that shot was selected) that considers its effect on both close and distant game-relevant outcomes has not yet been formulated.

In general, previous research has stressed the difficulty and complexity of modelling the processes underlying shot adequateness judgments and shooting decisions (Skinner, 2012). Nevertheless, research about shot selection has taken into account, almost

exclusively, direct shot outcomes (hit/miss), and have neglected more delayed outcomes that could also contribute to competitive advantage. In the absence of this potentially valuable research, and with a more applicative aim in mind, experts have tried to describe the conditions that discriminate between good and bad shots in technical works directed to an audience mostly consisting of professional coaches (Wooden & Nater, 2006; Krause, Meyer, & Meyer, 2008). According to these, good shooting decisions should increase the likelihood, not only of scoring, but also of offensive rebound (in case of miss), and decrease the likelihood of suffering a subsequent fast break (in case of no rebound).

In the (almost deserted) space between theoretical and practical endeavours, notational analysis research has pointed out different performance indicators that influence game result (e.g., controlling the defensive rebound increases the likelihood of winning games, García, Ibáñez, Martínez, Leite, & Sampaio, 2014). Some other studies (Perales, Cárdenas, Piñar, Sánchez-Delgado & Courel, 2011; Suárez-Cadenas, Sánchez-Delgado, Cárdenas & Perales, 2015) have tried to operationalize decisional cues, namely, environmental cues that could signal the consequences of shooting decisions: (1) degree of presence of direct opposition by a defender, (2) shooting distance, (3) shooting lateral angle, (4) team's disposition to offensive rebound, and (5) team's disposition to defensive balance.

These decisional cues are probabilistic, in the sense that they can portray a heavier or lighter weight in predicting shot outcomes. For example, we do not know the *validity* (Brunswick, 1955) of the offensive team's disposition towards rebound as a predictor of catching the imminent rebound. Namely, we do not know the parameters of the function that links a specific quantitative index of team's disposition and the likelihood of rebound. Under certain assumptions, that validity can be objectively captured as a

regression index, after regressing the outcome under consideration (catching or not the rebound) over its possible predictors (Hastie & Dawes, 2010). Decision-making improvement, in fact, can be described as the progressive tuning of the decision-maker's utilization of those cues to their objective validities (Hogarth, 2008; Suárez-Cadenas et al., 2015).

To date, main limitations in the field of decision making in sports are attributable to two reasons. First, to the prevalence of studies based on experts' judgements and their notion of what is a good decision. For example, Bar-Eli et al., (2011) acknowledged the ambiguity of what an *expert* and a *correct decision* are. And second, research on this topic shows a predominance of laboratory task-based studies over more ecologically valid methodologies (Farrow & Raab, 2008). The tentative decisional quality model proposed in this study extracts objective information about decisions quality directly from the real game and consequently, helps partially surpassing the abovementioned limitations.

In summary, although training methods already incorporate strategies to improve shot selection, and expert coaches and players have been shown to be better than novices at extracting high-quality informational cues from the game (García-González, Araújo, Carvalho, & Iglesias, 2011), there have been no attempts to estimate the statistical validity of decisional cues to predict both proximal and distal consequences of shooting. In other words, we lack of valid information to objectively determine shot quality, understood in terms of the conditions that a shot situation should meet in order to maximize positive outcomes and minimize negative ones (i.e., validities). Making estimates of shot-decision quality available could be useful to provide feedback both to shooters (in order to inform better individual decisions), and to the coach and the other players (in order to set optimal conditions for shooting). In addition, observed changes

in decisional quality across different circumstances (e.g., across shots subject to different levels of possession time pressure, across trials in a hot-hand streak, or under different degrees of emotional or cognitive load) (see, for example, Csapo et al., 2014 or Raab, 2002) could allow analyzing the impact of such circumstances on decision-making processes.

In this study, we take the first steps towards developing a shot decision quality-assessment model. 2976 jump shots from 50 Euroleague matches were sampled, following systematic observation guidelines. On the basis of previous studies (Perales et al., 2011; Suárez-Cadenas et al., 2015), the decisional cues taken into consideration were shooting opposition, distance, lateral angle, team's disposition to offensive rebound and teams' disposition to defensive balance at the moment of shooting. Similarly, the proximal outcomes from shooting to be predicted were scoring (or not), catching (or not) the following rebound, and preventing (or not) a fast break. Distal outcomes were the amounts of points scored and received, and the final result of the match (winning/losing). A first set of (logistic) regression analyses was run to explore the impact of decisional cues on proximal outcomes. A second set of (logistic and linear) regression analyses was performed to explore the relationships between proximal and distal outcomes. Finally, regression analyses were carried out to check whether the effect of decisional cues on proximal outcomes do transfer to distal outcomes. Given the exploratory nature of this study, we hold no previous hypothesis about the map of significant relationships and their corresponding weights.

METHOD

Sample

The sample consisted of 2976 shots corresponding to 50 matches from the 2012-13 and 2013-14 seasons of the Basketball Euroleague. Only jump shots performed outside the 3-second-restricted area during offensive phases and with possibility of rebound, for the two teams in each match, were considered. Shooting fouls, free throws, and off-time shots were discarded.

Variables

Decisional cue-presence scores

These variables refer to the degrees of presence of each of the environmental cues considered relevant to shot outcomes, registered exactly at the moment of shooting (on the basis of a frame-by-frame inspection of ball release). In order to reduce ambiguity, all scores were expressed in discrete scales. The procedural details and rationale of how these variables were operationalized are described in full in Appendix 1.

Opposition was defined as the degree to which an opponent was close enough and ready to interfere with the shot attempt, measured in a 1 (low) - 4 (very high) quasi-quantitative scale. Shooting distance was computed as the linear distance from the vertical feet projection on the floor to the vertical basket projection on the floor, and then translated into a 1 (close) to 4 (very distant) scale. *Lateral angle* was first measured as the angle formed by the end line and the imaginary line from the shooter to the basket and then translated into a 1 (corner shot) - 4 (frontal shot) scale, regardless of court side (left-right). *Team's disposition to offensive rebound* was defined as the number of

offensive players inside the three second restricted area at the moment of shooting and was measured in a 0 to 3 (players) quasi-quantitative scale (there was no cases with 4 or 5 players in data collection). *Team's disposition to defensive balance* was defined as the number of defensive players situated behind the free throw line. Based on the number of observations, this variable was clustered as 0/1, 2, 3 and 4/5 players (1 - 4 quasi quantitative scale). Additionally, we also computed mean scores for each decisional cue, averaging their values across shots for each team in each match. These mean scores represent the general tendency in each team and each match to shoot with higher or smaller degrees of opposition, distance, lateral angle, rebound and balance. In other words, these mean values can be interpreted as match and team-specific shooting decision-related summary stats.

Proximal outcomes

The in-game outcome of each shot was described by using three dichotomous variables: *scoring* (yes/no); catching the subsequent *offensive rebound* (yes/no), in case of miss, and *preventing fast break* (yes/no; a fast break was considered to be prevented if the opponent team took longer than 7 seconds to make an advantage shot, with defence not yet organised), in case of not catching the rebound. Additionally, we also computed *shooting effectiveness* (proportion of hits over total number of shots), *rebound effectiveness* (proportion of rebounds caught over missed attempts with possibility of rebound for one team or the other), and *defensive balance effectiveness* (proportion of fast breaks prevented over the total number of attacks from the opponent team following rebound) scores. These effectiveness scores were computed for each team and each match. Please note that the three outcomes are logically chained: only rebounds subsequent to the shots included in the analysis, and only attacks resulting from not catching those rebounds were taken into account for further analyses. This is

obviously due to the fact that our interest is to inspect exclusively those variables involved in or resulting from the shots previously selected for analysis.

Distal outcomes

Match outcomes were defined by using two quantitative variables (*points scored* and *points received*) and one dichotomous one (*game result: winning/losing*).

Data collection and statistical analysis

Features and consequences of shot attempts were recorded following systematic observation guidelines, performed by two expert technicians specifically trained for this task, graduated in Sports Sciences, with a minimum of eight years' experience as basketball coaches, and recognized as such by the Spanish Basketball Federation. Variable recording training took place during a four-week long period (20 hours in total). For all variables, agreement between judges, as measured by Cohen's Kappa was .85 or higher, which qualifies as very strong (Altman, 1991). All data were collected using the LINCE software, a program specifically designed to measure sport behaviour (Gabín, Camerino, Anguera, & Castañer, 2012).

Statistical analysis included binary logistic and linear regressions. For logistic regressions, *b*-values (*B*) and *Odds Ratio* (*OR*) with their 95% confidence intervals (*CI*) were estimated and Nagelkerke's R^2 was used to assess goodness-of-fit of the models. Significations of predictors were assessed by means of Wald's test. For linear regressions, *b*-values (*B*) and standardized *b*-values (β) were estimated and R^2 and adjusted R^2 (ΔR^2) were used to provide a goodness-of-fit of the models. Significations of predictors were assessed by *t* tests. The significance threshold for all analyses was $p=.05$. Statistical analyses were conducted in IBM SPSS Statistics, Version 20.0 (2011, Armonk, NY: IBM Corp.).

Analyses¹ were carried out in three separate stages (see Table 1). In Stage 1, proximal results were regressed over decisional cues, according to three logistic binary regression models.

In Model 1, scoring (yes/no) was regressed over opposition, distance and lateral angle, across all the shot attempts under consideration ($n=2976$). In Model 2, performed upon missed shots ($n=1741$), catching the rebound (yes/no) was regressed over team's disposition to rebound. Finally, in Model 3, carried out upon all shots for which the rebound was not caught ($n=1059$), defensive balance with fast break prevention (yes/no) was regressed over team's disposition to defensive balance. In general, the inclusion of predictors in each of the three models was based on reasonable cause-effect connections. For example, in the first model, disposition to offensive rebound and disposition to defensive balance were not included as there is not any evident way in which they could be connected to scoring. In the same way, opposition, distance and lateral angle were not included in models 2 and 3 as there are no evident ways in which they could affect the likelihood of an offensive rebound or preventing a possible fast break². (Note, however, that in the last analysis all decisional cues were included in the same model, as all of them can impact on distal outcomes, i.e., game result).

¹ Given that data showed a multilevel structure (i.e., shots nested into teams and teams nested into matches), intraclass correlations (ICC) for all variables were computed regarding the 50 matches analysed, in order to determine an adequate analyses strategy (single or multilevel modelling). ICC ranges varies from 0 to 1, indicating between-level variance. Following Dyer, Hanges and Hall (2005) with values close to 0 (e.g., .05) multilevel models are difficult or impossible to estimate. In our study ICCs ranged from <.01 to .02 showing that data variance was almost entirely associated to the individual/single level. Thus, we decided to examine relationships at the single/individual level.cases.

² Complementary analyses were performed, including all available decisional cues in Models 2 and 3, in order to check for not-so-evident cue-proximal outcomes relationships. The decisional cues considered for analyses were opposition, distance, lateral angle, disposition to rebound and disposition to balance for alternative Model 2 and 3. It was not possible to formulate an alternative Model 1, as variables recorded for scoring analyses did not included either disposition to rebound or disposition to balance. These analyses are consistent with the original models. Fitting indices were Nagelkerke's $R^2 = .03$; $\chi^2(5) = 45.99$; $p < .001$, for alternative Model 2, and Nagelkerke's $R^2 = .44$.; $\chi^2(5) = 696.44$; $p < .001$, for alternative Model 2. The predictors added in alternative models (but not present in original ones) remained far from significance (Min. $p = .116$).

In Stage 2 (prediction of distal outcomes from proximal outcomes), two separate analyses were carried out to linearly regress points scored over shooting and rebound effectiveness (Model 4), and points received over defensive balance effectiveness (Model 5). Please note that shooting and rebound effectiveness were computed over shots and resulting rebound for each team and each match ($n=100$).

Similarly, a logistic binary regression analysis was carried out to regress the final result of the game (winning/losing) over shooting effectiveness, rebound effectiveness, and defensive balance effectiveness (Model 6; $n=50$). In order to avoid the violation of independence of error's assumption, in this model (similarly in model 9), a random sample of 50 matches was selected (25 matches from winning teams and 25 losing teams different from the previous).

Finally, in Stage 3, we tried to predict distal outcomes from decisional cues. Opposition, distance, lateral angle, and disposition to rebound scores (averaged across all shots under consideration for each team and each match) were used to linearly predict points scored (Model 7, $n=100$). Similarly, team's disposition towards balance was used to linearly predict points received (Model 8, $n=100$). Two final logistic binary regression analyses were carried out to predict the final result of the game from all mean decisional cue scores (Model 9, $n=50$). Note that, in this stage, decisional cue values were averaged across all the shots under consideration for each match and team. In this sense, if opposition is connected to points scored, that relationship must be interpreted as suggesting that teams who tend to select shots against larger degrees of defenders' opposition tend to make less points. In other words, averaged decisional cue values can be interpreted as alternative team stats with potential links with game results (which is, indeed, one of the main aims of the present work).

TABLE 1

SUMMARY OF DECISIONAL CUES, PROXIMAL RESULTS AND DISTAL RESULTS, AND STAGES OF ANALYSES

Decisional cues	Proximal results	Distal results
Opposition Distance Lateral Angle	Shooting effectiveness	Points scored Game result
Team's disposition to offensive rebound	Offensive rebound effectiveness	Points scored Game result
Team's disposition to defensive balance	Defensive balance effectiveness	Points received Game result

Stage 1. Relationships between decisional cues and proximal results.

Stage 2. Relationships between proximal results and distal results.

Stage 3. Relationships between decisional cues and distal results.

RESULTS

Results from Stage 1 (models 1, 2, 3) are shown in Figure 1. Model 1 (accuracy=62.7%), revealed a negative relationship between likelihood of scoring and both shooting opposition (i.e., the more opposition, the lower probability to score) and shooting distance. No significant relation was found for lateral angle. Model 2 (accuracy=67.8%) showed a positive relationship between likelihood of catching an offensive rebound and the number of players in the three-second restricted area at the moment of shooting. Model 3 (accuracy=86.1%) revealed a significant positive relationship between fast break avoiding and team's disposition to defensive balance.

Results from Stage 2 (models 4, 5, 6) are shown in Figures 2 and 3. Model 4 ($R^2=.50$) revealed a significant positive relationship between shooting effectiveness and points scored at the end of the match. A similar relationship was found between rebound effectiveness and points scored. Model 5 ($R^2<.01$) did not reveal a significant relationship between defensive balance effectiveness and points received. Model 6 (accuracy=66%) revealed a significant positive relation between the likelihood of

winning and both shooting effectiveness and rebound effectiveness. No significant relation between defensive balance effectiveness and game result were found.

Results from stage 3 (model 9) are shown in Figure 4. Models 7 and 8 did not yield significant relations and are not represented. Finally, Model 9 (accuracy=74%) showed a positive relationship between likelihood of winning and average team`s disposition to offensive rebound. There were no significant relations for the rest of the cues. Additionally, as suggested by an anonymous reviewer, we also tested two models, alternative to Model 9 in Stage 3, segregating successful from unsuccessful shots; results from this complementary analyses are shown in Appendix 2. Those extra analyses showed interesting results, specifically for missed shots. In that submodel, not only disposition to rebound, but also disposition to defensive balance positively impacted on game result.

TOWARDS A DECISION QUALITY MODEL

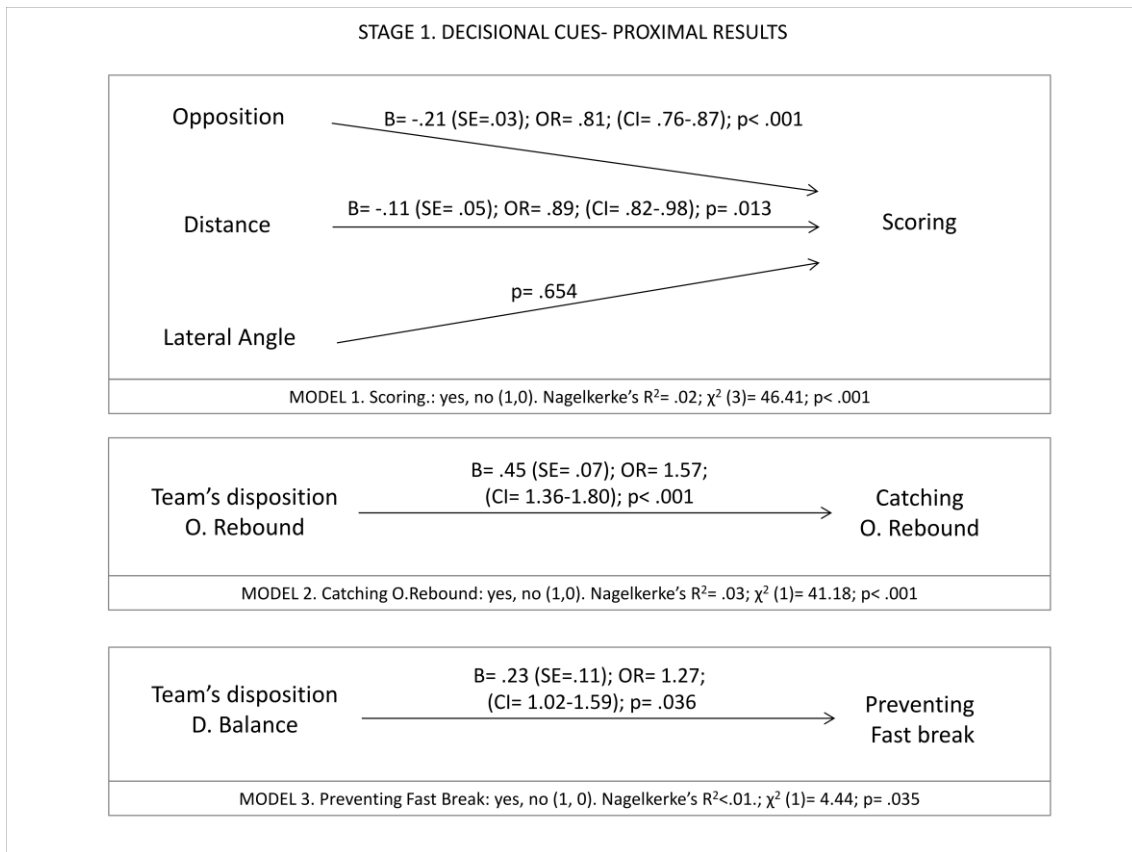


FIG 1. Logistic regression models (1, 2 and 3) from analysis Stage 1. Depiction of relations between decisional cues and proximal outcomes.

TOWARDS A DECISION QUALITY MODEL

STAGE 2 (I). PROXIMAL RESULTS- DISTAL RESULTS

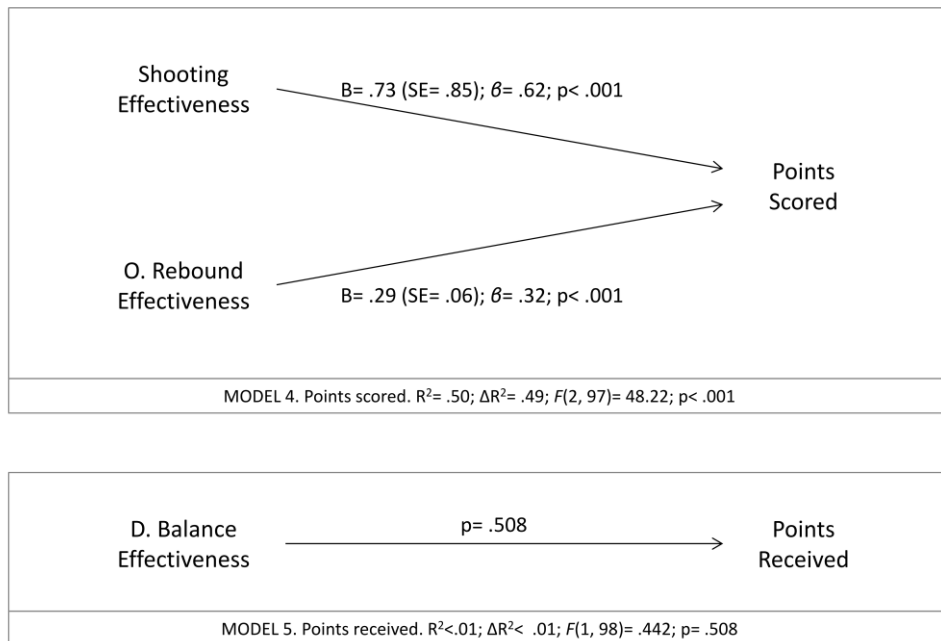


FIG 2. Linear regression models (4 and 5) from analysis Stage 2 (I). Depiction of relations between proximal and continuous distal outcomes (points scored and received).

TOWARDS A DECISION QUALITY MODEL

STAGE 2 (II). PROXIMAL RESULTS – DISTAL RESULTS

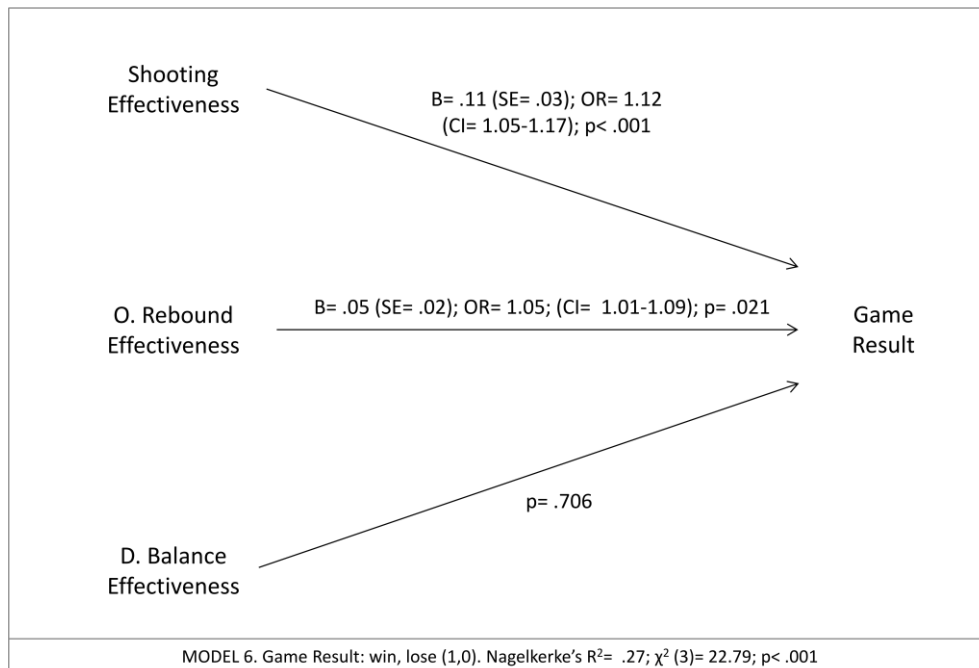


FIG 3. Logistic regression model (6) from analysis Stage 2 (II). Depiction of relations between proximal and dichotomous distal outcomes (match result).

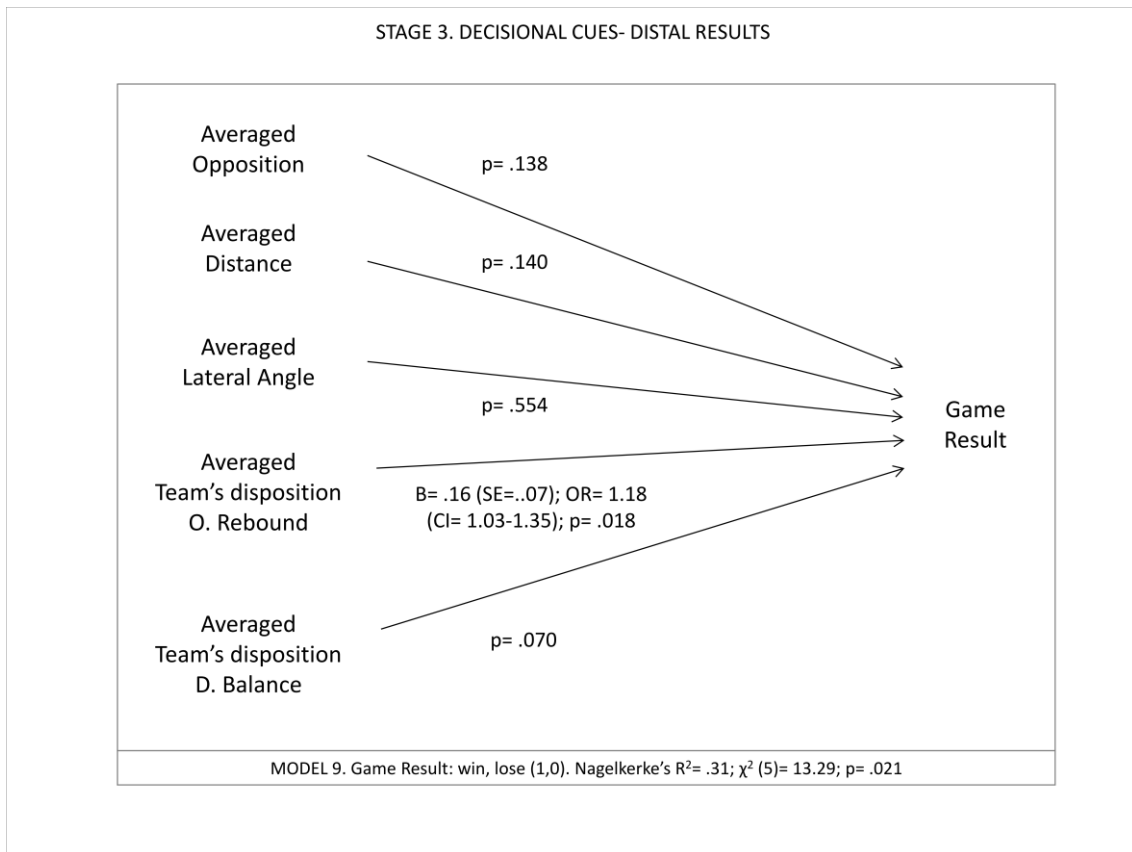


FIG 4. Logistic regression model (9) from analysis Stage 3. Depiction of relations between averaged decisional cues and dichotomous distal outcomes (game result).

DISCUSSION

This study was aimed at setting the way to develop a quality model of shooting based on the relationship between decisional cues (contextual cues present at the moment of shooting) and their proximal and distal results.

The first two analysis stages showed that decisional cues were significantly linked to proximal results, and these, in turn, were linked to more distal game results. More specifically, opposition by a defender and shot distance negatively predicted jump shot effectiveness, and this significantly predicted points scored and the odds to win the match. In general, those results are in accordance with studies from match analysis and performance indices analysis, confirming that losing teams take more shots with high

opposition than winning teams, and shot efficacy increases with lower opposition and closer distances to the basket (Álvarez, Ortega, Gómez & Salado, 2009; Lorenzo, Gómez, Ortega, Ibáñez & Sampaio, 2010).

With regard to offensive rebound, the number of offensive players inside the three-second-restricted area at the moment of shooting positively predicted catching the rebound. Offensive rebound effectiveness, in turn, predicted points scored and game result. These two pieces of evidence concur with previous studies at showing that rebound control increases the chances of winning (Csataljay, O'Donoghue, Hughes, & Dancs, 2009; Sampaio, Drinkwater, & Leite, 2010). The few studies that have studied the importance of offensive rebound so far have identified it as an important factor in basketball performance analysis (Kubatko, Oliver, Pelton, & Rosenbaum, 2007; Oliver, 2004), and have shown the direct relationship between team's performance and attackers/defenders numerical balance at the moment of shooting (Rivas, Navarro, Tavares, & Gómez, 2011b).

Moreover, team's disposition to defensive balance was positively related to the number of fast breaks avoided. However, we found no significant relationships of fast breaks avoidance effectiveness with either points received or game result. In apparent contradiction with this result, fast breaks have been shown to be important determinants of match result elsewhere (Tsamourtzis, Karypidis, & Athanasiou, 2005). A potential explanation of this contradiction may rely on the fact that defense disposition at the moment of shooting determines only a fraction of the total number of fast breaks. Elite teams average low numbers of fast breaks (approximately 15% of attacks), and among these, six out of ten do not follow immediately after catching a rebound, but after stealing the ball (Garefis, Tsitskaris, Mexas, & Kyriakou, 2007).

Importantly, a third analysis stage checked for the relationships between decisional cues and distal results. Team's disposition to offensive rebound, computed as the rebound score averaged across all shots under consideration for each team and each match, directly predicts game result. To our knowledge, this is the first time a relationship between a decisional cue (prior to shot) and a distal result (winning or losing the game) is reported and quantified. This result is particularly interesting, as disposition to rebound is not as salient or easily discriminable as opposition or distance and as a consequence more difficult to be learnt (see Perales et al., 2011; Suárez-Cadenas et al., 2015). In other words, although disposition to rebound by the shooter's team (at the moment of shooting) has a significant impact on the odds to win the match, there is no empirical evidence so far that shooters do refrain from shooting when their team disposition to rebound is suboptimal. Previous and current data (Llorca-Miralles et al., 2013; Suárez-Cadenas et al., 2015) show that strategy is probably trainable with proper feedback, and could improve the whole team's performance.

Before going any further, and in relation to our previous argument, it is important to note that we have not considered so far the individual or psychological factors by means of which decisional cues enter actual players' decisions (in case they do). In general, we can reasonably assume strategic decisions made by the whole team are oriented towards finding good shooting situations, including a good disposition towards offensive rebound. However, an important aspect of individual shooters' decisions is the degree to which they take advantage of the scenarios generated by the whole team. We suspect that psychological features like impulsivity, resistance to pressure and interference, and other personality traits can have a particular strong impact on determining whether shooters incorporate this sort of non-obvious cue into their shooting decisions. The results presented here, however, provide no evidence at all on this regard.

In fact, evidence regarding the validities of decisional cues as predictors of shooting consequences can inform decision-improvement training methods both at the individual and the collective levels. Knowing the degree of importance of non-immediate consequences of shooting (e.g., securing rebound) on the match result, and the link between pre-decisional cues (e.g., team's disposition to rebound) on such feedback can help coaches bring relevant feedback forward, making it more contiguous in time both for shooters and their teammates.

Still, future studies must also take individual differences into account. Despite the fact we have shown that general cue validities can be computed for large samples and a variety of teams and playing circumstances, they are also likely to differ between individuals (Araújo, Davids, & Hristovski, 2006). Nevertheless, the same tracking and recording methods described here can, in principle, be used to analyze performance at the individual level, as far as the athlete is recorded for long enough to have sufficient observations to allow computing the impact of decisional cues on proximal consequences resulting from her decisions, and her contribution to her team's performance. In this sense, future studies could include different cues in the analyses (e.g., an alternative better than shooting) and examining their impact on proximal and distal results. Similarly, different models could be developed analyzing other shot types, for example, those taken inside the three seconds restricted area, where different decisional cues could emerge as relevant for proximal and distal feedback.

REFERENCES

- Altman, D.G. (1991). *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall.
- Álvarez, A., Ortega, E., Gómez, M. Á., & Salado, J. (2009). Study of the defensive performance indicators in peak performance basketball. *Revista de Psicología del Deporte, 18*(3), 379-384.
- Araujo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise, 7*(6), 653-676.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.07.002>
- Bar-Eli, M., Plessner, H., & Raab, M. (2011). *Judgement, decision-making and success in sport*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
<http://dx.doi.org/10.1002/9781119977032>
- Brunswik, E. (1955). Representative design and probabilistic theory in a functional psychology. *Psychological Review, 62*, 193–217.
<http://dx.doi.org/10.1037/h0047470>
- Csataljay, G., O'Donoghue, P., Hughes, M., & Dancs, H. (2009). Performance indicators that distinguish winning and losing teams in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport, 9*(1), 60-66.
- Csapo, P., Avugos, S., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2014). The effect of perceived streakiness on the shot-taking behaviour of basketball players. *European journal of sport science, (ahead-of-print)*, 1-8.
<http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.982205>

- Drust, B. (2010). Performance analysis research: Meeting the challenge. *Journal of Sports Sciences*, 28, 921–922. <http://dx.doi.org/10.1080/02640411003740769>
- Dyer, N., Hanges, P., & Hall, R. (2005). Applying multilevel confirmatory factor analysis techniques to the study of leadership. *The leadership quarterly*, 16(1), 149-167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.leaqua.2004.09.009>
- Farrow, D., & Raab, M. (2008). A recipe for expert decision making. In D. Farrow, J. Baker & C. MacMahon (Eds.). *Developing sport expertise: Researchers and coaches put theory into practice (pp. 137-158)*. London: Routledge.
- Gabín, B., Camerino, O., Anguera, M. T., & Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia Computer Science Technology*, 46, 4692 - 4694.
- García-González, L., Araújo, D., Carvalho, J., & Iglesias, D. (2011). An overview of theories and research methods on decision making in tennis. *Revista De Psicología Del Deporte*, 20(2), 645-666.
- García, J., Ibáñez, S. J., Gómez, M. A., & Sampaio, J. (2014). Basketball Game-related statistics discriminating ACB league teams according to game location, game outcome and final score differences. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(2), 443-452.
- Garefis, A., Tsitskaris, G., Mexas, K., & Kyriakou, D. (2007). Comparison of the effectiveness of fast breaks in two high level basketball championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(3), 9-17.

- Goldman, M., & Rao, J. M. (2011, March). Allocative and dynamic efficiency in nba decision making. *In Proceedings of the MIT Sloan Sports Analytics Conference* (pp. 4-5).
- Hastie, R. & Dawes, R.M. (2010). *Rational Choice in an Uncertain World: The Psychology of Judgment and Decision making* (pp. 47-49). California: SAGE.
- Heuzé, J. P., Raimbault, N., & Fontayne, P. (2006). Relationships between cohesion, collective efficacy and performance in professional basketball teams: An examination of mediating effects. *Journal of sports sciences*, 24(1), 59-68. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410500127736>
- Hogarth, R. (2008). On the learning of intuition. In H. Plessner, C. Betsch, T. Betsch (Eds.), *Intuition in judgment and decision making* (pp. 91-105). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jiménez-Sánchez, A. C., Buñuel, P. S. L., Ibáñez, S. J., & Lorenzo, A. (2012). The perception female basketball players who play internationally have about their decision making. *Revista Internacional De Medicina Y Ciencias De La Actividad Física Y Del Deporte*, 12(47), 589-610.
- Krause, J. V., Meyer, D., & Meyer, J. (2008). *Basketball skills and drills* (3rd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kubatko, J., Oliver, D., Pelton, K., & Rosenbaum, D. T. (2007). A starting point for analyzing basketball statistics. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 3(3). <http://dx.doi.org/10.2202/1559-0410.1070>

- Lorenzo, A., Gómez, M. Á., Ortega, E., Ibáñez, S. J., & Sampaio, J. (2010). Game related statistics which discriminate between winning and losing under-16 male basketball games. *Journal of sports science & medicine*, 9(4), 664.
- Llorca-Miralles, J., Sánchez-Delgado, G., Piñar, M. I., Cárdenas, D., & Perales, J. C. (2013). Basketball training influences shot selection assessment: a multi-attribute decision-making approach. *Revista De Psicología Del Deporte*, 22(1), 223-226.
- McGarry, T., O'Donoghue, P. & Sampaio, J. (2013). *Routledge Handbook of Sports Performance Analysis*. New York: Routledge.
- Neiman, T., & Loewenstein, Y. (2011). Reinforcement learning in professional basketball players. *Nature Communications*, 2. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms1580>
- Oliver, D. (2004). *Basketball on paper: Rules and tools for performance analysis*, Dulles, VA: Brassey's, Inc.
- Perales, J. C., Cardenas, D., Pinar, M. I., Sanchez, G., & Courel, J. (2011). Differential effect of incidental and intentional instruction in learning about decision-making conditions when shooting in basketball. *Revista De Psicología Del Deporte*, 20(2), 729-745.
- Ribas, R. L., Navarro, R. M., Tavares, F., & Gómez, M. A. (2011b). Analysis of Number of Players Involved in Rebound Situations in Euroleague Basketball Games. *Open Sports Sciences Journal*, 4, 10-13.
- Raab, M. (2002). T-ECHO: Model of decision making to explain behaviour in experiments and simulations under time pressure. *Psychology of sport and exercise*, 3(2), 151-171. [http://dx.doi.org/10.1016/S1469-0292\(01\)00014-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1469-0292(01)00014-0)

- Skinner, B. (2012). The Problem of Shot Selection in Basketball. PLoS ONE 7(1): e30776. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0030776>
- Sampaio, J., Drinkwater, E.J. & Leite, N.M. (2010). Effects of season period, team quality, and playing time on basketball players' game-related statistics. *European Journal of Sport Science*, 10 (2), 141-149. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391003699104>
- Suárez-Cadenas, E., Cárdenas, D., Sánchez-Delgado, G., & Perales, J. C. (2015). The hidden cost of coaching: intentional training of shot adequacy discrimination in basketball hampers utilization of informative incidental cues. *Perceptual and Motor Skills*, 120 (1), 139-158. <http://dx.doi.org/10.2466/25.30.PMS.120v14x0>
- Tsamourtzis, E., & Athanasiou, N. (2004). Registration of rebound possession zones in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4, 34-39.
- Wooden, J., & Nater, S. (2006). *John Wooden's UCLA offense*. Champaign, IL: Human Kinetics.

APPENDIX 1

Decisional cue-presence scores

These variables were registered exactly at the moment of shooting (frame previous to ball release, on the basis of a frame-by-frame inspection).

Opposition. Defined as the degree to which an opponent was close enough and ready to interfere with the shot attempt (1 – 4). Low opposition (1): the closest opponent from the shooter was without jumping in a distance further than two steps at the moment of throwing the ball without jumping and was not able to interfere with the shot (even with his arm/s raised). Medium opposition (2): the closest opponent from the shooter tried to interfere the shot through a jump action in a distance further than two steps or without jumping in a distance between one and two steps (with his arm/s raised or not). High opposition (3): the closest opponent from the shooter tried to interfere the shot through a jump action in a distance between one and two steps far or without jumping in a distance closer than one step (with his arm/s raised). In this case, the opponent clearly interferes the shot although not modify the natural shooter's motion. Very high opposition (4): the closest opponent from the shooter tried to interfere the shot through a jump action or without it in a distance closer than one step with his arm/s raised. In this case, the opponent interferes the shot and modifies the natural shooter's motion (e.g., *fadeaway* shot, *step-forward* shot or *changed ball's trajectory* shot).

Shooting distance. Computed as the linear distance from the vertical feet projection on the floor to the vertical basket projection on the floor. Continuous distances were translated into a categorical measure according to the references displayed in Figure 5.

Lateral angle. Measured as the angle formed by the end line and the imaginary line from the shooter to the basket (1 - 4). (1) Corner shot: 0° - 20° / 161° - 180° . (2) lateral shot:

21°-40°/41°-160°, (3) semi lateral shot: 41°-60°/121°-140°, and (4) frontal shot: 61°-120°.

Offensive team's disposition to rebound. Defined as the number of offensive players inside the three second restricted area at the moment of shooting (0 – 3; there were no cases with more than three players in the target area).

Team's disposition to *defensive balance.* Defined as the number of defensive players situated behind the free throw line (on the basis on the number of observations per category, this variable was clustered into four values: 0/1, 2, 3, 4/5).

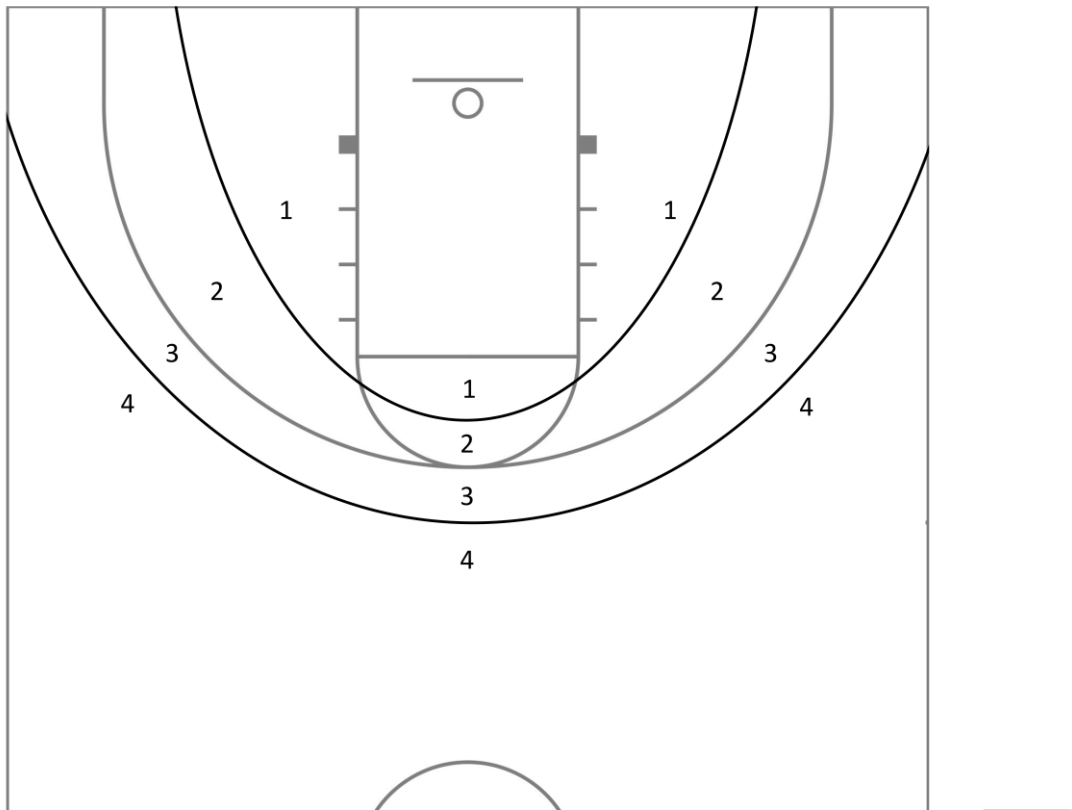


FIG 5. Shooting distance zones. 1 = close shots; 2 = intermediate shots; 3 = distant shots; 4 = very distant shots.

APPENDIX 2

As suggested by an anonymous reviewer, analyses for Stage 3 models were performed separately for successful and unsuccessful shots. Six complementary regression models were run trying to predict distal outcomes (game result, point scored and points received) from decisional cues, separately for successful and unsuccessful shots. Unfortunately, for successful shots, disposition to rebound and disposition to balance were not recorded and it was not possible to include them in the analyses.

Results from those models are quite similar the original ones. For missed shots, model 10 (accuracy=72%), showed that, not only disposition to offensive rebound, but also disposition to defensive balance, positively impact on game result. There were no significant relations involving any other cue either for unsuccessful or successful shots.

The fact that disposition to defensive balance predicted distal results only for missed shots probably deserves further investigation. Please note that at the moment of shooting, shots are not misses or hits yet. The fact that disposition to rebound in “to-be-missed” shots impact distant outcomes could be implying that the members of the team (apart from the current shooter) can preview the result of the shot (a miss, in this case), and are sensitive to the cues

indicating that a rapid defensive reaction will be required.

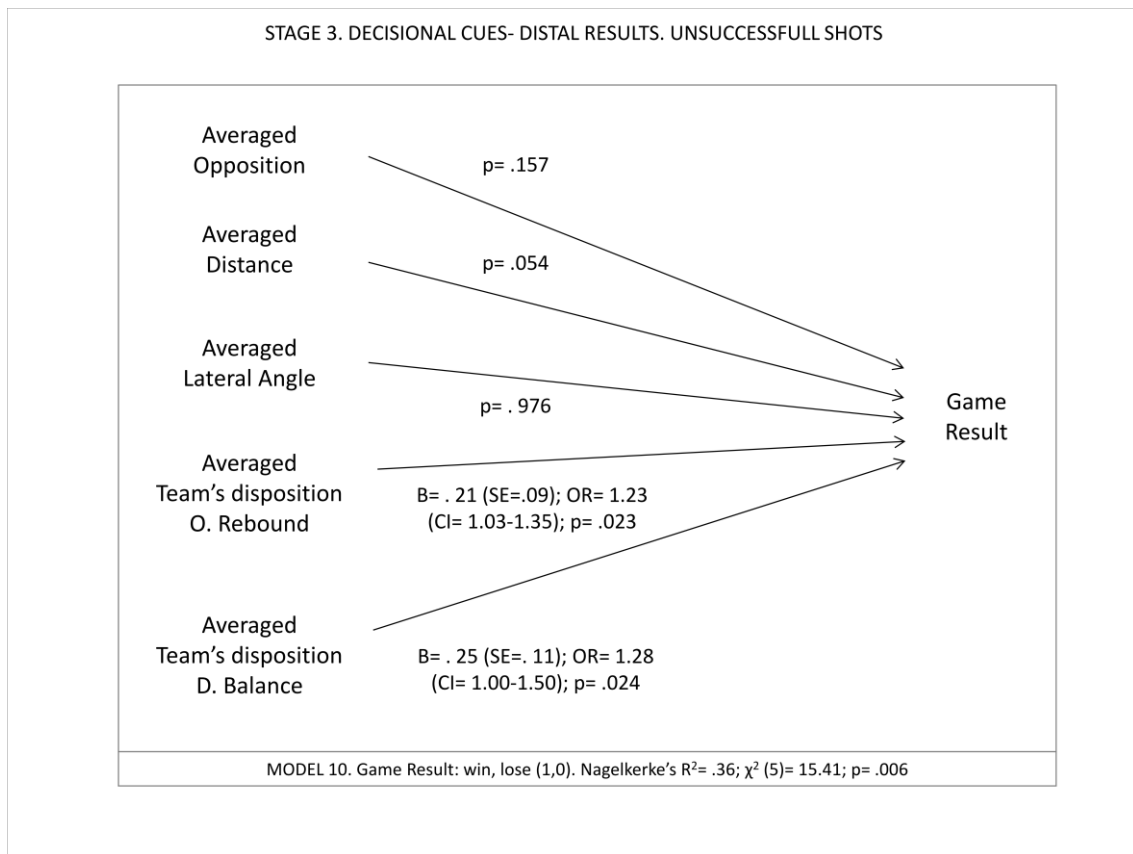
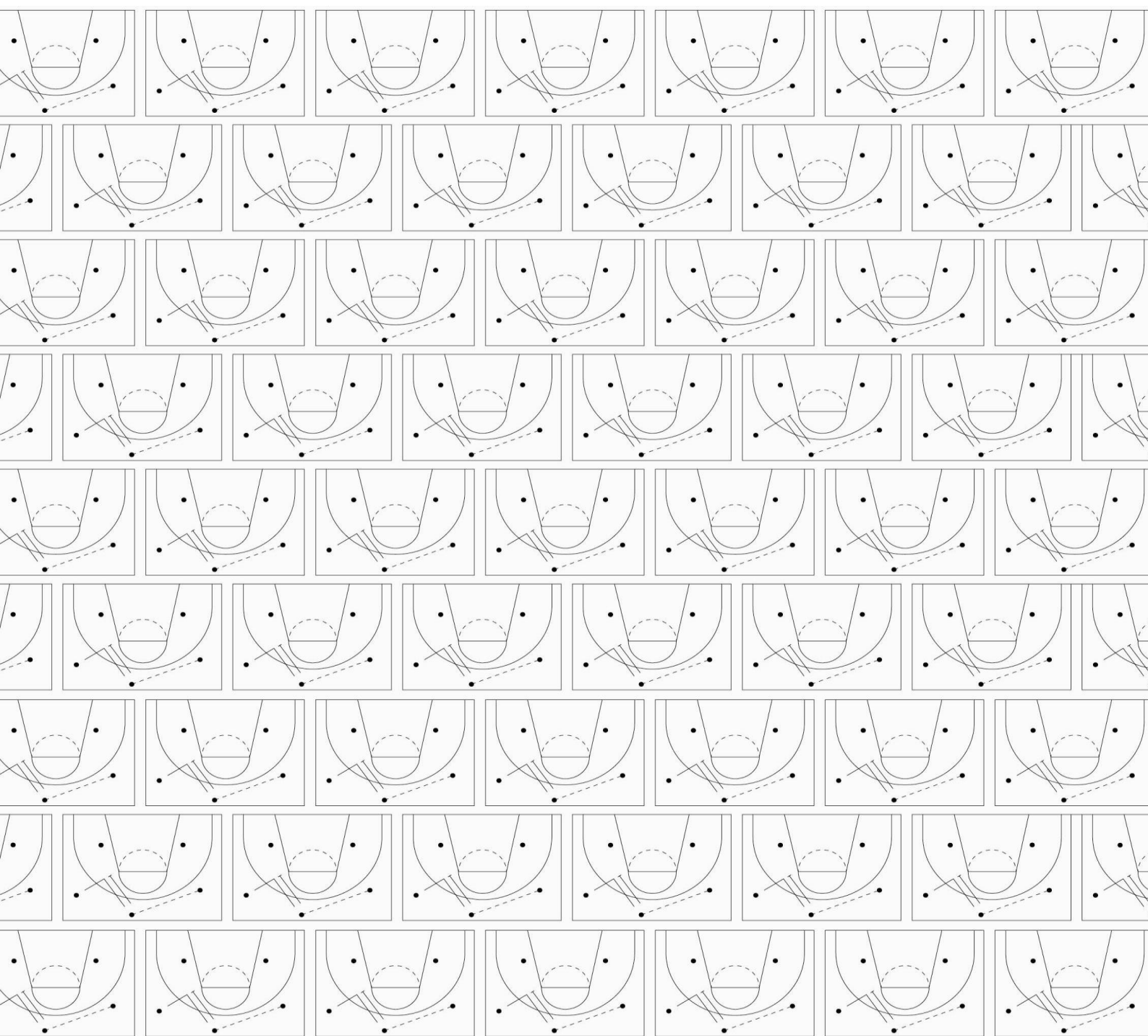
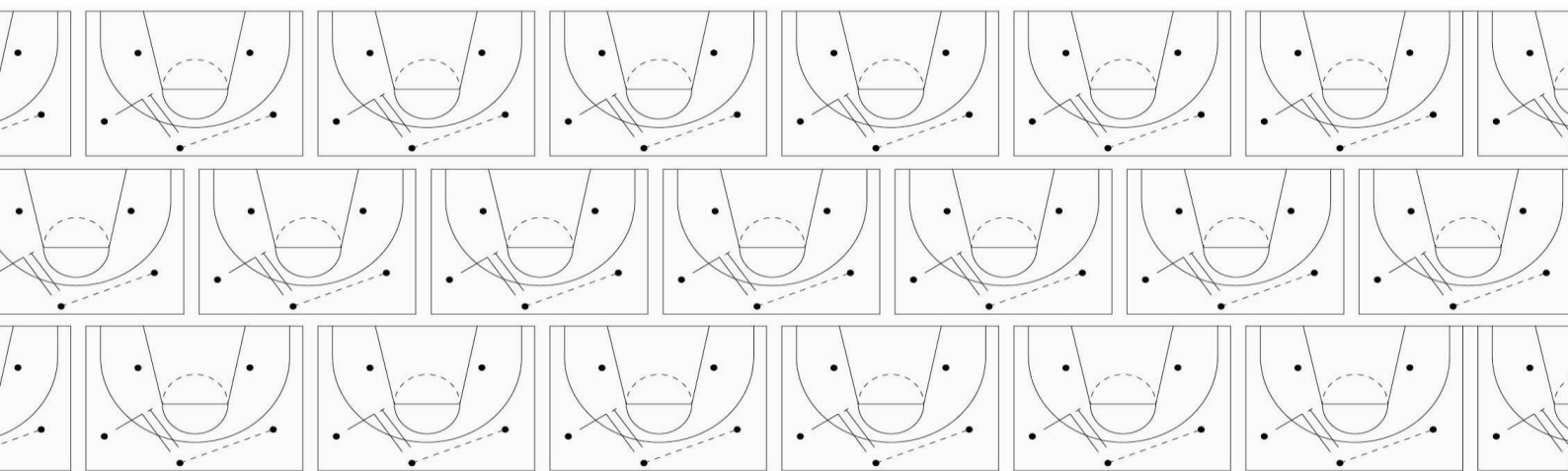


FIG 6. Alternative logistic regression model (10) from analysis Stage 3. Depiction of relations between averaged decisional cues and dichotomous distal outcomes (game result), for unsuccessful shots only



Discusión y Conclusiones



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta tesis doctoral hemos analizado la toma de decisión del lanzamiento a canasta mediante tres estudios, intentando aportar novedades metodológicas y conceptuales que ayuden a solventar las principales limitaciones de este tópico de investigación (detectadas en el Artículo 1). Para ello se han desarrollado herramientas que permiten evaluar el aprendizaje de la toma de decisiones de forma fiable (Artículo 2) y se han obtenido criterios objetivos con los que poder definir qué es una decisión correcta y así poder comparar la calidad de las decisiones en función de circunstancias personales y ambientales diversas (Artículo 3). Estas aportaciones podrían ser de utilidad a la hora de aplicar los distintos avances teóricos a la competición (Farrow y Raab, 2008).

En primer lugar, se realizó una revisión sistemática sobre la creencia de *hot hand* y sus posibles implicaciones conductuales. Se comprobó que la creencia en rachas es una creencia totalmente generalizada en el ámbito deportivo aunque no es estable ni lineal. Más importante aún, la revisión de estudios centrados en las posibles implicaciones conductuales muestra de forma evidente que la creencia en rachas tiene un impacto altísimo en la toma de decisiones. Queda por dilucidar los factores que determinan el signo de ese impacto (beneficioso o perjudicial, desde el punto de vista competitivo), pues encontramos estudios con resultados contradictorios. De hecho, tal como se ha discutido a lo largo de esta tesis, es en este punto donde encontramos una de las mayores limitaciones (que además es generalizable a la mayor parte de la investigación sobre la toma de decisiones en el deporte): el hecho de no contar con criterios objetivos para examinar la calidad de las decisiones ha impedido comprobar si las consecuencias conductuales de la creencia en rachas dan lugar a mejores o peores decisiones. Solventarlo implica la necesidad de vincular las claves decisionales relacionadas con la selección del lanzamiento a los resultados de juego, y aunque recientemente se han realizado

algunos intentos (e.g., Csapo, Avugos, Raab y Bar-Eli, 2015a) sigue existiendo un vacío en la literatura, que hemos intentado abordar en este trabajo (a lo largo del Estudio 3).

Previamente a ello, en el Artículo 2, nos centramos en examinar el aprendizaje de distintas claves decisionales relacionadas con la selección del lanzamiento mediante entrenamiento. A través de una tarea experimental comprobamos las ventajas y desventajas de las instrucciones intencionales e incidentales en la incorporación de distintas claves en el proceso de aprendizaje conducente a discriminar entre situaciones de tiro más o menos adecuadas. Aunque en la tarea utilizada la relación entre el *feedback* y las claves presentes en el momento de la decisión fue formulada de forma arbitraria por los experimentadores, esa misma arbitrariedad permite tener un criterio perfectamente definido (que no existe en la realidad) y, por tanto, asegurar que la observación o no de cambios en la conducta de toma de decisión (aprendizaje) no está limitada por la ambigüedad de ese criterio.

Este estudio mostró que, con independencia del tipo de instrucciones, los participantes incorporaron todas las claves a sus decisiones salvo la de Balance defensivo. Además, las claves no fueron equipotentes, es decir, se incorporaron en distinto grado (Oposición > Distancia > Alternativa > Rebote > Balance). La principal ventaja que mostraron las instrucciones intencionales fue la aceleración en la utilización de la clave Rebote, incorporada de forma temprana por el grupo que recibió ese tipo de instrucciones, algo que no ocurrió en el grupo incidental. Sin embargo, la instrucción intencional también mostró desventajas, pues bloqueó el uso de la clave Distancia (clave que se mantuvo incidental para ambos grupos) a corto y largo plazo (después de más de 1080 ensayos). En términos prácticos, esta evidencia podría implicar que si un entrenador falla a la hora de identificar las claves decisivas durante el entrenamiento, sus instrucciones podrían impedir el aprendizaje de las claves no identificadas.

A pesar de que el uso diferencial de las claves (la falta de equipotencia antes comentada) dependía en buena medida de su validez predictiva real (recuérdese, programada por el experimentador), se observó también que claves con idéntica validez predictiva no fueron aprendidas en la misma medida por los participantes en sus decisiones. Ello demuestra que las características particulares de las claves decisionales determinan cómo afecta la instrucción a su aprendizaje. En otras palabras, propiedades como la saliencia perceptual de una clave, su complejidad, o su mayor o menor conexión evidente con los resultados del tiro, determinan el grado de facilidad con que se aprende sobre ellas, independientemente de su validez predictiva estadística real.

Cabe resaltar que en este estudio se proporciona una herramienta metodológica que puede ser de utilidad para analizar el aprendizaje de la toma de decisiones. Nos referimos al cálculo del grado de utilización de cada una de las claves decisionales, que es, en realidad, un indicador directo del uso que un participante hace de una clave para tomar sus decisiones y cómo ese uso cambia a lo largo del proceso de aprendizaje (o lo que es lo mismo, del impacto de esa clave sobre sus decisiones). Para ello se llevaron a cabo análisis de regresión logística de las decisiones tomadas por los participantes (Hastie y Dawes, 2011, pp. 47-49), utilizando como predictores los valores estandarizados de cada una de las claves decisionales para cada una de las situaciones sobre las que había que decidir. Dicho análisis arroja un parámetro de utilización de cada una de las claves decisionales para cada participante.

Por tanto, este estudio muestra la posibilidad de caracterizar el tiro, ya no sólo desde el punto de vista de sus resultados (e.g. encestar o no), sino también de las claves decisionales que determinan ese tiro. Sin embargo, tanto la selección de claves como la valoración de su importancia a la hora de determinar la adecuación del tiro se realizó mediante un panel de expertos, estando sus juicios expuestos a parte de las limitaciones ya comentadas (Bar-Eli et al., 2011).

De estas dificultades se desprende la necesidad de comprobar la validez ecológica de las claves decisionales implicadas en la selección de lanzamiento en baloncesto. Por ello, el siguiente y último paso consistió en vincular distintas claves decisionales de la selección de lanzamiento a los resultados reales de juego y comprobar así su validez ecológica. En el Estudio 3 se dieron los primeros pasos hacia el desarrollo de un modelo para medir la calidad de la selección del lanzamiento en baloncesto. En este modelo se incorporaron claves decisionales de partidos reales (Oposición, Distancia, Ángulo, Rebote ofensivo y Balance defensivo) que predicen no sólo los resultados próximos a la acción del lanzamiento, como por ejemplo anotar o no anotar, sino también resultados distales como ganar o perder un partido.

Por un lado, las claves decisionales mostraron una relación significativa con los resultados próximos, y éstos, a su vez, mostraron una relación significativa con los resultados distales. Oposición y Distancia afectaron negativamente a la eficacia de lanzamiento, y ésta predijo significativamente puntos anotados y la probabilidad de ganar el partido. La disposición a coger el rebote (posicionamiento en torno a la canasta rival) predijo positivamente la probabilidad de coger el rebote ofensivo y, a su vez la eficacia del Rebote ofensivo predijo los puntos finales anotados y el resultado de partido. La disposición al Balance defensivo (número de jugadores atacantes más cercano al aro propio que los rivales en el momento del lanzamiento) predijo positivamente el número de contraataques evitados. Sin embargo, no se encontró relación entre la eficacia a la hora de evitar el contraataque y los puntos recibidos o el resultado del partido.

En cuanto a la relación entre claves decisionales y resultados distales, se comprobó que el promedio de la disposición al Rebote ofensivo predice directa y positivamente el resultado del partido. Este hecho resulta especialmente interesante, en primer lugar, porque hasta donde sabemos, esta es la primera vez que se reporta y cuantifica una relación entre una clave

decisional (previa al lanzamiento) y un resultado distal (ganar el partido). En segundo lugar, aunque la clave Rebote ofensivo se ha mostrado como importantísima a la hora de decidir o no lanzar a canasta, no es una clave muy saliente (i.e., con capacidad de captar la atención) tal como se puede comprobar en el Artículo 2 de esta tesis (ver también Llorca-Miralles, et al., 2013; Perales, et al., 2011). Y por último, conviene señalar que la disposición al rebote ofensivo no es una decisión que dependa únicamente del lanzador (como podría ser lanzar con más o menos oposición), sino que implica un conjunto de decisiones a nivel colectivo.

Con este tercer estudio cerramos un ciclo que comenzaba con la constatación de un problema en la investigación sobre *hot hand* en el Artículo 1 de esta tesis. En éste se señalaba que, hasta la fecha, no se ha podido comprobar si dos o más aciertos encadenados llevan a los jugadores a hacer una mejor o peor selección del tiro; como mucho se había examinado si los siguientes tiros son más o menos efectivos en términos de anotación. Sin embargo, el Artículo 3 muestra claramente que el hecho de que un tiro esté bien o mal seleccionado depende de factores que van mucho más allá de la efectividad anotadora. En este estudio, observamos que, por ejemplo, en relación con el resultado final del partido, tirar cuando hay jugadores atacantes al rebote puede ser incluso más importante que tirar con posición cómoda (sin oposición, o desde una posición relativamente cercana al aro).

Las implicaciones de los estudios desarrollados en esta tesis doctoral son múltiples. Por un lado, conocer la validez objetiva de las claves decisionales permitirá, por ejemplo, analizar el fenómeno *hot hand* desde un punto de vista decisional, comprobando si realmente los jugadores lanzan de forma más arriesgada al sentirse en racha, y en tal caso, detectando qué claves decisionales se ven afectadas por ese deterioro decisional. Además, permitirá dar un paso más allá de los paneles de expertos y obtener un *feedback* objetivo, basado en el impacto de las decisiones en el juego real. Por último, el hecho de poder, por un lado, monitorizar el aprendizaje o la dinámica de la toma de decisiones de jugadores de forma secuencial

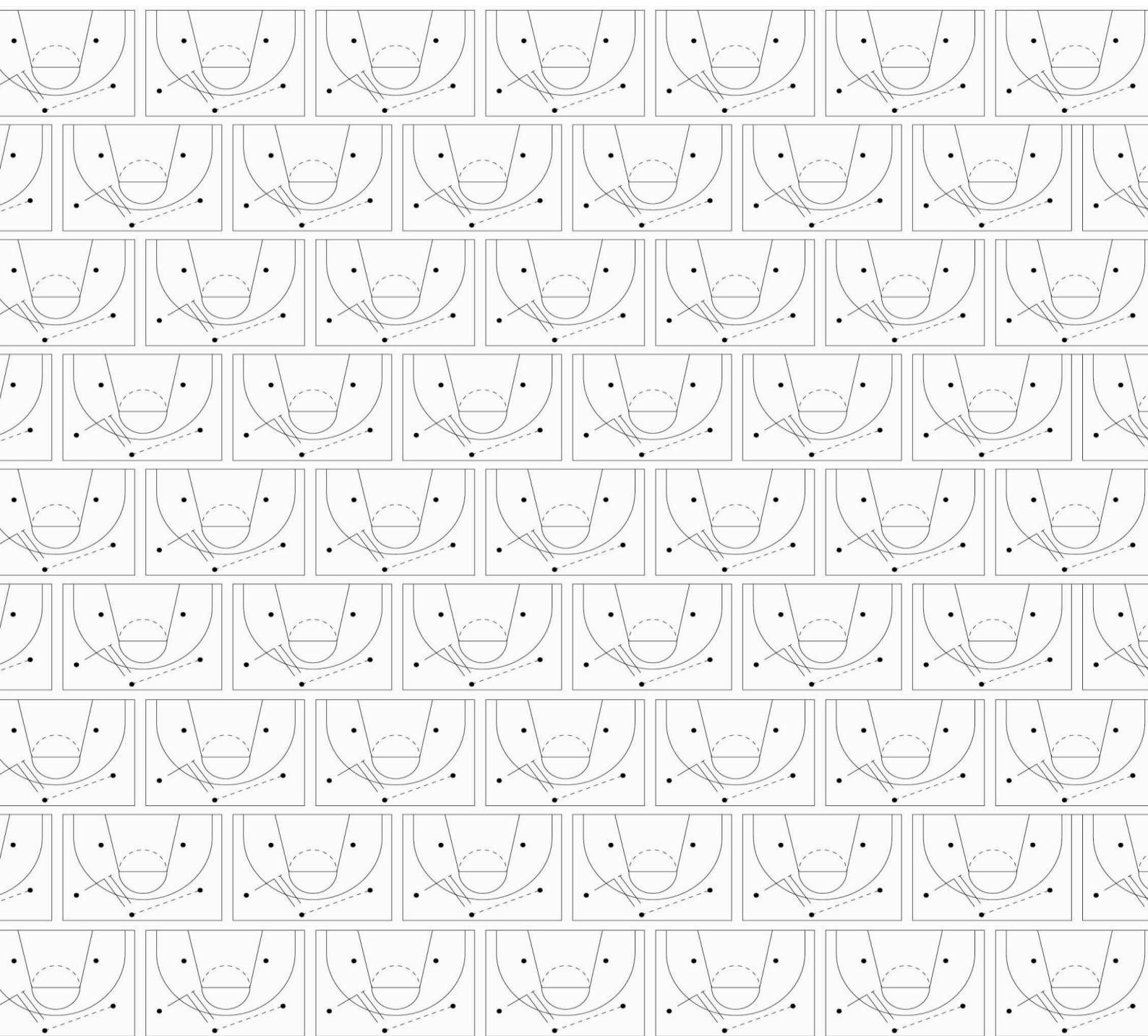
(mediante la herramienta metodológica del Artículo 2) y, por otro, comparar esas decisiones con un criterio objetivo (modelo decisional del Artículo 3) permitirá detectar patrones en la toma de decisión en función, por ejemplo, del momento de partido o del marcador parcial (e.g., Marcelino, Mesquita, y Sampaio, 2011 o Sampaio, Lago, Casais y Leite, 2010). Más importante aún, facilita una vía para conectar la psicología individual y colectiva con el *match analysis* permitiendo vincular las posibles tendencias en la toma de decisión a características de personalidad concretas como puede ser el perfil de impulsividad o la resistencia a la presión del jugador.

Estudios futuros

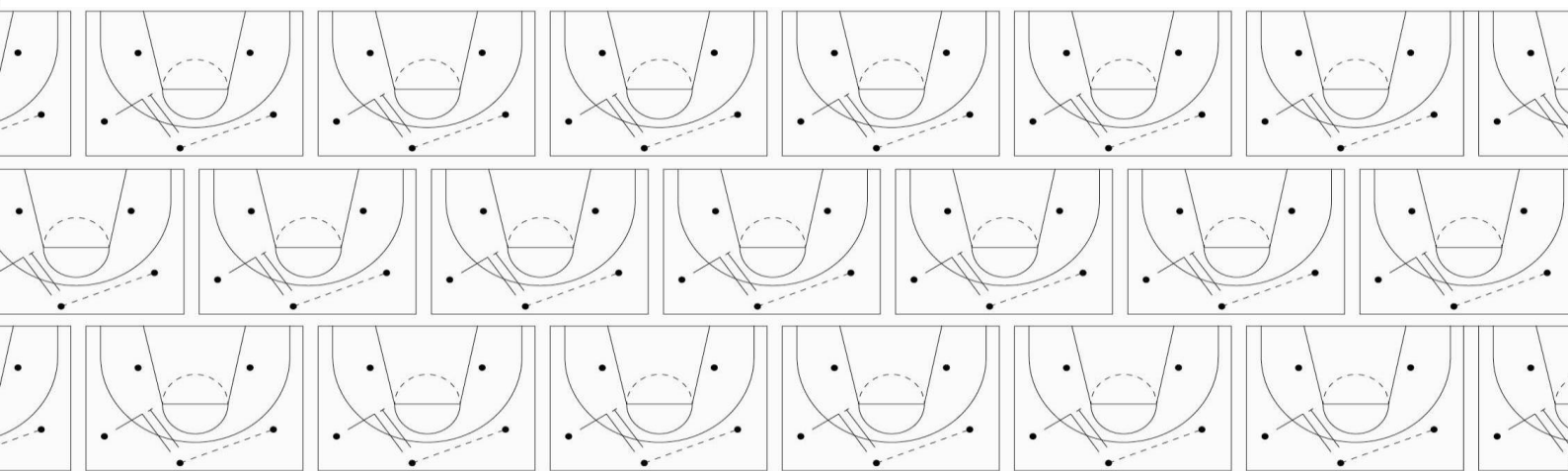
Los estudios desarrollados en esta tesis nos permitirán abordar problemas concretos que, hasta la fecha, no nos había sido posible resolver. Nuestro próximo objetivo será comprobar cómo afecta el acierto o error de varios lanzamientos consecutivos a la calidad decisional del lanzamiento, examinando el uso de las claves decisionales relevantes para el juego (examinadas en el Artículo 3) a lo largo de las secuencias de lanzamiento. Una vez tengamos las dinámicas de utilización de las claves en secuencias de acierto o error, pretendemos vincularlas al perfil de impulsividad de los jugadores. Así, podremos analizar si los jugadores más impulsivos tienden a sufrir un mayor deterioro en la calidad de sus lanzamientos tras varios aciertos o si, al contrario, los jugadores más reflexivos modifican más el uso de las claves decisionales durante secuencias con muchos errores. De esta forma podremos determinar cuáles serían los lanzamientos óptimos para cada jugador (en función de las tendencias de uso de claves decisionales) y plantear intervenciones concretas para la mejora de la selección de lanzamiento en las circunstancias en las que ésta se vea más afectada.

De forma paralela a ese estudio, nos proponemos mejorar el modelo de calidad decisional en varios puntos:

1. Aumentar la validez ecológica del modelo. Esto se hará mediante la inclusión de distintas claves decisionales que pueden repercutir en la selección del lanzamiento, como podría ser la clave *alternativa* mejor que el lanzamiento (ya sea mediante un pase a un compañero en mejor posición o mediante bote y penetración a canasta). Asimismo, incluiremos en el modelo el análisis de distintos lanzamientos como pueden ser los que se producen dentro de la zona de tres segundos. Este tipo de lanzamientos, al ser más cercanos al aro (donde suele haber mayor aglomeración de jugadores) podrían verse afectados de forma distinta por las claves decisionales ya analizadas.
2. Potenciar la aplicabilidad del modelo. Tal como se ha discutido a lo largo de este trabajo, una de las consecuencias provocadas por las limitaciones de la investigación en la toma de decisiones en el deporte ha sido la escasa aplicación de los avances teóricos a la práctica. Por ello, pretendemos partir de nuestro modelo de calidad decisional para generar una herramienta que pueda resultar útil a los profesionales del deporte. Para su obtención, nos proponemos replicar el modelo realizado utilizando datos de seguimiento óptico de jugadores (*optical tracking data*) en vez de datos obtenidos mediante observación sistemática. Este tipo de tecnología utiliza sistemas de visión por ordenador capaces de medir las posiciones de los jugadores con una frecuencia de 25 fotogramas por segundo (Perše, Kristan, Kovačič, Vučkovič, y Perš 2009). Si bien estos datos son menos específicos (ofrecen menos información cualitativa) que los obtenidos mediante una observación sistemática, se consideran totalmente fiables en la investigación (ver, por ejemplo, Sampaio et al., 2015) y cuentan con la ventaja de que se adaptarían en tiempo y forma (los datos se generan en tiempo real) a las necesidades deportivas de la competición.



Discussion and Conclusions



DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In this work we have analysed decision-making for shot selection from different approaches, providing methodological novelties that help to solve the main limitations on the topic (detected in Article 1). For this we have developed tools to assess the learning of decision-making in a reliable manner (Article 2) and we have tried to obtain objective criteria to define what a right decision is and so, to compare the quality of decisions through various personal and environmental circumstances (Article 3). These contributions could be useful when applying theoretical progress to competition (Farrow & Raab, 2008).

First, a systematic review on the hot hand belief and its possible behavioural implications was developed, confirming that people strongly believe in streaks in most sports, although it is not stable or linear. From a behavioural point of view, the studies show that the influence of the belief has a huge impact on decisions although we have yet to clarify the factors that determine the effect of that impact (beneficial or detrimental from a competitive point of view), since studies showed conflicting results. In fact, as has been discussed throughout this thesis, it is in this point where we find one of the major limitations (which is also true of most of the research into decision-making in sport): the lack of objective criteria for examining the quality of decisions has prevented checking whether the behavioural consequences of hot hand belief lead to better or worse decisions. To solve this problem, it is necessary to link decisional cues associated with shot selection to game results. Although recently there have been some isolated attempts (e.g., Csapo, et al., 2015b), the literature has not addressed this research line and we will try to do so in the Article 3.

Before this, in Article 2, we focused on examining the learning of decisional cues related to shot selection through training. Using an experimental task we checked the advantages and disadvantages of using intentional or incidental guidance to teach discrimination between good and bad circumstances to shoot in basketball.

This study showed that independently of the instruction, participants learn to use all cues except Balance, in at least some circumstances. However, cues were not equipotent, that is, utilization scored largely varied across cues (Opposition > Distance > Alternative > Rebound > Balance). Also, intentional instruction allowed an earlier utilization of Rebound as decisional cue compared to the incidental group. However, a group effect was not found for Opposition, Alternative or Balance. This pattern implies that cue properties determine whether learning is more or less affected by attentional guidance.

However, the intentional instruction also showed disadvantages as it blocked the use of Distance (cues that remained incidental for both groups). The intentional group not only utilized this cue less efficiently than the incidental group, but also failed to reach the same utilization in the long term (after more than 1.080 trials). The current results seem to imply that if an instructor fails to identify some crucial cues, instruction might end up preventing people from considering and learning about these unidentified cues.

Although the differential use of cues depended largely on its actual predictive validity (programmed by the experimenter), it was also observed that cues with the same predictive validity were not learned in the same measure by participants in their decisions. This shows that the particular characteristics of the decisional cues determine how the type of instruction affects their learning. In other words, properties such as perceptual salience of a cue, complexity, or more or less obvious connection with the results of the shot, determine the degree of learning about them, regardless of their predictive statistical validity.

It is worth noting that this study provides a methodological tool that can be useful to analyse the learning of decision-making in sport. We are referring to the cue utilization scores that are interpretable as estimates of the extent to which each participant takes each cue into account to make decisions (or the impact of each cue on decisions). For this purpose we

conducted logistic regression analysis of the decisions taken by the participants (Hastie and Dawes, 2011, pp. 47-49), using as predictors the standardized values of each cue for each situations on which he had to decide. This analysis yields a parameter of use for each decisional cue for each participant.

Therefore, this study shows the possibility of characterizing the shooting, not only from the point of view of its results (e.g., score or no score), but also from the decisional cues that determine that shot. However, both the selection of cues and the assessment of its importance in determining the adequacy of the shot was done by an expert panel and their decisions were exposed to some of the limitations already mentioned (Bar-Eli et al, 2011).

In future studies real-game versions of utilization scores can be used as learning indices, so that training can be monitored, not only by means of outcome-related data (e.g., individual statistics, coaches' judgments), but also by means of progressive tuning of decisions to the information available in the environment. Importantly, learning could be tracked by using statistics directly computed from behaviour, without the need to collect learners' or coaches' estimates.

These difficulties show the need to check the ecological validity of the decisional cues involved in the shot selection and, in fact, that was the main aim of the last study of this thesis. Therefore, the next and final step was to link different decisional cues related to the shot selection to the actual game results, and thus, verify its ecological validity. In Study 3 we took the first steps toward developing a model for measuring the quality of the shot selection in basketball. In this model we incorporate decisional cues from real games (Opposition, Distance, Laterality, Offensive rebound and Defensive balance) that predict not only the proximal outcomes to the action of shooting, such as scoring or not scoring, but also distal outcomes as winning or losing the game.

On the one hand, decisional cues were significantly linked to proximal results, and these, in turn, were linked to more distal game results. More specifically, Opposition by a defender and shot distance negatively predicted jump shot effectiveness, and this significantly predicted points scored and the odds to win the match. Also, the number of offensive players inside the three-second-restricted area at the moment of shooting positively predicted catching the rebound. Offensive rebound effectiveness, in turn, predicted points scored and game result. In the same way, a team's disposition to defensive balance was positively related to the number of fast breaks avoided. However, we found no significant relationships between the effectiveness of avoiding fast breaks and either points received or game result.

The relationships between decisional cues and distal results showed that a team's disposition to Offensive Rebound directly predicts game result. To our knowledge, this is the first time a relationship between a decisional cue (prior to shot) and a distal result (winning or losing the game) is reported and quantified. This result is particularly interesting, as disposition to Rebound is not as salient or easily discriminable as Opposition or Distance and as a consequence more difficult to be learnt (see the Article 2 of this thesis or Llorca-Miralles, et al., 2013; Perales, et al., 2011). Also, it is worth noting that the decision-making involved in the Offensive Rebound depends not only on the shooter but also on the rest of teammates, that is, implies a collective decision-making.

This third study closes a cycle that began with the finding of a research problem associated with the hot hand in Article 1 of this thesis. It was noted that, to date, it was not possible to verify if two or more consecutive scores led players to make a better or worse shot selection; at best, it was only possible to examine whether the following shots are more or less effective. However, Article 3 clearly shows the fact that the shot selection depends on factors that go far beyond scoring effectiveness. In this study, we observed that, for example, in relation to the outcome of the game, shooting when there are players in position to get the

offensive rebound is more important than shooting from a comfortable position (with low opposition, or from relatively close to the hoop).

The studies developed in this thesis have multiple implications. On the one hand, knowing the actual weights of different decisional cues will allow, for example, analyzing the hot hand phenomenon from a decisional approach, examining whether players shoot in a riskier manner when they are feeling hotness, and thus, detecting which particular decisional cues are affected by this decision-making impairment. Moreover, it will allow taking a step beyond expert panels and get objective feedback based on the actual impact of decisions on game results. Finally, the possibility of monitoring the learning or the dynamics of the players' decision-making (methodological tool in article 2) on the one side, and the possibility of comparing those decisions with an objective criterion (decisional model in article 3) on the other side, will help to detect shooting decision patterns depending, for example, on the match status or the critical game period (e.g., Marcelino, Mesquita & Sampaio, 2011 or Sampaio, Lago, Casais & Leite, 2010). More importantly, it provides a way to connect individual and collective psychology with match analysis allowing us to link possible trends in decision making to specific personality characteristics such as impulsivity profile or a player resistance to pressure.

Future Studies

The studies developed in this thesis allow us to address specific problems that, so far, we had not been able to resolve. Our next aim will be to check how the success or failure of several consecutive shots affects the quality of decision-making, examining the use of relevant decisional cues (determined in Article 3) along shot sequences. Once we have an understanding of the dynamics of the cues in 'hit and miss' shot sequences, we will try to link them to player's impulsivity profile. Thus, we can analyse whether more impulsive players

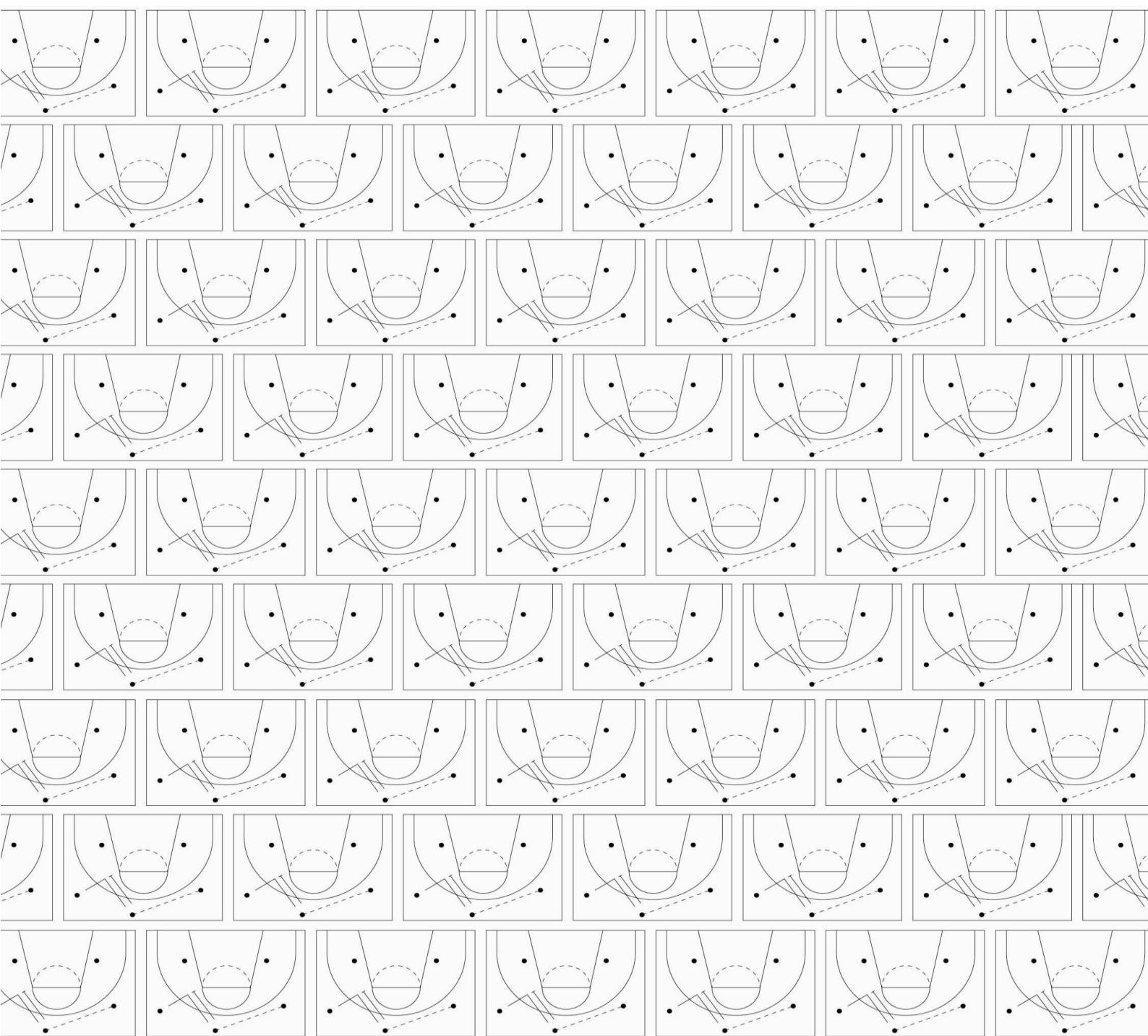
tend to suffer further deterioration in the quality of their shots after several hits or whether, on the contrary, the most thoughtful players modify the use of decisional cues during sequences with a lot mistakes. In this way we can determine what would be the best shots for each player (depending on utilization trends of decisional cues) and propose specific interventions for improving the shot selection in the circumstances in which it is most affected.

In parallel with this study, we aim to improve the quality decisional model in several ways:

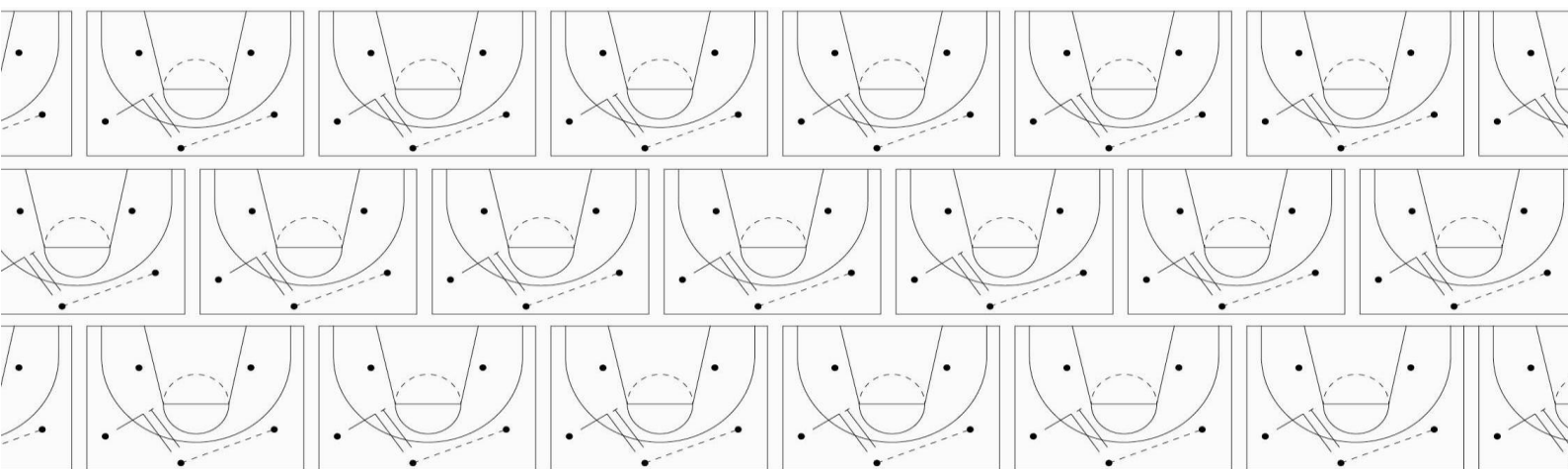
1. To increase the ecological validity of the model. This will be done by including different decisional cues that can affect the shot selection, as there could be a better alternative to shooting (either through a pass to a teammate in a better position or by dribbling and getting closer to the basket). Also, we will include in the model analysis of different shots such as shots within the three seconds restricted area. These types of shots, closer to the ring (where there is usually greater concentration of players) could be affected differently by the decisional cues.

2. Enhance the applicability of the model. As discussed throughout this work, one of the consequences caused by the limitations of research in decision-making in sport has been the lack of application from theoretical to practical situations. Therefore, we aim to generate a tool that can be useful to professionals in the sport from our decisional quality model. To achieve this, we intend to replicate the model developed using data from optical tracking data instead of data from systematic observation. This technology uses computer vision systems capable of measuring the players' positions at a rate of 25 frames per second (Perše, Kristan, Kovačič, Vučkovič, & Perš, 2009). Although these data are less specific (offer less qualitative information) than those obtained by systematic observation, they are considered totally reliable in research (see, for example, Sampaio et al., 2015) and they have the

advantage of being taken in a time and form (data are generated in real time) relevant to the needs of the competition.



Referencias/References



REFERENCIAS/REFERENCES

- Araujo, D., & Davids, K. (2009). Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: Ask not only what you do, but where you do it. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 5-37.
- Araujo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653-676. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.07.002
- Araújo, D., Davids, K., Bennett, S. J., Button, C., & Chapman, G. (2004). Emergence of sport skills under constraints. *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*, 409.
- Araujo, D., Davids, K. W., Chow, J. Y., Passos, P., & Raab, M. (2009). The development of decision making skill in sport: an ecological dynamics perspective. *Perspectives on cognition and action in sport*, 157-169.
- Ashby, F. G., & Maddox, W. T. (2011). Human category learning 2.0. In M. B. Miller & A. Kingstone (Eds.), *Year in Cognitive Neuroscience* (Vol. 1224, pp. 147-161).
- Avugos, S., Koppen, J., Czienskowski, U., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2013). The "hot hand" reconsidered: A meta-analytic approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(1), 21-27. doi: 10.1016/j.psychsport.2012.07.005
- Bar-Eli, M., Avugos, S., & Raab, M. (2006). Twenty years of "hot hand" research: Review and critique. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 525-553. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.03.001
- Bar-Eli, M., Plessner, H., & Raab, M. (2011) *Judgement, decision-making and success in sport*. Oxford, UK: Wiley-Blackwel.

- Bar-Eli, M., & Raab, M. (2006). Judgment and decision making in sport and exercise: Rediscovery and new visions. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 519-524. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.07.003
- Blair, M. R., Watson, M. R., & Meier, K. M. (2009). Errors, efficiency, and the interplay between attention and category learning. *Cognition*, 112(2), 330-336. doi: 10.1016/j.cognition.2009.04.008
- Bocskocsky, A., J. Ezekowitz, & C. Stein (2014). The Hot Hand: A New Approach to an Old 'Fallacy', 8th Annual MIT Sloan Sports Analytics Conference.
- Brunswik, E. (1955). Representative design and probabilistic theory in a functional psychology. *Psychological Review*, 62, 193-217.
- Busemeyer, J. R., & Townsend, J. T. (1993). Decision field-theory - a dynamic cognitive approach to decision-making in an uncertain environment. *Psychological Review*, 100(3), 432-459. doi: 10.1037/0033-295x.100.3.432
- Csapo, P., Avugos, S., Raab, M., & Bar-Eli, M. (2015b). The effect of perceived streakiness on the shot-taking behaviour of basketball players. *European journal of sport science*, (ahead-of-print), 1-8. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.982205>
- Dickinson, J. (1977). Incidental motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 9(2), 135-138.
- Edwards, W. (1954). The theory of decision making. *Psychological Bulletin*, 51, 380-417.
- Edwards, W. (1962). Dynamic decision theory and probabilistic information processing. *Human Factors*, 4, 59-73.

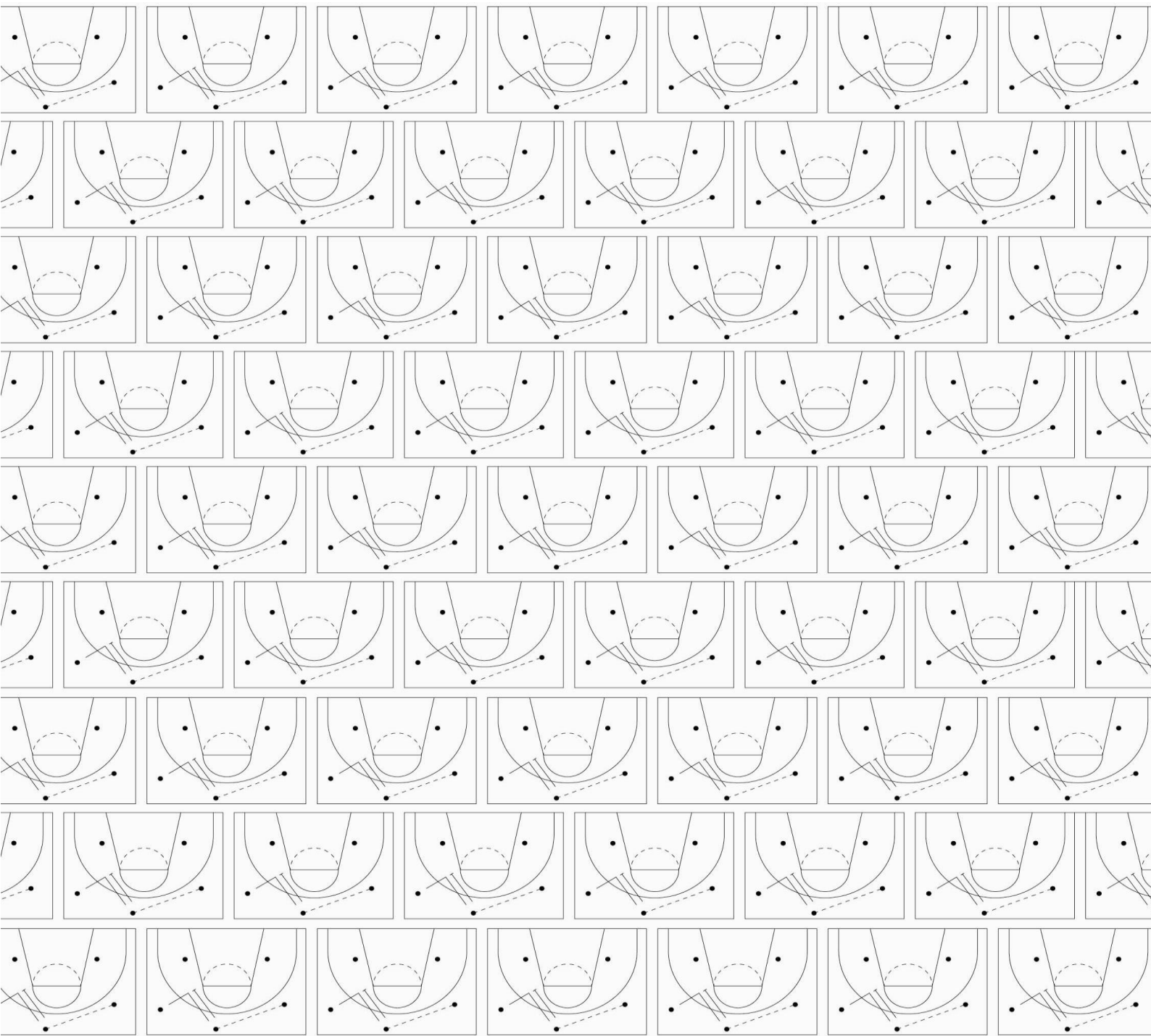
- Farrow, D. & Raab, M. (2008). Receipt to become an expert in decision making. In D. Farrow, J. Baker and C. MacMahon (Eds), *Developing Elite Sports Performers: Lessons from Theory and Practice* (pp. 137–154). New York, NY: Routledge.
- Fernández-Ríos, L., & Buela-Casal, G. (2009). Standards for the preparation and writing of Psychology review articles. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(2), 329-344.
- García-González, L., Araújo, D., Carvalho, J., & Iglesias, D. (2011). An overview of theories and research methods on decision making in tennis. *Revista De Psicologia Del Deporte*, 20(2), 645-666.
- Garcia-Gonzalez, L., Moreno, A., Gil, A., Moreno, M. P., & Del Villar, F. (2014). Effects of Decision Training on Decision Making and Performance in Young Tennis Players: An Applied Research. *Journal of Applied Sport Psychology*, 26(4), 426-440. doi: 10.1080/10413200.2014.917441
- Gibson, J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gigerenzer, G., Todd, P. M. and ABC Research Group. (1999). *Simple Heuristics that Make us Smart*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Gilovich, T. (1984). Judgmental biases in the world of sport. *Cognitive sport psychology*, 31-41.
- Gilovich, T., Vallone, R., & Tversky, A. (1985). The hot hand in basketball: On the misperception of random sequences. *Cognitive psychology*, 17(3), 295-314.

- Griffin, L. A., Mitchell, S. A. and Oslin, J. L. (1997). *Teaching Sport Concepts and Skills: A Tactical Game Approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hastie, R. & Dawes, R.M. (2011). *Rational Choice in an Uncertain World: The Psychology of Judgment and Decision making* (pp. 47-49). California: SAGE
- Johnson, J. G. (2006). Cognitive modeling of decision making in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 631-652. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.03.009
- Koehler, D. J., & Harvey, N. (Eds.). (2008). *Blackwell handbook of judgment and decision making*. Malden, MA: Blackwell.
- Kruschke, J. K. (2003). Attention in learning. *Current Directions in Psychological Science*, 12(5), 171-175. doi: 10.1111/1467-8721.01254
- Llorca-Miralles, J., Sanchez-Delgado, G., Pinar, M. I., Cardenas, D., & Perales, J. C. (2013). Basketball training influences shot selection assessment: a multi-attribute decision-making approach. *Revista De Psicologia Del Deporte*, 22(1), 223-226.
- Maddox, W. T., & Ashby, F. G. (2004). Dissociating explicit and procedural-learning based systems of perceptual category learning. *Behavioural Processes*, 66(3), 309-332. doi: 10.1016/j.beproc.2004.03.011
- Maddox, W. T., Ashby, F. G., Ing, A. D., & Pickering, A. D. (2004). Disrupting feedback processing interferes with rule-based but not information-integration category learning. [Article]. *Memory & Cognition*, 32(4), 582-591. doi: 10.3758/bf03195849
- Marcelino, R., Mesquita, I., & Sampaio, J. (2011). Effects of quality of opposition and match status on technical and tactical performances in elite volleyball. *Journal of Sports Sciences*, 29(7), 733-741.

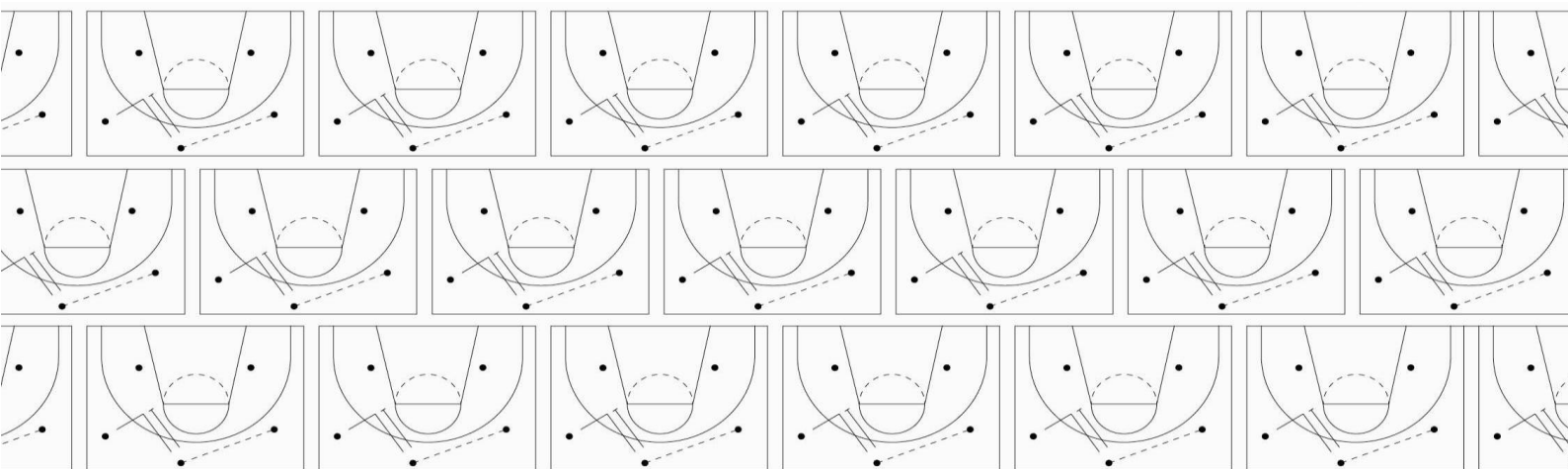
- Memmert, D., & Roth, K. (2007). The effects of non-specific and specific concepts on tactical creativity in team ball sports. *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1423-1432. doi: 10.1080/02640410601129755
- Miller, J. B., & Sanjurjo, A. (2014). A cold shower for the hot hand fallacy. IGIER working paper no. 518. SSRN Electronic Journal. Recuperado de <http://ssrn.com/abstract=2450479>. doi:10.2139/ssrn.2450479
- Moreno Domínguez, A., Gil Arias, A., Arroyo, M., Perla, M., Villar Álvarez, F. D., & García González, L. (2011). Intervención en la toma de decisiones en jugadores de voleibol en etapas de formación. *Revista de psicología del deporte*, 20(2), 0785-800.
- Perales, J. C., Cardenas, D., Pinar, M. I., Sanchez, G., & Courel, J. (2011). Differential effect of incidental and intentional instruction in learning about decision-making conditions when shooting in basketball *Revista De Psicología Del Deporte*, 20(2), 729-745.
- Perše M., Kristan M., Kovačič S., Vučkovič G., & Perš J. (2009). A trajectory-based analysis of coordinated team activity in a basketball game. *Computer Vision and Image Understanding*;113(5):612–21. doi: 10.1016/j.cviu.2008.03.001
- Raab, M. (2003). Decision making in sports: Influence of complexity on implicit and explicit learning. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*,1(4), 406-433.
- Raab, M., & Johnson, J. G. (2004). Individual differences of action orientation for risk taking in sports. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75(3), 326-336.

- Raab, M., & Johnson, J. G. (2007). Expertise-based differences in search and option-generation strategies. *Journal of Experimental Psychology-Applied*, 13(3), 158-170. doi: 10.1037/1076-898x.13.3.158
- Raab, M., & Johnson, J. G. (2008). Implicit Learning as a Means to Intuitive Decision Making in Sports. *Intuition in Judgment and Decision Making*, 119-133.
- Ripoll, H. (ed.). (1991). Information processing and decision making in sport (Special Issue). *International Journal of Sport Psychology*, 22(13).
- Sampaio, J., McGarry, T., Calleja-González, J., Sáiz, S. J., i del Alcázar, X. S., & Balciunas, M. (2015). Exploring game performance in the national basketball association using player tracking data. *PloS one*, 10(7), e0132894.
- Sampaio, J., Lago, C., Casais, L., & Leite, N. (2010). Effects of starting score-line, game location, and quality of opposition in basketball quarter score. *European Journal of Sport Science*, 10(6), 391-396.
- Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63, 129–138.
- Shanks, D. R., & Darby, R. J. (1998). Feature- and rule-based generalization in human associative learning. *Journal of Experimental Psychology-Animal Behavior Processes*, 24(4), 405-415. doi: 10.1037/0097-7403.24.4.405
- Shanks, D. R., Rowland, L. A., & Ranger, M. S. (2005). Attentional load and implicit sequence learning. *Psychological Research-Psychologische Forschung*, 69(5-6), 369-382. doi: 10.1007/s00426-004-0211-8
- Straub, W. F. & Williams, J. M. (Eds). (1984). *Cognitive Sport Psychology*. Lansing, MI: Sport Science.

- Tenenbaum, G. & Bar-Eli, M. (1993). Decision making in sport: A cognitive perspective. In R. N. Singer, M. Murphey and L. K. Tennant (Eds), *Handbook of Research on Sport Psychology* (pp. 171–192). New York, NY: Macmillan.
- Turvey, M. T., & Shaw., R. E. (1995). Toward an ecological physics and a physical psychology. In R. L. Solso, and D. W. Massaro (Ed.), *The Science of the Mind: 2001 and Beyond* (pp.144-169). New York: Oxford University Press.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect-theory - cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297-323.
doi: 10.1007/bf00122574
- Votsis, E., Tzetzis, G., Hatzitaki, V., & Grouios, V. G. (2009). The effect of implicit and explicit methods in acquisition of anticipation still in low and high complexity situations. *International Journal of Sport Psychology*, 40(3), 374-391.



Agradecimientos



Gracias a mis directores, José César Perales y David Cárdenas, por todo el trabajo y ayuda.

Gracias a los compañeros de la Pontificia Universidad Católica y Universidad Arturo Prat de Chile por el recibimiento, el trato y por darme a conocer su país.

Gracias a mi familia por todo el apoyo y paciencia.

Gracias a mis amigos.

A todas las personas que han colaborado en esta tesis, gracias.

