



# UNIVERSITAT DE BARCELONA

## Aproximación *mixed methods* en deportes colectivos desde técnicas estadísticas robustas

Rubén Maneiro Dios

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



UNIVERSITAT DE BARCELONA

**UAB**

Universitat Autònoma  
de Barcelona

**UNIVERSITAT DE BARCELONA**

Facultad de Psicología

Programa de Doctorado

Psicología de Comunicación y Cambio:

Ámbito de aplicación e innovación de la Metodología Observacional

**Aproximación *mixed methods* en deportes colectivos  
desde técnicas estadísticas robustas**

Tesis Doctoral presentada por:

Rubén Maneiro Dios

Directores:

Dra. Dña. María Teresa Anguera

Dr. D. José Luís Losada

Tesis para la obtención del grado de Doctor por la Universitat de Barcelona

Barcelona, 2020





UNIVERSITAT DE BARCELONA

**UAB**

Universitat Autònoma  
de Barcelona

**UNIVERSITAT DE BARCELONA**

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**Aproximación *mixed methods* en deportes colectivos  
desde técnicas estadísticas robustas**

Rubén Maneiro Dios





UNIVERSITAT DE BARCELONA

**UAB**

Universitat Autònoma  
de Barcelona

**Dña. María Teresa Anguera, Catedrática de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Universitat de Barcelona y**

**D. José Luís Losada López, Profesor Titular de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Universitat de Barcelona,**

***HACEN CONSTAR:***

Que la presente Tesis Doctoral titulada “Aproximación *Mixed Methods* en deportes colectivos desde técnica estadísticas robustas”, elaborada por D. Rubén Maneiro Dios, reúne los requisitos científicos y académicos necesarios para ser presentada y defendida.

Lo que firmamos, a los efectos oportunos, en Barcelona, a veinte de septiembre de dos mil veinte.

Dña. María Teresa Anguera

D. José Luís Losada



APROXIMACIÓN *MIXED METHODS* EN DEPORTES COLECTIVOS DESDE  
TÉCNICA ESTADÍSTICAS ROBUSTAS  
Rubén Maneiro Dios

Rubén Maneiro Dios, 2020  
Facultad de Psicología, Universitat de Barcelona  
rubenmaneirodios@gmail.com  
@maneiroruben

Google Scholar:  
[https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=CyQDGcUAAAAJ&view\\_op=list\\_works&sortby=pubdate](https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=CyQDGcUAAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate)





**A Ángel Blanco-Villaseñor<sup>†</sup>**

Profesor, Amigo, Compañero



## Agradecimientos 1

### *A Hombres de Gigantes*

El 15 de febrero de 1676, uno de los científicos más prolíficos de su época, Robert Hooke, escribe una carta a su compañero y adversario científico, Isaac Newton, interesándose por los recientes y prolíficos hallazgos de este último en el campo de la Física. En aquellos momentos, ambos se encontraban sumergidos en la carrera científica por la invención de nuevas herramientas con las que explicar mejor el universo y sus fenómenos. Pocos días después de recibir la carta, Newton responde a la misiva haciendo uso de una de las citas más célebres de la historia de la Ciencia: “Si he podido ver más lejos, ha sido porque me subí a hombros de Gigantes”.

Con esta frase (atribuida originalmente a Bernardo de Chartes), quiso reconocer la labor de todos los científicos predecesores como Johannes Kepler, Galileo Galilei y René Descartes, que tanto habían aportado a la Ciencia, y de los que Newton tanto había bebido.

Salvando las evidentes distancias con estos padres de la Ciencia, humildemente hago uso de las palabras de Newton para expresar un inmenso agradecimiento a mis Gigantes, personas que me han acompañado y aupado a lo largo de estos años. Porque sus enseñanzas no sólo se extienden a la realización del presente trabajo, sino que trascienden más allá de lo académico.

Mi agradecimiento a Dña. María Teresa Anguera. Profesora, mentora, y con tu permiso, compañera y amiga. Desde los años setenta, has abierto un camino que hoy recorremos cientos de investigadores e investigadoras en España y en el resto del mundo. Un camino que seguro no estuvo exento de dificultades, pero que gracias a tu esfuerzo hoy la comunidad científica dispone de una metodología adecuada que permita dar respuesta a cualquier problema que tenga como base a las Ciencias del Comportamiento.

Porque hablar de Metodología Observacional es hablar de ti, de tus más de 200 artículos científicos, de tus 300 comunicaciones presentadas en congresos especializados, de tus 30 libros, de las 50 tesis dirigidas y de tus 28 proyectos de investigación competitivos. La Metodología Observacional ha sido honrada y defendida con los más altos estándares con tu producción en favor de ella. Buena fe de todo este esfuerzo y dedicación son las más de 16.000 citas y referencias que tienen tus estudios por parte del resto de compañeros y colegas de este mundo tan apasionante que es la investigación.

Pero todos estos datos, de por sí sobradamente evidentes, no alcanzan a reflejar tu faceta personal. El cariño y reconocimiento de tus colegas y compañeros es la mejor evidencia de tu labor durante todos estos años. Has formado escuela, una familia académica de la cual hoy somos partícipes más de 50 investigadores de España y del mundo.

Nos conocimos en el XIV Congreso de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, celebrado en Mallorca en el año 2015. Conocernos, personalmente, pues desde que era alumno en la facultad ya había algunos artículos tuyos encima de mi escritorio. Desde aquel congreso en Mallorca, y hasta el día de hoy, siempre has tenido una mano tendida. Has confiado en mí cuando yo no era nadie y tú ya lo eras todo. Durante este tiempo, he intentado estar a la altura y ser un digno discípulo tuyo. Desconozco si lo conseguí, pero de lo que sí estoy convencido es que en estos cinco años he cambiado. He adquirido madurez (también científica), conocimiento, rigor, paciencia y trabajo en equipo.

Una de las virtudes que siempre admiré de ti, y de la que tanto me he aprovechado es tu don natural para los buenos consejos. Como bien dices, “la vida es un tapiz de elementos contrapuestos”, y no puedo estar más de acuerdo. La vida se presenta a veces en forma de caleidoscopio, en donde lo que nos preocupa está en determinadas ocasiones difuminado, lleno de puntos de vista y matices, que por momentos dificulta la elección de la decisión correcta. En ti siempre encontré (y sigo encontrando) la palabra y el consejo acertado, y no puedo estar más agradecido por ello.

El mayor legado que un discípulo puede recibir de su maestra no es únicamente conocimiento sino también valores y crecimiento personal. Y de ti he tomado mucho de las tres cosas. Y aunque este lustro pasado ha sido próspero en trabajo y producción, la mirada está puesta en el futuro, en seguir trabajando contigo y aprendiendo de ti. Muchas gracias María Teresa.

Mi agradecimiento a otro Gigante, el Dr. José Luis Losada. Medir mis agradecimientos hacia ti y no ser acusado de adulator no es sencillo.

Nos conocimos un mes de julio del 2011 en Monforte de Lemos. Recuerdo aquel viaje desde Coruña hasta Monforte, no tanto por el calor que hacía (que también) sino por las palabras de mi profesor, mentor y hoy compañero y amigo, Toni Ardá: “Anota todo lo que José Luis te diga”. Aquellas palabras tienen todavía su eco en el presente, pues en cada reunión de trabajo y en cada visita a tu despacho, sigo anotando como fiel alumno todo lo que me enseñas y aconsejas. La pizarra de tu despacho da buena fe de ello.

Aquel viaje supuso un antes y un después para mí y en cómo afronté los meses y años siguientes. Mi ingenuo orgullo de aprendiz había dejado paso a una nueva y mejor manera de asumir el reto que tenía por delante. Descubrí que necesitaba dotar de criterio, rigor metodológico y dotes de disciplina científica a mis innatos y humildes atributos de pasión y voluntad de aprender. El viaje de vuelta lo recuerdo con pocas palabras, pero con muchos pensamientos. Desde aquel momento supe que había dado con la persona correcta, y que iba a hacer todo lo posible por no defraudarla. Confiaste en mí, y lo has hecho cuando todavía mi experiencia no representaba más que una hoja en blanco. Es fácil apostar por alguien consagrado o con visos de serlo. Pero más difícil es “ver” algo que no es visible a

simple vista, en alguien que no disponía de ninguna virtud sobresaliente que lo hiciera evidente. Y tú lo has visto, y has sabido dotarme de los estímulos y recursos necesarios.

Mirando con perspectiva el paso del tiempo y cómo éste iba moldeando y tallando nuestra relación a lo largo de estos años, soy consciente de que encontré en ti un tesoro. No solo a un profesor y compañero que sabía ajustar las riendas de mi equívoca impetuosidad, y hacerlo de manera magnánima, sino sobre todo a un líder. Porque eso es lo que eres. En esta pequeña familia que hemos formado Toni Ardá, Claudio Casal, tú y el que escribe, y que por nuestras raíces gallegas y catalanas hacemos llamar cariñosamente equipo Galaico-Catalán, representas el núcleo sobre el que gira con lealtad el trabajo del equipo. Y que siga así durante muchos años. Muchas gracias José Luís.

Querido Dr. Ángel Blanco-Villaseñor<sup>†</sup>. Soy incapaz de escribir sobre ti sin que me desborden las emociones. Contigo se cumplió la máxima que dice mejor calidad que cantidad. Porque nuestra relación así ha sido, corta pero muy intensa.

Decía el escritor Andy Rooney que la mayoría de nosotros no tendremos más de cinco o seis personas que nos recordarán, pero que los maestros tienen miles de personas que les recuerdan por el resto de sus vidas. No puedo encontrar palabras más acertadas que te definan. Tenías un estilo propio, directo, a veces frío e implacable, pero con un corazón noble y bondadoso. Tu personalidad era cautivadora, diferente, única. Por eso eras especial, y por eso era imposible no quererte.

Porque así nos conocimos personalmente en el Congreso AEMCCO en Mallorca, en 2015. “Así que tú eres Maneiro, el que me envió mal la documentación”. Esas fueron tus primeras palabras, balcón con balcón del hotel, unas horas antes de apertura del congreso. Fruto de mi nerviosismo por la importancia del evento, había enviado con defecto de forma la documentación de mi inscripción. Así me lo hiciste saber, directo y sin vacilaciones, como tú eras. Desde entonces, jamás volví a equivocarme en ningún trámite ni papeleo. Muchas gracias por aquella valiosa primera lección.

Desde aquellas primeras palabras, y sin yo saber muy bien porqué, comenzamos a hablar. Al principio de manera esporádica y a partir de 2017 de manera más regular. Como las verdaderas amistades, las cuales nacen sin un momento concreto, ni por un motivo determinado. Simplemente brotan.

En otoño de ese año te llamo para solicitar tu ayuda en un estudio que, sin tus conocimientos de metodología y estadística, era imposible llevar a buen puerto. Porque algo que siempre me llamó la atención fue tu cultura y tu don natural para la conversación. Recuerdo, ingenuo de mí, pensar en ocasiones ¿Cómo alguien puede saber tanto, y de tantas cosas? Tu conversación estaba cargada de contenido, profundidad, giros y matices. Tenías un don. Egoístamente, yo me aprovechaba de aquello, puesto que, como buen alumno, intentaba absorber todo lo que me decías. La Plaza de Les Corts en Barcelona, en donde nos reuníamos algunas tardes después de trabajar puede dar fe de ello. Por cierto, Ángel, en mi próximo viaje a Barcelona, que será pronto, una de las primeras cosas que haré será volver a esa plaza. Me

sentaré en la misma terraza donde lo hacíamos, y pediré una ración de patatas bravas. Las mismas que solíamos pedir y que a ti te encantaban. “Uno vuelve siempre a los viejos sitios donde amó la vida”, decía Chavela Vargas.

Desde aquel lejano 22 de Julio de 2015 hasta el pasado 20 de mayo de 2020 que fue nuestra última conversación, han pasado casi 5 años que han significado mucho para mí. Te fuiste solo dos días después. Siempre presumiré del honor de haber compartido la co-autoría de tu último artículo con vida. Te admiro y admiraré siempre. Creo firmemente que alguien no se va mientras seamos capaz de recordar su voz. Y la tuya sigue muy presente. Gracias Ángel, Gigante, profesor y amigo.

La aventura y el desafío que supuso la presente tesis doctoral durante estos años se resumen en dos palabras: pasión y gratitud.

La pasión por el conocimiento y una profunda curiosidad han sido el combustible indispensable. Aceptar la duda como un desafío, la búsqueda continuada de respuestas y el intento por ampliar el espectro de conocimiento en Metodología Observacional y Ciencias del Comportamiento, han sido mis máximas durante estos años.

Y gratitud, porque este trabajo ha sido fruto del esfuerzo conjunto de muchos compañeros y compañeras de viaje.

Teresa, José Luís y Ángel<sup>†</sup>. Gracias por abrir camino, por allanar el sendero por el que transitamos las nuevas generaciones y transitarán las venideras. Gracias por apartar las piedras, por hacer frondoso este apasionado viaje que es la vida científica y por dotarnos de las herramientas necesarias para afrontar con garantías los desafíos que vendrán. Sois el átomo sobre el cual giramos, con la gravedad del cariño y la lealtad, muchas personas en España y en el mundo.

La Ciencia es un desafío comunitario, una aventura colectiva donde cada paso adelante se debe a los muchos pasos dados por nuestros predecesores y no supone más que el inicio del paso que vendrá inevitablemente después.

Pero sin olvidar nunca, que esta aventura es mejor emprenderla A Hombros de Gigantes.

## Agradecimientos 2

A mi mentor, Toni Ardá.

La casualidad ha querido que mientras escribo estas letras se cumplan diez años desde que entré por primera vez en tu despacho para preguntarte si podrías dirigirme la tesis doctoral en Ciencias del Deporte, diez años que han pasado muy rápido y en los que hemos trabajado mucho.

La vida se construye sobre giros inesperados. Pienso ahora en cual habría sido el giro de la mía si aquel día no te hubiera encontrado en el despacho o, simplemente, estuvieras embarcado en otros proyectos profesionales incompatibles con la dirección de una tesis. ¿Qué persona sería hoy, diez años después? ¿A qué me estaría dedicando y dónde? ¿Qué personas ocuparían el lugar de las que hoy están? No tengo respuesta a estas preguntas, aunque reconozco cierta curiosidad por saber en qué persona me habría convertido si el timón hubiese girado en otra dirección.

De lo que sí estoy seguro es de que no sería más feliz de lo que hoy soy. Han pasado diez años desde que cambió mi vida y todos ellos se resumen en una palabra: felicidad. Con la madurez de hoy, soy consciente de la auténtica suerte que es poder vivir una vida en la que sentirse realizado, la vida que uno desea. Nada de lo acaecido en todo este tiempo hubiese sucedido si aquella mañana de septiembre de 2010 la puerta de tu despacho no se hubiera abierto.

No hubieran existido Barcelona ni Salamanca, ni congresos ni reuniones científicas, ni cientos de horas escribiendo juntos; tampoco tantas personas increíbles que me presentaste y que hoy también ocupan en mi vida un lugar imprescindible. Y, sobre todo, nunca hubiera tenido la oportunidad de dedicarme a la profesión más bella del mundo, la docencia, con la enorme responsabilidad de inspirar a otras personas como tú lo hiciste y continúas haciendo conmigo.

A veces pienso si soy merecedor de tanto. Mientras lo reflexiono, tengo clara una cosa: me esforzaré por ser tan buen mentor, como tú lo has sido conmigo.

Vivir es cambiar y evolucionar, pero lo que no cambiará nunca es mi lealtad hacia ti, a quien me lo ha dado todo. Muchísimas gracias, Toni.

Mi agradecimiento a la Universidad Pontificia de Salamanca, por darme la oportunidad de cultivar mi vocación. Estos años están suponiendo una de las vivencias más maravillosas de mi vida. Gracias por confiar en mí y por seguir haciéndolo. Intentaré siempre estar a la altura de la enorme responsabilidad que representa formar parte del cuerpo de profesores.

Gracias también a la Universitat de Barcelona y a la Universidade da Coruña, por brindarme un marco donde trabajar con profesionales excelentes y por hacerme sentir como en casa.

Gracias a todo el equipo de Observesport. Elena Escolano, Xavier Iglesias, Salvador Chacón, Antonio Hernández-Mendo, Marta Castañer, Oleguer Camerino, Hugo Sarmiento, Julen Castellano, Daniel Lapresa, Gudberg Jonsson, Mariona Portell, Daniel Barreira y todos los que me faltan por mencionar. Hemos compartido congresos, viajes y demás reuniones de trabajo durante estos años. Es un privilegio para mí formar parte de tan fantástico equipo, y gracias por todos los momentos que hemos compartido. Y por los que todavía quedan.

Claudio Casal, desde hace cinco años recorreremos juntos el camino de la labor científica. Hemos hecho equipo y trabajado muy duro. Gracias, y que siga por muchos años más este trabajo en equipo.



Mi reconocimiento a Mario Amatria. Amigo y compañero. Hemos trabajado duramente estos años por hacernos un hueco en la Academia, apoyándonos y retroalimentándonos. Parte de esta tesis es gracias a tu ayuda y a tus conocimientos. Recuerdo con cariño todas las tardes que pasamos recogiendo datos y escribiendo. Por muchos años más trabajando juntos.

Gracias también a mi familia de Salamanca, a José Enrique, Gema, Sergio, Javier Alves, Rubén Arroyo, Alba, Navia, María Perrino, Mónica y Esther. No concibo mi día a día sin vosotros. Son ya casi seis años de relación diaria, en la facultad y fuera de ella. Sois el equilibrio, la parte emocional que complementa a la perfección la labor profesional. Os quiero, y a la vez me siento muy querido.

Por supuesto, no puedo olvidarme de vosotros, Alba, Jesús y Lucía. Las tardes de diversión en el parque, y las carreras en bici dan fe de lo bien que lo pasamos. Vuestra educación y cariño es el fiel reflejo de vuestros padres. Gracias por todo lo que me aportáis, Gema y Javi.

Alba, has sido y sigues siendo un apoyo fundamental. Nada de lo conseguido estos años habría sido posible sin tu apoyo y tu paciencia. Admiro tu personalidad y en cómo has convertido en éxito cada desafío que te has propuesto. Solo puedo decirte gracias y espero algún día poder devolverte todo lo que te debo.

Otra persona muy importante estos años has sido tú, Gloria, compañera y, sobre todo, amiga. Me siento orgulloso y agradecido de la amistad que hemos creado y cuidado. La admiración que te profeso es enorme, a pesar de que sé que es algo que no te gusta que te diga. Tu humildad es así, te alejas de los focos, pero tu calidad humana hace que brilles con luz propia. Por los ratos compartidos y todos los cafés que todavía nos quedan.

Por supuesto, gracias a mi alumnado. Veros cada mañana es para mí una inspiración y una enorme responsabilidad. Siempre intentaré dar lo mejor de mí y ser el mejor ejemplo posible. Es un placer compartir con vosotros y vosotras esta etapa tan importante de vuestras vidas.

Cristina e Iyán. Representáis seguramente el reto más importante que un profesor puede asumir, el de dirigir vuestras tesis doctorales. Empezamos juntos hace poco más de un año, pero los pasos de gigante que habéis dado en tan poco tiempo son reflejo de lo duro que habéis trabajado y seguís haciéndolo. Vuestro talento y esfuerzo son vuestros mejores argumentos y hacen a su vez que yo sea también mejor profesor.

Gracias a mis padres, Sara y Baltasar, y a mi hermana, Amanda. De ti no puedo estar más orgulloso. Has emprendido con valentía un desafío académico que seguro te aupará al lugar que te mereces. El futuro es tuyo.

No puedo dejar sin mencionar a mi amigo y hermano desde hace 20 años, Adolfo. Parte de este trabajo ha sido escrito en circunstancias tan excepcionales como el confinamiento por el coronavirus. Tú desde Barcelona y yo desde Salamanca nos hemos llamado y apoyado, sintiendo la cercanía del otro durante esos meses tan extraños. Gracias, *Fitinho*.

Gracias Xaquín y Cabanas, por tantísimos años de amistad. Gracias también a todos mis amigos y amigas a los que tengo la inmensa suerte de tener en mi vida. Aunque por la distancia nos veamos menos, sabéis lo importantes que sois. Vanesa, Leti, María José, Santi, Benja, Peke, Tono, Juan, Irene, Miki, Pepe, Jaime, Josiño, Parceró, Alejo, Antón, Pablo y B.P.

Por supuesto, no iba a dejaros sin mencionar a vosotros. Bobby, Lucky, Nico y Dimbo. Mis fieles amigos que caminan a cuatro patas.

## **Aproximación *mixed methods* en deportes colectivos desde técnicas estadísticas robustas**

### **Resumen**

El objetivo principal de la presente tesis doctoral fue contrastar la idoneidad de la Metodología Observacional como una metodología óptima para la recogida de datos de conductas motrices en Ciencias del Deporte. Para ello, se estructuró esta investigación en cinco estudios complementarios. Como objetivos específicos, se han puesto a prueba diferentes técnicas estadísticas en función de los diseños de investigación escogidos, para alcanzar los objetivos propuestos en cada uno de los estudios publicados. El objeto de estudio y donde se ha llevado a cabo la implementación de la Metodología Observacional ha sido el Deporte de alto rendimiento, concretamente el fútbol de alto nivel. Se han utilizado tres instrumentos de observación diferentes, que han permitido recoger más de 12.400 multieventos o conductas distintas en los cinco estudios. Para el control de la calidad del dato, se han utilizado dos herramientas complementarias: Kappa de Cohen y la Teoría de la Generalizabilidad. Los diseños escogidos han sido tres diferentes, estando en directa relación con los objetivos de cada uno de los estudios. En cada uno de los capítulos de la presente tesis doctoral se ha detallado de manera concisa los pasos metodológicos llevados a cabo para alcanzar los objetivos propuestos, concretando de manera precisa cada una de las decisiones metodológicas tomadas. Los resultados de la presente investigación confirman la idoneidad de la Metodología Observacional como una metodología óptima para la recogida de datos de conductas motrices en Ciencias del Deporte.

**Palabras clave:** Metodología Observacional, Ciencias del Comportamiento, Teoría de la Generalizabilidad, T-Patterns, Coordenadas Polares, Árbol de decisión, Fútbol.



## **Aproximació *mixed methods* en esports col·lectius des de tècniques estadístiques robustes**

### **Resum**

L'objectiu principal d'aquesta tesi doctoral va ser contrastar la idoneïtat de la Metodologia Observacional com una metodologia òptima per a la recollida de dades de conductes motrius en Ciències de l'Esport. Per això, es va estructurar aquesta investigació en cinc estudis complementaris. Com a objectius específics, s'han posat a prova diferents tècniques estadístiques en funció dels dissenys d'investigació escollits, per assolir els objectius proposats en cadascun dels estudis publicats. L'objecte d'estudi i on s'ha dut a terme la implementació de la Metodologia Observacional ha estat l'Esport d'alt rendiment, concretament el futbol d'alt nivell. S'han utilitzat tres instruments d'observació diferents, que han permès recollir més de 12.400 multievents o conductes diferents en els cinc estudis. Pel control de la qualitat de les dades, s'han utilitzat dues eines complementàries: Kappa de Cohen i la Teoria de la Generalitzabilitat. Els dissenys escollits han estat tres diferents, estant en directa relació amb els objectius de cada un dels estudis. En cadascun dels capítols de la present tesi doctoral s'ha detallat de manera concisa els passos metodològics duts a terme per assolir els objectius proposats, concretant de manera precisa cadascuna de les decisions metodològiques preses. Els resultats de la present investigació confirmen la idoneïtat de la Metodologia Observacional com una metodologia òptima per a la recollida de dades de conductes motrius en Ciències de l'Esport.

**Paraules clau:** Metodologia Observacional, Ciències del Comportament, Teoria de la Generalitzabilitat, T-Patterns, Arbre de decisió, Futbol.



## **Aproximación *mixed methods* en deportes colectivos dende técnicas estadísticas robustas**

### **Resumo**

O obxectivo principal da presente tese doutoral foi contrastar a idoneidade da Metodoloxía Observacional como una metodoloxía óptima para a recollida de datos de conductas motrices en Ciencias do Deporte. Para elo, estruturouse esta investigación en cinco estudos complementarios. Como obxetivos específicos, puxéronse a proba diferentes técnicas estadísticas en función dos deseños de investigación escollidos, para alcanzar os obxetivos propostos en cada un dos estudos publicados. O obxecto de estudo, e donde se levou a cabo a implementación da Metodoloxía Observacional foi o Deporte de alto rendimento, e máis concretamente o fútbol de alto nivel. Empregáronse tres instrumentos de observación distintos, que permitiron recoller máis de 12.4000 multieventos ou conductas distintas nos cinco estudos presentados. Para o control de calidade do dato, empregáronse dúas ferramentas complementarias: Kappa de Cohen e a Teoría da Xeneralizabilidade. Os deseños escollidos foron tres distintos, estando todos eles en directa relación cos obxetivos propostos en cada un dos estudos. En cada un dos capítulos da presente tese doutoral detalláronse de maneira concisa os pasos metodolóxicos levados a cabo para alcanzar os obxetivos propostos, concretando de maneira concisa cada unha das decisións tomadas. Os resultados da presente investigación confirman a idoneidade da Metodoloxía Observacional como una metodoloxía óptima para a recollida de datos de conductas motrices en Ciencias do Deporte.

**Palabras chave:** Metodoloxía Observacional, Ciencias do Comportamento, Teoría de la Generalizabilidade, T-Patterns, Coordenadas Polares, Árbore de decisión, Fútbol.



## ***Mixed method* approach in collective sports from robust statistical techniques**

### **Abstract**

The main objective of this doctoral thesis was to test the suitability of the Observational Methodology as an optimal methodology for collecting data on motor behavior in Sports Sciences. To do this, this research was structured in five complementary studies. As specific objectives, different statistical techniques have been tested based on the research designs chosen, in order to achieve the objectives proposed in each of the published studies. The object of study and where the implementation of the Observational Methodology has been carried out has been high-performance Sport, specifically high-level soccer. Three different observation instruments have been used, which have allowed the collection of more than 12,400 multi-events or different behaviors in the five studies. To control the quality of the data, two complementary tools have been used: Cohen's Kappa and the Theory of Generalizability. The designs chosen have been three different, being in direct relationship with the objectives of each of the studies. In each of the chapters of this doctoral thesis, the methodological steps carried out to achieve the proposed objectives have been concisely detailed, specifying precisely each of the methodological decisions taken. The results of the present investigation confirm the suitability of the Observational Methodology as an optimal methodology for the collection of motor behavior data in Sports Sciences.

**Keywords:** Observational Methodology, Behavioral Sciences, Generalizability Theory, T-Patterns, Polar Coordinate, Decision Tree, Soccer.





# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 0. Creación de conocimiento: perspectivas y método.....</b>	<b>XXXI</b>
<b>CAPÍTULO I. Perspectiva científica del Deporte como Ciencia Social .....</b>	<b>1</b>
1.1 La investigación en Ciencias del Deporte.....	3
1.2 El deporte desde la Teoría de Sistemas.....	11
1.2.1 Aproximación teórica.....	11
1.2.2 Concreción en el Deporte.....	17
<b>CAPÍTULO II. Metodología Observacional.....</b>	<b>29</b>
2.1 La investigación en Ciencias del Deporte: Vías cualitativas y cuantitativas. en búsqueda de un cauce común .....	31
2.2 La Metodología Observacional como <i>mixed method</i> en sí misma: concreción en el Deporte.....	41
<b>CAPÍTULO III. Objetivos .....</b>	<b>51</b>
Objetivo general y objetivos específicos .....	53
<b>CAPÍTULO IV. Estudios .....</b>	<b>55</b>
4.1 Vía inductiva.....	57
4.2 Responsabilidades éticas.....	59
4.3 Estudios.....	61
4.3.1 Estudio 1: <i>Application of multivariant decision tree technique in high                 performance football: The female and male corner kick</i> .....	61
4.3.2 Estudio 2: <i>Dynamics of Xavi Hernández's game: A vectorial study                 through polar coordinate analysis</i> .....	87
4.3.3 Estudio 3: <i>Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish                 soccer team</i> .....	117
4.3.4 Estudio 4: <i>Analysis of the Variability of the Game Space in High                 Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory</i> .....	135
4.3.5 Estudio 5: <i>Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The                 Game of the Best Teams</i> .....	161

<b>CAPÍTULO V. Discusión .....</b>	<b>185</b>
5.1 Discusión General.....	187
5.2 Discusión Metodológica. Concreción de la Metodología Observacional en cada uno de los Estudios.....	199
5.2.1 Pertinencia y justificación de cada uno de los ESTUDIOS.....	199
5.2.2 La Metodología Observacional como la metodología que mejor se ajusta al análisis de conductas en el Deporte.....	213
5.2.3 Verificación Metodológica .....	216
5.2.4 Diseños.....	218
5.2.5 Participantes.....	225
5.2.6 Instrumentos.....	231
5.2.6.1 De observación.....	234
5.2.6.2 De registro .....	245
5.2.6.3 De calidad del dato.....	248
5.2.6.4 De tratamiento de los datos .....	255
5.2.7 Análisis de los datos .....	261
5.2.7.1 Paquetes estadísticos utilizados.....	261
5.2.7.1.1 Estudio 1 y Estudio 5: paquete estadístico R .....	261
5.2.7.1.2 Estudio 2: HOISAN .....	262
5.2.7.1.3 Estudio 3: THEME.....	264
5.2.7.1.4 Estudio 4: Paquete estadístico: SAS y EDU-G .....	265
5.2.7.2 Análisis estadísticos llevados a cabo.....	266
5.2.7.2.1 Estudio 1. Árboles de decisión.....	267
5.2.7.2.2 Estudio 2. Coordenadas Polares .....	271
5.2.7.2.3 Estudio 3. T- <i>Patterns</i> .....	275
5.2.7.2.4 Estudio 4. Modelo Lineal Generalizado y Teoría de la Generalizabilidad.....	277
5.2.7.2.5 Estudio 5. Prueba <i>post hoc</i> de Kruskal-Wallis, modelo de Regresión logística y T de Welch.....	278
<b>CAPÍTULO VI. Conclusiones .....</b>	<b>281</b>
<b>CAPÍTULO VII. Limitaciones, fortalezas y futuras líneas de investigación.....</b>	<b>285</b>
<b>CAPÍTULO VIII. Agradecimientos institucionales .....</b>	<b>291</b>
<b>CAPÍTULO IX. Referencias .....</b>	<b>295</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPÍTULO V

<b>Tabla 5.1.</b> Cheklist preliminar incluida en el estudio de Maneiro et al., 2020. ....	217
<b>Tabla 5.2.</b> Instrumento de observación utilizado en el Estudio 1.....	236
<b>Tabla 5.3.</b> Instrumento de observación utilizado en el Estudio 2, 3 y 4.....	239
<b>Tabla 5.4.</b> Instrumento de observación utilizado en el Estudio 5.....	244
<b>Tabla 5.5.</b> Acuerdo interobservadores para el Estudio 1. ....	253
<b>Tabla 5.6.</b> Grado de acuerdo inter-observador para cada criterio para los Estudios 2 y 3..	253
<b>Tabla 5.7.</b> Sample estimation for the evaluation of Rivals, move initiation zone and Move conclusion zone. Estudio 4.....	254
<b>Tabla 5.8.</b> Acuerdo interobservadores para el Estudio 5.....	254
<b>Tabla 5.9.</b> Tipología de los datos.....	258
<b>Tabla 5.10.</b> Transformación del ángulo de los vectores en el análisis de coordenadas polares.....	273



# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO 0

<b>Figura 0.1.</b> Principios de la duda metódica de Descartes .....	XLIII
<b>Figura 0.2.</b> El proceso científico según Kuhn (1989).....	XLIV
<b>Figura 0.3.</b> Estructura del progreso científico según Popper (1994).....	XLIX
<b>Figura 0.4.</b> Proceso de creación de conocimiento científico, según autores de referencia. ....	L

## CAPÍTULO I

<b>Figura 1.1.</b> Volumen de publicaciones existente con el topic ‘Sport Sciences’. ....	4
<b>Figura 1.2.</b> Porcentaje de publicaciones a lo largo del siglo XX. ....	4
<b>Figura 1.3.</b> Primer estudio con las keywords “Sport Science”, en la base de datos Pubmed.....	6
<b>Figura 1.4.</b> Palabras clave de autor que aparecieron más del 1000 veces en la base de datos WOS. ....	8
<b>Figura 1.5.</b> Proceso interno de un sistema abierto.....	16

## CAPÍTULO II

<b>Figura 2.1.</b> Atributos de los paradigmas cualitativo y cuantitativo (extraído de Reichardt y Cook, 1986, p. 29). ....	33
<b>Figura 2.2a y 2.2 b</b> Publicaciones <i>mixed methods</i> en revistas de Ciencias del Deporte. ...	39

## CAPÍTULO IV

<b>Figura 4.1.</b> Procedimiento de las vías deductivas (izquierda) e inductivas (derecha) en la investigación científica. ....	57
---	----

## CAPÍTULO V

<b>Figura 5.1.</b> Evolución por años de las publicaciones que contienen los topics: “soccer” y “football” .....	211
<b>Figura 5.2.</b> Indicadores de rendimiento propuestos por Hughes y Bartlett, 2002. ....	212
<b>Figura 5.3.</b> Proceso del método científico observacional. ....	219
<b>Figura 5.4.</b> Los 8 diseños observacionales en Ciencias del Comportamiento. ....	220
<b>Figura 5.5.</b> Justificación de instrumentos no estandarizados. ....	231
<b>Figura 5.6.</b> Proceso de creación de los instrumentos de observación. ....	232
<b>Figura 5.7.</b> Diagrama con las diferentes funciones de Lince. ....	247
<b>Figura 5.8.</b> Interface de programa Lince, con ejemplo de de observación en futbol de alto rendimiento. ....	248
<b>Figura 5.9.</b> Parámetros primarios de registro: frecuencia, orden y duración. ....	255
<b>Figura 5.10.</b> Técnicas básicas de análisis de datos categóricos. F .....	257
<b>Figura 5.11.</b> Retrospectividad genuina. ....	263
<b>Figura 5.12.</b> Representación gráfica del proceso de detección de T-patterns. ....	265
<b>Figura 5.13.</b> Elementos de los que depende la elección de la técnica estadística. ....	266
<b>Figura 5.14.</b> Ejemplificación de un árbol de decisión, con tres nodos terminales y dos variables predictoras. ....	269
<b>Figura 5.15.</b> Ejemplificación de un árbol de decisión, con 9 nodos (5 terminales) y las variables predictoras con mayor ganancia de información incluidas en el modelo. ....	270
<b>Figura 5.16.</b> Resultados del análisis de coordenadas polares para la relación entre la categoría focal, y las demás conductas de apareo. A la derecha, la representación vectorial utilizando el software R.....	271
<b>Figura 5.17.</b> Relaciones de activación e inhibición entre la conducta focal y las conductas de apareo acorde al cuadrante donde están localizadas. ....	274
<b>Figura 5.18.</b> Representación de la detección de T-Patterns. ....	276

---

## **CAPÍTULO 0.**

**Creación de conocimiento: perspectivas y método**

---





## Fuentes de creación de conocimiento.

*La Ciencia es valiosa como herramienta para domar la naturaleza y remodelar la sociedad; es valiosa en sí misma, como clave para la inteligencia del mundo y del yo; y es eficaz en el enriquecimiento, la disciplina y la liberación de nuestra mente.*

Bunge (2005, p.23)

“Curiosidad, pasión y asombro. Quien puede ir a la fuente, no se conforma con la jarra” afirmaba Leonardo da Vinci<sup>1</sup> en pleno Renacimiento refiriéndose a la máxima por la que debe regirse la Ciencia.

Una inagotable capacidad de asombro, una insaciable curiosidad por el entorno y sus fenómenos y una desbordante creatividad para combinar la observación con la imaginación guiaron a Charles Darwin trescientos años después cuando, a bordo del *Beagle*, consiguió llegar a las Islas Galápagos para realizar cuidadas observaciones

---

<sup>1</sup> Isaacson, W. (2018), en su obra: *Leonardo da Vinci: la biografía*, recoge algunos postulados que rigieron la obra de Leonardo como científico y anatomista, y que bien pueden servir como consejos al iniciado en la Ciencia:

- 1) *Sea curioso*, infatigablemente curioso.
- 2) *Observe*. El mayor talento que Leonardo poseía se plasmaba en su agudeza como observador. Este don no era mágico, sino fruto de su esfuerzo.
- 3) *Busque el conocimiento por sí mismo* (no todo el conocimiento debe ser útil, a veces conviene buscarlo por puro placer). En este punto, Leonardo muestra su aprobación por lo que hoy conocemos como ciencia básica.
- 4) *Conserve la capacidad de asombro de un niño*.
- 5) *Empiece por los detalles*. Si quieres lograr el verdadero conocimiento de la fórmula de las cosas, comencará por sus particularidades.
- 6) *Vea cosas que no se ven*.
- 7) *Respete los hechos*. Cambie de opinión en función de los nuevos datos de que dispongamos.
- 8) *Deje las cosas para más adelante*. La creatividad exige tiempo para que las ideas maduren. “los hombres de genio están, en realidad, haciendo lo más importante cuando menos trabajan, puesto que meditan y perfeccionan las ideas que luego realizan con las manos” (conversación con el Ludovico Sforza).
- 9) *Que lo perfecto sea enemigo de lo bueno*. Busque la perfección.
- 10) *Piense visualmente*.
- 11) *Tenga ambiciones desmedidas y recréese en la fantasía* (su máquina voladora, denominada por él mismo “Tornillo aéreo”, fue el primer proto-helicóptero de la historia) (Figura X).
- 12) *Colabore* (el *Hombre di Vitruvio* surgió después de compartir ideas y bocetos con amigos)
- 13) *Tome notas, en papel*.
- 14) *Ábrase al misterio*. No todo tiene que tener líneas definidas.

sobre la diversidad de la naturaleza. Mucho después, aquellas anotaciones darían forma a una de las obras científicas más influyentes de la Historia, *The Origin of Species* (1859).

El saber es posiblemente el hito más importante conquistado por el ser humano a lo largo de la historia. Es también una manera de relacionarse con la realidad, un modo de interpretarla y de dar cuenta de ella.

Hoy en día, la creación de conocimiento que intente explicar los fenómenos de la naturaleza se identifica con la Ciencia y sus principios. A pesar de que ciertas corrientes posmodernistas intenten menoscabar la fe en el conocimiento científico a través de la caída del proyecto de la Ilustración (movimiento intelectual que buscaba el progreso de la humanidad gracias al desarrollo de la Ciencia, la Filosofía, la Política y la Literatura, entre otras) (Hottois, 1999), es indudable que el saber científico es la vía idónea para acceder al mundo y a su modelo de desarrollo socioeconómico.

El término *conocimiento* tiene un acotamiento complejo por cuestiones epistemológicas. Pero un cauce común donde convergen las más diversas acepciones coinciden en afirmar que, a grandes rasgos, existen tres tipos de “saber” (Ramírez, 2009): el conocimiento común o empírico, el conocimiento filosófico y el conocimiento científico:

- Conocimiento común o empírico: en la época primitiva, el ser humano por observación natural comienza a comprender lo que le rodea. La experiencia es la que forma el conocimiento. Guiado por su curiosidad, y haciendo uso de sus sentidos, plantea que todas las características que estructuran el pensamiento están dadas por éstos y las situaciones vividas.
- Conocimiento filosófico: conforme el ser humano avanza, busca comprender el entorno y sobre todo a él mismo. Comienza a cuestionarse cada hecho

aprehendido en la etapa del conocimiento empírico, y comienza a preguntarse por los fenómenos que le rodean. Nace así la Filosofía y el conocimiento filosófico.

- Conocimiento científico: el hombre sigue su avance, y apoyado en la duda y su curiosidad, explora una nueva manera de *conocer*. A este proceder lo denomina investigación, y su objetivo es explicar los hechos que suceden en su entorno para determinar los principios o causas que gobiernan su mundo y sus acciones. Para ello, se basa en un procedimiento sistemático que, por deducción o inducción, busca obtener conclusiones que validen o descarten sus hipótesis.

Además, es también necesaria la consideración del conocimiento racional como una de las fuentes de saber del ser humano:

- Conocimiento racional: tradicionalmente opuesto al empirismo, este tipo de conocimiento sienta sus principios sobre la razón, la lógica, las ideas innatas y los procedimientos deductivos. Considera al pensamiento superior a las emociones y a la experiencia.

Estas cuatro vías de creación de conocimiento han tenido una importancia decisiva a lo largo de la historia. El ser humano ha evolucionado desde la época primitiva hasta la actual Edad Contemporánea gracias al constante aprendizaje y sobre todo a su capacidad intelectual de utilizar los recursos de su entorno.

A pesar de que el conocimiento filosófico ha tenido una importancia indiscutible a lo largo de los siglos, nos centraremos a partir de aquí en tres tipos concretos de conocimiento: el científico, el racional y el empírico. ¿En qué elementos de juicio se basan cada uno de ellos para defender su construcción interna?

El empirismo como forma de conocimiento es un procedimiento fundado sólo en la experiencia, se tantea al azar hasta confirmar lo esperado. Los resultados “negativos”,

simplemente son desechados. Los sentidos tienen un papel clave en este tipo de conocimiento, pues es la fuente de creación de éste. En cambio, el racionalismo se sustancia sobre la lógica y la razón, y se concreta mediante razonamientos deductivos. Encuentra en las matemáticas su razón de ser. Por último, el método científico implica analizar y evaluar detalladamente todo tipo de resultados, tanto aquellos que confirman los objetivos, como aquellos que parecen contradecirlos. Si bien es plausible pensar que el método científico es el procedimiento más recomendable, el ser humano en su vida cotidiana se comporta más bien de forma empirista (ensayo-error).

Son muchos los científicos, divulgadores, filósofos y epistemólogos que han cuestionado los diferentes tipos de conocimiento. A pesar de que son varios los puntos de vista, y no pocos los desencuentros, todos buscan el mismo objetivo: aproximarse a una explicación coherente de la naturaleza.

Mario Bunge (2005), afirma que la Ciencia crece a partir del conocimiento común, pero que le rebasa con su crecimiento. Reconoce en el conocimiento común un importante grado de falibilidad, ya que es un tipo de conocimiento no organizado (tanto en su obtención como en su transmisión y verificación); superficial y no fundamentado en la descripción sistemática de los fenómenos. Refuerza la alternativa del conocimiento científico, afirmando que éste sienta sus pilares en robustos principios que otorgan su carácter científico: sigue una disciplina metodológica; es replicable (garantizando así la verificabilidad de sus proposiciones); sus resultados pueden extrapolarse a otras condiciones diferentes; es aséptica (libre de valoraciones humanas y personales); y, por último, intenta acercarse lo más posible a la *verdad*, entendida ésta como evidencia objetiva y no como creencia.

Claude Bernard (1976), afirma que lo que da a las ciencias su verdadero carácter es la crítica de los hechos, y que ésta *debe referir los hechos al racionalismo* (p. 134). Por otro lado, manifiesta que el conocimiento científico se obtiene mediante observación y experimentación, pero es de la observación de la naturaleza de donde se extrae el fundamento último de este conocimiento. Es decir, no será científico un conocimiento obtenido por especulación, sino que únicamente merecerá el apellido de científico aquel conocimiento que se logre empleando un método. El conocimiento científico combina los diferentes tipos de conocimiento, con la capacidad reflexiva (atribuido históricamente a la Filosofía<sup>2</sup>), y se obtiene por acumulación de nuevas informaciones procedentes de la descripción sistemática de los hechos.

Destacada ha sido también la posición de Bachelard (1973). Apoya la alternativa que proporciona la investigación que utiliza un método, y concluye que el conocimiento común es un tipo de conocimiento que no puede evolucionar ya que se construye sobre respuestas, y no sobre preguntas.

Heller (1991), retoma la diferenciación platónica entre la *doxa* (opinión) y la *epísteme* (saber filosófico o científico), y apunta a que “los fragmentos particulares del saber *doxa* no se relacionan entre ellos, sino que están siempre referidos solamente a una determinada praxis y el eventual contacto recíproco es muy efímero” (p.334). Es decir, este conocimiento no puede generalizarse a un cúmulo de eventos más numeroso, porque se refiere a la realidad aludida (existen tantas verdades como realidades). Aquí radica la principal diferencia con la *epísteme*, “ya que, por el contrario, no constituye nunca un saber

---

<sup>2</sup> Existen muchas corrientes de opinión que recogen que la Filosofía no tiene el patrimonio exclusivo de la reflexión. Hasta el siglo XVII el conocimiento científico forma parte de la Filosofía. Es a partir de entonces cuando el empirismo (Hume, Newton) distancia a los científicos de los filósofos, quedándose éstos con la reflexión especulativa no empírica. A partir de finales del siglo XIX con la eclosión de la sociedad de masas y la aparición de teóricos que hacen de “lo social” la materia de su reflexión, surgen nuevas disciplinas como la Sociología (Durkheim), la Psicología o la Historia entendida desde nuevos paradigmas pretendidamente científicos (Ranke y los positivistas)

relativo a una sola cosa, sino que es un saber sobre una cosa en relación con otras cosas (interrelación)". (p.334)

De este modo, Bachelard, Bunge, Bernard y Heller, coinciden en afirmar que el conocimiento científico es más riguroso porque dispone de una estructura interna que le permite llegar hasta ella y cotejarla. Permite volver sobre sus pasos, y verificar su proceso. Es menos falible.

Teniendo en cuenta estas reflexiones, las cuestiones que emergen son evidentes: ¿se debe rehusar todo conocimiento que no siga un método? ¿los razonamientos deductivos y la intuición son la única fuente del conocimiento humano? ¿el empirismo debe ser rechazado en favor de otros tipos de conocimiento basados en la sistematicidad?

Desde el presente trabajo nos posicionamos en la línea de los autores mencionados, y reconocemos el valor que proporciona la validez del dato en favor del conocimiento. La evidencia científica es el camino más seguro hacia la descripción de los fenómenos, la comprensión de la naturaleza, y la predicción de hechos futuros.

En cambio, es de toda justicia afirmar que todas las fuentes del conocimiento han contribuido en el pasado (y algunas siguen contribuyendo en el presente) a dotar de significado a la realidad<sup>3</sup>, y en ocasiones dotarla de utilidad como recurso. En palabras de Moscovici (1979), el conocimiento empírico o común, a pesar de sus limitaciones, no debe ser descartado ya que también se basa en la razón<sup>4</sup>, y posee objetivos y normas. Afirma que el sentido común es la base de todo tipo de conocimiento, ya que parte de los mismos supuestos: los sentidos, la experiencia y la observación. En la misma línea, Alonso (2004)

---

<sup>3</sup> “El conservador teme que la ciencia destruya el único mundo que conoce; el progresista imagina que envenenará el paraíso futuro; el demócrata se muestra precavido ante las capacidades tiránicas de la técnica; el aristócrata teme la tendencia igualadora de la máquina” (Ziman, 1981).

<sup>4</sup> A pesar de que el autor utiliza el concepto de “razón”, en su trabajo no deja claro si se refiere a la escuela de pensamiento racionalista. A pesar de que el Racionalismo y el Empirismo buscan lo mismo, explicar la forma en que el ser humano adquiere conocimiento y *saber*, ambas escuelas se fundamentan en filosofías opuestas.

afirma que por no ser el saber científico omniabarcante, no puede ambicionar ser un saber absoluto, ni tampoco ser el único saber certero, puesto que “el científico puede caer en el cientificismo, es decir, creer que sólo mediante la Ciencia se puede conocer, desestimando el resto de tipologías del conocimiento” (p. 49). Por otro lado, Anger-Egg (1990), abiertamente declarado pro-científico, no rechaza el modo común de conocimiento, ya que “es ese saber que llena nuestra vida diaria y que se posee sin haberlo buscado o estudiado”. (p. 76)

Una vez contrastadas las diferencias entre los tipos de “saberes”, y nuestro posicionamiento a favor del conocimiento científico, conviene volver sobre las palabras de Bunge (2005). El autor introduce un concepto destacado, el de *verdades parciales* (p. 20), como la meta o aspiración última del conocimiento científico. Pero, ¿qué es una *verdad parcial* en la Ciencia?

El autor afirma:

La historia de la Ciencia enseña que las explicaciones científicas se corrigen o descartan sin cesar. ¿Significa esto que son todas falsas? En las ciencias fácticas, la verdad y el error no son del todo ajenos entre sí: hay verdades parciales y errores parciales. Las explicaciones científicas no son finales, pero son perfectibles. (p.20)

En tal sentido, es posible afirmar que el concepto “verdad” resulta engañoso y no debe entenderse en términos absolutos<sup>5</sup>. Destacadas son también las palabras de Karl Popper (1994, en Azcárraga, 1997): “la verdad en Ciencia siempre es provisional”. Y concluye afirmando:

---

<sup>5</sup> Los filósofos aristotélicos, mayoritariamente en las universidades de la época, basaban sus creencias en razonamientos abstractos y perseguían las causas de los fenómenos, en lugar de cuestionar directamente su naturaleza primaria. En su obra *Metafísica*, Aristóteles afirmaba que “la verdad y la falsedad no se dan en las cosas, sino en el pensamiento, “ya que es en el pensamiento donde se da el juicio”. Afirmaba que el conocimiento se inicia en los sentidos, y que la ausencia de éstos imposibilita la vida psíquica.



“Siempre existe la posibilidad de probar que una teoría es incorrecta, pero nunca podemos probar que es correcta. Supongamos que intuyes una buena idea, calculas sus consecuencias y descubres que están de acuerdo con el experimento. ¿Es correcta la teoría? No, simplemente has probado que no es incorrecta. En el futuro podrías considerar un abanico más amplio de consecuencias, podría haber nuevos experimentos, y descubrir entonces que la cosa ya no funciona. Nunca sabemos si estamos completamente en lo cierto; sólo podemos estar seguros cuando estamos equivocados” (Popper, 1994).

Popper sienta así las bases del *Falsacionismo*, una corriente epistemológica que es actualmente una de los pilares del método científico. Afirma que lo que diferencia a las teorías científicas de las que no lo son no es su capacidad de ser verificadas, sino la de ser refutadas. Si no es posible refutar una teoría (con un contraejemplo), dicha teoría queda corroborada, pudiendo ser aceptada provisionalmente, pero no verificada. Ninguna teoría es absolutamente verdadera, sino a lo sumo “no refutada”<sup>6</sup>. Para Popper, el científico, independientemente de que sea teórico, observacional o experimental, propone enunciados, hipótesis o sistemas de teorías y los contrasta paso a paso por medio de observaciones y experimentos.

Una primera conclusión que podemos extraer de las reflexiones de Popper y Bunge es que cualquier descubrimiento científico no es definitivo en sí mismo, por muy

---

<sup>6</sup> Las ideas de Popper han encontrado una fuerte oposición entre algunos de sus colegas, como Lakatos (1998) y Feyerabend (2000). El primero se muestra contrario a que una proposición pueda ser confirmada o refutada por los hechos, puesto que, en función de las reglas de la lógica, este hecho supondría mezclar lenguajes distintos. Por otro lado, Feyerabend (2000), señala que las teorías científicas generales no son comprobables por la experiencia; son construcciones teóricas tan extremadamente elaboradas y complejas que están alejadas del plano de los hechos (García-Jiménez, 2008). También Kuhn (1989), se opone al falsacionismo de Popper, porque considera que todos paradigmas (eje de sus teorías) tendrán anomalías, pero éstas se consideran como fracasos concretos y particulares del científico.

trascendental que pueda parecer en un primer momento<sup>7</sup>. A lo sumo, debe considerarse como un hallazgo acotado y en todo caso temporal, sometido a las limitaciones de los recursos disponibles<sup>8</sup>, y esperando a ser perfeccionado (Bunge, 2005) o refutado (Popper, 1994). Cada paso adelante de la Ciencia, cada nuevo descubrimiento, no es más que una aproximación “mejorada” a la verdad<sup>9</sup>.

Desde el presente trabajo, nos adherimos a la idea que la Ciencia aspira a la verdad sustantiva sobre el mundo (*Aletheia*<sup>10</sup>), y a poder comunicarla racionalmente. Para ello, nos acogemos a los postulados de los autores precedentes, y ponemos en valor el método como un eslabón fundamental e irrenunciable del proceso de creación de conocimiento.

### **El papel del método en la creación de conocimiento.**

Para alcanzar *verdades parciales*, y poder hacer explícita la *Aletheia del saber*, es necesario volver sobre nuestros pasos, y abordar la literatura para conocer qué posición ocupa el método dentro de la estructura de la Ciencia, así como también conocer la opinión de diferentes autores de referencia.

---

<sup>7</sup> Galileo primero, y Newton más tarde, consiguieron explicar las consecuencias de la gravedad. La ley de Gravitación Universal de Newton (1684) establece que todos los objetos ejercen una fuerza de gravedad sobre otros. Si bien la teoría explicaba de manera precisa las consecuencias de la gravedad, nunca llegó a explicar de manera íntegra su naturaleza. Newton consiguió explicar las consecuencias del fenómeno, pero nunca llegó a conocer la causa del mismo. Es decir, su teoría era *verdad*, pero una *verdad parcial*. Hubo que esperar más de 200 años, hasta la aparición de Albert Einstein y su Teoría de la Relatividad Especial (1905) y General (1915), para conocer qué es la gravedad, y cómo afecta de manera trascendental al tiempo, al espacio, y a la luz.

Pero de nuevo, nos encontramos en la misma tesitura que Newton años antes: ¿cuánto ha conseguido explicar la Teoría de la Relatividad, de la realidad total?

<sup>8</sup> Incluidas las limitaciones y fronteras de la Psicología humana.

<sup>9</sup> En este sentido, Galassi (2008), es especialmente crítico: “¿por qué seguir creyendo en las teorías científicas de hoy, si tenemos la expectativa que ellas se modifiquen en el futuro, incluso sustancialmente?” (p. 219).

<sup>10</sup> En griego, *Aletheia* hace referencia sin-ocultar. Es un concepto filosófico que hace referencia a la sinceridad de los hechos, a la verdad. La Ciencia busca un desocultamiento del saber.

En la actualidad, una gran parte de la comunidad científica acepta un pluralismo metodológico más o menos amplio, que en buena medida ha servido (y continúa sirviendo), a dar forma al corpus de conocimiento del que hoy disponemos. El método, único o plural, es necesario e imprescindible para el progreso de la Ciencia, y, en caso contrario, nos encaminaríamos hacia la posición, no compartida, de Feyerabend (1975), que sostiene que en todo estudio se violan reglas metodológicas, sea voluntaria o involuntariamente.

Francis Bacon, en *Indicaciones relativas a la interpretación de la naturaleza (Novum organum)* (1620), rompe con la tradición deductiva, y establece las reglas del método científico experimental. Creador del método inductivo (Arregui, 2015), trata de sentar las bases de un método donde la inducción permita ir de casos singulares a proposiciones generales de una forma sistemática, para alcanzar así “un conocimiento seguro sobre la naturaleza”.

Pocos años después, René Descartes (1637), padre del racionalismo, afirma que los sentidos no son dignos de confianza (teorizaba acerca de la naturaleza, sin observarla), y que el pensamiento y la razón son más poderosos que los sentidos y la experiencia. Rechaza todo conocimiento que proceda de la experiencia del ser o de sus impresiones sensoriales, ya que éstas no son fiables.

Destacada ha sido su obra *El Discurso del Método* (1637). En ella, desarrolla los principios de la Duda Metódica, una propuesta estructural en forma de principios metodológicos, que se asientan sobre cuatro premisas (Figura 0.1).

- No admitir como verdad nada que no resulte evidente
- Dividir cada dificultad en tantas partes posibles y que fueran necesarias (Regla del análisis)
- Proceder de lo simple a lo compuesto (Regla de la síntesis)
- Realizar enumeraciones tan completas y recuentos tan generales, que se tenga la certeza de no olvidar nada (Regla de la enumeración)

Figura 0.1. Principios de la duda metódica de Descartes

Por otro lado, Bertrand Russell (1975), pone también en valor la fortaleza del método como el eslabón fundamental del conocimiento científico. Afirma que es el camino más seguro para alcanzar el *saber* y concuerda con Descartes en afirmar que algo es verdadero no cuando se opina que lo es, ni cuando se cree que lo es, sino cuando “es posible estar totalmente seguros que lo es”.

Kuhn (1989, 2001), sostiene que toda actividad científica se desarrolla bajo un paradigma, entendido éste como un hito que provoca una revolución en la Ciencia. Un ejemplo de paradigma kuhniano podría ser la Teoría Heliocéntrica de Copérnico, el *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* de Newton, Teoría de la Relatividad General de Einstein, o la Mecánica Cuántica de Max Planck y Werner Heisenberg. Para Kuhn, el paradigma debe ser lo suficientemente inconcluso como para que en él se alberguen los distintos desarrollos teóricos de un período histórico determinado (García-Jiménez, 2008). Una vez establecido el paradigma, el autor considera que las únicas empresas posibles para un científico son: *ciencia normal*, *descubrimiento* y *verificación* (Figura 0.2).

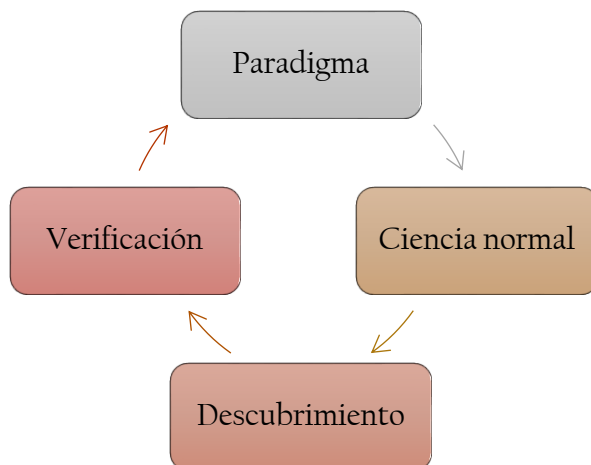


Figura 0.2. El proceso científico según Kuhn (1989).

Para Kuhn, la *ciencia normal* es a la que los científicos dedican la mayoría de su tiempo, ya que las tareas de *descubrimiento* y *verificación* son acontecimientos extraordinarios. Pero llega un momento en que comienzan a aparecer numerosas dificultades que se escapan al paradigma original. En este momento, se entra en un período de crisis, que finalizará cuando emerja un paradigma completamente nuevo que gane la adhesión de la mayoría de la comunidad científica. Cuando un paradigma sustituye a otro, se produce un cambio revolucionario, ya que debe albergar esos nuevos descubrimientos que no han podido ser articulados en los conceptos que eran habituales en el paradigma anterior. En definitiva, es posible afirmar que para Kuhn la Ciencia progresa a través de revoluciones, en donde un paradigma sustituye a otro, más que por un proceso *continuum*. Aquí radica la principal diferencia entre los principios de Popper y Kuhn: mientras que para el primero se trata del abandono de una teoría por otra (falsacionismo), Kuhn habla del cambio en la visión del mundo, una transformación más radical y profunda a todos los niveles.

Lakatos (1998), formula el concepto de *falsacionismo sofisticado*, en clara contraposición al falsacionismo de Popper. También fue especialmente crítico con las teorías de Kuhn, e intentó superar las debilidades de los “cambios de paradigma” que

proponía éste. Para ello, propuso los “Programas de investigación científica”, que cuentan con un núcleo teórico-hipotético protegido por diversas hipótesis auxiliares y con una maquinaria elaborada para solucionar problemas (García-Jiménez, 2008). Así, el programa posee una serie de *reglas metodológicas* que marcan qué rutas de investigación deben ser evitadas (heurística negativa) y cuáles seguidas (heurística positiva). Las hipótesis generales son las que dan forma al programa. Lakatos rompe en un primer momento con los postulados de Popper, afirmando que “las refutaciones no indican un fracaso empírico, porque todos los programas crecen en un océano permanente de anomalías” (p. 15). Y también critica los “cambios de paradigma” de Kuhn, sobre quien afirma “el cambio de un paradigma a otro es una conversión mística que no puede estar gobernada por pruebas racionales”. (p. 19)

Umberto Eco (2007), formula el concepto de *Cientificidad*, y concluye que la elección del método adecuado es un eslabón fundamental del proceder científico, posibilitando la reorganización del tiempo y recursos. Afirma que una investigación merece el apodo de “científico” únicamente cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- a) La investigación versa sobre *un objeto reconocible y definido de tal modo que también sea reconocible por los demás.*
- b) Tiene que decir sobre este objeto *cosas que todavía no han sido dichas*, o bien revisar con óptica diferente las cosas que ya han sido dichas.
- c) Tiene que *ser útil a los demás.*
- d) Debe *suministrar elementos para la verificación y la refutación de las hipótesis que presenta.*

Llegados a este punto, es plausible pensar que existe un consenso más o menos generalizado sobre la importancia capital que presenta el método en la creación de conocimiento. En cambio, es también posible referir importantes posiciones contrapuestas que socavan la importancia del método dentro de la Ciencia.

Especialmente crítica ha sido la postura de Feyerabend (1975). El autor rehusa de todo tipo de conocimiento que sigue un método, ya que “la existencia de reglas metodológicas universales es un sinsentido”. Como alternativa, habla de un “anarquismo metodológico”, en donde afirma:

“La idea de un método que contenga principios firmes, inalterables y absolutamente obligatorios que rijan el quehacer científico tropieza con dificultades considerables al ser confrontada con los resultados de la investigación histórica. Descubrimos entonces, que no hay una sola regla, por plausible que sea, y por firmemente basada que esté en la epistemología, que no sea infringida en una ocasión u otra”. (p.3)

La postura de Feyerabend es excepcional, ya que el autor rompe con los métodos tradicionales de la Ciencia, y aboga por una metodología específica y concreta para cada empresa científica. Además, concluye afirmando que no existe regla metodológica alguna que no haya sido violada en alguna ocasión:

“No hay una sola regla, por plausible que sea, y por firmemente basada que éste en la epistemología, que no sea infringida en una ocasión u otra. Resulta evidente que estas infracciones no son sucesos accidentales [...]. Por el contrario, vemos que son necesarias para el progreso” (p. 7)

Otro de los grandes nombres de la Ciencia que ha tenido una posición díscola con respecto al método (o cuanto menos, una posición crítica), ha sido Ramón y Cajal (1941). A pesar de que afirma “los grandes impulsores científicos han sido, por lo común, creadores de métodos” (p. 91), el autor adopta una posición crítica con respecto a los tratados metodológicos de Bacon en *Novum organum* (1878), y de Descartes en *El discurso del método* (1637), afirmando:

“esas panaceas de la investigación científica [...], excelentes para hacer pensar, pero de ningún modo eficaces para enseñar a descubrir. (p.26). Tengo para mí que el poco provecho obtenido de la lectura de tales obras, y en general de todos los trabajos concernientes a los métodos filosóficos de indagación, depende de la vaguedad y generalidad de las reglas que contienen, las cuales, cuando no son fórmulas vacías, vienen a ser la expresión formal del mecanismo del entendimiento en función de investigar [...]. Importa consignar que los descubrimientos más brillantes se han debido, no al conocimiento de la lógica escrita, sino a esa lógica viva que el hombre posee en su espíritu, con la cual labora ideas”. (p. 29)

El autor, concluye afirmando:

“Apresurémonos, pues, a declarar que no hay recetas lógicas para hacer descubrimientos, y menos todavía para convertir en afortunados experimentadores a personas desprovistas del arte discursivo natural a que antes aludíamos. En cuanto a los genios, sabido es que difícilmente se doblan a las reglas escritas: prefieren hacerlas [...]. Toda obra grande, en arte como en ciencia, es el resultado de una gran pasión puesta al servicio de una gran idea” (p. 30)

Siguiendo los postulados de Feyerabend y Ramón y Cajal, ¿debemos aceptar la idea de que, en toda investigación, o en cualquier proceso de creación de conocimiento, se violan reglas metodológicas ya que éstas no son realistas? ¿Debemos adherirnos a la idea de un “anarquismo metodológico”, y rechazar las metodologías universales, como afirma Feyerabend? ¿Podemos aceptar que la pasión y las ideas son mecanismos más fiables, que los métodos de investigación universales, como sustenta Ramón y Cajal?



A pesar de que las palabras de Feyerabend y Ramón y Cajal merecen especial consideración por ser algunos de los grandes nombres de la historia de la Ciencia y la Filosofía de la Ciencia, y con un importante recorrido epistemológico, nuestra postura no puede ser otra que discrepante. Si bien es indiscutible que la empresa científica necesita de flexibilidad intelectual y márgenes de improvisación amplios para poder excrutar los diferentes matices que poseen las ideas, consideramos que la creación de conocimiento necesita también de disciplina y rigor para reducir al máximo la subjetividad. Este rigor y disciplina lo otorga el método. Y gracias a él, es posible alcanzar la máxima de toda investigación: la falsabilidad, la reproducibilidad y la repetitividad.

De esta manera, es posible afirmar que la inclusión del método (Bacon, 1620; Descartes, 1637; Russell, 1973; y Eco, 2006), se erige como un principio rector en la creación de conocimiento científico (Bernard, 1976), que logre describir la verdad (Bunge, 2005, Popper, 1994).

### **El valor de los problemas.**

En este punto es importante destacar que, si bien la inclusión de un método es un eslabón fundamental de cara a la creación de conocimiento, éste no supone en sí mismo el punto de partida. De nada serviría un excelente desarrollo metodológico, si las cuestiones sustantivas previas no están precisadas. En esta línea, Popper (1994) pone la atención en los *problemas*, antes que en el método. Los problemas son los precursores de toda Ciencia, ya que ésta *siempre empieza y concluye con problemas* (Figura 0.3)



Figura 0.3. Estructura del progreso científico según Popper (1994)

Popper afirma que la labor de un científico no empieza con la colección de datos, sino con la selección de un *problema prometedor*. El investigador debe disponer de una moderada intuición<sup>11</sup> para identificar estos problemas, valiéndose de una cuidada capacidad de reflexión<sup>12</sup> y de un notable sentido crítico.

De este modo, siguiendo los principios estructurales de Francis Bacon, Renè Descartes, Karl Popper, Umberto Eco, Bertrand Russell, Mario Bunge, Thomas Kuhn y Claude Bernard, es plausible afirmar que:

*Los problemas (Popper, 1994), son la base de la Ciencia, que mediante la aplicación de un método (Bacon, 1620; Descartes, 1637;*

<sup>11</sup> Albert Einstein, Jacques Hadamard, Francis Bacon o Ramón y Cajal dan testimonio del carácter intuitivo y espontáneo de sus descubrimientos. Notorio es el caso del descubrimiento de los rayos X, hecho por el profesor Roentgen. Repetía en su laboratorio de Würzburg los experimentos de Lenard sobre las propiedades de los rayos catódicos. Según era costumbre en la época (1895), estas radiaciones eran proyectadas sobre la pantalla fluorescente de platino-cianuro de bario. De manera espontánea y azarosa, Roentgen se le ocurre oscurecer el laboratorio, cubriendo con una caja de cartón la ampolla de Crookes (aparato generador de los rayos catódicos). Puesta en acción la bobina, miró a la pantalla y vio con asombro que ésta se iluminaba intensamente. Interpuso un trozo de madera, un libro y observó que las radiaciones atravesaban fácilmente los cuerpos opacos. Cuando interpuso la mano de su esposa, de manera espontánea realizó la primera radiografía humana. Seis años después, recibiría el premio Nobel de 1901 por este hallazgo.

<sup>12</sup> En esta línea, Erwin Schrödinger, propone el concepto de “pensamiento productivo”, afirmando que “el pensamiento productivo -o creativo- no es tanto ver lo que aún nadie ha visto, sino pensar en lo que todavía nadie ha pensado sobre aquello que todos ven”.

Russell, 1973; y Eco, 2006), *permite la creación de un conocimiento científico* (Bernard, 1976) *en torno a un paradigma* (Kuhn, 2001), *que alcance a explicar la verdad, entendida ésta como hecho objetivo y parcial* (Bunge, 2005), *que siempre redundará en nuevos problemas* (Popper, 1994). (Figura 0.4).

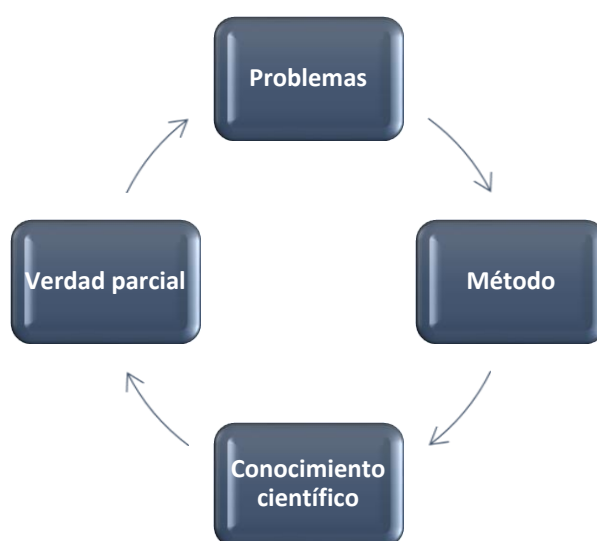


Figura 0.4. Proceso de creación de conocimiento científico, según autores de referencia.  
Fuente: elaboración propia.

Aunque el andamiaje de creación de conocimiento constituye el punto de partida hacia el *saber*, no conviene olvidar en último lugar (y no por ello menos importante) la importancia de la transferencia y comunicación de los descubrimientos científicos. En esta transferencia cobra especial importancia la hermenéutica como elemento vehicular en la interpretación del conocimiento. El empleo del lenguaje adquiere un valor fundamental<sup>13</sup>, así como también la creación de puentes con otras ramas de la Ciencia, incorporando así una mayor perspectiva.

---

<sup>13</sup> “La mayor parte de las ideas fundamentales de la Ciencia son esencialmente sencillas y puede expresarse en un lenguaje comprensible para todos” (Einstein, 1952).

Cécile Ladjali y George Steiner (2005), afirman que para una correcta transferencia e interpretación de documentos académicos o científicos es fundamental la alteridad y la integración de diferentes campos del saber. Por otra parte, Staats (1987), defiende que el progreso de la Ciencia está ligado a la *unificación de diferentes elementos* como las teorías, los problemas y los métodos. También Ortega y Gasset (1999), propone la integración de diferentes áreas del conocimiento como acto irrenunciable para alcanzar el conocimiento verdadero.

En definitiva, la transferencia del conocimiento, la utilización de un lenguaje accesible para el público interesado, la hermenéutica y la creación de puentes con otras ramas de conocimiento se erigen como elementos irrenunciables en la divulgación del conocimiento<sup>14</sup>.

Lo contrario a estos enunciados sería un conocimiento acotado en disciplinas aisladas que no alcanzan a explicar la realidad compleja e integral, tal y como se presenta<sup>15</sup>. En sentido figurado, *no tiene sentido ser especialista en tocar el piano con un solo dedo, y sobre una sola tecla*. Es necesaria la perspectiva y el contexto o marco general. Ampliar sus fronteras y expandir y vincular el conocimiento con otras ramas del saber, que, a su vez, también son las propias.

---

<sup>14</sup> La Ciencia es cada vez más especializada, de modo que un científico puede emplear toda su vida trabajando en un campo concreto, sin llegar a ponerse en contacto con el contexto más amplio de su material. Ortega y Gasset (1999), habla de “La barbarie del especialismo”, y afirmaba al respecto: “Nos encontramos con un tipo de científico sin ejemplo en la historia [...] Conoce sólo una ciencia determinada, y aún de esa ciencia sólo conoce la pequeña porción en que él es activo investigador [...] El caso es que, recluso en la estrechez de su campo visual, consigue, en efecto, descubrir nuevos hechos y hacer avanzar su ciencia, que él apenas conoce, y con él la enciclopedia del pensamiento, que concienzudamente desconoce.”. Añadiendo: “Llega a proclamar como una virtud el no enterarse de cuanto quede fuera del angosto paisaje que especialmente cultiva”. Y concluye: “Habremos de decir (a propósito del especialista) que es un sabio-ignorante, cosa sobremanera grave, pues significa que es un señor que se comportará en todas las cuestiones que ignora, no como un ignorante, sino con toda la petulancia de quien en su cuestión especial es un sabio”.

<sup>15</sup> *El conocimiento es uno; su división en partes diferentes es una concesión a la debilidad humana* (Halford J. Mackinder).

También es fundamental potenciar una *alfabetización científica*<sup>16</sup> de la sociedad, hacer llegar al tejido social el conocimiento disponible, en loor de una mayor democratización de la Ciencia.

Los descubrimientos que hoy se producen son los cimientos del conocimiento que vendrá en un futuro. A partir de lo que conocemos, surgen las preguntas que abren las puertas de lo desconocido, a ese conocimiento que todavía no somos conscientes que existe, pero está ahí fuera esperándonos.

Es indudable es que el avance científico es un desafío comunitario. Las *personas de Ciencia* encargadas de abordar los desafíos científicos venideros serán nuestros representantes en el futuro. Algunas de ellas probablemente estén todavía cursando sus estudios, otras se encuentren en plena adolescencia, y seguramente la gran mayoría todavía no haya nacido.

La Ciencia y el Saber se enmarcan en una aventura colectiva, en donde como recuerda Albert Einstein, lo importante es no dejar de hacerse preguntas.

---

<sup>16</sup> “La ciencia peca de falta de responsabilidad pedagógica para con la población en general, así como para con la gente que ha alcanzado un cierto nivel educativo (Steiner y Ladjali, 2005)

---

## **CAPÍTULO I.**

### **Perspectiva científica del Deporte como Ciencia Social**

---



## 1.1 LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE

Si bien el Deporte como actividad se viene practicando durante gran parte de la historia moderna, las Ciencias del Deporte no se han considerado como una disciplina de tradición académica hasta el siglo XX (Fernández y García, 2018). El propósito y función de las Ciencias del Deporte es investigar cuestiones en torno a la conducta motriz y al rendimiento, los cuales han de resolverse con una base científica.

El *International Council of Sport Science and Physical Education (ICSSPE)* propone 18 disciplinas académicas en las Ciencias del Deporte: Biomecánica del Deporte, Medicina del Deporte, Fisiología del Deporte, Psicología del Deporte, Historia del Deporte, Pedagogía del Deporte, Filosofía del Deporte, Sociología del Deporte, Actividad Física Adaptada, equipamiento e instalaciones deportivas, Kinantropometría, Educación Física, Entrenamiento Deportivo, Comportamiento Motor, Economía del Deporte, legislación deportiva, Gestión Deportiva y Administración Deportiva (Talbot, Haag y Keskinen, 2013). Dichas disciplinas están experimentando una creciente investigación, que no solo tiene una gran trascendencia en la sociedad, sino que está fomentando una Ciencia que aporta valor añadido al campo científico, propiciando además generación de conocimiento.

Introduciendo el topic *Sport Sciences* en la base de *datos PUBMED* (Figura 1.1), se constata un robusto crecimiento en cuanto a material de producción científico desde hace 30 años a esta parte. Concretamente, se han publicado más estudios en la década 2010-2020 (n=82.932) que en toda la época anterior (1945-2009, n=33.569).



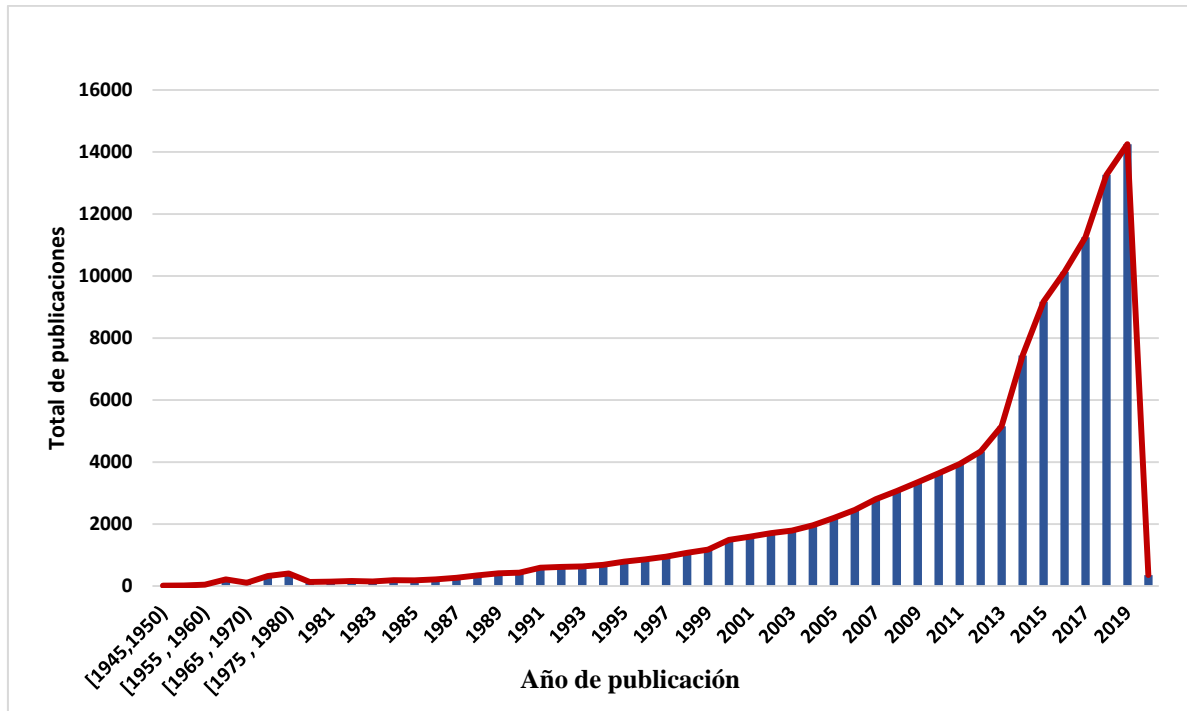


Figura 1.1. Volumen de publicaciones existente con el topic 'Sport Sciences'.  
Fuente: elaboración propia, a partir de datos de PubMed.

Es posible constatar que más del 70% de las publicaciones con el topic *Sport Sciences* desde 1945, corresponden a producción científica producida en la década 2010-2020 (Figura 1.2)

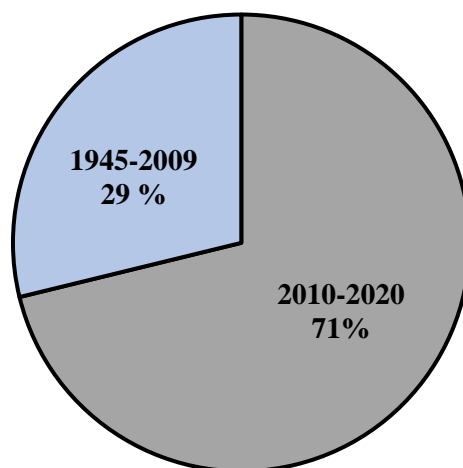


Figura 1.2. Porcentaje de publicaciones a lo largo del siglo XX.  
Fuente: elaboración propia a partir de datos de PUBMED.

Este crecimiento de la producción científica ha sido exponencial durante estos años y está estrechamente relacionado con el crecimiento de revistas especializadas (González, García-Massó, Pardo-Ibáñez, Peset y Devís-Devís, 2018), que aumentan en diversidad, y multiplican el número de artículo por año. En este punto, desde el presente trabajo también se considera que la integración y consolidación de nuevas metodologías de investigación en torno al deporte ha sido también una variable fundamental para explicar esta expansión.

Pero hasta mediados del siglo XX, el conocimiento en este campo de conocimiento giraba en torno a lo que Bachelard, (1973) y Bunge (2005), definen como conocimiento empírico o común (ver capítulo 0). Como se detalló en el apartado anterior, es un tipo de conocimiento no fundamentado en pruebas científicas, limitándose a una descripción no sistemática de la naturaleza.

Con la progresiva incorporación del método, y gracias a evidencia que proporciona el dato, se ha ido construyendo una necesaria y demandada Ciencia en torno al Deporte. Se constata una metamorfosis en torno al *saber*, pasando de las opiniones, conjeturas y los constructos, a un conocimiento carente de sesgos, aséptico y sin prejuicios en su naturaleza primaria.

Este conocimiento científico en torno a las Ciencias del Deporte tiene su albor en el trabajo de Botha, Clarke y Jokl (1945), primer estudio empírico (Figura 1.3) con las *keyword Sport Science* que recoge la base de datos *PUBMED*. A este estudio, han seguido las restantes 116.500 publicaciones que forman el corpus total de conocimiento en torno al *topic Sport Science* hasta el día de hoy.

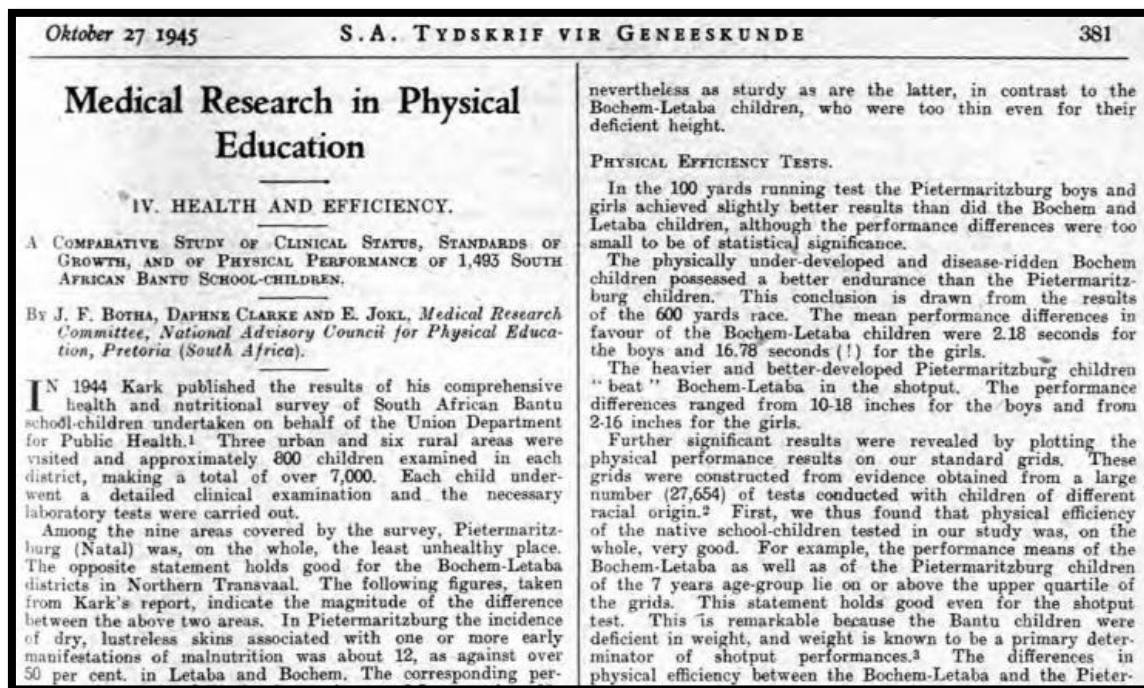


Figura 1.3. Primer estudio con las keywords “Sport Science”, en la base de datos Pubmed.  
Fuente: Botha, Clarke, y Jokl, (1945).

Pero llegados a este punto, conviene ser cautelosos con la validez del conocimiento empírico o común en el Deporte. Es importante diferenciar entre común y erróneo. Un conocimiento es común porque no sigue un método, está basado en conjeturas, y no es verificable. Pero esta personalidad subjetiva, no es sinónimo de errónea. Un conocimiento es erróneo cuando contiene errores indiscutibles, y no describe aquello que pretendía describir. En este caso, un conocimiento que se adquirió de manera no sistemática, puede ajustarse a la realidad en mayor o menor medida, y no ser erróneo. En este sentido, Alonso (2004) habla de no caer en el “cientificismo”, y afirma:

“Quien cree que sólo la ciencia aporta genuino conocimiento no puede sin más reconocer que esta misma posición es ideológica, es decir, que no es científica” (p. 14)

Lo que caracteriza a este conocimiento es su falibilidad. Este conocimiento es más errático porque acepta mayores grados de azar en sus formulaciones. Al no preocuparse por reducir el azar, y al no disponer de un método, no es empíricamente fiable, pero sí puede ser aceptable, cautelosamente y en función del contexto.

En las Ciencias del Deporte en particular, el conocimiento común o empírico ha sido el tipo de conocimiento predominante. No todo el conocimiento ha girado en torno al dato, sino más bien en torno a creencias basadas en la experiencia o la razón (ver Capítulo 0). Desde los Juegos Olímpicos de la Antigüedad, que fueron las primeras competiciones atléticas disputadas a partir del año 780 a. C., hasta principios del siglo XX, éste es el tipo de conocimiento predominante y el cual probablemente ha contribuido en mayor o menor manera a la construcción pre-científica del Deporte.

Los actuales científicos del Deporte no (sólo) examina velocidades y distancias recorridas por los atletas, sino (también) conductas motrices, procesos de decisión, actitudes, secuencias de movimiento, fuerzas, movimientos de torsión, estados físicos, Medicina deportiva, patrones temporales, componentes técnicos, componentes tácticos, Fisiología, aspectos biomecánicos, Psicología y mecanismos predictivos del éxito, entre otros (Heinemann, 2008). Para ello, no se tiene a disposición únicamente relojes, básculas y metros, sino también cuestionarios, grabaciones, GPS, instrumentos de observación y de experimentación, fotocélulas, cicloergómetros, y un largo etcétera.

Un ejemplo de esta vertiente inter y multidisciplinar son las palabras clave utilizadas en las publicaciones científicas. En la Figura 1.4 se presentan las palabras clave que aparecieron más de 1000 veces durante el período 1983-2016. Áreas del Deporte como la rehabilitación, el ejercicio, la electromiografía, la biomecánica, o la actividad física no han sido conceptos ajenos en la literatura.

A la vista de estos resultados es posible corroborar de nuevo la personalidad poliédrica de las Ciencias del Deporte, concretada en una amalgama de disciplinas diferentes.

Author Keyword	Counts
REHABILITATION	7647
EXERCISE	5975
ELECTROMYOGRAPHY	3136
BIOMECHANICS	2961
PHYSICAL ACTIVITY	2510
KNEE	2273
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT	2199
GAIT	1996
FATIGUE	1700
AGING	1671
PERFORMANCE	1622
KINEMATICS	1610
SPORT	1519
SHOULDER	1394
OXYGEN CONSUMPTION	1353
STROKE	1316
ATHLETES	1313
STRENGTH	1253
SPINAL CORD INJURIES	1235
HEART RATE	1223
TRAINING	1214
INJURY	1186
MAGNETIC RESONANCE IMAGING	1180
CHILDREN	1119
SOCCER	1050
RUNNING	1007

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201435.t001>

Figura 1.4. Palabras clave de autor que aparecieron más del 1000 veces en la base de datos WOS.  
Fuente: González et al., 2018. Con permiso de los autores.

Esta riqueza de disciplinas constituye un importante valor añadido sobre la que continuar edificando el conocimiento en torno a la Educación Física, el Deporte y a la motricidad humana. Las oportunidades de investigación que se abrieron hace treinta años (Figura 1.1), conjuntamente con el carácter multidisciplinar de este campo de conocimiento (Figura 1.4), constituyen un sólido argumento para los jóvenes investigadores, así como también para los investigadores consagrados.

En cambio, este abanico de disciplinas que destacaban Heinemann (2008), y González et al., (2018), plantea por otro lado serios retos a la hora de delimitar un objeto de estudio. Si bien la frondosidad de contenidos constituye una oportunidad de oro para los investigadores, en la medida que tienen ante sí un amplio espectro sobre el que volcar su bagaje científico, estos pueden verse en un serio problema si no delimitan, acotan y definen claramente qué objetivos persiguen.

Algunas orientaciones que podrían facilitar el abordaje de un problema científico en torno al Deporte podrían ser<sup>17</sup>:

En primer lugar, la transversalidad requiere de un equilibrio entre disciplinas. Vehicular y vincular contenidos específicos de la Ciencia del Deporte, con contenidos de otras ramas de conocimiento no sólo es correcto, sino deseable. La creación de “puentes” con diversas áreas de conocimiento, aludiendo a la alteridad y conectando paradigmas (Kuhn, 2001), dotará de mayor significado cualitativo a los datos. Cualquier tipo de Ciencia necesita una perspectiva amplia y conocer la totalidad del contexto. Porque ahí pueden esconderse multitud de respuestas (o preguntas) que no se han tenido en cuenta.

En segundo lugar, y parafraseando a Popper (1994), es necesario una moderada intuición para identificar aquellos “problemas prometedores” que necesitan de respuestas con soporte científico (por ejemplo, ampliar y expandir las recogidas en la Figura 1.4). Identificar el problema es una labor compleja, pero con una observación significativa, intuición y reflexión, es alcanzable.

En tercer lugar, se debe tener en cuenta también que, si bien la posesión de un acervo de datos, técnicas y teorías es necesaria para atajar un problema científico, no es suficiente (Anguera, 2000a). Es necesario que el investigador esté razonablemente seguro

---

<sup>17</sup> Consultar también las propuestas Isaacson (nota al pie número 1).

de que será capaz de reconocer la solución una vez que se presente ante sus ojos, interpretándola adecuadamente. Para ello, es fundamental definir muy bien el problema objeto de estudio, enunciar unos objetivos de investigación y aplicar un diseño lo más concreto posible.

En cuarto lugar, no soslayar ningún recurso. Todo recurso tangible (sea tecnológico, operativo, metodológico, etc.), así como también los no tangibles (ideas) son activos que pueden cobrar un valor significativo en cualquier momento de la investigación.

En quinto lugar, apostar por la ciencia básica en torno al Deporte. Una evidencia puede no resultar de una aplicabilidad inmediata, pero sí puede abrir perspectivas distintas pasado el tiempo, volviendo sobre ideas previas y proporcionando valor añadido a futuros estudios.

En sexto y último lugar, es necesaria la transferencia de conocimiento al campo aplicado, poniendo en valor la interpretación de la ciencia (hermenéutica) de manera que sea útil para el público diana (equipos, entrenadores, jugadores, etc.).

Para terminar, desde hace aproximadamente 25 años, los científicos del Deporte disponen de una poderosa herramienta que, por su personalidad no intrusiva, respeto a la espontaneidad de la conducta, y su facilidad para integrar datos cuantitativos y cualitativos, se ajusta a la perfección a la recogida de datos de conductas motrices en el Deporte. Esta herramienta es la Metodología Observacional (Anguera, 1979), y se desarrolla en los capítulos siguientes.

## 1.2 EL DEPORTE DESDE LA TEORÍA DE SISTEMAS

### 1.2.1 Aproximación teórica

*¿Does the flap of a Butterfly's wing in Brazil set off a tornado in Texas?*  
Lorenz, (1960)

La investigación en Ciencias Sociales en general, y en las Ciencias del Deporte en particular, ha estado tradicionalmente marcada por la influencia de concepciones mecanicistas del ser humano. A pesar de que constantemente se aluda a la necesidad de integrar todos los aspectos de la conducta humana, y se propongan intervenciones desde una perspectiva holista y macroestructural, la estructura conceptual dominante hasta hace pocos años seguía siendo la visión cartesiana (Figura 0.1) que concibe a los organismos vivos como máquinas constituidas por diferentes partes (Torrents, 2005).

La concepción del ser humano como una suma de diferentes elementos, sea cual sea la perspectiva desde la que se observe (la Biología, la Química, la Psicología o la conducta motriz) ha sido una constante desde los inicios de la Ciencia moderna. La investigación ha cosechado importantes avances gracias a la concepción cartesiana de los fenómenos. La Biología, la Economía y las Ciencias Sociales en general no han sido ajenos a estos principios, y han bebido de su fuente durante los últimos siglos, y con resultados exitosos.

A pesar de que el debate sigue presente, es plausible aceptar que la Ciencia moderna en Occidente nace con los primeros trabajos de Galileo y Descartes<sup>18</sup>. Los principios rectores de la obra de Descartes se asientan sobre cuatro pilares fundamentales (Figura 0.1), que sin lugar a dudas han sentado unos cimientos sólidos sobre el proceder

---

<sup>18</sup> En Oriente, la Filosofía y el método científico tienen sus raíces en las “Cien escuelas de pensamiento” (770 a 221 a C.). Fue conocida como la edad de oro de la Filosofía china, debido a la gran cantidad de pensadores y filósofos que debatieron libremente sobre distintas ideas y pensamientos. Fuente: Unschuld y Tessenow, (2011).



científico hasta la fecha, y han permitido un sobresaliente avance en diferentes áreas y campos de la Ciencia a lo largo de los años.

Mucha de la investigación venidera desde entonces parte de estos cuatro principios. *El Discurso del Método* fue considerado como la carta fundacional de un nuevo método de hacer Ciencia, como una especie de manifiesto programático. “Sacar verdades de donde sea”, recordaba el autor en 1618, cuando afirma haber encontrado el camino que conduce a lo que denominamos como *la verdad*. “Nunca dejar una pregunta sin respuesta”, aplicando los principios de la razón a cualquier materia, no abandonando ningún desafío antes de haberlo disuelto en un sistema de relaciones inteligibles.

No obstante, el enfoque reduccionista de Descartes ha ido perdiendo robustez y su aplicación se ha visto acotada a principios del siglo XX, continuando a lo largo del siglo XXI.

La irrupción de nuevas concepciones metodológicas en el último siglo ha provocado una mutación en la forma de abordar los problemas desde una perspectiva científica. Parafraseando a Kuhn (2001), un cambio de paradigma se abría camino. Los enfoques reduccionistas dejaban paso a una nueva forma de abordar el conocimiento. Lo molecular deja paso a lo molar. La concepción del ser humano en particular, y los organismos en general, como un todo que interactúa con el medio, ha supuesto una alternativa a la hora de abordar los problemas. Estas teorías ya no se centran en la parcelación del problema en fracciones para delimitar su abordaje, sino que lo enfoca de forma integral centrándose en los principios de su organización.

Una de las teorías que aborda los problemas desde la molaridad es la propuesta por Bertalanffy (1976)<sup>19</sup>, en la obra *Teoría General de los Sistemas*. En ella, afirma que es posible una explicación de los fenómenos a través del análisis de las totalidades, en donde el protagonismo recae en la forma de interacción de los elementos, más que en los

---

<sup>19</sup> La versión en inglés se publicó en 1968.

elementos mismos. Afirma que un sistema es un orden dinámico de partes y procesos en interacción mutua<sup>20,21</sup>.

Es importante destacar que Bertalanffy no es rupturista, o por lo menos no pretende serlo. No rechaza la concepción mecanicista de los problemas. Reconoce el éxito que ha tenido este enfoque a lo largo de los siglos en diversos campos y aplicado a multitud de fenómenos:

“el proceder analítico quiere decir que una entidad investigada es resuelta en partes unidas, a partir de las cuales puede, por tanto, ser constituida o reconstituida, entendiéndose estos proceder en sus sentidos tanto material como conceptual” (p.12).

En cambio, en lo que el autor centra sus esfuerzos es en advertir las importantes limitaciones que presentan estos enfoques. Afirma que la aplicación del procedimiento analítico está justificado cuando depende de dos condiciones:

- La primera es que no existan interacciones entre “partes”, o que sean tan débiles que puedan dejarse a un lado.
- La segunda condición es que las relaciones que describan el comportamiento de partes sean lineales<sup>22</sup>

De este modo, la condición de “aditividad” (una ecuación que describa la conducta del total tiene la misma forma que las ecuaciones que describen la conducta de las partes) únicamente queda satisfecha bajo estas dos premisas.

Sin embargo, tales condiciones no se cumplen (o por lo menos no se cumplen en su totalidad) en las entidades llamadas sistemas, consistentes en partes “en interacción”. Lo

---

<sup>20</sup> “Cualquier sistema vivo, incluido el cuerpo humano, es más que la suma de sus partes” (Punset, 2012).

<sup>21</sup> A pesar de que Ludwig Von Bertalanffy concibe su teoría como matemática, diferentes autores la asocian con Filosofía (Aracil, 1986).

<sup>22</sup> Un fenómeno es lineal si la respuesta es proporcional al estímulo, y se establecen relaciones causales y deterministas.

define como un conjunto de ecuaciones diferenciales simultáneas, que son no lineales y circunscritos a un sistema de “complejidad organizada”, merced a la existencia de interacciones fuertes (Rapoport, 1966, en Bertalanffy, 1976) o interacciones “no triviales” (Simon, 1965, en Bertalanffy, 1976), es decir, no lineales<sup>23</sup>.

El concepto no lineal es especial y complejo en sí mismo. Hace referencia a que puede haber más de una respuesta a un mismo estímulo. Es decir, la capacidad de predecir la conducta resultante es extremadamente difícil, ya que existe una sensibilidad extrema a las condiciones iniciales. Se basa en la impredecibilidad y ausencia de determinismo. La dinámica no lineal es representada principalmente por la teoría del caos<sup>24</sup> y las ciencias de la complejidad.

Aunque la teoría del caos fue propuesta por el matemático Poincaré en el año 1881<sup>25</sup>, fue con Lorenz (1960, 1963) cuando alcanzó su máximo esplendor. En los primeros años, la teoría fue desarrollada para ser implementada en la búsqueda de explicaciones y respuestas a diferentes fenómenos que ocurren en la naturaleza (como la Meteorología). En el año 1972<sup>26</sup>, en una conferencia de la *American Association for the Advancement of Science*, Lorenz pronuncia la célebre frase que pasaría a la historia de los postulados sistémicos: *Predictability: ¿Does the flap of a Butterfly's wing in Brazil set off a tornado in Texas?*

Lorenz estaba en lo cierto en su teoría, y en los efectos a largo plazo de los sistemas no lineales: un pequeñísimo cambio en un elemento de un sistema, puede afectar en el futuro a la totalidad del sistema mismo. Lo había cotejado en sus predicciones

---

<sup>23</sup> “El problema metodológico de la teoría de los sistemas, es vérselas con cuestiones que, comparadas con las analítico-aditivas de la ciencia clásica, son de naturaleza más general [...]. En las ciencias sociales el concepto de sociedad como suma de individuos a modo de átomos sociales fue sustituido por la inclinación a considerar la sociedad, la economía, la nación, como un todo superordinado a sus partes (Bertalanffy, 1976, p. 31).

<sup>24</sup> “Donde comienza el caos, la ciencia clásica se detiene (Gleick, 1987, en Longa, 2005).

<sup>25</sup> Poincaré, H. (1881). Mémoire sur les courbes définies par une équation différentielle. *Journal of Mathematics*, 7, 375-442.

<sup>26</sup> Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto\\_mariposa](https://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_mariposa).

meteorológicas, en donde cambios de variable a priori insignificantes, modificaban drásticamente la predicción del clima a medio y largo plazo (Lorenz, 1960). La pregunta era evidente, ¿era posible extender esta teoría a otros campos?

Un sistema se define como una entidad u organización compleja, compuesta por diferentes elementos que interactúan entre sí (son interdependientes), y que el rendimiento del sistema es mayor que la mera suma de sus partes. El concepto de sistema proviene originariamente de la mecánica clásica.

A pesar de que las afirmaciones de Lorenz (1960) y Bertalanffy (1976) caminan en la misma dirección, y es razonable pensar que Bertalanffy bebió de la fuente de Lorenz, o por lo menos tuvo conocimiento de sus ideas, lo cierto es que Bertalanffy no cita a Lorenz ni a su trabajo en su obra.

Bertalanffy diferencia entre sistemas abiertos (Figura 1.5) y cerrados. Los sistemas cerrados son sistemas físicos aislados del medio circundante, en donde la entropía debe aumentar hasta el máximo, y el proceso se detendrá cuando alcance un estado de equilibrio. El sistema cerrado tiende al estado de distribución más probable, y si se alteran las condiciones iniciales o el proceso, el estado final cambiará también (la tendencia hacia la máxima entropía o la distribución más probable es la tendencia al máximo desorden).

En cambio, los sistemas abiertos son aquellos que necesitan un intercambio energético con el entorno, no alcanzando nunca un estado de equilibrio, y a la vez decrece la entropía. Al contrario que en los sistemas cerrados, los sistemas abiertos pueden alcanzar el mismo estado final partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos<sup>27</sup>. Un ejemplo de sistema abierto es el ser humano, o cualquier organismo viviente (el metabolismo es un claro ejemplo de sistema abierto, con diferentes inputs en forma de energía -oxígeno, nutrientes, etc.- y outputs, como el dióxido de carbono).

---

<sup>27</sup> También denominado equifinalidad.

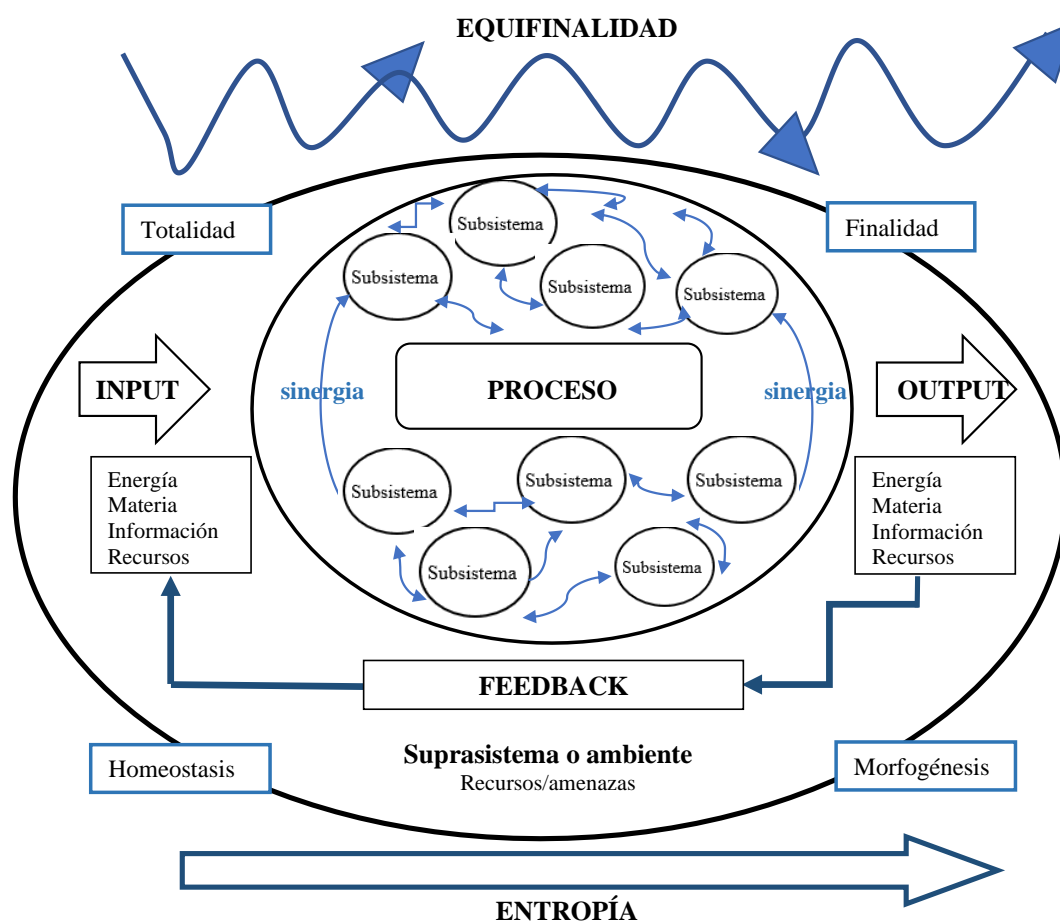


Figura 1.5. Proceso interno de un sistema abierto.  
Fuente: elaboración propia, a partir de Bertalanffy, (1976).

De forma paralela a la irrupción de la teoría de sistemas, los primeros cuestionamientos a la perspectiva cartesiana (reduccionismo-mecanicismo) en las diferentes áreas de conocimiento han surgido a mediados del siglo XX.

El campo de la Biología fue de los primeros que cuestionó la concepción de los seres vivos como una suma de partes, para empezar a enfatizar el holismo y la perspectiva ecológica. Precisamente Bertalanffy, que realizó estudios en Biología<sup>28</sup> (además de Filosofía), concibió su teoría para aplicar a esta rama de conocimiento de manera genuina, aunque su fácil adaptabilidad a otros campos, no tardó en expandirse a diferentes áreas de conocimiento.

<sup>28</sup> Se pasó de una concepción del organismo vivo como un compuesto de células, con procesos fisiológicos aislados, a un concepto organísmico que no sólo se encarga de los procesos internos, sino también de su organización y orden.

### 1.2.2 Concreción en el Deporte

Por lo que respecta al Deporte, éste representa una casuística especial. Como se ha comentado en el apartado anterior (Figura 1.1), las ciencias en torno al comportamiento deportivo han tenido un despertar tardío, ya que al contrario que otras ramas como la Física, la Química o la Psicología que tienen siglos de historia, el Deporte todavía está sumergido en una adolescencia científica. Los apenas 80 años de recorrido investigador se han sustentado en diferentes teorías, corrientes y fundamentos metodológicos diferentes, que han servido para asentar los cimientos sobre los que se está actualmente construyendo el *continuum* andamiaje científico.

Desde los primeros trabajos científicos de Reilly y Thomas (1976), basado en los procedimientos cuantitativos en el fútbol (*motion analysis*); y Reep y Benjamin (1968), desde la vertiente cualitativa (*notational análisis*), una gran mayoría de los estudios publicados en el siglo XX han sido conceptualizados bajo la perspectiva mecanicista. Los motivos se pueden encontrar en la falta de una alternativa metodológica, la baja concepción científica del Deporte en aquel entonces, la falta de recursos para llevar a cabo investigación, y por último la fortaleza de los postulados cartesianos.

A finales del siglo XX, y principios del siglo XXI se produce una revolución en el abordaje del rendimiento deportivo. Los científicos del Deporte comenzaron a tener en cuenta los principios sistémicos, suponiendo esto un giro copernicano a la forma clásica de abordar el Deporte y el rendimiento.

El cambio de paradigma afectó a todos los deportes en general, pero sobre todo tuvo especial incidencia en los deportes socio motores.

Los deportes socio motores se definen como sistemas abiertos. Mantienen fronteras abiertas con el ambiente externo, con lo que comparte intercambios de energía, recursos,

materia o información (seguidores, *mass media*, patrocinadores...). Además, está en continua mutabilidad y crecimiento, al ser un equipo un sistema dinámico en su aspecto funcional<sup>29</sup>, así como también en la gestión de su estructura interna (compra-venta de jugadores, ascenso de jugadores desde equipos filiales y un largo etcétera).

Esta teoría tiene un óptimo encaje en el deporte, ya que éste responde a los principios de las concepciones sistémicas:

- 1- Tiene un propósito definido.
- 2- Está formado por elementos.
- 3- Estos elementos crean una estructura deliberada dentro de la cual los miembros realizan su función.

En España, algunos de los primeros trabajos que se acogieron a esta teoría, fueron los de Seirul-lo (1994, 2001, 2003 y 2010), Lago (2000) y Balague, (2005), entre otros. Los trabajos de Seirul-lo, trasladan la teoría de sistemas al Deporte, y propone la metodología de entrenamiento denominada “Entrenamiento Estructurado”. Esta propuesta de entrenamiento concibe al deportista como un todo integrado por diferentes estructuras complejas que se relacionan entre sí (Tarragó, Massafred-Marimón, Seirul-lo y Cos, 2019):

- ❖ Estructura cognitiva: se encarga del tratamiento de la información, percepción-acción.
- ❖ Estructura coordinativa: determina el movimiento, la posibilidad de ejecutar el movimiento de la forma que desee
- ❖ Estructura condicional: es de valor físico; fuerza, velocidad y resistencia; son estimulados cuando la musculatura se contrae en las diferentes órdenes recibidas

---

<sup>29</sup> Duarte, Araújo, Correia y Davids (2012), afirman que, por su funcionamiento interno y su grado de sincronización, los deportes colectivos funcionan como *superorganismos*.

- ❖ Estructura socio-afectiva: determinan la afectividad dentro del grupo. Calidad y estabilidad de las relaciones. Sentimientos y afectos.
- ❖ Estructura emotivo-volitiva: está relacionada con los sentimientos propios y los estados de ánimo (niveles de ansiedad, cansancio, estrés, liderazgo, etc.). Identifica, regula y encausa todas las emociones.
- ❖ Estructura creativa-expresiva: relacionada con las relaciones interpersonales que aparecen en competición permiten proyectar el yo personal en la actividad deportiva.
- ❖ Estructura bioenergética: relacionada con las vías energéticas.
- ❖ Estructura mental: Combinación y recombinación de facultades cognitivas que posibilita la autoconciencia y el razonamiento evolutivo de nuestros “mundos interiores”.

Los autores concuerdan que, en el siglo XX, el entrenamiento en el fútbol (y en el resto de deportes), ha estado dominado por la perspectiva cartesiana, es decir, prácticas cuantitativas basadas en ejercicios analíticos en secuencias lineales que tenían por objetivo “construir” jugadores para satisfacer las exigencias del modelo conductista (mente) y mecanicista (cuerpo). En cambio, con las nuevas propuestas sistemáticas abiertas, y no lineales, Seiru-lo afirma:

Desde la teoría general de sistemas de Bertalanffy, el concepto de aprendizaje se transformó en un acto dinámico en el que se producen complejidad de interacciones y en el que el individuo es el verdadero protagonista (Seirul-lo, 2004, en Morente y Fradua, 2012).



Seirul-lo no habla de preparación física como tal en el Deporte<sup>30</sup>, sino que únicamente existe la mejora del “ser humano deportista”. Esta mejora se produce cuando se valora el interior del deportista, teniendo en cuenta sus necesidades y su voluntad. El entrenamiento debe ser significativo desde el interior, reorganizando su propia visión personal de la experiencia motriz. El jugador es en sí mismo un sistema global, formado por diferentes estructuras, y dentro de otro sistema más grande, como es el equipo. Propone además conceptos muy importantes en la práctica deportiva: variabilidad de la práctica y entrenamiento en especificidad (Lago-Peñas, Martín-Acero, Lalín y Seirul-lo, 2013; Tarragó et al., 2019).

Por otro lado, los trabajos de Lago-Peñas (2000) y Martín-Acero y Lago-Peñas (2005), también se acogen a los postulados sistémicos de Bertalanffy. Afirman que cada equipo deportivo puede ser entendido como un sistema complejo, organizado según una jerarquía de dimensiones, concretadas en sociedades. Hablan de la forma de interacción e interdependencia que se produce entre los elementos que forman parte del sistema (p. 125):

- **Microsistema:** hace referencia a los episodios de duelo individual (1x1), a la dimensión individual, que se producen en el entorno inmediato en el que tiene lugar la participación de cada jugador (elemento del sistema).
- **Mesosistema:** hace referencia a los episodios de duelo parciales entre una parte de los dos sistemas, como díadas (2x2), tríadas (3x3). Es la dimensión parcialmente colectiva, y comprende las interrelaciones entre dos o más entornos inmediatos en los que el deportista participa.
- **Macrosistema:** hace referencia a los episodios de conflicto dual entre los dos sistemas (equipos), que se enfrentan. Es la dimensión colectiva del sistema.

---

<sup>30</sup> Seirul-lo, P. y Cappa, A. (2007). En prensa

La existencia de estos niveles de interacción está comenzando a ser cotejada en la literatura científica a nivel microestructural (Duch, Waitzman y Amaral 2010, Maneiro y Amatria, 2018; Maneiro, Amatria y Anguera, 2019; Maneiro, Amatria y Anguera, in press); mesoestructural (Lago-Peñas y Anguera, 2003; Castellano, 2000; y Garganta 1997); así como también macroestructural (Clemente, Sarmiento, Teoldo, Enes y Lima, 2019), Maneiro, Amatria, Moral y López, 2018; Passos, Araújo, Davids, Gouveia, Serpa y Milho, 2009). Aunque todavía falta mayor evidencia que sustente empíricamente estas propuestas.

Por último, Torrents (2005), basándose en estudios previos (Balague y Torrents, 2000; Balague, 2005) propone el concepto “dinámico” para enfatizar en la evolución y cambio que presenta todo sistema. El organismo humano es en sí mismo un sistema dinámico, con múltiples interacciones entre todos los elementos que integran y conforman el control postural y la competencia motriz humana. Para ello, propone un entrenamiento basado en la variabilidad, y respetando la autoorganización interna de cada individuo que es entrenado. La teoría de los sistemas dinámicos todavía continúa en desarrollo (Balagué y Torrents, 2011; Hristovsky, Aceski, Balagué, Seifert, Tufekcievsky y Aguirre, 2017).

A nivel internacional también es posible constatar una expansión de la teoría de sistemas y teoría de sistemas complejos en el mundo del Deporte.

Aunque existen estudios retrospectivos desde el control motor (Schmidt, 1975; Newell, 2003; Sherwood y Lee, 2003), es posible situar en los estudios de Keith Davids y Tim McGarry la consolidación del tratamiento de los deportes colectivos desde la molaridad y la no linealidad<sup>31</sup>. En el trabajo de McGarry y Franks (1996), analizan las interacciones entre los jugadores que forman parte del “sistema” del equipo, demostrando

---

<sup>31</sup> Se tiene en cuenta la posible existencia de estudios anteriores en deportes colectivos, como el de Teodorescu (1984), en donde afirmaba que los equipos deportivos representan “un microsistema social complejo y dinámico”.

que se comportan como sistemas dinámicos complejos y no-lineales, en donde la interacción entre los sistemas (equipos) es la que determina el comportamiento, adaptándose en función de las situaciones tácticas y espaciales cambiantes. Años más tarde, Lames y McGarry (2007), citando estudios previos (McGarry, Khan y Franks, 1999; McGarry, Anderson, Wallace, Hughes y Franks, 2002), afirman:

A game sport is a complex system that consists of at least of two players, with each player possessing many alternatives regarding how to act. Thus a game sport is comprised of subsystems with dynamic interactions among the subsystems. Indeed, dynamical properties are essential considerations for a complex system. In this context, the shared objectives that the two parties are competing for may well be conceived as attractors for the complex system [...]. There would therefore seem to be good reason to consider the merits of dynamical systems theory for the structural modelling of game sports (p.10)

Por otro lado, los primeros trabajos Davids (1988), Davids y Handford, (1994) y Davids, Handford y Williams (1994), ayudaron a sentar las bases de la perspectiva ecológica en el mundo del Deporte, y conceptualizar al deportista no como un individuo que actúa aislado del entorno, sino que sus mecanismos conductuales están influenciados y retroalimentados por el entorno. Davids et al., (1994), afirman:

The control mechanism for the actions of a species is neither solely 'within' the organism nor in the environment. An ecological approach describes a living system and its environment as constantly engaged in energy transactions (see Williams et al., 1992, for a fuller description). In sport, a mutually constraining relationship exists between an athlete and the performance environment. The athlete relies on the information in the environment to support the co-ordination of actions

in relation to important events, objects and surfaces (Gibson, 1979). Actions then change the structure of the energy distributions within the environment in meaningful ways. (p. 508)

Davids (1988), propuso el concepto de “especificidad variable”. Aludía a la necesidad de respetar lo máximo posible las circunstancias originales en las cuales se desarrolla la conducta.

Sin embargo, Davids no sólo alertaba de la necesidad de tener en cuenta la influencia externa como variable moduladora del desempeño del deportista, sino que ponía el foco en la sinergia, es decir, la capacidad de un individuo para influir en las conductas de los compañeros cercanos, y viceversa (Davids, Hristovski, Araújo, Balagué, Button y Passos, 2014). La perspectiva de la dinámica ecológica busca predecir las condiciones bajo las cuales los individuos pueden coordinar mejor los movimientos con otros, y qué características de una situación pueden facilitar o perturbar la coordinación interpersonal a la hora de completar una tarea motora. Esto afirmaba en 2013:

The integrated levels interact at different scales during performance: From molecular and cellular levels to physiological subsystems, athletes, and coaches, members of a team or team opponents, giving a global and coherent vision of sport related behaviour. Techniques, tactics, physical capacities, decisions, thinking, or physiological processes, creativity, or social dynamics (as fans violence) are no longer treated as isolated or independent aspects but have interdependencies and common traits (Balague, Torrents, Hristovski, Davids y Araújo, 2013, p. 6).

Bajo la luz de esta nueva perspectiva, han aparecido nuevas formas de abordar el estudio de la interacción. La Ciencia en torno al Deporte comienza a tender puentes con otras ramas del conocimiento, valiéndose de instrumentos y herramientas que a priori antes poco o nada tenían que ver con su ámbito de conocimiento, pero ahora se volvían atractivas y potencialmente válidas debido a su versatilidad para adaptarse a diferentes contextos.

Sentadas las bases de la concepción del Deporte como un sistema dinámico, y con un encaje idóneo en la arquitectura de la teoría de sistemas de Bertalanffy (1976), gran parte de la comunidad científica internacional se ha acogido a esta nueva forma de abordar los “problemas prometedores” (Popper, 1994). Han sido muchos los estudios que han enfocado el diseño de sus investigaciones teniendo en cuenta la molaridad que representa el equipo (o el deportista), la dinámica no lineal de sus procesos, la sinergia de las relaciones interindividuales, la influencia del ambiente y la entropía inherente:

- 1- Las interacciones que se producen durante el acoplamiento entre elementos oscilantes en un sistema colectivo producen características dinámicas que describen las interacciones en los equipos deportivos (McGarry, 2009).
- 2- Es necesaria una buena coordinación entre las acciones de los miembros de un mismo equipo para conseguir una ventaja respecto al equipo contrario (Riera, 2005).
- 3- Las tendencias de coordinación interpersonal en un sistema adaptativo no surgen únicamente de la organización cognitiva o neuronal de los individuos, sino también de la forma en que interactúan los elementos del organismo (Santos et al., 2018).
- 4- Existe evidencia que sugiere que la coordinación interpersonal puede surgir de manera subconsciente (Stevens, 1976, en Santos et al., 2018).
- 5- El rendimiento en deportes de equipo se entiende como el resultado de las relaciones interpersonales entre compañeros de equipo y oponentes y, en consecuencia, tales interacciones deben considerarse inseparables para el análisis de las conductas (Bourbousson et al., 2010, en Santos et al., 2018).

- 6- Un equipo de fútbol puede concebirse como un sistema complejo cuyos elementos interrelacionados generan una gran variedad de patrones a una escala macro. Las estructuras dinámicas emergentes deben contemplarse en su totalidad (Passos et al., 2016).
- 7- Al igual que en la Biología, en los deportes de equipo los individuos basan sus decisiones en fuentes de información adquiridas localmente, como el posicionamiento relativo, la dirección del movimiento o el cambio de dirección del movimiento de los compañeros que operan en el sistema (Krause y Ruxton, 2010, en Duarte et al., 2012).
- 8- Cada individuo en un grupo es diferente en términos de herencia genética, experiencia previa y roles específicos en el grupo. Es ampliamente aceptado que la variación interindividual es un proceso valioso que puede llevar a la variabilidad del sistema y producir un suministro continuo de nuevas soluciones a los desafíos que se presentan entre los grupos (Sumpter, 2016).
- 9- La realidad de los deportes de equipo está muy lejos de poseer una extensa clase de estados iniciales, característica del caos, ya que en todos estos deportes se inician los episodios de conflicto dual a partir de un estado inicial especial de equilibrio inestable (atacar-defender, iniciativa-expectativa, posesión-no posesión del móvil) (Martín-Acero y Lago-Peñas, 2006).
- 10- La especialización funcional, y la integración funcional son propiedades de los sistemas biológicos que han llevado a algunos científicos a abogar por que los grupos altamente coordinados se comportan como “superorganismos”, ya que los individuos que poseen altos niveles de variabilidad interindividual pueden cooperar juntos y realizar su labor como una sola entidad social (Duarte et al., 2012).
- 11- Las interacciones entre los agentes en los equipos deportivos, definidas como sistemas sociales colectivos, revelan principios subyacentes comunes. En este sentido, las interacciones emergentes entre jugadores de un equipo se sustentan en intercambio de flujo informativo (Araújo y Davids, 2016).
- 12- Las acciones de los organismos individuales (por ejemplo, los jugadores de un equipo), se restringen y se ven limitadas por las acciones de organismos vecinos (compañeros y oponentes). La coordinación y la reorganización de estas

- interacciones se producen a través de procesos de retroalimentación controlados externamente y sostenidos por el intercambio continuo de información entre los individuos del grupo (Krause y Ruxton, 2010, en Duarte et al., 2012).
- 13- El comportamiento del jugador se produce en interacción, con lo que su actuación pierde contacto con sus iniciales intenciones, incluso a pasar por críticos momentos donde la propia conducta en interacción (cambios provocados por la misma) impide alcanzar los objetivos. (Martín-Acero y Lago-Peñas, 2006).
  - 14- La eficacia de un equipo podría aumentar cuando todos los jugadores compartan y pongan en práctica una representación mental sofisticada, global y completa de un contexto de rendimiento de una acción colectiva. La falta de coordinación entre las intenciones de los intérpretes individuales y las del grupo implica que aún no se ha logrado un rendimiento colectivo compartido (Eccles, 2010).
  - 15- Los individuos no evolucionan pasivamente para encajar en un entorno preexistente. Más bien, los individuos y sus entornos co-evolucionan activamente, y la modificación del entorno de cada individuo tiene un papel constitutivo en este proceso de coevolución (Withagen y van Wermeskerken, 2010).
  - 16- Los procesos de coordinación que caracterizan a una sinergia no se basan en una cooperatividad de componentes estructurales, sino en la cooperatividad de sus roles funcionales (Duarte et al., 2012).
  - 17- Desde la dinámica ecológica de los deportes de equipo se ha intentado explicar cómo las interacciones entre los jugadores y la información del entorno limitan el surgimiento de patrones de estabilidad, variabilidad y transiciones a estados organizativos (Duarte et al., 2012).
  - 18- En los deportes de equipo, la acción se construye colectivamente mediante la interacción de los deportistas que participan en cada uno de los actos molares que la componen. La implicación de los participantes no se limita a un único entorno inmediato; su comportamiento se ve afectado por hechos que ocurren en escenarios en los que ni siquiera se hayan presentes. La actividad intencional de cada deportista dispone en los diferentes episodios del juego no se corresponde necesariamente con las conductas motrices que percibe un observador externo (Simon, 1979, en Martín-Acero y Lago-Peñas, 2006).

- 19- Los deportes de equipo se comportan como sistemas complejos. Los jugadores interactúan continuamente durante el juego y exhiben patrones de interacción que pueden identificarse e investigarse tanto a nivel individual como colectivo (Fonseca, Milho, Travassos y Araújo, 2012).
- 20- El todo puede abarcar y trascender las partes, pero las partes no tienen nada del todo (Ingold, 2015, en Duarte et al., 2012).
- 21- La flexibilidad no es una pérdida de estabilidad, sino que es un signo de adaptabilidad (es decir, una adaptación perceptiva y motriz a las restricciones de interacción), para facilitar cambios en los patrones de coordinación y al mismo tiempo mantener la estructura funcional (Seifert, Komar, Araújo y Davids, 2016).
- 22- La correcta aplicación del paradigma de la complejidad significará un gran salto en la comprensión de los deportes de equipo, en la elaboración de su teoría del rendimiento en competición, y por tanto en la mejor adecuación de su entrenamiento y desarrollo metodológico (Martín-Acero y Lago-Peñas, 2006).
- 23- Los niveles integrados interactúan a diferentes escalas durante el rendimiento: desde niveles moleculares y celulares a sistemas fisiológicos y de rendimiento (Balagué et al., 2013).

Los cinco estudios que componen el presente trabajo se han diseñado teniendo en cuenta estos principios, tanto desde su perspectiva individual y su interacción con el medio (Estudio 2), su perspectiva parcialmente colectiva, y su interacción con el rival (Estudio 1), así como también la perspectiva totalmente colectiva (Estudio 3 y 5). Además de la interacción entre los elementos del juego, también se ha analizado cómo el espacio interacciona como un elemento más en el sistema (Estudio 4), en continua modificación en función de las adaptaciones y necesidades del sistema (equipo).

La teoría de sistemas, y la teoría de sistemas complejos, son una potente herramienta que abre una puerta a una nueva alternativa a la hora de abordar el estudio no sólo del Deporte, sino de cualquier entidad que esté en interacción.



Su propuesta en 1976 ha abierto una ventana conceptual y procedimental a su aplicación a diversas disciplinas como la Medicina, la Política, la Sociología o la Fisiología humana.

A pesar de que sus principios son ambiciosos, y su acogida por parte de la comunidad científica ha sido positiva y alentadora, la teoría general de sistemas todavía necesita tiempo para alcanzar una consolidación definitiva.

El reto es trasladar de manera definitiva la teoría a la demostración empírica, consolidando científicamente sus postulados en las diferentes ramas del saber, y con la aspiración de sentar las bases de una futura *Ley General de Sistemas*.

---

**CAPÍTULO II.**  
**Metodología Observacional**

---



## **2.1 LA INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DEL DEPORTE: VÍAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS. EN BÚSQUEDA DE UN CAUCE COMÚN**

El comportamiento deportivo es enormemente vasto, y su ámbito de estudio es pluridisciplinar, albergando innumerables facetas y áreas de intervención (Anguera y Blanco-Villaseñor, 2003). Es innegable, además, que es un crisol no solo especialmente idóneo para el estudio del comportamiento humano y social, sino que se caracteriza por su complejidad, y son diversos los autores que se han referido a la gran aplicabilidad de los sistemas complejos al Deporte (ver Capítulo 1), defendiendo que los principios que comporta permitirán modelizar muchos fenómenos deportivos, y de allí derivará una mejor comprensión de aspectos técnicos, tácticos, y de condición física. Precisamente este interés por la complejidad ha dado lugar a interesantes reflexiones acerca de la científicidad del Deporte (Balagué, Pol, y Guerrero, 2019), poniendo de relieve la falta de investigación inter- y transdisciplinaria, el papel dominante de los aspectos biológicos, y la hegemonía que ha tenido la metodología experimental, que, apoyándose en la estadística inferencial, ha buscado relaciones de causa-efecto y de abajo arriba, las cuales no siempre se ajustan en buena medida al interés por estudiar el Deporte.

Si contemplamos el Deporte desde la perspectiva de las Ciencias del Comportamiento, o desde las Ciencias Sociales, no ha estado exento de la fuerte polémica desatada el siglo pasado entre las vías cualitativas y cuantitativas. El ámbito del Deporte tiene un indudable carácter poliédrico (Anguera, 2005a), que debe traducirse en acciones procedimentales que sean capaces de captar la realidad, pero estas acciones estuvieron totalmente dicotomizadas durante varias décadas, y desde diferentes perspectivas, como

investigación experimental / investigación naturalista, investigación psicométrica / investigación etnometodológica, investigación nomotética / investigación idiográfica, investigación de laboratorio / investigación de campo, etc. (Álvarez-Méndez, 1986).

Resulta indudable que grandes diferencias separan los enfoques cualitativo y cuantitativo en la investigación, pero deberá atenderse al objeto de estudio en cada caso. Si en una investigación deportiva se han recogido grandes bases de datos de uno o varios equipos a lo largo de varias temporadas, se necesitarán tratar estadísticamente, y como consecuencia la investigación será cuantitativa; mientras que si, por el contrario, interesa comprender el comportamiento de uno o varios jugadores implicados en un proceso en que se pretende adoptar una determinada estrategia de ataque, las acciones e interacciones entre ellos requerirán planificar una investigación cualitativa.

No obstante, al margen de estas posiciones extremas, en la década de los ochenta, y en pleno enfrentamiento de partidarios de las vías cualitativas y cuantitativas, Reichardt y Cook (1986), con la autoridad que les da el hecho de ser prestigiosas figuras de la metodología en todo el mundo, consideraron “el debate no solo como un desacuerdo respecto a las ventajas y desventajas relativas de los métodos cualitativos y cuantitativos, sino también como un choque básico entre paradigmas metodológicos” (p. 27). Son estas dos perspectivas las que entraron en conflicto, y, como afirma Rist (1977), “en definitiva, la cuestión no estriba *per se* en unas estrategias de investigación. Lo que sucede más bien es que la adhesión a un paradigma y su oposición a otro predispone a cada uno a concebir el mundo, y los acontecimientos que en él se desarrollan, de modos profundamente diferentes” (p. 43). Precisamente Reichardt y Cook (1986, p. 29) se atrevieron a plantear el perfil de los atributos de los paradigmas cualitativo y cuantitativo (Figura 2.1), aunque advirtiendo que no son listas exhaustivas.

Paradigma cualitativo	Paradigma cuantitativo
Aboga por el empleo de los métodos cualitativos.	Aboga por el empleo de los métodos cuantitativos.
Fenomenologismo y <i>verstehen</i> (comprensión) "interesado en <i>comprender</i> la conducta humana desde el propio marco de referencia de quien actúa".*	Positivismo lógico; "busca los <i>hechos</i> o <i>causas</i> de los fenómenos sociales, prestando escasa atención a los estados subjetivos de los individuos".*
Observación naturalista y sin control.	Medición penetrante y controlada
Subjetivo.	Objetivo.
Próximo a los datos; perspectiva "desde dentro".	Al margen de los datos; perspectiva "desde fuera".
Fundamentado en la realidad, orientado a los descubrimientos, exploratorio, expansionista, descriptivo e inductivo.	No fundamentado en la realidad, orientado a la comprobación, confirmatorio, reduccionista, inferencial e hipotético deductivo.
Orientado al proceso.	Orientado al resultado.
Válido: datos "reales", "ricos" y "profundos".	Fiable: datos "sólidos" y repetibles.
No generalizable: estudios de casos aislados.	Generalizable: estudios de casos múltiples.
Holista.	Particularista.
Asume una realidad dinámica.	Asume una realidad estable

Figura 2.1. Atributos de los paradigmas cualitativo y cuantitativo (extraído de Reichardt y Cook, 1986, p. 29).

Precisamente la crítica que Reichardt y Cook (1986), ya se atrevieron a plantear consiste en reflejar que la gran mayoría de los investigadores consideraban que los paradigmas cualitativo y cuantitativo eran rígidos y fijos, y que por tanto la elección entre ellos era la única posible. Es decir, que se consideraba inmutables a los paradigmas, y que no había la posibilidad de modificaciones ni de otras opciones. Ellos entendieron que precisamente la combinación de los dos sería la más adecuada para las necesidades de la investigación. Fueron unos grandes precursores de los *mixed methods* cuando afirmaron en

aquella década de los ochenta que la conceptualización de los dos tipos de métodos como antagónicos estaba llevando por muy mal camino tanto el debate como la práctica metodológica, y resaltaron “beneficios potenciales del empleo *conjunto* de los métodos cualitativos y cuantitativos” (Reichardt y Cook, 1986, p. 30). Su posición de redefinición del debate queda perfectamente clara en un momento histórico en que la realidad iba en otra dirección, con unas posiciones rígidas y encastilladas de enfrentamiento paradigmático y metodológico: “Si se redefine este debate bajo la forma de dos discusiones diferentes y legítimas, resulta patente la falacia del proceder actual: en vez de ser rivales incompatibles, los métodos pueden emplearse conjuntamente según lo exija la investigación” (Reichardt y Cook, 1986, p. 2).

El ámbito deportivo no ha sido en absoluto ajeno, como era de esperar. Los trabajos publicados se orientaban de forma clara hacia una u otra opción, Biddle, Markland, Gilbourne, Chatzisarantis, y Sparkes (2001) analizaron cuidadosamente las opciones de análisis cuantitativo (análisis discriminante, regresión jerárquica, ajustes estadísticos, meta-análisis, ...) y los trabajos de corte cualitativo, que básicamente consistían en entrevistas, y resultan especialmente clarificadoras sus palabras:

“The extent to which such diverse approaches could or should be integrated is a matter for the reader to decide. Some have stated that qualitative and quantitative approaches reflect fundamentally different paradigms, such as when people refer to qualitative versus quantitative methods.” (p. 778).

A ello habrá que añadir que autores de estudios realizados a finales del siglo XX, como Biddle (1997), o Morris (1999), constataron la escasa diversidad de métodos de investigación en estudios empíricos del ámbito del Deporte.

Fue precisamente a finales del siglo XX (aunque los primeros trabajos se publicaron desde 1960) que se inició en USA un nuevo período, y, como muchos autores han manifestado, el llamado *tercer paradigma* (Gunasekare, 2015; Teddlie y Tashakkori, 2003), y, por supuesto, también en el ámbito del Deporte y la actividad física (Moran, Matthews, y Kirby, 2011). Se acuñó la expresión *mixed methods*, que pretendía terminar con la llamada “guerra de paradigmas” (Tashakkory y Tedie, 1998) entre los partidarios de la investigación cualitativa y cuantitativa. En palabras de Biddle, Markland, Gilbourne, Chatzisarantis, y Sparkes (2001, p. 778), “although there are obvious differences in the two approaches, there are many cases when the two are combined”.

Se iniciaba, en efecto, una nueva época que tendría los *mixed methods* como marchamo, pero no era fácil por diferentes motivos, que especialmente consistían en su conceptualización, que debía derivar en poder definir qué eran, y después cómo llevarlo a cabo, además de que aquí nos interesan obviamente en el ámbito del Deporte y la Actividad Física.

En primer lugar, la definición de los *mixed methods* fue ampliamente plural, dada la veloz expansión a la que se vieron sometidos en los primeros años de este siglo, y teniendo en cuenta que en la comunidad científica existían y existen diversas posiciones y planteamientos. Consideramos especialmente interesante la definición de Creswell (2015), como:

“A core assumption of this approach is that when an investigator combines statistical trends (*quantitative data*) with stories and personal experiences (*qualitative data*), this collective strength provides a better understanding of the research problem than either form of data alone”

(Creswell, 2015, p. 1).



Pero también, en este sentido, es muy relevante el trabajo de Johnson, Onwuegbuzie, and Turner (2007), que listaron y analizaron 19 definiciones de *mixed methods*, todas ellas de importantes especialistas en el tema, entre las cuales destacamos la de Steve Currall, que considera que “Mixed methods research involves the sequential or simultaneous use of both qualitative and quantitative data collection and/or data analysis techniques.” (Johnson, Onwuegbuzie, y Turner, 2007, p. 119). La flexibilidad que aquí se halla implícita (uso secuencial o uso simultáneo) nos aporta la confianza de intensificar las potencialidades de la Metodología Observacional, caracterizada por el estudio de comportamientos perceptibles (visual o auditivamente) en contextos naturales o habituales (como son los diferentes tipos de espacios deportivos, como campo de fútbol, cancha, pista, piscina, etc.), cuestión que tradicionalmente ha estado garantizada por la literatura científica, y a la que nos referiremos en el siguiente apartado.

Pero no solamente es un tema arduo el de la definición de *mixed methods*, sino también el de su delimitación, y a modo de ejemplo relevante, se halla la diferenciación conceptual entre *mixed methods* y *multimethod*, sobre la que se han publicado trabajos específicos (Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada, Sánchez-Algarra, y Onwuegbuzie, 2018), que posiblemente es fruto colateral de la velocidad vertiginosa con que se han incorporado muchos investigadores a estudios *mixed method*, y que, a pesar de llamamientos clarificadores (Bazeley, 2015; Creswell, 2015), sigue dando lugar a confusiones en la actualidad, y da la impresión de un cierto caos entre los investigadores, algunos de los cuales han evolucionado en sus apreciaciones sobre la cuestión a lo largo de los últimos años. Desde un planteamiento estrictamente metodológico, mientras que en los estudios *mixed methods* resulta esencial la integración (Bazeley, 2012, 2015; Bazeley y Kemp, 2012; Fetters, Curry, y Creswell, 2013), y además se considera habitualmente que

su realización es deficiente (Maxwell, Chmiel, Rogers, 2015), no ocurre así en los estudios *multimethod*, precisamente por la diferente naturaleza que les caracteriza, dado que éstos se caracterizan porque coexisten diferentes metodologías de acuerdo a los diferentes objetivos específicos, y que desde nuestra perspectiva, y de acuerdo con Anguera et al., (2018), las principales opciones serían observacional, selectiva y experimental. Es un mero botón de muestra indicativo de la complejidad conceptual de los *mixed methods*, y de que todavía nos hallamos en una cierta crisis de adolescencia.

En segundo lugar, la forma de llevar a cabo los estudios *mixed methods* (Small, 2011) está condicionada claramente por la especificidad de matices de la conceptualización que se adopte en cada caso. Son muchos los trabajos que se han publicado en los últimos años en los cuales se puede comprobar que si inicialmente se pretendía básicamente una complementariedad entre datos cualitativos y cuantitativos, se ha ido virando progresivamente hacia una integración (Creswell, 2015; O'Cathain, Murphy, y Nicholl, 2007, 2010), que supone un paso más en el avance de los conceptos fundamentales de los *mixed methods*, e incluso lo han ilustrado mediante metáforas (Bazeley y Kemp, 2012), pero es un hecho que siguen habiendo dificultades porque aún se observa el tratamiento en paralelo de las dos vertientes de muchos estudios, y además constatamos que aún se publican por separado en bastantes ocasiones los resultados correspondiente a ambos tipos de datos. Esto nos indica que todavía falta un asentamiento de los *mixed methods*, y que los miembros de la comunidad científica aumentemos nuestra formación.

En el ámbito del Deporte y la actividad física, a diferencia de otros, no aparecieron con mucha fuerza los *mixed methods* (Anguera, Castañer, Portell, Sánchez-Algarra, y Camerino, in press). El trabajo de Giacobbi, Poczwadowski and Hager (2005) marca probablemente el inicio del interés por los *mixed methods* en el ámbito de actividad física y

Deporte. Según Culver, Gilbert, and Trundel (2003), aunque el 7 % de los estudios empíricos que se citan utilizaron a la vez técnicas cuantitativas y cualitativas, ninguno de ellos utiliza la expresión “*mixed methods*” en el título. Esta tendencia se mantuvo durante unos años, y en un estudio bibliométrico realizado por Moran, James and Kirby (2011) en la base PsycINFO (a partir de las revistas *Journal of Applied Sport Psychology*, *Journal of Sport y Exercise Psychology*, *Psychology of Sport y Exercise* and *The Sport Psychologist*), no se halló ningún artículo que tuviese el término *mixed methods* en el título, aunque sí estaba en 275 artículos de otros ámbitos de la Psicología, también en revistas JCR.

Como se indica en Anguera, Castañer, Portell, Sánchez-Algarra, and Camerino, (in press), en 2012 se publica el primer *reading* sobre *mixed methods* en actividad física y Deporte (Camerino, Castañer, y Anguera, 2012). En esta obra se presentaron 18 estudios de caso pertenecientes al ámbito del Deporte, Educación Física y danza, y en ellos se aplicaron los diseños *mixed methods* propuestos por Creswell and Plano-Clark (2011). A partir de entonces, aunque lentamente, se han ido publicando artículos *mixed methods* en este ámbito, y queremos destacar que la revista española *Cuadernos de Psicología del Deporte* publicó en 2016 un número monográfico titulado *Aportaciones desde los mixed methods*, con 16 artículos. Sin embargo, la producción es moderada en revistas del ámbito de la Actividad Física y el Deporte, y en Anguera et al., (2017) se documenta en una figura que reproducimos (Figura 2.2a y 2.2b) con el número de artículos *mixed methods* publicados en revistas con factor de impacto JCR del ámbito de la actividad física y el Deporte, independientemente del país de los autores, y la cifra total alcanza los 203.

Journal	JCR Impact factor	Number of Mixed methods articles, no.
Adapted Physical Activity Quarterly	1.324	2
American Journal of Sports Medicine	4.362	2
British Journal of Sports Medicine	5.025	4
Clinical Journal of Sport Medicine	2.268	2
Current Sports Medicine Reports	1.552	0
European Journal of Sport Science	1.550	2
European Physical Education Review	0.673	12
European Review of Aging and Physical Activity	0.676	0
Exercise and Sport Sciences Reviews	4.252	0
Gait and Posture	2.752	0
Human Movement Science	1.598	0
Health Education Research	1.574	16
International Journal of the History of Sport	0.258	0
International Journal of Performance Analysis in Sport	0.798	1
International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism	2.442	0
International Journal of Sport Finance	0.385	0
International Journal of Sport Psychology	0.485	3
International Journal of Sports Medicine	2.065	0
International Journal of Sports Physiology and Performance	2.662	1
International Journal of Sports Science and Coaching	0.480	0
International Review for the Sociology of Sport	0.953	1
International Review of Sport and Exercise Psychology	4.526	0
Isokinetics and Exercise Science	0.488	0
Journal of Aging and Physical Activity	1.966	5
Journal of Applied Biomechanics	0.994	0
Journal of Applied Sport Psychology	1.062	3
Journal of Athletic Training	2.017	7
Journal of Biomechanics	2.751	0
Journal of Electromyography and Kinesiology	1.647	0
Journal of Exercise Science and Fitness	0.333	1
Journal of Human Kinetics	1.029	0
Journal of Motor Behavior	1.418	0

Figura 2.2a. Publicaciones *mixed methods* en revistas de Ciencias del Deporte.  
Fuente: Anguera et al., (2017). Extraído con permiso de los autores.

Journal of Physical Activity and Health	2.090	8
Journal of Science and Medicine in Sport	3.194	3
Journal of Sports Science and Medicine	1.025	3
Journal of Sports Sciences	2.246	5
Journal of Teaching in Physical Education	1.021	7
Journal of Science and Medicine in Sport	3.194	3
Journal of Sport and Exercise Psychology	2.185	12
Journal of Sport and Social Issues	0.571	0
Journal of Sport Management	0.718	7
Journal of Sport Rehabilitation	1.276	2
Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	0.972	0
Journal of Sports Science and Medicine	1.025	3
Journal of Teaching in Physical Education	1.021	7
Journal of Strength and Conditioning Research	2.075	4
Kinesiology	0.585	1
Medicine and Science in Sports and Exercise	3.983	5
Medicina dello Sport	0.235	0
Motor Control	1.233	0
Pediatric Exercise Science	1.452	0
Perceptual and Motor Skills	0.546	1
Physical Education and Sport Pedagogy	0.811	6
Physical Therapy in Sport	1.653	0
Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part P-Journal of Sports Engineering and Technology	0.885	0
Psychology of Sport and Exercise	1.896	7
Quality and quantity	0.720	32
Quest	1.017	1
Research in Sports Medicine	1.704	0
Research Quarterly for Exercise and Sport	1.566	9
Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Fisica y del Deporte	0.146	0
Revista de Psicología del Deporte	0.487	5
Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports	2.896	4
Sociology of Sport Journal	0.750	0
Sport Education and Society	1.288	5
Sports Biomechanics	1.154	0
Sports Medicine	5.038	1
Total Number of Articles	—	203

Figura 2.2b. Publicaciones *mixed methods* en revistas de Ciencias del Deporte (continuación).

## 2.2 LA METODOLOGÍA OBSERVACIONAL COMO *MIXED METHOD* EN SÍ MISMA: CONCRECIÓN EN EL DEPORTE.

La Metodología Observacional es un método científico caracterizado por el estudio del comportamiento de la realidad diaria y cotidiana en un contexto habitual, que en nuestro ámbito se puede referir a cualquier práctica deportiva, sea en Deporte base, en entrenamiento, o en competición, incluso la de alto nivel, y ello se complementa con una necesaria perceptividad, y una específica construcción *ad hoc* del instrumento de observación (Anguera, 1979, 1991, 1993, 2003, 2009; Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada, y Portell, 2018; Anguera, Portell, Chacón-Moscoso, y Sanduvete-Chaves, 2018; Bakeman y Gottman, 1987, 1997; Fassnacht, 1982; García-Fariña, Jiménez y Anguera, 2016). Iglesias, Rodríguez-Zamora, Clapés, Barrero, Chaverri y Rodríguez, 2014).

Portell, Anguera, Chacón-Moscoso, y Sanduvete-Chaves, 2015; Sackett, 1978; Sánchez-Algarra y Anguera, 2013). En función del grado de perceptividad, total o parcial, la observación es directa (basada en percepción visual) o indirecta (que abarca transcripciones de entrevistas, conversaciones o *focus group*, o textos elaborados inicialmente en forma documental -como el diario de un entrenador-, o sistemas modernos de comunicación -como *whatsapps*, *blogs*-, etc.).

En el ámbito del Deporte, debemos reflexionar sobre la existencia de una serie de objetivos de investigación que requieren una respuesta científica a problemas que plantea la realidad, y se debe trabajar para lograr la respuesta a preguntas y esclarecer lagunas en el conocimiento sustantivo que han sido formuladas por los especialistas, y también por profesionales del Deporte (Anguera et al., 2017; Anguera y Flores Herrera, en prensa).

La realidad de las Ciencias del Deporte es muy amplia y diversa (Figura 1.4), pero hay un número muy elevado de situaciones en las cuales se requiere de forma muy prioritaria –prácticamente sería siempre de forma exclusiva- capturar la realidad tal cual

ocurre, teniendo poca o ninguna relevancia la posible pasación de pruebas estandarizadas (cuestionarios, tests, escalas, etc.), en las que deberemos contar con la presencia de un sesgo, o la realización de cuasiexperimentos o experimentos.

En efecto, la espontaneidad del comportamiento aporta un plus respecto a otras metodologías, como la selectiva o la experimental (Anguera y Hernández-Mendo, 2016), a la vez que resulta enriquecida en términos de veracidad (no es la respuesta que da una persona ante una elicitación de opinión -que humanamente podría estar mediatizada por motivos de oportunidad-, sino la propia realidad producida que será capturada como tal para ser estudiada con el máximo de objetividad). Si pensamos, por ejemplo, en una falta cometida en un partido de fútbol profesional, se estaría contraponiendo la información visual de la realidad, de lo que de verdad ha ocurrido, con la mediatización interpretativa de un jugador que después comentase esta acción. ¿De qué serviría que el deportista en cuestión afirmara que no cometió falta, si se dispone de una imagen que indica lo contrario? Pensemos en el VAR (*Video Assistant Referee*), o asistencia al árbitro por video, en goles, penalties, tarjetas rojas, e identificación de jugadores. Es una ayuda puntual, pero precisamente se requiere para garantizar que una acción perceptible no se interprete de forma sesgada, sino capturando la realidad tal cual ocurre, lo cual constituye la esencia de la observación sistemática.

Según Anguera et al., (2017), la relevancia de la observación sistemática en el Deporte no es en absoluto un tema baladí, sino una cuestión profunda y de amplio calado. Consideramos muy relevante alzar la voz y re-pensar qué hacer en aquellas investigaciones en deportes colectivos en las cuales el objetivo no admite otra fuente de información diferente que la captación visual y/o auditiva de episodios de la realidad. Podríamos mencionar muchas situaciones a modo de ilustración: tiros a portería en fútbol o balonmano, faltas, saques diversos, ejecución idéntica de rutinas en natación sincronizada,

tiros a canasta en baloncesto, incidencia del tamaño del balón en baloncesto infantil, ejecución de gestos técnicos, o cumplimiento del reglamento (que actúa a modo de marco conceptual de referencia en todas las modalidades deportivas), y seguiría un largo etcétera.

Vista la relevancia y necesidad de la observación sistemática en la investigación en Ciencias del Deporte, nos debemos plantear por su implementación. Si nos remontamos a unos años atrás, Biddle (1997), y Morris (1999), en estudios realizados por separado, constataron que entre 1979 y 1998 los estudios observacionales y los estudios de casos, tomados en su conjunto, únicamente alcanzaban un 2 % de la producción científica en las revistas *Journal of Sport and Exercise Psychology* y *International Journal of Sport Psychology*. Sin embargo, en la última década, la situación es muy diferente, habiendo aumentado mucho las publicaciones de estudios observacionales en el Deporte, tanto en revistas nacionales como internacionales.

En cuanto al ajuste a los *mixed methods*, y de acuerdo con Anguera et al., (in press), la tradición dominante en el ámbito de la actividad física y el Deporte, siguiendo a Brustad (2008), había sido el positivismo, que considera que “has had the greatest singular influence on the course of science in general ... and the sport sciences” (p. 33) en particular. De forma parecida, Gilbourne and Richardson (2006) manifestaban que el positivismo ha influido en el “stylistic framework around which most sport psychology literature is based” (p. 327). Pero, como indican Moran et al., (2011), disponemos de datos que lo avalan ampliamente. En este sentido, Culver et al., (2003) detectaron que aproximadamente el 83 % de los autores en las revistas indicadas habían utilizado técnicas cuantitativas tradicionales. Y más recientemente, Conroy, Kaye, and Schantz (2008) realizaron un análisis de contenido de los 26 volúmenes (1979-2004) del *Journal of Sport and Exercise Psychology*, hallando que el 93 % se basaban en datos cuantitativos.



En cualquier caso, e independientemente del posicionamiento de cada uno, había una posición encontrada entre metodología cualitativa y cuantitativa, que solamente se podía superar mediante los *mixed methods*, pero se ha de ayudar al proceso desde la metodología -en nuestro caso desde la Metodología Observacional-, y huyendo de los radicalismos que caracterizaron los últimos años del siglo pasado y primeros del actual.

El procedimiento que sigue la Metodología Observacional ha de ajustarse forzosamente a las cuatro grandes etapas del método científico, que son la delimitación del problema, recogida de datos, análisis de datos, e interpretación de resultados. Ahora bien, de forma más detallada y en la última década, la Metodología Observacional ha mostrado la incidencia de las vertientes cualitativa y cuantitativa a lo largo del proceso que implica la realización de un estudio observacional. Se muestra de forma clara en Sánchez-Algarra y Anguera (2013), en que respectivos títulos de apartados son “First stage of the process: prioritization of the qualitative perspective” (p. 1240), “Second stage of the process: recording and coding” (p. 1243), y “Third stage of the process: prioritization of the quantitative perspective” (p. 1246). Este procedimiento, y con esta estructura, no ha variado en los estudios que han seguido la Metodología Observacional en los últimos 30 años, pero, sin embargo, se han situado y publicitado de forma más evidente bajo la cobertura de los *mixed methods*.

El primer trabajo en Europa sobre *mixed methods* en actividad física y Deporte que prioritariamente utiliza la Metodología Observacional, aunque se combina con otras, es el de Camerino et al., (2012), pero la primera ocasión en que se considera la Metodología Observacional como *mixed methods* en sí misma es en Anguera y Hernández-Mendo (2016). En este trabajo, se presenta una tabla (Tabla 1, pp. 19-21) con publicaciones realizadas en diferentes modalidades de Deporte y Actividad Física durante el periodo 2001-2015, y se puede comprobar como existen estudios observacionales realizados desde

la perspectiva de *mixed methods* en varios deportes, pero no en todos, y además no todos los estudios que se autodenominan *mixed methods* lo son.

Esta incorporación tardía de los estudios de Ciencias del Deporte al planteamiento *mixed methods* se puede deber a diversos factores (Anguera y Hernández, 2016; Anguera et al., in press):

en primer lugar, en la literatura científica no han abundado los referentes conceptuales claros, que hayan podido actuar a modo de guía, y si bien es cierto que se han publicado muchos artículos con proliferación de definiciones, no ha ayudado a los investigadores del Deporte a seguir por esta senda (Sparke, 2015);

en segundo lugar, no es fácil planificar un estudio que rompa moldes respecto a las anteriores tradiciones de investigación, y supone un elevado esfuerzo, tal como señala Gill (2011), “different methods (data collection, analysis strategies) may mix well, but different methodologies and research paradigms (underlying philosophies and epistemologies) do not mix so easily” (p. 309);

en tercer lugar, la influencia de los posicionamientos personales, que no pueden entremezclarse caprichosamente (Krane y Baird, 2005; Whaley y Krane, 2011);

en cuarto lugar, dudas sobre como acometer la integración, que da lugar a estudios en que se dispone de un recorrido investigador cualitativo y cuantitativo, pero que se publican de forma paralela, sea en diferentes trabajos (Gucciardi, Gordon, y Dimmock, 2009a, 2009b) o en uno solo, pero no como un único estudio *mixed methods*;

en quinto lugar, la asimetría aún existente entre las vertientes cualitativa y cuantitativa en *mixed methods* está pesando negativamente a diferentes investigadores, que sienten la necesidad de cuantitativizar la vertiente cualitativa de un estudio, y de cualitativizar la vertiente cuantitativa (Anguera et al., 2017);

por último, la conformación de equipos en que existen diferentes tradiciones investigadoras entre sus miembros (O’Cathain et al., 2008). Son diversas, en consecuencia, las posibles explicaciones de este inicio lento y renqueante de estudios *mixed methods* en Ciencias del Deporte.

La consideración de la Metodología Observacional como “*mixed methods* en sí misma” se puede argumentar – y seguimos para ello a Anguera y Hernández-Mendo (2016), Anguera et al., (2017), y Anguera et al., (in press) - a partir del planteamiento de importantes autores prestigiosos de *mixed methods*, y basándonos en el principal parámetro de registro que siempre ha fundamentado la Metodología Observacional, el orden o secuencia, de acuerdo con el gran clásico Bakeman (1978). En efecto, en la sección anterior decíamos que se considera que los *mixed methods*, en su desarrollo progresivo en las dos últimas décadas, requieren lograr la integración entre elementos cualitativos y cuantitativos. Ahora bien, ¿cómo lograrlo? Son diversos los autores que han publicado estudios focalizados en la integración, como Fetters and Freshwater (2015, p. 115) que describen cuantitativamente el “integration challenge” como un producto que es mayor que la suma de las partes, proponiendo el  $1+1=3$ , que significa que “qualitative + quantitative = more than the individual components” (p. 116); o la importante propuesta de Onwuegbuzie, Hitchcock, Natesan, y Newman (2018), que modifican sustancialmente este planteamiento, a la vez que abren una nueva vía, que se revela muy esperanzadora, mediante la fórmula  $1+1=3$ , que se refiere a todos los tipos de integración; o la realizada por O’Cathain et al., (2010), ampliamente valorada por la comunidad científica.

Sin embargo, entre las múltiples propuestas de integración realizadas en la última década, destacamos una frase de Creswell y Plano Clark (2011) que consideramos de especial relevancia:

“There are three ways in which mixing occurs: merging or converging the two datasets by actually bringing them together, connecting the two datasets by having one build on the other, or embedding one dataset within the other so that one type of data provides a supportive role for the other dataset.” (p. 7) (el resaltado es nuestro).

La opción de conectarlos nos resulta sumamente sugerente y fructífera y la tomaremos como punto de apoyo para llevar a cabo el *quantitizing* (Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada y Sánchez-Algarra, 2020) que se requiere en los *mixed methods*.

En efecto, desde la literalidad, el “*connecting the two datasets by having one build on the other*”, implicará que una base de datos puede dar lugar a otra mediante su transformación. Dicha transformación deberá garantizar el mantenimiento de su calidad informativa, aunque modificándose la apariencia. Y desde una perspectiva más amplia, el *connecting* permite la alternancia de etapas QUAL-QUAN-QUAL, que legitima el planteamiento genérico de los *mixed methods*, en tanto que se logra una integración total entre elementos cualitativos y cuantitativos (Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada, y Sánchez-Algarra, 2019, 2020).

El proceso que implica la Metodología Observacional, al que antes nos hemos referido (Sánchez-Algarra y Anguera, 2013), establece una etapa QUAL, que se dedica a la delimitación del objetivo y propuesta del diseño observacional, y ello es así tanto en observación directa como indirecta. Ahora bien, lo que en este punto se necesita es transformar un registro inicial, formado por datos cualitativos (por ejemplo, un registro descriptivo, en observación directa, o la transcripción de una entrevista, en observación indirecta), en otro, también formado por datos cualitativos, pero estructurado en forma de matriz de códigos.

Para ello se requiere la adopción de dos decisiones (Anguera, 2017):

- Por una parte, y partiendo preferentemente del marco teórico, la propuesta de dimensiones, que pueden desplegarse en subdimensiones a varios niveles, las cuales constituyen el esqueleto o armazón del instrumento de observación que construimos a medida.
- Y, por otra, el establecimiento de criterios de segmentación del flujo de conducta, que puede tomar como referente la regla “de las tres Ds” (Delimitar, Denominar, Definir) (Anguera e Izquierdo, 2006; Sánchez-Algarra y Anguera, 2013), o bien apoyarse en otros criterios, como los ejemplificados en Anguera (2005a), a partir de *los señalizadores de segmentación* propuestos por Barker y Wright (1951), que podrían tener aplicación en actividades deportivas caracterizadas por la complejidad: a) Cambio en el tipo de actividad. Por ejemplo, de regatear a disparar a puerta. b) Cambio en la parte del cuerpo implicada en la acción. Por ejemplo, pie izquierdo a pie derecho. c) Cambio en la dirección física de la conducta. Por ejemplo, modificación de una trayectoria para dar paso a otra. d) Cambio en el individuo con el que existe relación. Por ejemplo, del jugador con dorsal 2 al de dorsal 3. e) Cambio en el entorno donde se produce la conducta. Por ejemplo, en la banda o frente a la portería. f) Cambio en la velocidad de la conducta. Por ejemplo, de andar a correr.

Mediante la adopción de estas decisiones, se construye la tabla de códigos, que tiene por columnas las dimensiones (o subdimensiones resultantes del desplegamiento, siempre en el nivel más molecularizado), y por filas las sucesivas unidades de conducta resultantes de la segmentación. Esta matriz de códigos, que se halla en una posición intermedia entre las etapas QUAL y QUAN, permite el *quantitizing* tal como se plantea en trabajos recientes (Anguera et al., 2019; Anguera et al., in press). En observación indirecta,

aunque el trabajo es más arduo, se sigue el mismo proceso (Anguera, 2020, en prensa), y se ha demostrado su aplicabilidad en Ciencias del Deporte (Nunes, 2020).

Esta matriz de códigos se fundamenta en que las sucesivas filas se ordenan secuencialmente entre sí, haciendo uso del parámetro primario de *orden* o *secuencia*, propuesto por Bakeman (1978) -que propuso los parámetros de frecuencia, orden y duración (Figura 5.9), que se disponen entre sí de forma escalonada respecto a la consistencia del dato- y que constituye un importante elemento diferenciador respecto a otras propuestas de *quantitizing* (Sandelowski, Voils, y Knafl, 2009). Esta propuesta de *quantitizing* basada en el parámetro de *secuencia* es innovadora (Anguera et al., 2019; Anguera et al., in press), y permite poder abordar satisfactoriamente la fase QUAN. En dicha etapa, aunque sí es posible desarrollar análisis sincrónicos únicamente a partir de la frecuencia (análisis log-linear, análisis logit, análisis de regresión logística, etc.), no serían posibles los análisis diacrónicos (análisis secuencial de retardos, análisis de coordenadas polares, detección de T-Patterns), tan utilizados en estudios observacionales en el ámbito del Deporte, que requieren forzosamente las matrices de códigos indicadas, las cuales, además del instrumento de observación, se introducirán en los programas informáticos que vayan a utilizarse (GSEQ5, HOISAN, THEME) para su análisis.

En definitiva, el *quantitizing* ha permitido realizar la transformación QUAL-QUAN, tal como establecía la opción *connect* para realizar la integración de elementos cualitativos y cuantitativos (Creswell y Plano Clark, 2007). Una vez completado el análisis cuantitativo, deberemos ir a una última etapa QUAL de interpretación de dichos resultados, dando respuesta al problema inicial, y en el marco conceptual establecido.

Todas las etapas procedimentales que se requieren para llevar a cabo esta integración *mixed methods* forman parte del proceso propio de la Metodología Observacional, y por esto, con toda propiedad, podemos afirmar que dicha metodología puede considerarse como “*mixed methods* en sí misma”.

El estudio de la actividad física y deportiva abre inmensas posibilidades de planificación investigadora considerando la observación como *mixed methods* en sí misma, y ello es así entre otras modalidades, en deportes de equipo (Camerino, Chaverri, Jonsson, Sánchez-Algarra, y Anguera, 2012; Camerino, Jonsson, Sánchez-Algarra, Anguera, Lopes, y Chaverri, 2012; Casal, Anguera, Maneiro, y Losada, 2019; Casal-Sanjurjo, Andujar, Arda, Maneiro, Rial y Losada, 2020; Maneiro, Blanco-Villaseñor y Amatria, 2020; Maneiro, Casal, Álvarez, Moral, López, Ardá y Losada, 2019; Maneiro, Casal, Ardá y Losada, 2019; Maneiro, Losada, Casal y Ardá, 2020; Vázquez-Diz, Morillo-Baro, Reigal, Morales-Sánchez, y Hernández-Mendo, 2019), incluso estudiando en profundidad a un solo jugador (Castañer, Barreira, Camerino, Anguera, Canton, y Híleno, 2016; Castañer, Barreira, Camerino, Anguera, Fernandes, y Híleno, 2017; Maneiro y Amatria, 2018; Maneiro, Amatria, y Anguera, 2019; Maneiro, Amatria y Anguera, in press; Sarmiento, Clemente, Gonçalves, Harper, Dias y Figueiredo, 2020) e incorporándose ya también la observación indirecta (Nunes, 2020), que esperamos se abra paso de forma clara y se consolide.

Existe un potencial amplio y profundo de ‘riqueza conceptual’ por explorar y explotar metodológicamente, y en los últimos años se ha avanzado significativamente en este sentido.

---

## **CAPÍTULO III.**

### **Objetivos**

---





## OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El objetivo principal consiste en mostrar las posibilidades de la Metodología Observacional desde la perspectiva *mixed methods* como la única metodología que permite la integración de elementos cualitativos y cuantitativos en deportes colectivos, y aplicando un espectro de técnicas estadísticas robustas.

De este objetivo general, se derivan los siguientes objetivos específicos:

- 1) Contrastar el encaje y utilización de diferentes técnicas estadísticas multivariantes en datos procedentes de observación sistemática en conductas de naturaleza deportiva (Estudios 1, 4 y 5).
- 2) Implementar la utilización del análisis de Coordenadas Polares en el Deporte de alto nivel (Estudio 2).
- 3) Emplear la técnica analítica de T-Patterns para descubrir y describir patrones estructurales de conducta en el Deporte de alto nivel (Estudio 3).



---

## **CAPÍTULO IV.**

### **Estudios**

---



## 4.1 VÍA INDUCTIVA

Una de las primeras decisiones que un investigador debe tomar cuando emprende un estudio es qué tipo de razonamiento o vía científica utilizar.

El razonamiento o explicación deductiva e inductiva (Figura 4.1) es de gran utilidad para la investigación. La explicación deductiva<sup>32</sup> va de lo general a lo particular, y requiere de un marco teórico cuanto más consistente mejor. Una teoría es un esquema de funcionamiento “del caso general”, y mediante la formulación de hipótesis el investigador se pregunta cómo funcionará dicho esquema general en un determinado caso particular y formula conjeturas sobre ello, es decir hipótesis una vez que el problema de estudio se ha delimitado. Es un sistema que busca organizar hechos conocidos con el objetivo de extraer conclusiones, lográndose a través de una serie de enunciados que reciben el nombre de silogismos, que comprenden: a) la premisa mayor, b) la premisa menor y c) la conclusión (Newman, 2006).

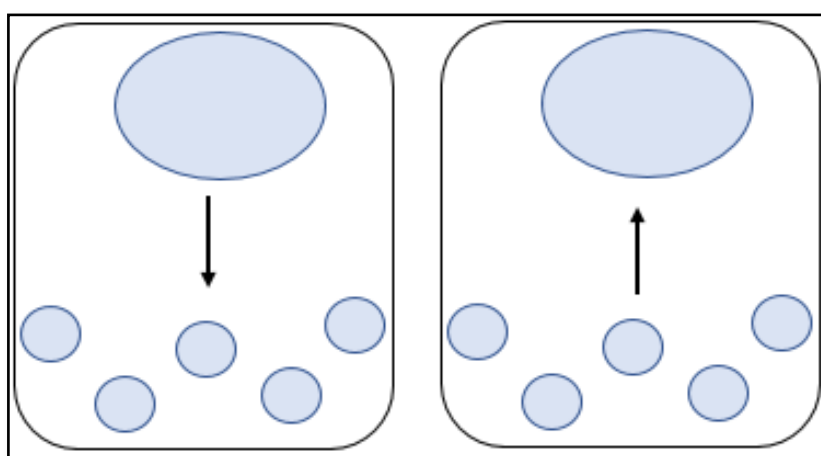


Figura 4.1. Procedimiento de las vías deductivas (izquierda) e inductivas (derecha) en la investigación científica.

<sup>32</sup> Su máximo representante dentro de la Ciencia clásica es Aristóteles (385-322 a. C.)

Por otro lado, la explicación inductiva<sup>33</sup> o probabilística recorre el camino inverso a la deducción, va de lo particular a lo general. El punto de partida de la vía inductiva es la realidad, entendida como casos particulares, que aportan información inicial. En este caso, al ir de casos concretos a un caso general, no se contemplan hipótesis, y paulatinamente se construye el esquema de funcionamiento del caso general. Al contrario que la vía deductiva, en este caso se construye gradualmente la teoría o el marco teórico general. Según él, para obtener conocimiento válido, lo primordial es observar la naturaleza, acumular datos particulares, y a partir de ahí realizar generalizaciones sobre ellos.

En las ciencias del Deporte, la vía científica más común es la inductiva, aunque también se constatan estudios que han utilizado la vía hipotética-deductiva.

En el caso de la presente investigación, los cinco estudios realizados se enmarcan dentro de la vía inductiva. Se pretende, a partir del registro y acumulación de datos particulares, versados en las conductas motrices de los participantes en campeonatos regulares, campeonatos de naciones, o el análisis de diferentes aspectos específicos de la competición o de sus participantes, encontrar una estructura común en todos ellos para crear un marco general de funcionamiento en torno al fútbol.

---

<sup>33</sup> Su máximo representante fue el filósofo y científico Francis Bacon (1561-1626)

## 4.2 RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Los comités de ética en investigación son un órgano fundamental, encargado de velar por que se cumplan las directrices éticas mínimas indispensables en cualquier tipo de investigación. Las investigaciones que componen el presente trabajo se han acogido y amparado en dos de los informes que actualmente velan por las buenas prácticas éticas en la Ciencia: la Declaración de Helsinki y el Informe Belmont

La Declaración de Helsinki<sup>34</sup> de 1964 impone la creación de un estándar normativo que vele por las buenas prácticas científicas. Según sus artículos 11, 15, 16 y 17, la investigación se debe basar en un conocimiento cuidadoso del campo científico, evaluando riesgos y beneficios, que sea conducida y gestionada por investigadores expertos, y que el respeto por el individuo sea la base de todo el procedimiento. Este trabajo se acoge a su actualización de 2013.

Por otra parte, el Informe Belmont<sup>35</sup> es un documento creado por los Estados Unidos, titulado “Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación”, siendo un documento de relevancia en la investigación médica mundial. Fue publicado en 1978, originalmente, aunque existen actualizaciones posteriores (2003). Al igual que la Declaración de Helsinki, los principios rectores de este informe se asientan sobre los pilares básicos de respeto al individuo, cálculo de coste beneficio en términos sociales y personales para los sujetos implicadas, y uso justo de los procedimientos, adscrito a derecho.

---

<sup>34</sup> Declaración de Helsinki (1964). Asociación médica mundial. *Principios éticos para la investigación médica con sujetos humanos Adoptada por la XVII Asamblea Mundial de la Asociación Médica Mundial Helsinki, Finlandia.*

<sup>35</sup> Belmont, I. (1979). Principios y guías éticos para la protección de los sujetos humanos de investigación. *Comisión nacional para la protección de los sujetos humanos de investigación biomédica y del comportamiento. Estados Unidos de América*



Las cinco investigaciones presentadas en el presente trabajo se acogen de manera estricta y minuciosa a una u otra declaración, y respetan los principios allí acogidos.

Concretamente:

Estudio 1: acogido al amparo de la Declaración de Helsinki (2013).

Estudio 2: acogido al amparo del Informe Belmont (2003).

Estudio 3: acogido al amparo del Informe Belmont (2003).

Estudio 4: acogido al amparo de la Declaración de Helsinki (2013).

Estudio 5: acogido al amparo de la Declaración de Helsinki (2013).

Al respecto, conviene mencionar que las cinco investigaciones realizadas se enmarcan dentro del respeto a la integridad personal, legal, civil y ética de las personas involucradas. La recogida de los datos se ha realizado por medio de imágenes públicas emitidas por televisión, que son de interés general y patrocinadas por diferentes entidades privadas. Por otro lado, las personas involucradas son personalidades públicas, con impacto social entre la población, y que desarrollan sus actividades en un marco legislativo de entretenimiento para la ciudadanía, como es el fútbol de alto nivel. Se analizan los conductas y competencias motoras durante su desempeño en campeonatos privados de reconocido interés para la población, como son las UEFA Euro y FIFA World Cup, ambos en su modalidad masculino y femenina.

## 4.3 ESTUDIOS

### 4.3.1 Estudio 1: *Application of multivariant decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick*

Maneiro, R., Casal, C. A., Ardá, A., y Losada, J. L. (2019). Application of multivariant decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PloS ONE*, 14(3), e0212549. doi.org/10.1371/journal.pone.0212549.

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0212549>



Title:

**Application of multivariate decision tree technique in high performance football: the female and male corner kick**

Short title:

**Multivariate analysis of corner kick**

Rubén Maneiro<sup>1\*</sup>, Claudio A. Casal<sup>2</sup>, Antonio Ardá<sup>3</sup>, José Luis Losada<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Science of Physical Activity and Sport, Pontifical University of Salamanca, Salamanca, Spain

<sup>2</sup>Department of Science of Physical Activity and Sport, Catholic University of Valencia, Valencia, “San Vicente Mártir”, Spain

<sup>3</sup>Department of Physical and Sport Education, University of A Coruña, A Coruña, Spain

<sup>4</sup>Department of Social Psychology and Quantitative Psychology, University of Barcelona, Barcelona, Spain

Correspondence author:

\*Rubén Maneiro

Email: [rmaneirodi@upsa.es](mailto:rmaneirodi@upsa.es)

Rubén Maneiro developed the project, collected the data, review the literature and wrote de manuscript. Claudio Casal and Antonio Ardá, review the literature and collected and analyzed the data. José Luis Losada was responsible performed analysis, the method section and revised the content critically. All authors approved the final, submitted version of the manuscript.

## Abstract

The use of multidimensional statistical technique based on decision trees is of recent application in sports science. In the case of football, this technique has not yet been sufficiently proven. The aim of the present study was to search for different success models for the corners in the FIFA World Cup 2014 and FIFA Women's World Cup 2015. For this, the statistical analysis focused on the search for classification models for the different criteria considered (shot, shot between the three posts and goal), based on the creation of different decision trees that allow the most important variables to be identified quickly and efficiently. For this, 1117 corners were collected between the two competitions, performed in 116 international matches. It has been possible to establish multivariate models for the "shot" and "shot between the three posts" criteria, allowing, in some cases, to quadruple the potential for offensive success. On the other hand, we have been able to identify significant differences in the male and female model of execution. These findings suggest the need to continue deepening the study of tactical behavior in women's soccer from a multivariate perspective, and also propose a better optimization of the management and training of this type of actions for both male and female football. In addition, it has allowed to test the decision tree statistical technique in the analysis of high performance football, with satisfactory results and of great relevance in the applied field.

**Keywords:** Elite football, performance analysis, corner kick, world championship, observational methodology, different gender.

## Introduction

Human science is more about destroying errors than about discovering truths. This quotation from the greek philosopher Socrates could well apply to football science. The human being has sometimes used interpretations rather than certainties to describe the phenomena's reality that occur in sport. Football has been a faithful witness of this maxim, where certain conjectures, which are far from the scientific method's strictness [1, 2], are presented with great arrogance. Only by invalidating erroneous paths, in favour of verified truths, will this lead to what we call truth.

It is necessary to validate or exclude approaches and constructs, diminishing the resignation of the apparently non-measurable game. Topics like "football is football" or "the state of form is not good" are increasingly distant thanks to the push of science and data. Thanks to researchers and their concern to know beyond the visible with the naked eye, today we can empirically affirm that in football there is no perfect game system [3]; that a decline in performance is not only explained by physical parameters [4], that ball possession is still in debate as a performance indicator [5, 6], and that not all players should train the same, but must attend to specific demarcations [7] and different motor skills [8, 9].

Football is composed of two distinct phases that give the game meaning and personality. The first is the dynamic phase [10], moderately studied in scientific literature and occurs when the ball is in play. The second is the static phase [11] or stationary action, where the game resumes after a regulatory break.

As for stationary actions, available results should still be taken with caution. The lack of consensus in scientific literature shows this. The few studies available to date have not yielded conclusive results, and on some occasions the methodological filter has not been effective. Carling et al. [12], Wallace et al. [13] or Yiannakos et al. [11] collect descriptive results, which, while providing valid and interesting results, hardly explain the complex reality of the actions studied. A common conclusion of these works relates these actions with a high goal flow, which does not correspond to results of comparative or explanatory work [14, 15]. On the other hand, regarding these actions in women's football, and despite the fact that scientific literature has been increasing in recent years [16 – 18] it is not possible to refer profound studies on this type of actions.

These actions are included in the rules and appear consistently in the game, in the form of fouls, penalties, serve, goal kicks and corner kicks, and represent a frequent casuistry during matches. In men's football, there are 110 such actions per game (one every 45 seconds), representing 97% of all interruptions, comprising 41% of the 90 minutes match [19].

These actions have certain advantages for the team in charge of executing them. Unlike the game's dynamic part, the player in charge of resuming the game in the stationary ball actions is in a stable situation, with a high contextual certainty, being the owner of the game's restart, and where rivals must respect a certain distance with the executor player, which gives him a temporary advantage, which in the game's dynamic context does not exist [20]. Time advantage is very important in soccer, where time and space reduction is a proven defensive attribute [21].

The corner kick is one of the actions that is more consistently repeated. The work of Sainz de Baranda et al. [15] has concluded that 10 corner kicks are executed per game, and that only 1 out of 4 are shot, data also corroborated by the works of [22], [12] and [23]. Other studies [14] gather that only 2.3% finish in goal and despite this low efficiency, 76% of them have been transcendental in the final result, giving valuable points to the teams. About the methods that teams use to execute these actions, there is a great lack of consensus among the scientific community. On the one hand, descriptive works such as Pulling, Robins & Rixon [24] and Schmicker [25] have found that direct sendings to the area in search of a quick completion are the best option, being the ratio between the number of corners and goals very low, with relative values close to 40:1. On the other hand, comparative or bivariate works [26], affirm that goal is barely achieved in 2.5% of these actions, finding a significant association between the goal and the coordinated dynamics between the attacking players. On the other hand, the studies Arda et al. [20] and Casal et al. [14], by means of different binary logistic regression analysis, have proposed execution models based on short sendings, with the intervention of 3-4 players and with constant space creation and occupation movements, as the best way to achieve a shot or a goal. In their work they have been able to demonstrate that, with this type of execution, goal probability would almost quadruple.

The low success percentage of these actions, in contrast to the high regularity with which corners are shown during football matches, indicates that we are facing actions of high complexity and entropy, where the high number of actions to coordinate between the

offensive players, drastically reduces the percentage of shot and goal. Therefore, and in view of the data presented, a thorough study, and with an effective analysis technique, is justified.

In the present work, a multivariate interaction analysis based on the creation of decision trees was carried out, with the aim of proposing different multivariate success models for the corner kick executed in women's and men's soccer. The use of decision trees in sports science is novel and has hardly been put to the test in the scientific study of football [27]. It is an efficient classification technique, based on the information collection, it allows to reduce the uncertainty or entropy, allowing to identify quickly and efficiently the most important variables that act as predictors. In addition, it is particularly well suited to the study of football, since its nature as a complex dynamic system [28, 29] requires an effective tool, capable of selecting and simplifying the complex interactions between players.

## **Method**

### **Design**

Observational methodology was applied, as it is most suitable due to its main characteristics of habitual context, spontaneity, and perceptivity [30], which are totally feasible in the sports field, and specifically in professional football.

This work is located in quadrant IV, and the observational design to which it is adjusted is nomothetic (plurality of units), intersessional (multiple sessions over time) and multidimensional (simultaneous and concurrent consideration of several response levels, reflected in the observation instrument), according to Anguera et al. [31] and Sánchez-Algarra et al. [32]

Systematic observation has been non-participant and active, and an 'all occurrences' observational sampling has been used [33, 34].

### **Participants**

In this study the sampling unit has been the corner kicks in high level football competitions, specifically 1117 corners were analysed in the 116 matches of the FIFA World Cup 2014 (n=64) and FIFA Women's World Cup 2015 (n=52). Inclusion criteria can be found in Casal et al. [14]. The sample of corners selection has considered the location of the matches (all matches are played in neutral field), as were studying the best selection teams worldwide.



## Instruments

An observation instrument proposed by Casal et al. [14] was used, consisting of a combination of field formats and categories systems, where the dimensions and categories that make up the instrument can be consulted (table 1).

Software used for the analysis is The R program, with the package “Classification and Regression Trees”. R package version 1.0-37. Data was collected and coded through LINCE software [35].

Table 1.

VARIABLES	
Time (T)	0-30' 31-60' 61'-90'
Laterality of corner (LS)	Right (D) Let (L)
No. of attackers	2-3 4-5 6 or more
Interaction context (COI)	Inferiority (IN) Equality (IG)
No. of defenders on the posts	0 1 2
Delivery of ball (EDF)	Direct (D) Indirect (I)
Path of ball (TB)	Ground (G) Air (A)
Type of marking (TD)	Individual (I) Zone (Z) Combined (C)
No. of intervening attackers	1-2 3-4
End zone of the corner kick	Neat post (NP) Far post (FP)
Offensive organization (MOO)	Static Dynamic
Match status (MS)	Winning (W) Drawing (D) Losing (L)

## Procedure

Matches were recorded from TV emitted images and were registered and analyzed post-event. Because the video recordings were public, confidentiality was not an issue and authorization was not required from the players observed or their representatives

Eight observational sessions were held for the observers training, following Losada & Manolov [34] criteria, applying the consensual agreement among observers criterion, so that recording only happened when agreement took place. The four selected observers had experience as soccer coaches, three of whom were PhDs in Sports Sciences and experts in observational methodology. Prior to the coding process, observers were trained for two weeks to become familiar with the observation instrument.

Data quality control was carried out by an interobserver agreement analysis using the Cohen's Kappa coefficient (1960) for each criterion, average value (or overall) being very good (.93) according to the Fleiss et al. [36] scale.

A multidimensional analysis based on decision trees was proposed, which is one of the most efficient supervised classification techniques. When dealing with non-parametric methods, it is not necessary to comply with any specific distribution, and after the creation of a tree, observations are grouped in the terminal nodes. To predict a new observation, the tree is traversed according to the value of its predictors until it reaches one of the terminal nodes. In the case of classification, the mode of the response variable is usually used as a prediction value, that is, the most frequent class of the node. In addition, it can be accompanied by the percentage of each class in the terminal node, which provides information on prediction confidence.

The decision trees technique appears in the 50s, within the information theory. The concepts and formal aspects were developed by Shannon [37] Decision trees can be used to generate expert systems, which use a joint probability distribution of a group of variables, to describe dependency relationships between them, and draw conclusions using probability theory formulas (Markov and Bayesian networks). They constitute an instrument of analysis that allows in principle to express graphically [38], and subsequently, under a mathematical schematization, the different paths, variables, causes and effects susceptible of materializing as a result of the actions derived by the participating individuals, that under conditions of uncertainty and risk, elements of a stochastic or random type converge in each phase.

The model used in this work is an algorithm for the reduction of dimensionality, with the intention of discovering patterns in which data are organized and then formulating predictions based on probabilities. It is a predictive model that can be used to represent regression models and classifiers. This decision tree technique is formed by graphical representations in the form of diagrams arranged in logical temporal sequences, with a perfectly branched structure, through which an attempt is made to represent a modeled form, of all the possible options of an action, linked to their respective occurrence probabilities. This model facilitates decision making, especially when there are multiple chains of options.

The tree building process tends to reduce training error quickly, that is, the model adjusts very well to the observations used as training. Therefore, *overfitting* is generated that reduces its predictive capacity when applied to new data. The reason for this behavior lies in the ease with which trees branch out by acquiring complex structures. In fact, if the divisions are not limited, every tree ends up adjusting perfectly to the training observations creating a terminal node by observation. There are two strategies to prevent the problem of tree *overfitting*: limiting the size of the tree and the *pruning* process.

The final size that a tree acquires can be controlled by stop rules that stop the division of the nodes depending on whether certain conditions are met or not. The pruning process consists of generating large trees, without stopping conditions beyond those required by computational limitations, and then pruning them, maintaining only the robust structure that achieves low error and reduces the variance of the model.

In this study, different criteria were constructed: Criterion 1: "shot", Criterion 2: "shot between posts" and Criterion 3: "goal" in the FWWC2015 and FWC 2014 competitions with the objective of building decision trees, which depending on a variable set predict the values of the criteria.

In the creation of the decision trees, 20 variables were used without including the three criteria and the type of competition, with a total of 1035 observations between the two competitions. Once the observations were classified according to competition, 587 observations were obtained for the men's world cup and 448 for the women's world cup. Each of these groups is divided into two sets, one with 70% of observations (training set), and the second with the remaining 30% (test set) to apply the cross-validation technique and get a better model, avoiding *overfitting*.

With all three criteria and working with the training set all variables were taken and the models for the FWC2014 and FWWC2015 were raised using decision trees that were pruned to obtain the most optimal, without variables that do not provide information.

## Results

### Criterion 1 FIFA Male World Cup 2014

Using the "test" set and once the model is optimized, the tree starts with the "shot" root node where it is observed that the category with the highest probability is the "no shot" (2) with a probability of 0.72 while the "shot" (1) has a probability of 0.28. The algorithm includes the variable "intervention" with the value 2 ( $\geq 1.5$ ) that corresponds to the category "3-4 players". In the case that this category doesn't happen (reference "1-2 players") the probability of "shot" (2) is 0.2 and that of "no shot" is 0.8. If the category is given (3-4 players) the probability of "shot" (1) is 0.86, while the probability of "no shot" is 0.14. Both nodes are terminals, and the most interesting one is the "shot" branch (Fig 1).

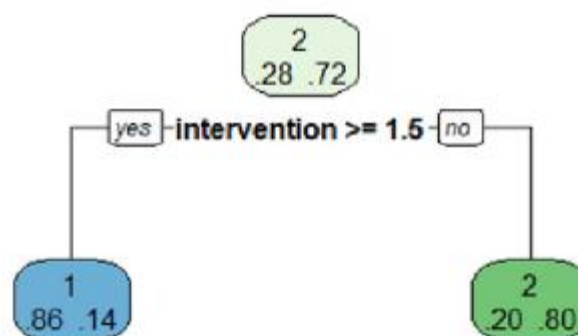


Fig 1. Criterion1 world male shows test

This model can be evaluated in prediction terms (Table 2), so it is verified that it has predicted that there is "shot" a total of 55 times when there really have been, and 25 times when there really have not been. The model classifies the "no shot" in 135 times when really there is "shot", and 409 times that "no shot" when there really has not been a shot.

Table 2.

Pred. \ Obs.	Shot	No shot
Shot	55	25
No shot	135	409

Finally, the effectiveness of the model is evaluated, adding all the successes and dividing by the number of predictions, obtaining a 74.36% effectiveness of successes.

## Criterion 1 FIFA Women's World Cup 2015

Following the first criterion "shot" and working with the "test" set taking all the variables a model is proposed for the women's world competition with an optimized decision tree.

The optimized decision tree is presented using the "test" set. It is observed that the probability of "no shot" is the most usual with a 0.73 while the "shot" is 0.27. The intervention variable is introduced with the category 3-4 players. In the case that this category is not given, the probability of "no shot" is 0.78 while the probability of "shot" is 0.22. If category presence is affirmative there is a 0.62 probability of "shot" versus 0.38 of "no shot". Next variable introduced by the algorithm is "Time" in the category "0-30" and in this case the probability of "shot" is 0.81 while the probability of "no shot" is 0.19. This node would be terminal. For the categories "31-60" and "61-90" the probability of "shot" is 0.55 and "no shot" 0.45. Following this branch the algorithm includes the variable "No. Of Defenders On The Post" in the category "2 players" ( $\geq 1,5$ ) with a "shot" probability of 0.45 and a "no shot" probability of 0.55. And in the case of having the category "1 player" the "shot" probability is 0.62 and "no shot" probability of 0.38, configuring two terminal nodes. Finally, the variable "Zone To Which Pass Is Made" is included in its "far post" category, in this case, the probability of "shot" is 0.67 compared to 0.33 of "no shot". In the case that the "near post" category is not given, the probability of "shot" is 0.35 and "no shot" is 0.65. These last two nodes are terminals.

From this tree we are interested in the branch whose terminal node is the realization of the "shot". Starting from a probability of 0.27, with an intervention of 3-4 players, combined with a "far post" shooting zone and a N°. of Defenders On The Post with 1 player, where the probability of "shot" is increased to 0.67 (Fig 2).

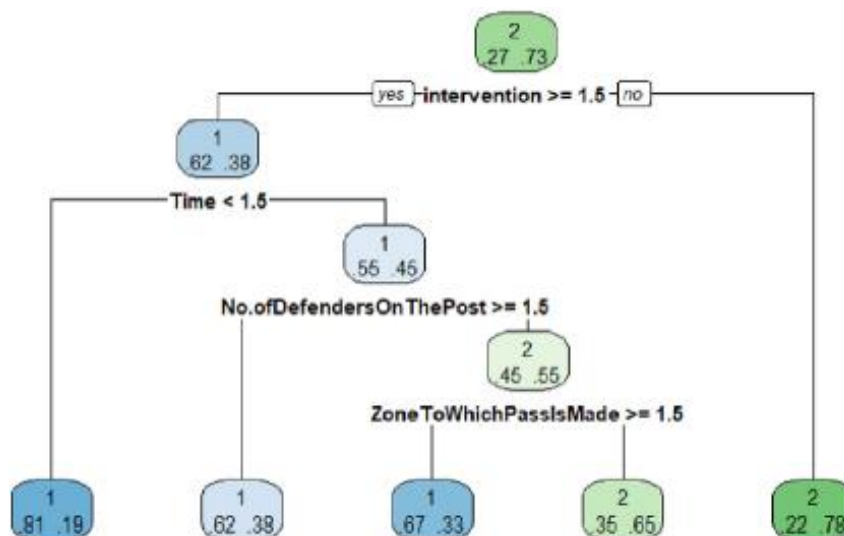


Fig 2. Criterion1 world female shows test

In prediction terms, the model predicts 50 “shots” and 50 “shots” have been observed. However, he predicts 22 “shots” when they have really been “no shot”. As for the “no shots”, model predicts 140 when they have really been “shots” and predicts 412 “no shots” when they have really been 412 “no shots” (Table 3).

Table 3.

Pred. \ Obs.	Shot	No Shot
Shot	50	22
No Shot	140	412

The effectiveness evaluation of the model, is of 74.03% successes.

## Criterion 2 FIFA Male World Cup 2014

Tree starts with the “shot between posts” root node, with a probability of 0.14, while the probability of not happening is 0.86.

The next variable included in the tree is the "intervention" with the category 3-4 players, in the case of not intervening 3-4 players, that is, intervention of 1-2 players the probability of "no shooting between posts" is 0.90, and the probability of "shooting between posts" is 0.10, terminal node. In the case of a 3-4 players ( $\geq 1.5$ ) intervention the probability of "shot between posts" is 0.38, while that of "no shot between posts" is 0.62.

Third node is formed by the variable "Shooting Area", which has two categories: "near post" (1), and "far post" (2). The algorithm selects the "near post" option, which has a "no shot between posts" 0.78 probability versus a probability of 0.22 in "shot between posts", terminal node. For the "far post" option the probability of "shot between posts" increases to 0.52 while the "no shot between posts" decreases to 0.48.

Last variable included in the tree is "No. of Defenders On The Post", this variable has three categories 1 player (1), 2 players (2) and no players (3), selecting the 1 player ( $\leq 1.5$ ) category, the probability of "shot between posts", is 0.64 and the probability of "no shot between posts" is 0.36. In the case of two or no players, the probability of "shot between posts" is 0.42 and "no shot between posts" is 0.58. Being these last two terminal nodes (Fig 3).

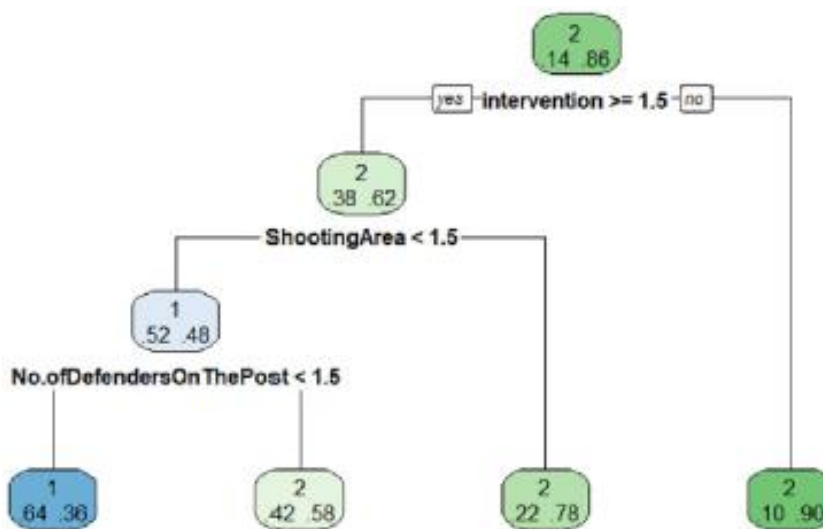


Fig 3. Criterion2 world male shows test

From this tree we are interested in the branch whose terminal node is the realization of the "shot between posts". Starting from a probability of "shot between posts" of 0.14, with an intervention of 3-4 players, combined with a shooting area "far post" and a N°. of

Defenders On The Post with 1 player, where the probability of "shot between posts" is increased to 0.64 (Fig 3).

The model predicts 14 "shots between posts" when 14 have actually been observed. Predicts 8 "shots between posts", when they have really been "no shots between posts". As for the "no shot between posts" the model predicts 75 that have actually been "shot between posts", and predicts 527 that they have been "no shot between posts" (Table 4).

Table 4.

Pred. \ Obs.	Shot between	No shot between
Shot between posts	14	8
No shot between	75	527

The effectiveness evaluation of the model, is of 86.70% successes.

## Criterion 2 FIFA Women's World Cup 2015

In female competition, the root node has a probability of "shot between posts" of 0.12 and "no shot between posts" of 0.88. The second node is represented by the variable "intervention" with 3-4 players ( $> = 1.5$ ). In the event that the "intervention" is not 3-4 players, therefore, is 1-2 players, the probability of "shot between posts" is 0.09, while the "no shot between posts" is 0.91. This node is terminal. And in the case that it is "intervention" with 3-4 players, the probability of "shot between posts" is 0.33 and "no shot between posts" of 0.67.

The third level is formed by the variable "Shooting Area" and the category "near post" as reference, where the probability of "no shot between posts" is 0.55 and that of "shot between posts" of 0.45. In the case of applying the "far post" category, the probability of "no shot between posts" is 0.76, while that of "shot between posts" is 0.24. It is also a terminal node. The next variable included by the algorithm is "Delivery Of The Ball", which has two categories "Direct" (1) and "InDirect" (2), taking as reference the "Direct" category. In the case of "InDirect" the probability of "shot between posts" is 0.31 and "no shot between posts" is 0.69, being a terminal node. For the "Direct" category, the



probability of "shot between posts" is 0.54 and "no shot between posts" is 0.46. In this branch of the category "Direct" the variable "Time" is included, which has three categories "0-30" (1), "31-60" (2) and "61-90" (3), and the algorithm takes as criteria the categories "0-30" and "31-60", where the probability of "shot between posts" is 0.65 and that of "no shot between posts" is 0.35.

For the case of the "61-90" category, the probability of "shot between posts" is 0.33, and for "no shot between posts" is 0.67. These last two nodes are terminal (Fig 4).

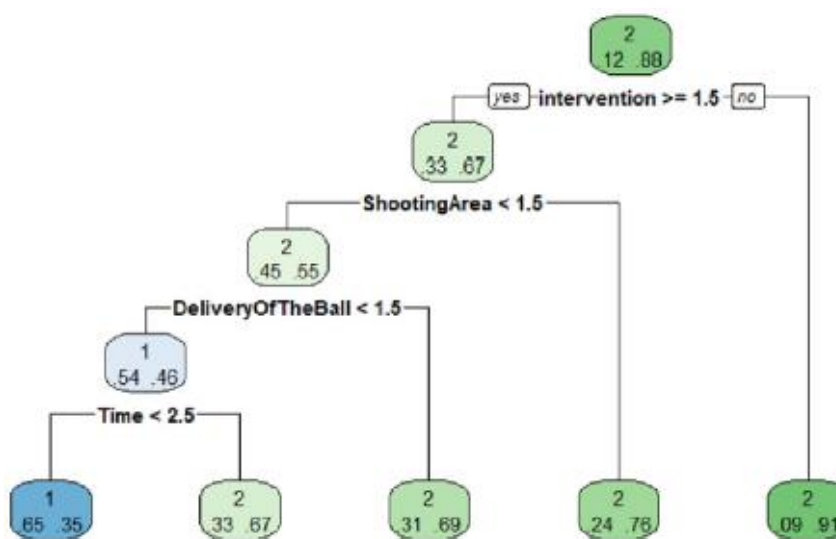


Fig 4. Criterion2 world female shows test

The most effective model will be one that is executed with the intervention of 3-4 players, the shooting area being near post, delivery of the ball being direct and executed in the first 60 minutes of the match.

The model predicts 1 "shot between posts" when there really is 1 "shot between posts", and predicts 4 "shots between posts" when they really are "no shot between posts". Predicts "no shot between posts" on 37 occasions when they really are "shots between posts". And predicts 272 "no shot between posts" when they really are not (Table 5).

Table 5.

Pred. \ Obs.	Shot between	No shot between
Shot between	1	4
No shot between	37	272

The effectiveness evaluation of the model, is of 87.90% successes.

### Criterion 3 FIFA Male World Cup 2014

For criterion 3 "goal" in masculine competition, the basic case of a tree with a single node is obtained. Logically this node is both root and leaf of the tree. The probability of achieving a "goal" is 0.04 and of "no goal", it is 0.96 (Fig 5).

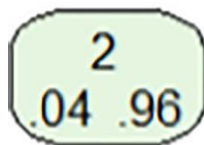


Fig 5. Criterion3 world male shows test

The model predicts 26 "no goals" when they are really "goals", and 598 "no goals" when they really are not (Table 6).

Table 6.

Pred. \ Obs.	Goal	No Goal
Goal	0	0
No Goal	26	598

The effectiveness evaluation of the model, is of 95.83% successes.

### Criterion 3 FIFA Women's World Cup 2015

In women's competition, the probability of getting a "goal" is 0.4 and "no goal" is 0.96 (Fig 6).

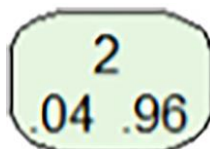


Fig 6. Criterion3 world female shows test

The model predicts "no goal" 26 times when it really is "goal" and 695 times "no goal" when it really is "no goal" (Table 7).

Table 7.

Pred. \ Obs.	Goal	No Goal
Goal	0	0
No Goal	26	695

The effectiveness evaluation of the model, is of 96.40% successes.

## Discussion

The main objective of the present study was to know the possible gender differences in one of the more regularly presented static ball actions during matches, such as corner kicks. To do this, the statistical analysis focused on the search of a classification model based on the creation of a decision tree that provides validation tools for exploratory and confirmatory classification analysis, assigning an adequate measurement level to all of the analysis variables. It presents a solution to prediction, classification and segmentation problems, as well as creating a classification model based on flowcharts.

Data analysis started with a decision tree where all variables were treated as nominal, and each node contained a frequency table that showed the number of cases (frequencies and percentages) for each category of the variable explained. The *Chi-square automatic interaction detector* (CHAID) was used as a growth method, consisting of a statistical and multidirectional tree algorithm that explores data quickly and efficiently, and creates segments and profiles with respect to the desired result. In addition, it allows the automatic detection of interactions through Chi-square. In each step, CHAID chooses the predictor variable that presents the strongest interaction with the variable explained. Categories of each predictor merge if they are not significantly different from the predictive variable.

Regarding criterion 1 (shot), the available results show that for both FIFA World Cup variables that behave as efficiency modulators are found. Specifically, the variable that presents the greatest information gain for both championships is "Number of players that intervene on the ball". Specifically, when teams use the association by means of 3-4 players in corner execution, the probability of shot amounts to more than 8 out of 10 corners, which would almost quadruple the probability of shooting in male soccer. On the

other hand, as far as women's football is concerned, the intervention of 3-4 players would allow duplicating shooting options in the absence of a model (Fig 2). These data corroborate the works of a multivariate nature described to date [14,20] for men's football, and provide the first data of a multivariate nature for women's football. In addition, corner kicks executed in FWWC2015 presents more variables that modulate the shot and that present information gain. Specifically, when the corner kick is played in the first 30 minutes (0-30 '), and always respecting the intervention of up to 4 players, shot probability would rise to 81%. One of the possible reasons for the high shot probability with these predictor variables may lie in the lack of concentration in the first minutes of the match and the surprise capacity that an execution presents with the intervention of several different players. In this regard, literature shows that in more than 8 out of 10 corners, only 1 or 2 players intervene [12,39], so the interaction between players, proposing a creative attack construction and through association and interaction maneuvers, are fundamental aspects when it comes to reaching a shot.

Finally, the algorithm has also detected information gain with respect to the number of players that defending teams place at the goal posts base to avoid the success of the rival team. This way, when a player who defends the non-observed team is located in this zone with the objective of increasing defensive success, the observed team shot probability is 61%. This data confirms that quality is more important than the number of defenders in achieving defensive success. The main reason for the ineffectiveness of defending with players in these zones is that the most important rule in football, the offside, is eliminated. This way, the attacking team always has a positional and tactical advantage over the defending team, since the option of being in an unregulated position is eliminated.

At the applied level, although in both FIFA World Cup is possible to predict the strength of certain variables as shot predictors, and thus establish tips and tactical alternatives to soccer coaches, the available results allow to think that it is in the FWWC2015 where the algorithm allows to identify more shot modulators and reduce the associated entropy. This will allow to increase and enrich the team's shot potential when they face these situations.

With regard to the criterion "shot between the three posts", it is possible to verify the corners reduced effectiveness again. The discreet data for both FWC (14% in the case

of men's football and 12% in the case of women's football) show the great complexity that this objective presents, since in practically 9 out of 10 corners teams can not shoot at goal. It is important to highlight some of the possible evidence that sustain this low efficiency on the part of the executing team, and that show the great entropy that these actions present: execute the corner kick with the precise power and direction; correct timing between the server and the auctioneer; precise organization between the attacking players to avoid losing the ball; approach race, trajectory calculation and shot of the attacker avoiding the obstacles that the defending team may present (type of defense, types of markings, aids ...). On the other hand, and as in the shot criterion, the variable that best predicts the shot to goal in both men and women championships is the "number of players that intervene on the ball" (3-4 players) . In the case of FWC2014, the variable "shot zone on the 2nd pole" is added as well as the predictive variable "1 defender on the posts", thus increasing the shot probability at 64%. Taking into account the probability of shooting in the absence of a model (14%), based on the information gain the proposed model would quadruple the shooting probabilities among the three posts. These results would allow to corroborate previous works of descriptive [12] and explanatory [20] nature.

As regards FWWC2015, the integrative model capable of explaining and/or predicting the shot between the three posts differs significantly from the male algorithm. In particular, when the corner kick is executed in the first 60 minutes of the game, with the intervention of 3-4 players, the sending is to the first post and is done as a direct sending, the probability of shooting would be five times greater (12% - 65%).

This execution model is the one that presents the lowest degree of entropy among the variables considered, and is the one that best fits the final goal of reaching a shot between the three posts. Although the scarcity of multivariate work in women's football does not allow us to compare the results obtained, if we consider in isolation each variable that has been established as a predictor, it is possible to describe clear differences in comparison to men's soccer. Specifically, as regards the moment of the shot, scientific literature in men's football shows that the last third of the game is suitable [40], as opposed to the first 60 minutes as the model presented evaluated. Regarding the shot area, the scientific debate continues, as there is still no consensus regarding optimal shot zone [12,20,26,41,42].

As for criterion 3 (goal), due to its restrictive nature and high entropy, it is not possible to refer predictive models for either of the male and female championships. The low number of goals that characterizes soccer, where a clear supremacy of the defense over the attack exists (1% of the attacks culminates with obtaining a goal [43]), makes it difficult to create predictive models that describe the goal. However, from a researcher perspective, the description of the offensive process and the effectiveness evaluation based on the goals obtained, hardly allows a very limited understanding of its dynamics and team production. Specifically, for the corner kick, criterion 1 (shot) and criterion 2 (shot between the three posts) can be erected as indicators of optimal offensive performance in the success of these actions, because although they are actions that do not cause to obtain a goal immediately, they are capable of inducing a break in the attack/defense balance, creating situations of imminent danger for the opposing team [44].

## **Conclusions**

The aim of the present study was to propose different success models in corner execution for the FIFA World Cup 2014 and the FIFA Women's World Cup 2015 based on three different criteria: shot, shot between the three posts and goal. The available results have allowed to propose different tactical alternatives for the shot and shot between posts criteria for both championships, and they have also allowed to cement the first results of a multivariate nature in the study of the corner kick in women's soccer. In addition, the present work also highlights the alternative analysis technique based on decision trees, as an alternative to the study of complex dynamic systems such as football. The statistical method based on the creation of decision trees encompasses a set of nonparametric supervised techniques that manage to segment the space of the predictors in simple regions, where it is easier to manage interactions.

## **Practical applications and future proposals**

Coaches can use these findings to manipulate training tasks related to the management and success of these type of actions, thus increasing the potential for success. On one hand, women team coaches can have new and novel tactical alternatives. On the other hand, know the variables that are conditioning a shot or a goal in corners, will also

allow to propose new defensive alternatives to the teams, having information that allows opting for novel defensive mechanisms. Finally, it would be interesting for future research to consider other types of competitions, such as regular championships.

## Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the support of two Spanish government projects (Ministerio de Economía y Competitividad): 1) La actividad física y el deporte como potenciadores del estilo de vida saludable: Evaluación del comportamiento deportivo desde metodologías no intrusivas [Grant number DEP2015-66069-P, MINECO/FEDER, UE]; 2) Avances metodológicos y tecnológicos en el estudio observacional del comportamiento deportivo [PSI2015-71947-REDP, MINECO/FEDER, UE]. In addition, the authors thank the support of the Generalitat de Catalunya Research Group, GRUP DE RECERCA I INNOVACIÓ EN DISSENY (GRID). Tecnologia i aplicació multimedia i digital als dissenys observacionals [Grant number 2014 SGR 971], and the support of Generalitat Valenciana project: *Análisis observacional de la acción de juego en el fútbol de élite* (Conselleria d'Educació, investigació, cultura i esport) during the period: 2017-2019 [Grand number GV2017/044].

## References

1. Harris S, Reilly T. Space, teamwork and attacking success in soccer. In: T Reilly, A Lees, K Davis, WJ Murphy, editors. *Science and Football I*. (pp. 322-328). London: E and F.N. Spon; 1988. 322-328.
2. Grant A, Williams M, Reilly T, Borrie T. Analysis of the goals scored in the 1998 World Cup. *J Sport Sci*. 1999; 17(10): 826-827.
3. Carling C. Influence of opposition team formation in physical and skill-related performance in a professional soccer team. *Eur J Sport Sci*. 2011; 11(3): 155-164.
4. Lago C, Casáis L, Domínguez E, Sampaio J. The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *Eur J Sport Sci*. 2010; 10(2): 103-109.
5. Bradley S, Lago-Peñas C, Rey E, Gómez A. The effect of high and low percentage ball possession on physical and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *J Sport Sci*. 2013; 31(12): 1261-1270.
6. Casal C, Maneiro R, Losada J, Ardá T, Marí F. Possession zone as a performance indicator in football. The game of the best teams. *Front Psychol*. 2017; 8: 1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176.

7. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Montero C, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med.* 2007; 28(03): 222-227.
8. Castañer M, Barreira D, Camerino O, Anguera T, Fernandes T, Hilenó R. Mastery in goal scoring, T-pattern detection and polar coordinate analysis of motor skills used by Lionel Messi and Cristiano Ronaldo. *Front Psychol.* 2017; 8:741. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00741.
9. Duch J, Waitzman S, Amaral L. Quantifying the Performance of Individual Players in a Team Activity. *PloS ONE.* 2010; 5(6): 1-7.
10. McGarry T, Anderson D, Wallace S, Hughes M, Franks I. Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J Sports Sci.* 2002; 20(10): 771-781.
11. Yiannakos A, Armatas V. Evaluation of the goal scoring patterns in European Championship in Portugal 2004. *Int J Perform Anal Sport.* 2006; 6(1): 178-188.
12. Carling C, Williams M, Reilly T. *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance.* Abingdon, UK: Routledge; 2005.
13. Wallace J, Norton K. Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *J Sci Med Sport.* 2014; 17(2): 223-228.
14. Casal C, Maneiro R, Ardá T, Losada J, Rial A. Analysis of Corner Kick Success in Elite Football. *Int J Perform Anal Sport.* 2015; 15: 430-451.
15. Sainz de Baranda P, López-Riquelme D. Analysis of corner kicks in relation to match status in the 2006 World Cup. *Eur J Sport Sci.* 2012; 12(2): 121-129.
16. Kjær, J, Agergaard S. Understanding women's professional soccer: the case of Denmark and Sweden. *Soccer Society.* 2013; 14(6): 816-833.
17. Mara J, Wheeler K, Lyons K. Attacking Strategies That Lead to Goal Scoring Opportunities in High Level Women's Football. In *J Sports Sci Coach.* 2012; 7(3): 565-577.
18. Östenberg A, Roos H. Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scand J Med Sci Sports.* 2000; 10(5): 279-285.
19. Maneiro R. (2014). Analysis of set plays in high performance soccer: corner kick and indirect free kick. An attempt to identify explanatory variables. Thesis,



- University of A Coruña. 2014. Available from: <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/12426>
20. Ardá T, Maneiro R, Rial A, Losada J, Casal C. Análisis de la eficacia de los saques de esquina en la copa del mundo de fútbol 2010. Un intento de identificación de variables explicativas. *J Sport Psychol.* 2014; 23(1): 165-172.
  21. Pan S, Huang H, Ding J, Zhang W, Tomlin C. Pursuit, evasion and defense in the plane. In *American Control Conference (ACC)*. 2012: 4167-4173.
  22. Acar MF, Yapicioglu B, Arikan N, Yalcin S, Ates N, Ergun M. Analysis of goals scored in the 2006 world cup. In T Reilly, F Korkusuz, editors. *Science and football VI*. London: Routledge; 2009. pp. 233-242.
  23. Siegle M, Lames M. Games interruptions in elite soccer. *J Sports Sci.* 2012; 30(7): 619-624.
  24. Pulling C, Robins M, Rixon T. Defending Corner Kicks: Analysis from the English Premier League. *Int J Perform Anal Sport.* 2013;13(1): 135-148.
  25. Schmicker H. An Application of SaTScan to Evaluate the Spatial Distribution of Corner Kick Goals in Major League Soccer. *Int JComput Sci Sport.* 2013;12(2): 70-79.
  26. Maneiro R, Ardá T, Rial A, Losada JL, Casal CA, López-García S. Análisis descriptivo y comparativo de los saques de esquina. *UEFA Euro 2012. Rev And Med Dep.* 2017; 10(3): 95-99.
  27. Casal CA, Losada JL, Maneiro R, Ardá T. Influencia táctica del resultado parcial en los saques de esquina en fútbol / Influence of Match Status on Corner Kick in Elite Soccer. *Rev Int Med Cien Act Física Dep.* 2017; 17(68): 715-728.
  28. Silva P, Vilar L, Davids K, Araújo D, Garganta J. Sports teams as complex adaptive systems: manipulating player numbers shapes behaviours during football small-sided games. *SpringerPlus.* 2016; 5(1): 191.
  29. Balagué N, Torrents C, Hristovski R, Kelso J. (2017). Sport science integration: An evolutionary synthesis. *Eur J Sport Sci.* 2017; 17(1): 51-62.
  30. Anguera MT. Observational Typology. *Qual Quant.* 1979; 13(6): 449-484.
  31. Anguera MT, Blanco-Villaseñor A, Losada JL. Observational designs, key issue in the process of observational methodology. *Methods Behav Sci.* 2001; 3(2): 135-161.

32. Sánchez-Algarra P, Anguera MT. Qualitative/quantitative integration in the inductive observational study of interactive behaviour: Impact of recording and coding predominating perspectives. *Qual Quant*. 2013; 47(2): 1237-1257.
33. Manolov R, Losada, JL. Simulation theory applied to direct systematic observation. *Front Psycho*. 2017;8: 905. doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00905.
34. Losada JL, Manolov R. The process of basic training, applied training, maintaining the performance of an observer. *Qual Quant*. 2015; 49(1): 339-347.
35. Gabin B, Camerino O, Anguera, MT, Castañer M. Lince: Multiplatform sport analysis software. *Procedia Soc Behav Sci*. 2012; 46: 4692-4694.
36. Fleiss JL, Levin B, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley y Sons; 2003.
37. Shannon, CE. *A Mathematical Theory of Communication*. *Bell System Technical Journal*. 1948; 27 (4), 623–65.
38. Quinlan, JR. *Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann: San Francisco; 1993
39. Pulling C. Long corner kicks in the English Premier League: Deliveries into the goal area and critical area. *Kinesiol*. 2015; 47(2): 193 – 201.
40. Armatas V, Yiannakos A, Sileloglou P. Relationship between time and goal scoring in soccer games: Analysis of three Worlds Cups. *Int J Perform Anal Sport*. 2007; 7(2), 48-58.
41. Page R, Robins M. A corner kick analysis of a League One professional football team. *Int J Perform Anal Sport*. 2012; 12(3), 793.
42. Maneiro R. y Amatria M. Polar coordinate analysis of relationships with teammates, areas of the pitch, and dynamic play in soccer: a study of Xabi Alonso. *Front. Psychol*. 2018; 9:389. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00389.
43. Garganta J. *Modelação táctica do jogo de futebol. Estudo da Organização da Fase Ofensiva em Equipas de Alto Rendimento [The Study of the Organization of the Offensive Phase in Elite Soccer Teams]*. Thesis, University of Porto. 1997.
44. Peñas C, Fraga F, Graña M, Codesido, J. Evaluación de las acciones ofensivas en el fútbol de rendimiento mediante indicadores de éxito en diseños diacrónicos intensivos retrospectivos. *Apunts*. 2003; 2(72): 96-102.



### **4.3.2 Estudio 2: *Dynamics of Xavi Hernández's game: A vectorial study through polar coordinate analysis***

Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(3), 389-401. doi: 10.1177/1754337119830472

<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1754337119830472>



## Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis

### Abstract

The evolution of soccer over the past 30 years has brought about a faster pace of play and more demanding player dynamics that have led to a paradigm shift in how the game is analyzed. Classic, purely descriptive studies of midfielder performance paint a disjointed picture that is far from the reality of the complex network of relationships and interactions that mark modern-day soccer. The aim of this study was to investigate the relationships established by Xavier "Xavi" Hernández, captain of FC Barcelona and a member of the Spanish national team for many years, during his participation in the final stages of the 2012 UEFA European Football Championship. The authors studied Xavi's relationship with other players on the pitch, the areas in which his interventions started and ended, his use of technical-tactical skills, and his involvement in set plays. A modified version of a purpose-designed observation instrument was used within an observational methodology study. The data were analyzed by polar coordinate analysis, which is a powerful data-reduction technique that reveals significant prospective and retrospective relationships between a focal behavior (Xavi) and other behaviors of interest. The results show that Xavi presents a mutual activation with behaviors from J6 (Iniesta) and J21 (Silva) and significant relationships in attack set-up zones. He is also the most important player in set piece situations, when he uses technical behaviors of control and passing. Studies on tactical performance should analyze all inputs of play and focus on a deep, layered analysis of results to facilitate the work of soccer coaches and educators.

**Keywords:** soccer, performance analysis, polar coordinates, case study, observational methodology

### INTRODUCTION

Given the complex nature of soccer<sup>1</sup>, the scientific community has largely analyzed performance by applying heuristic techniques that break the game down into measurable units. The analysis of specific performance indicators<sup>2,3,4</sup>, such as goal scoring opportunities<sup>5</sup>, ball possession<sup>6,7</sup>, set play<sup>8,9</sup>, and situational<sup>10</sup> play, have helped to achieve a

greater understanding of the dynamics of soccer. Soccer players need to master technical and cognitive-motor skills<sup>11,12,13</sup>, create opportunities that ultimately result in more shots at goal<sup>14</sup>, and continue to exhibit technical and tactical prowess, even in situations of fatigue<sup>15</sup> and limited space<sup>16</sup>.

Player interaction is also a basic component of soccer.<sup>17</sup> The ability to execute effective and efficient patterns of play through a combination of cognitive, perceptual, and motor skills is one of the most important aspects of soccer performance<sup>11</sup>. Measuring and assessing entropy in relationships between players will add significance to quantitative data, generally presented alone<sup>14,18</sup>, and without taking into account on-the-ball play<sup>19</sup>. Contextualizing player movements on the field and levels of activation<sup>20</sup>, modeling tactical behaviors<sup>21, 22</sup>, and player coordination<sup>23,24</sup>, have led to important progress in understanding the intrinsic complexity of soccer.

However, while reductionist research techniques can help to understand technical or situational aspects of play, they do not provide deep insights into tactical performance. In soccer, the whole is greater than the sum of its parts<sup>3, 7</sup>, and it is therefore necessary to gain a deeper, more sophisticated understanding of what occurs in match situations. For this to be possible, it is necessary to advance beyond superficial, quantifiable methods<sup>21, 25</sup>. The emergence of software applications based on global positioning systems<sup>22</sup> and powerful analytical techniques, such as polar coordinate analysis<sup>26</sup>, has equipped researchers with the means to describe, estimate, and evaluate relationships and interactions that occur during soccer<sup>20,21,27</sup>.

Player relationships are very much influenced by individual performance and functions, as well as and interactions with other players<sup>27</sup>. Players' roles vary greatly from one position to the next, as do the indicators used to analyze performance. Whereas shots at goal and goals scored are key performance indicators for strikers such as Lionel Messi and Cristiano Ronaldo<sup>12,13</sup>, very different indicators are used to analyze the performance of midfield playmakers<sup>28, 29,30,31,32</sup>, such as Xavier "Xavi" Hernández<sup>33</sup>. For many years, Xavi was considered to be one of the best soccer players in the world. He won the International Federation of Football History & Statistics World's Best Playmaker award for four years running from 2008-2012. As a long-standing member of the Spanish national team, he had an important role in the team's victory in the FIFA 2010 World Cup and the 2008 and 2012 UEFA European Championships<sup>33</sup>. Gaining qualitative insights into his interactions with other players, his use of space, and his influence on collective play could help to

evaluate his true performance within the Spanish national team. None of these aspects, however, have been studied through an objective lens, nor from the perspective of interactions between players or spontaneous interaction<sup>32,33,34</sup>. The aims of this study were to analyze the relationships that Xavi forms with other members of his team and investigate his use of space, technical skills, and tactics.

## **METHOD**

### **Design**

The authors performed an observational methodology study<sup>35</sup>, as observational designs have proven to be one of the most suitable research methods for studying spontaneous interactions between athletes<sup>36,37,38,39</sup>.

The specific observational design employed was P/M/I<sup>39</sup>, which stands for Point (intrasessional follow-up), Multidimensional (analysis of multiple dimensions from the observation instrument), and Idiographic (focus on a single player). The observation of play was scientifically rigorous because the events were fully perceivable and the observers had a non-participatory role.

### **Participants**

The observation sample was a convenience sample<sup>36</sup> formed by the actions and behaviors of Xavi during his participation as a member of the Spanish national football team in the 2012 UEFA European Championship. 6861 multi-events have been encoded. The football matches analyzed include matches between Spain-Italy, Spain-Republic of Ireland, Spain-Croatia, Spain-France, Spain-Portugal and Spain-Italy

As such, the study can be considered a case study<sup>12,13,32,40</sup>. The use of intensive case studies has been attracting increasing attention in scientific literature given their informative potential within mixed-methods studies such as this one<sup>41,42</sup>.

### **Observation instrument**

The observational instrument proposed by Maneiro & Amatria<sup>32</sup> (Table 1) was used, proposing behavior J8 (Xavi Hernández) as focal behavior. The division pitch has also been used as shown in Figs. 1 and 2 as proposed by the authors<sup>32,43</sup>.



Table 1. Observational instrument

No.	Dimension	Categories: codes and brief description
1	Ball possession	PO) possession of ball by team being observed; PC) possession of ball by rival team; Inob) unobservable
2	Player	J0 (unidentified player), J1 (Iker Casillas), J2 (Raúl Albiol), J3 (Gerard Piqué), J4 (Javi Martinez), J5 (Juanfran), J6 (Iniesta), J7 (Pedro), J9 (Fernando Torres), J10 (Cesc Fàbregas), J11 (Álvaro Negredo), J12 (Víctor Valdés), J13 (Juan Mata), J14 (Xabi Alonso), J15 (Sergio Ramos), J16 (Busquets), J17 (Arbeloa), J18 (Jordi Alba), J19 (Fernando Llorente), J20 (Cazorla), J21 (David Silva), J22 (Jesús Navas), and J23 (Reina) — and rival players (JR)
3	Move initiation zone	ZI10, ZI20, ZI30, ZI40-safety sector; ZI50, ZI60, ZI70, ZI80-creation sector in own half; ZI51, ZI61, ZI71, ZI81-creation sector in rival's half; ZI90, ZI100, ZI110, ZI120, ZI130-definition sector
4	Move conclusion zone	ZF10, ZF20, ZF30, ZF40-security sector; ZF50, ZF60, ZF70, ZF80-own creation sector half; ZF51, ZF61, ZF71, ZF81-opponent creation sector half; ZF90, ZF100, ZF110, ZF120, ZF130-finishing sector
5	Contact with ball	C1) single contact with ball and regulatory throw-in/kick-in; C12) attempt to control the ball with two or more touches resulting in loss of ball; C2) control of ball (including catching of ball by goalkeeper) followed by a shot - regardless of whether the ball reaches a team member or is recovered by an opponent; C23) control of ball, followed by dribbling, and loss of ball; C24) control of ball, followed by dribbling, attempt to go around one or more opponents, and loss of ball; C3) control of ball, followed by dribbling and shot - regardless of whether the ball reaches a team member or is recovered by an opponent; C4) control of ball, passing of one or more opponents, and shot - regardless of whether the ball reaches a team member or is recovered by an opponent; C5) header
6	Game stoppages	GTO (goal by team being observed), GATO (goal against team being observed), FKTO (free kick for team being observed), OTTO (offside for team being observed), TITO (throw-in for team being observed), CKTO (corner kick for team being observed), GKTO (goal kick for team being observed), FKATO (free kick against team being observed), OATO (offside against team being observed), TIATO (throw-in against team being observed), CKATO (corner kick against team being observed), GKATO (goal kick against team observed), NK (kick-off/neutral kick), KO (kick-off), EFH (end of first half), EM (end of match), LB (loss of ball), RB (recovery of ball), and OIC (occasional interception with continuation of play)
7	Interceptions	LB) loss of ball; RB) recovery of ball; OIC) occasional interception with continuation of play
8	Move conclusion	SG) shot resulting in goal; SI) shot intercepted by opponent other than the goalkeeper; SBP) shot between the posts not resulting in a goal; SWP) shot wide of the posts; SSG) shot saved or cleared by the goalkeeper; HEG) header ending in a goal; HIG) header intercepted by opponent other than the goalkeeper; HBP) header between the posts not resulting in a goal; HWP) header wide of the posts; HBG) header blocked or cleared by the goalkeeper

Source: Maneiro & Amatria (2018)

The instrument is a combination of a field format and category systems<sup>44</sup>. The instrument contained eight dimensions, each of which were broken down into a system of exhaustive, mutually exclusive categories.

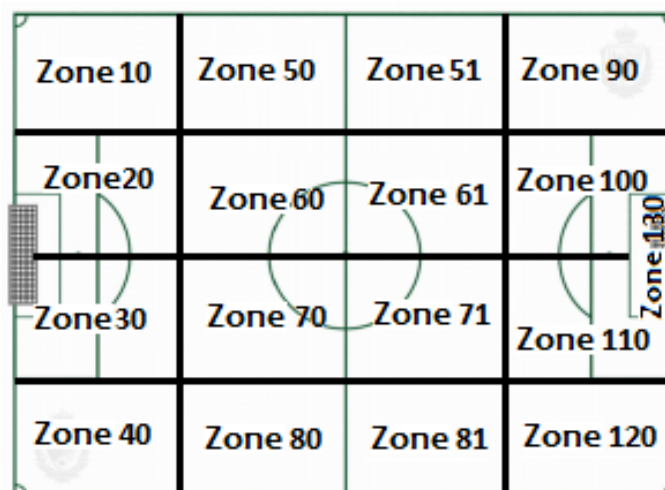


Figure 1. Pitch areas.

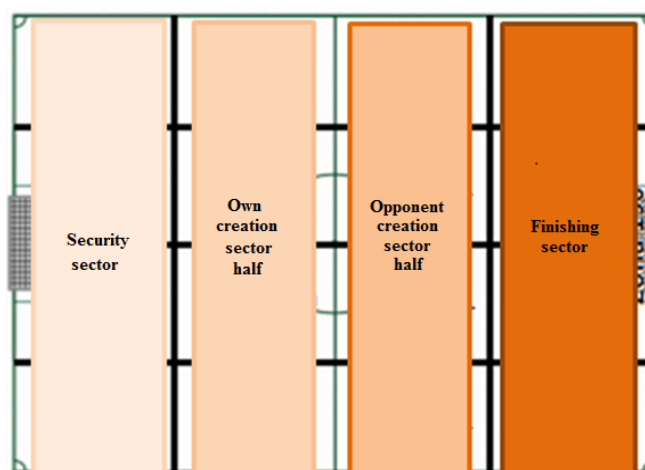


Figure 2. Sectors

### Data annotation and coding

The data were annotated and coded<sup>45</sup> using the free software program LINCE (v. 1.2.1)<sup>46</sup>. The interobserver agreement analysis yielded a kappa value of 0.95 (Table 2). The data were concurrent, time-based (type IV) data<sup>41</sup>.

All three authors are experts in observational methodology. One author, a Professor in Behavioral Sciences, is an important figure in the field of observational methodology, while the other two authors are national soccer coaches/teachers with many years of applied experience

Table 2. The interobserver agreement analysis for each criterion

Dimension	Categories	Kappa	Agreement
Ball possession	PO; PC; Inobs	1.00	100%
Player	J0; J1; J2; J3; J4; J5; J6; J7; J8; J9; J10; J11; J12; J13; J14; J15; J16; J17; J18; J19; J20; J21; J22; J23; JR	1.00	100%
Move initiation zone	ZI10; ZI20; ZI30; ZI40; ZI50; ZI60; ZI70; ZI80; ZI51; ZI61; ZI71; ZI81; ZI90; ZI100; ZI110; ZI120; ZI130	1.00	100%
Move conclusion zone	ZF10; ZF20; ZF30; ZF40; ZF50; ZF60; ZF70; ZF80; ZF51; ZF61; ZF71; ZF81; ZF90; ZF100; ZF110; ZF120; ZF130	0.95	96%
Contact with ball	C1; C12; C2; C23; C24; C3; C4; C5	1.00	100%
Game stoppages	GTO; GATO; FKTO; OTO; TITO; CKTO; GKTO; FKATO; OATO; TIATO; CKATO; GKATO; NK; KO; EFH; EM; LB; RB; OIC	1.00	100%
Interceptions	LB; RB; OIC	1.00	100%
Type of shot	SG; SI; SBP; SWP; SSG; HEG; HIG; HBP; HWP; HBG	1.00	100%

## Data analysis

Polar coordinate analysis was developed by Sackett<sup>26</sup>. Although this data analysis technique has been analyzed in numerous empirical studies over the decades<sup>47</sup>, its use in sports sciences is relatively recent<sup>48</sup> and it is growing, thanks to the potential and flexibility it offers for studies like this one.<sup>12,13,49,50,51</sup>

GSEQ 5.1<sup>52</sup> and HOISAN v. 1.2<sup>53</sup> were used for lag sequential analysis and polar coordinate analysis, respectively.

Polar coordinate analysis requires a prior step that involves the application of lag sequential analysis to calculate adjusted residuals<sup>54</sup>. The aim of lag sequential analysis is to identify significant relationships between a category of interest (e.g., category J8, Xavi Hernández in this study) and other categories (other players, areas of the pitch, etc.). This analysis allows researchers to search for patterns, both prospectively (through positive lags that occur after the category of interest) or retrospectively (through negative lags that occur before the category of interest).

The aim of polar coordinate analysis, by contrast, is to produce a complete interrelational map showing significant associations between categories of interest, known

as “focal behaviors”, and other categories, known as “conditional behaviors”. The strength of the associations is reflected by vectors shown on a vector map. To produce these vector maps, it is necessary to contemplate both prospective and retrospective perspectives and analyze the same number of lags in each direction. The adjusted residuals from the lag sequential analysis must first be standardized. To do this, each series of  $Z$  values corresponding to the focal behavior and each of the conditional behaviors, whether prospective or retrospective, are reduced through application of the powerful data-reducing  $Z_{sum}$  statistic, described by Cochran<sup>55</sup>. The corresponding formula is shown in Eq. (1)

$$Z_{sum} = \frac{\sum Z}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

where  $n$  corresponds to the number of lags and  $Z$  corresponds to each of the standardized adjusted residuals. The  $Z_{sum}$  statistic is based on the principle that the sum of  $n$  independent  $Z$  scores (for both prospective and retrospective lags) is normally distributed, with  $\mu=0$  and  $\sigma=1$ . As mentioned, the number of prospective and retrospective lags must be identical. The recommended number is five. The outcome is a  $Z_{sum}$  statistic for each conditional behavior analyzed. The resulting values will determine the length and angle of the subsequent vectors showing the relationship between each conditional behavior and the focal behavior.

Prospective and retrospective  $Z_{sum}$  statistics carry a positive or negative sign, and it is the combination of these signs that determine in which quadrant each conditional behavior is located. Polar coordinate analysis also reveals the nature of the relationship between focal and conditional behaviors, i.e., whether its inhibition, activation, or a combination of these.

The prospective and retrospective  $Z_{sum}$  values for each conditional behavior are used to calculate the length shown in Eq. (2) and angle of the vector showing the relationship with the focal behavior.

$$Length = \sqrt{(Z_{sum\ prospective}^2) + (Z_{sum\ retrospective}^2)} \quad (2)$$

For a vector to have a significance level of 0.05, it must have a length greater than 1.96. Once the length and angle have been calculated for each vector, the  $\phi$  angle must be transformed according to the quadrant in which the vector is located as shown in Table 3.

Table 3. Transformations of vector  $\varphi$  angle according to quadrant

$Z_{sum}$ sign		Quadrant	Transformation of $\varphi$ angle
Prospective	Retrospective		
Positive	Positive	I	No transformation
Negative	Positive	II	$180-\varphi$
Negative	Negative	III	$180+\varphi$
Positive	Negative	IV	$360-\varphi$

All the necessary calculations for polar coordinate analysis are performed in the free software program HOISAN<sup>53</sup>, which also presents the results as easy-to-interpret vector maps. The quadrant in which the vectors are located determines the nature of the relationship between the focal and conditional behaviors (Fig. 3). Quadrant I shows mutual activation between the focal and conditional behaviors, while Quadrant III shows mutual inhibition. Quadrant II shows conditional behaviors that activate but are not activated by the focal behavior, while Quadrant IV shows conditional behaviors that inhibit but are not inhibited by the focal behavior.

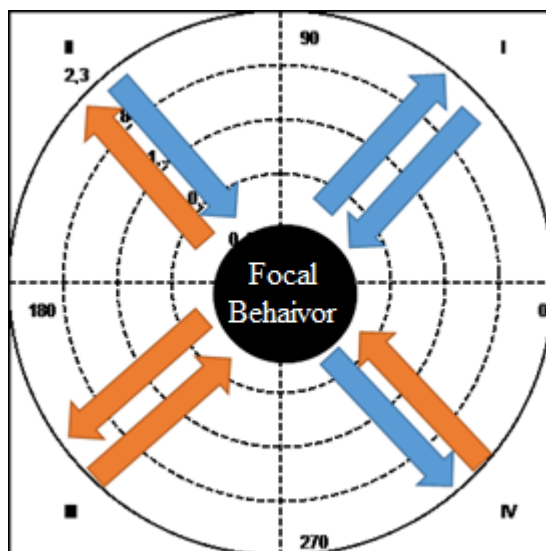




Figure 3. Activating  and inhibitory  relationships between focal and conditional behaviors according to the quadrant in which they are located

## RESULTS

The results have been organized into sections describing Xavi's relationship with six different aspects of play during the competition:

- a) other players on his team
- b) move initiation zones
- c) move conclusion zones
- d) game stoppages and interceptions

- e) ball contact
- f) type of shots

Xavi (code J8) was established as the focal behavior for all the above analyses.

***a) The relationship between Xavi and other players on his team***

For this analysis, the relationship was studied between Xavi (J8), defined as the focal behavior or category, and the other players on the Spanish national team - J0 (unidentified player), J1 (Iker Casillas), J2 (Raúl Albiol), J3 (Gerard Piqué), J4 (Javi Martínez), J5 (Juanfran Torres), J6 (Andrés Iniesta), J7 (Pedro Rodríguez), J9 (Fernando Torres), J10 (Cesc Fábregas), J11 (Álvaro Negredo), J12 (Víctor Valdés), J13 (Juan Mata), J14 (Xabi Alonso), J15 (Sergio Ramos), J16 (Sergio Busquets), J17 (Álvaro Arbeloa), J18 (Jordi Alba), J19 (Fernando Llorente), J20 (Santiago Cazorla), J21 (David Silva), J22 (Jesús Navas), and J23 (Pepe Reina), defined as the conditional behaviors or categories. The association with rival players (JR) was also analyzed. The aim was to determine how Xavi interacted with these players during the championship.

The results in Table 4 and Fig. 4 show that both J6 (Andrés Iniesta), with a radius of 2.42 and an angle of 36.66°, and J21 (David Silva), with a radius of 2.41 and an angle of 38.91°, are located in quadrant I, where the focal behavior activates the conditional behavior, both prospectively and retrospectively (mutual activation).

Quadrant II, where the focal behavior inhibits the conditional behavior prospectively and activates it retrospectively, contains J15 (Sergio Ramos), with a radius of 2.02 and an angle of 166.70°.

Quadrant III (mutual inhibition quadrant), in turn, contains J1 (Iker Casillas), J7 (Pedro Rodríguez), and J22 (Jesús Navas), with respective radii of 3.09, 2.17, and 3.43 and angles of 237.12°, 259.9°, and 248.05°.

Table 4. Polar coordinate analysis results showing the relationship between Xavi and other players

Category	Quadrant	Prospective perspective	Retrospective perspective	Radius	Angle (degrees)
J0 unidentified player	II	-0.12	1.60	1.60	94.33
J1 Iker Casillas	III	-1.68	-2.59	3.09 (*)	237.12
J3 Gerard Piqué	I	0.30	0.18	0.35	30.84
J4 Javi Martínez	IV	1.35	-0.04	1.35	358.10
J6 Andrés Iniesta	I	1.94	1.44	2.42 (*)	36.66
J7 Pedro Rodríguez	III	-0.38	-2.13	2.17 (*)	259.90
J9 Fernando Torres	IV	1.11	-0.52	1.23	334.74
J10 Cesc Fàbregas	III	-0.30	-0.48	0.56	238.33
J11 Álvaro Negredo	II	-1.81	0.18	1.82	174.21
J13 Juan Mata	III	-0.88	-0.14	0.89	189.23
J14 Xabi Alonso	I	0.11	0.95	0.96	83.31
J15 Sergio Ramos	II	-1.97	0.47	2.02 (*)	166.70
J16 Sergio Busquets	I	0.96	1.56	1.83	58.29
J17 Álvaro Arbeloa	IV	1.07	-0.32	1.12	343.52
J18 Jordi Alba	III	-0.70	-0.67	0.96	223.69
J20 Santiago Cazorla	IV	0.15	-0.16	0.22	313.32
J21 David Silva	I	1.88	1.52	2.41 (*)	38.91
J22 Jesús Navas	III	-1.28	-3.18	3.43 (*)	248.05
JR – Rival players	II	-0.13	0.85	0.86	99.02

\*significant association ( $Z > 1.96$ ;  $p < .05$ )

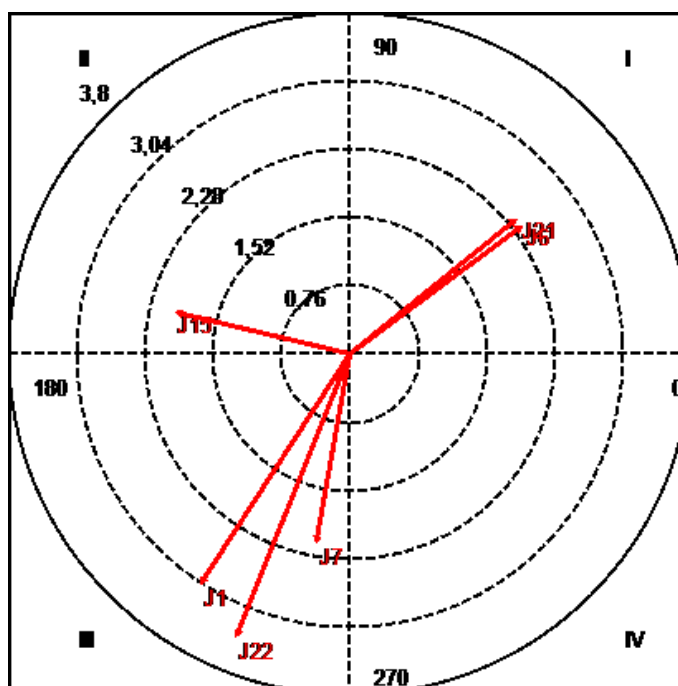


Figure 4 Vector map showing relationships between Xavi and other players

**b) The relationship between Xavi and move initiation zones**

In this analysis, investigations were conducted on the relationship between Xavi (J8) and the different areas of the pitch where he initiated his actions (ZI10, ZI20, ZI30, ZI40, ZI50, ZI60, ZI70, ZI80, ZI51, ZI61, ZI71, ZI81, ZI90, ZI100, ZI110, ZI120, and

ZI130). The aim was to investigate his use of and interaction with space during the course of play.

The results (Table 5 and Fig. 5) show that the mutual activation quadrant I contains ZI61, with a radius of 5.03 and an angle of 36.02°; ZI110, with a radius of 5.78 and an angle of 13.75°; and ZI130, with a radius of 2.83 and an angle of 31.8°.

Quadrant II, where the focal behavior inhibits and is activated by the conditional behaviors, contains the two central areas of the Spanish national team’s half: ZI60, with a radius of 4.00 and an angle of 152.98°, and ZI70, with a radius of 1.97 and an angle of 164.29°.

The mutual inhibition quadrant, Quadrant III, contains categories ZI10, with a radius of 6.88 and an angle of 211.31°; ZI20, with a radius of 4.83 and an angle of 212.98°; ZI30, with a radius of 3.16° and an angle of 185.52°; ZI40, with a radius of 3.24 and an angle of 252.24° (all in the safety sector); ZI50, with a radius of 4.80 and an angle of 187.60°; and ZI80, with a radius of 3.44 and an angle of 184.85°.

Finally, ZI71, with a radius of 3.78 and an angle of 348.66°, and ZI100, with a radius of 2.92 and an angle of 357.28°, were located in quadrant IV, where the focal behavior activates, but is not activated by the conditional behaviors.

Table 5. Polar coordinate analysis results showing the relationship between Xavi and move initiation zones

Category	Quadrant	Prospective perspective	Retrospective perspective	Radius	Angle (degrees)
ZI10	III	-5.88	-3.58	6.88 (*)	211.31
ZI20	III	-4.05	-2.63	4.83 (*)	212.98
ZI30	III	-3.15	-0.30	3.16 (*)	185.52
ZI40	III	-0.99	-3.09	3.24 (*)	252.24
ZI50	III	-4.76	-0.64	4.80 (*)	187.60
ZI60	II	-3.56	1.82	4.00 (*)	152.98
ZI70	II	-1.89	0.53	1.97 (*)	164.29
ZI80	III	-3.43	-0.29	3.44 (*)	184.85
ZI51	IV	0.79	-0.13	0.80	350.64
ZI61	I	4.07	2.96	5.03 (*)	36.02
ZI71	IV	3.70	-0.74	3.78 (*)	348.66
ZI81	III	-0.07	-1.14	1.15	266.65
ZI90	I	0.31	0.62	0.69	63.43
ZI100	IV	2.92	-0.14	2.92 (*)	357.28
ZI110	I	5.61	1.37	5.78 (*)	13.75
ZI120	I	1.39	0.65	1.53	25.22
ZI130	I	2.40	1.49	2.83 (*)	31.80

\*significant association ( $Z > 1.96$ ;  $p < .05$ )



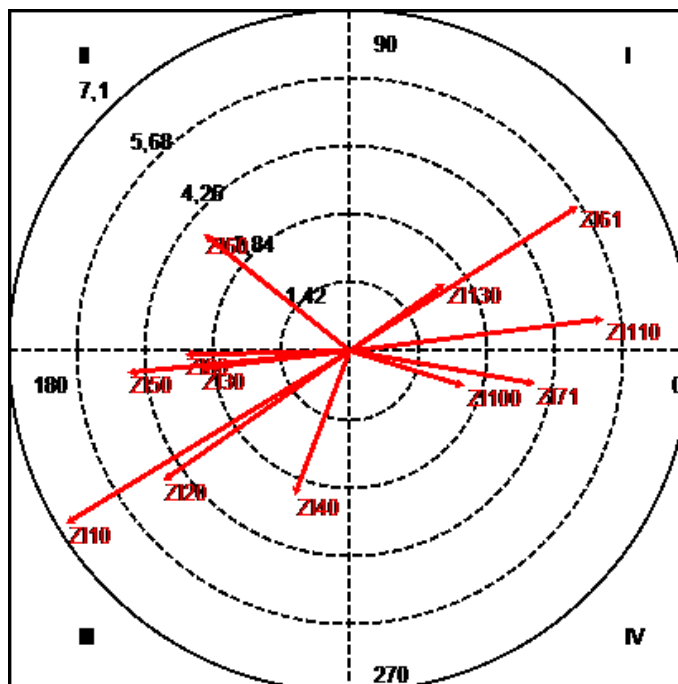


Figure 5. Vector map showing relationships between Xavi and move initiation zones

### c) *The relationship between Xavi and move conclusion zones*

In this analysis, the relationship between Xavi (J8) and the different areas of the pitch in which his interventions started (ZF10, ZF20, ZF30, ZF40, ZF50, ZF60, ZF70, ZF80, ZF51, ZF61, ZF71, ZF81, ZF90, ZF100, ZF110, ZF120, and ZF130) was studied. The aim was to analyze how he interacted with these areas during the Spanish national team's attacks.

The results in Table 6 and Fig. 6 show the following categories located in quadrant I (mutual activation): ZF61, with a radius of 5.37 and an angle of 62.77°; ZF71, with a radius of 4.07 and an angle of 50.44°; ZF110, with a radius of 5.23 and an angle of 9.06°; and ZF130, with a radius of 4.51 and an angle of 6.43°.

Quadrant II, which shows conditional behaviors that are inhibited by but do not inhibit the focal behavior, contains the two central areas of the Spanish national team's half: ZF60, with a radius of 4.64 and an angle of 139.53°, and ZF70, with a radius of 2.79 and an angle of 147.23°.

The mutual inhibition quadrant, Quadrant III, contains categories ZF10, with a radius of 5.32 and an angle of 222.03°; ZF20, with a radius of 5.02 and an angle of 228.86°; ZF30, with a radius of 2.39 and an angle of 201.38°; ZF40, with a radius of 3.74 and an angle of 244.29° (all in the safety sector); ZF50, with a radius of 5.18 and an angle of 212.62°; ZF80,

with a radius of 2.42 and an angle of 187.32°; and ZF81, with a radius of 2.31 and an angle of 226.49°.

Finally, quadrant IV, which shows conditional behaviors that are activated by but do not activate the focal behavior, contains ZF51, with a radius of 3.17 and an angle of 293.71°, and ZF100, with a radius of 2.39 and an angle of 341.26°.

Table 6. Polar coordinate analysis results for the relationship between Xavi and move conclusion zones

Category	Quadrant	Prospective perspective	Retrospective perspective	Radius	Angle (degrees)
ZF10	III	-3.95	-3.56	5.32 (*)	222.03
ZF20	III	-3.30	-3.78	5.02 (*)	228.86
ZF30	III	-2.23	-0.87	2.39 (*)	201.38
ZF40	III	-1.62	-3.37	3.74 (*)	244.29
ZF50	III	-4.36	-2.79	5.18 (*)	212.62
ZF60	II	-3.53	3.01	4.64 (*)	139.53
ZF70	II	-2.35	1.51	2.79 (*)	147.23
ZF80	III	-2.40	-0.31	2.42 (*)	187.32
ZF51	IV	1.27	-2.90	3.17 (*)	293.71
ZF61	I	2.46	4.77	5.37 (*)	62.77
ZF71	I	2.59	3.14	4.07 (*)	50.44
ZF81	III	-1.59	-1.67	2.31 (*)	226.49
ZF90	III	-0.18	-0.87	0.89	258.41
ZF100	IV	2.27	-0.77	2.39 (*)	341.26
ZF110	I	5.16	0.82	5.23 (*)	9.06
ZF120	IV	0.69	-0.7	0.98	314.45
ZF130	I	4.48	0.51	4.51 (*)	6.43

\*significant association ( $Z > 1.96$ ;  $p < .05$ )

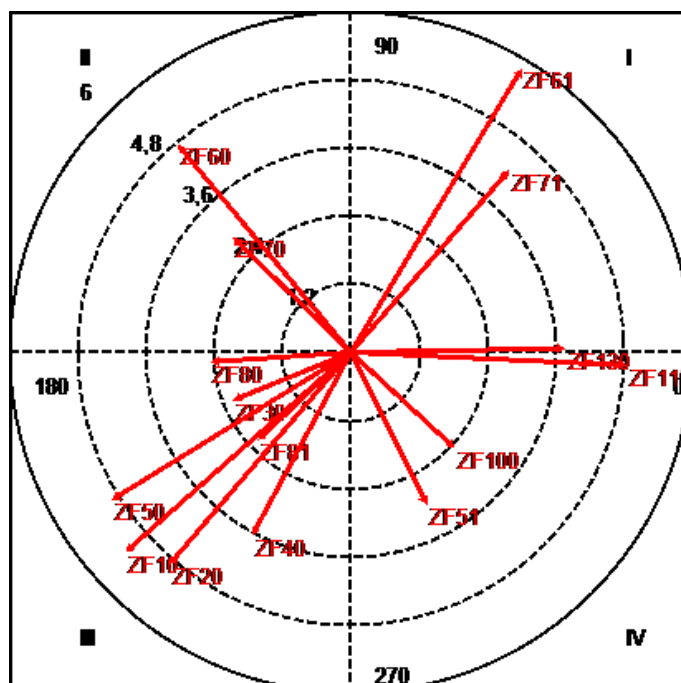


Figure 6. Vector map showing relationships between Xavi and move conclusion zones

**d) The relationship between Xavi and game stoppages and interceptions**

For this analysis, the relationship between Xavi (J8) and different aspects related to game stoppages and interceptions (GTO, GATO, FKTO, OTO, TITO, CKTO, GKTO, FKATO, OATO, TIATO, CKATO, GKATO, NK, KO, EFH, EM, LB, RB & OIC) were analyzed. The aim was to investigate Xavi's involvement in these situations.

Quadrant I, where the focal behavior activates and is activated by the presence of conditional behaviors contains the category OIC, with a radius of 3.11 and an angle of 53.48° (Table 7 and Fig. 7).

Quadrant II, which shows conditional behaviors that are inhibited by but do not inhibit the focal behavior, contains FKTO, with a radius of 5.06 and an angle of 116.57°, and CKTO, with a radius of 10.10 and an angle of 91.09°.

Quadrant III, the mutual inhibition quadrant, contains TITO with a radius of 4.50 and an angle of 235.90°; GKTO with a radius of 2.26 and an angle of 269.32°; and LB with a radius of 2.46 and an angle of 256.54°.

Finally, quadrant IV, which shows conditional behaviors that are activated by but do not activate the focal behavior, contains CKATO, with a radius of 3.97 and an angle of 348.97°, and EM, with a radius of 2.68 and an angle of 342.99°.

Table 7. Polar coordinate analysis results showing the relationship between Xavi and game situations (stoppages and interceptions)

Category	Quadrant	Prospective perspective	Retrospective perspective	Radius	Angle
GTO	III	-0.51	-0.41	0.65	219.15
FKTO	II	-2.26	4.53	5.06 (*)	116.57
OTO	III	-1.06	-1.22	1.62	228.81
TITO	III	-2.52	-3.73	4.50 (*)	235.90
CKTO	II	-0.19	10.09	10.10 (*)	91.09
GKTO	III	-0.03	-2.26	2.26 (*)	269.32
FKATO	IV	0.52	-0.52	0.74	314.75
OATO	IV	1.17	-1.05	1.57	318.11
TIATO	III	-1.09	-0.64	1.26	210.48
CKATO	IV	3.90	-0.76	3.97 (*)	348.97
NK	III	-1.22	-1.07	1.62	221.20
KO	IV	0.30	-1.72	1.75	279.87
EFH	II	-1.27	0.06	1.27	177.18
EM	IV	2.56	-0.78	2.68 (*)	342.99
LB	III	-0.57	-2.39	2.46 (*)	256.54
RB	IV	1.23	-1.31	1.80	313.19
OIC	I	1.85	2.50	3.11 (*)	53.48

\*significant association ( $Z > 1.96$ ;  $p < .05$ )

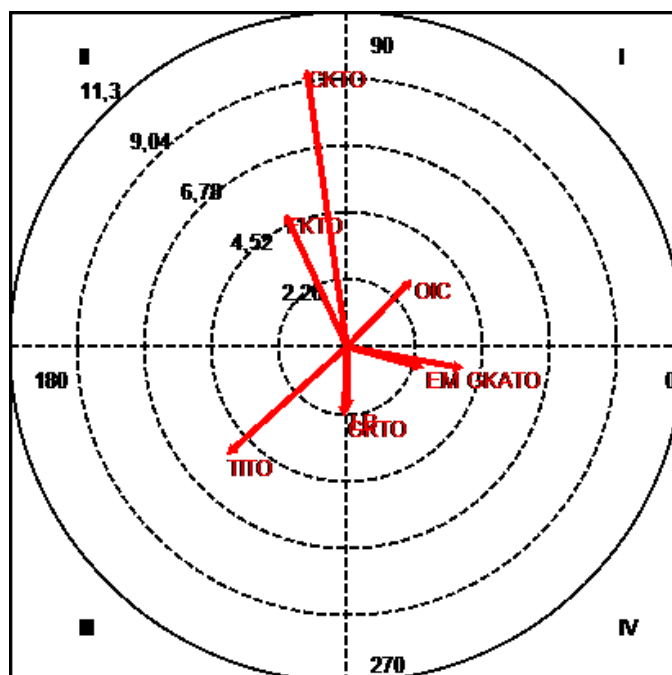


Figure 7. Vector map showing the relationships between Xavi and game situations (interruptions and interceptions)

**e) The relationship between Xavi and ball contact**

For this analysis, the relationship was studied between Xavi (J8) and the different categories in the ball contact dimension (C1, C12, C2, C23, C24, C3, C4, and C5). The aim was to investigate the player’s use of technical skills.

Quadrant I, where the focal and conditional behaviors activate each other, contains the category C2, with a radius of 3.19 and an angle of 44.20° (Table 8 and Fig. 8).

Quadrant III, which shows mutual inhibition, contains the conditional behaviors C1, with a radius of 2.89 and an angle of 216.00°, and C5, with a radius of 2.11 and an angle of 239.24°.

Table 8. Polar coordinate analysis results showing the relationship between Xavi and ball contact

Category	Quadrant	Prospective perspective	Retrospective perspective	Radius	Angle (degrees)
C1	III	-2.34	-1.70	2.89 (*)	216.00
C12	III	-1.14	-1.47	1.86	232.03
C2	I	2.29	2.22	3.19 (*)	44.20
C23	III	-1.12	-0.33	1.17	196.43
C24	III	-0.40	-0.48	0.63	230.51
C3	I	1.27	0.44	1.34	19.10
C4	III	-0.57	-0.20	0.61	198.97
C5	III	-1.08	-1.81	2.11 (*)	239.24

\*significant association ( $Z > 1.96$ ;  $p < .05$ )

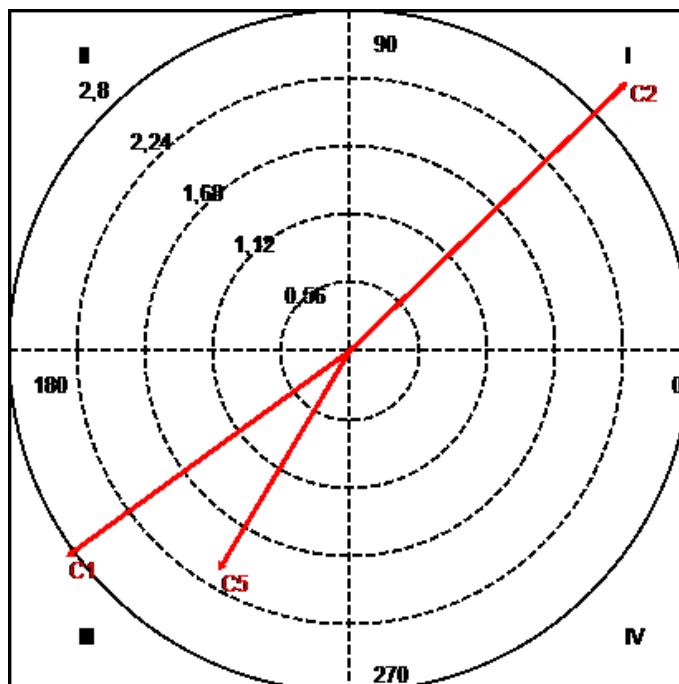


Figure 8. Vector map showing relationships between Xavi and type of ball contact

**f) The relationship between Xavi and type of shots**

For this analysis, the relationship was studied between Xavi (J8) and the different categories in the type of shot dimension: SG, SI, SBP, SWP, SSG, HEG, HIG, HBP, HWP, and HBG. The aim was to analyze Xavi’s intervention in shots.

Quadrant IV, where the focal behavior activates and is inhibited by the presence of the conditional behavior, contains the category SWP with a radius of 2.44 and an angle of 293.09° (Table 9 and Fig. 9).

Table 9m. Polar coordinate analysis results showing the relationship between Xavi and type of shot

Category	Quadrant	Prospective perspective	Retrospective perspective	Radius	Angle
SG	III	-0.75	-0.18	0.77	193.47
SI	II	-0.10	1.81	1.81	93.25
SBP	II	-0.72	1.02	1.24	125.18
SWP	IV	0.96	-2.25	2.44 (*)	293.09
HEG	III	-0.34	-1.20	1.24	254.37
HIG	II	-0.57	1.48	1.59	110.99
HWP	IV	0.92	-0.25	0.95	345.05
HBP	III	-0.06	-0.53	0.53	263.23

\*significant association ( $Z > 1.96$ ;  $p < .05$ )

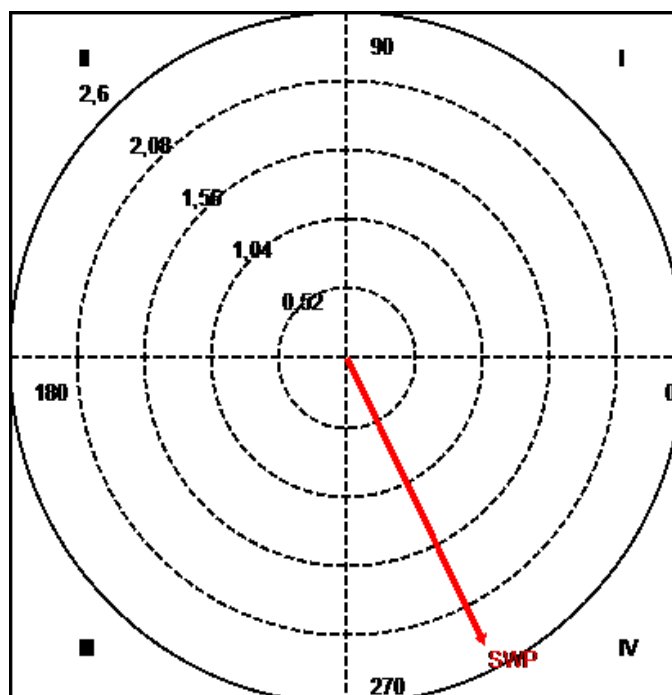


Figure 9. Vector map showing relationships between Xavi and type of shot

## DISCUSSION

In this study, polar coordinate analysis, a powerful analytical technique that reduces large volumes of data to manageable amounts without losing key information, was used to analyze how Xavi interacts with other members on the Spanish national team and determine how he contributes to the collective effort through his use of space and technical-tactical skills. The analysis produced a series of polar coordinate vector maps that show significant prospective and retrospective relationships between Xavi and the different categories from the *ad hoc* instrument.

Xavi's role on the Spanish national soccer team has been studied very little by the scientific community, with work to date focused largely on the overall performance of the team, rather than on a detailed analysis of Xavi's proficiency or interactions<sup>33,51</sup>. As has been pointed out by numerous authors, understanding how different members of a team interact is essential for understanding their performance as a whole.<sup>12,13,32</sup>

In the rest of this discussion, the results are analyzed in the same order as they appear in the results section and each section is concluded with some practical recommendations for consideration by coaches.

### **Xavi's relationship with the other players on his team**

The results show mutual activation between Xavi and both Iniesta (J6) and Silva (J21). Although previous work has identified Xavi as the most technically accomplished player in the 2008 European Cup<sup>33</sup>, it is perfectly conceivable that Xavi also makes tactical decisions by teaming up with other playmakers with superior technical and tactical prowess to overcome rivals. The intensity of the relationships with J6 and J21 in quadrant I (respective radii of 2.42 and 2.41) suggests that Xavi advances the ball up the pitch mostly through short passes to Iniesta and Silva. These players employ space strategically by moving in from the left and right wings to team up with players in the center areas and create optimal playmaking situations by outnumbering the opposition. In addition, the presence of Ramos (J15) had an activating effect on Xavi. Ramos is a central defender and as such has an important playmaking role, as players in this position are responsible for delivering the ball to the next line of attack under the best possible circumstances.

This novel tactical arrangement involves constant movement by some of the most talented players on the team seeking to create and occupy space, regardless of their original positions, thereby creating opportunities for on-the-ball play by key players. To defend against such tactics, coaches should aim to place more defenders in the central areas of the pitch to impede these continuous interactions.

### **Xavi's relationship with move initiation and conclusion zones**

As shown in the polar coordinate map in Fig. 5, a mutually activating relationship existed between Xavi and ZI61, ZI110, and ZI130, which are key areas for launching and ending attacks. This finding indicates two things. First, Xavi prioritizes the delivery of the ball to specific areas (ZI61, ZI110, and ZI130). Second, he dominates actions that are typically seen in strikers, such as shots at goal. Although Xavi is a playmaking midfielder, the findings show a strong relationship (radius of 5.78) with move conclusions. These findings indicate that Xavi is a highly versatile, unpredictable player who is effective not only at setting up attacks, but also at developing and finishing them.

The activating effect of Xavi on category ZF51 (with a radius of 3.17) observed in quadrant IV is also interesting as it is directly related to the use of space and shows that Xavi activated play in the wing. By moving the ball wide, Xavi extended the area in which he had to set up an attack, thus gaining more space and time to be creative and make

decisions, while opening up new opportunities in the wings. Grund<sup>61</sup> showed that teams who use these tactics increase their goal-scoring opportunities by 8%.

Categories ZI60 and ZI70 in quadrant II activated the presence of Xavi, which is consistent with previous observations, and is also directly related to the activation of Xavi by Ramos in the quadrant showing the relationships between Xavi and his team mates. When the ball is in possession of the backline players, Xavi activates his movements in the center of the defensive midfield, seeking to receive the ball and continue the attack by moving it up to the next line in the creation sector of the rival team. Xavi also activates the presence of categories ZI71 and ZI100 in quadrant IV (radii of 3.78 and 2.92, respectively). This activation is related to interventions ending in a shot, indicating Xavi's role in acting as the direct link between defense and attack. The findings show that Xavi is instrumental in facilitating the close relationship between the Spanish national team's attacking and defending lines. Previous research has highlighted the strong organizational set-up of the Spanish national team<sup>56</sup>.

Coaches should pay close attention to areas of the pitch in which highly skilled midfield players like Xavi initiate their actions (generally the midfield line). Preventing play from progressing past these initial attack set-up zones will logically prevent the ball from reaching the move conclusion zones and increase defensive performance.

### **Xavi's relationship with game stoppages and interceptions**

The presence of FKTO (free kicks) and CKTO (corner kicks) in quadrant II (Fig. 7) suggests a direct association between Xavi and set plays executed with the foot. In addition, the association between Xavi and TITO (sideline throw-ins) was mutually inhibitory. Set plays are particularly advantageous in attacking situations as they allow players to execute strategies aimed ultimately at reaching the goal. These actions have been reported in the literature as very important from an offensive perspective<sup>57,58,59</sup>. The findings of this study show that Xavi is not only the most important contributor to dynamic attack, but also has a key role in set plays. Recent studies have corroborated the importance of midfield players in dynamic and in set piece situations<sup>32</sup>. Though surrounded by high contextual uncertainty, set plays provide their executor with the time and space they generally lack during the normal course of play<sup>60</sup>. Set-play takers are in the privileged position of being able to choose from a range of tactics to set up the next stage of attack.



Examples are the relationship between CKTO (corner kicks) and Ramos (J15) and Piqué (J3), who are both expert corner kickers. Wallace and Norton<sup>14</sup> use the term “set piece specialists” to refer to players with particular skills or abilities in events such as free kicks or throw-ins. The data indicate that Xavi can also be considered a set piece specialist.

At a practical level, soccer coaches should work on avoiding situations that award the opposition set plays such as corner kicks or free kicks, opting instead for tactics such as pressure, dissuasion, and timing.

### **Xavi’s relationship with ball contact**

Passing is the best option for establishing tactical relationships between players. In this study, a mutually activating relationship occurred between Xavi and the category C2 (ball control + shot). Previous work has shown that teams that use this tactic scored more goals<sup>61</sup>. Player interactions maximize potential at both an individual and collective level<sup>62</sup>. Considering the findings, Xavi can perhaps be considered a contextual player, whose priority is to interact with other players using ball control and passes, rather than sophisticated dribbling and skill moves. Xavi depends on these interactions to achieve objectives of varying complexity that are ultimately related to setting up an effective attack.

Coaches should design defensive strategies aimed at preventing players like Xavi from intervening in different sequences of play. Tactics such as outnumbering and tight marking should help to dissuade players from attempting C2 (ball control + pass).

### **Xavi and his relationship with type of shots**

The findings show that Xavi is a highly versatile player who masters many aspects of the game. The activation of SWP (shot wide of the posts) with a radius of 2.44 shows that Xavi also takes shots. This is particularly interesting, as it shows that, apart from technical prowess, he has a wide sphere of influence extending to different areas of the pitch. His profile, thus, would appear to differ substantially from that of a typical midfielder<sup>63</sup>. From an overall defensive perspective, coaches should be aware of this wide sphere of action when designing tactics to impede interventions<sup>64</sup>.

Finally, in this study, the different relationships that Xavi formed with other members of his team were analyzed and his use of spatial, technical, and tactical skills

were investigated. In the discussion of results, aspects of practical interest to soccer coaches were highlighted. Based on the significant associations observed between Xavi and the different categories in the observation instrument, several aspects that characterize Xavi's style of play were identified. As a playmaker, he forms significant relationships with highly tactical and creative players, such as Silva, Iniesta, and Ramos. These relationships are established through ball control and passes and are aimed at advancing the ball up the pitch in the most favorable circumstances possible. Apart from his prowess as a playmaker in the midfield area, Xavi is also active in goal-scoring areas of the pitch, where he contributes to the attack through interactions and shots at goal<sup>32</sup>. Finally, he is active in both dynamic and in set piece situations and is responsible for putting the ball back into play following stoppages. The findings demonstrate that observational methodology, especially polar coordinate, offers a means of objectively and empirically studying spontaneous behavior during the natural course of play. Future studies should study other players who have an influential role on their teams and offer practical recommendations for application in real-life situations.

### **Limitations**

As for the limitations of this study, the degree of generalization or the external validity of the results obtained were based on the selected behaviors of only Xavi Hernández with the national team. Additional research would need to examine the player's behavior with his team, Futbol Club Barcelona. Another limitation concerns the number of games analyzed. Although the player's performance was analyzed during one of the most important international championships, there is no doubt that a greater number of matches and competitions would provide considerably more data to validate the findings of this study.

The authors gratefully acknowledge the support of two Spanish government projects (Ministerio de Economía y Competitividad): 1) *La actividad física y el deporte como potenciadores del estilo de vida saludable: Evaluación del comportamiento deportivo desde metodologías no intrusivas* [Grant number DEP2015-66069-P, MINECO/FEDER, UE]; 2) *Avances metodológicos y tecnológicos en el estudio observacional del*

*comportamiento deportivo* [PSI2015-71947-REDP, MINECO/FEDER, UE]. In addition, the authors are thankful for the support of the Generalitat de Catalunya Research Group, *GRUP DE RECERCA I INNOVACIÓ EN DISSENYES (GRID)*. *Tecnología i aplicació multimedia i digital als dissenys observacionals* [Grant number 2017 SGR 1405].

## References

1. McGarry T, Anderson D, Wallace S, et al. Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J Sport Sci* 2002; 20(10): 771-781.
2. Hughes M and Bartlett R. The use of performance indicators in performances analysis. *J Sport Sci* 2002; 20(10): 739-754. DOI: 10.1080/026404102320675602
3. McKenzie R, Cushion C. Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *J. Sport. Sci* 2012; 12: 1–38.
4. Lago-Peñas C and Lago-Ballesteros J. Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *J Sport Sci Med* 2011; 10(3): 465–471.
5. Tenga A, Ronglan L, Bahr R. Measuring the effectiveness of offensive match-play in professional soccer. *Eur J Sport Sci* 2010; 10(4): 269-277
6. Collet C. The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and international football, 2007-2010. *J Sport Sci* 2013; 31(2): 123-136.
7. Casal, C, Maneiro R, Losada J, et al. Possession zone as a performance indicator in football. The game of the best teams. *Front Psychol*, 2017; 8: 1176. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176
8. Casal C, Maneiro R, Ardá T, et al. Analysis of corner success in elite football. *Int J Perform Anal Sport*, 2015; 15(2): 430-451
9. Liu H, Yi Q, Giménez V, et al. Performance profiles of football teams in the UEFA Champions League considering situational efficiency. *Int J Perform Anal Sport* 2015 15(1), 371–390.
10. Taylor JB, Mellalieu SD, James N, et al. The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football. *J Sport Sci* 2008; 26: 885-895.

11. Ali A. Measuring soccer skill performance: A review. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21(2): 170-183.
12. Castañer M, Barreira D, Camerino O, et al. Goal scoring in soccer: a polar coordinates analysis of motor skills used by Lionel Messi. *Front Psychol* 2016; 7: 806. Doi: 10.3389/fpsyg.2016.00806 (2016).
13. Castañer M, Barreira D, Camerino O, et al. Mastery in goal scoring, T-pattern detection and polar coordinate analysis of motor skills used by Lionel Messi and Cristiano Ronaldo. *Front Psychol* 2017; 8:741. Doi 10.3389/fpsyg.2017.00741.
14. Wallace JL and Norton KI. Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: game structure speed and play patterns. *J Sport Sci Med* 2014; 17(2): 233-238. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2013.03.016>
15. Méndez-Villanueva A, Buchheit M, et al. Match play intensity distribution in youth soccer. *Int J Sport Med* 2013; 34: 101–110.
16. Aguiar M, Gonçalves B, Botelho G, et al. Footballers movement behavior during 2-, 3-, 4- and 5- a side small-sided games. *J Sport Sci* 2015; 33(12): 1259-1266.
17. Grehaigne JF, Bouthier D, David B. Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. *J Sport Sci* 1997; 15(2): 137-149.
18. Svensson M and Drust B. Testing soccer players. *J Sport Sci* 2005; 23: 601–618.
19. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sport Med* 2007; 28(3): 222-227.
20. Perea A, Castellano J, Alday L, et al. Analysis of behaviour in sports through Polar Coordinate Analysis with MATLAB®. *Qual Quant* 2012; 46(4): 1249-1260.
21. Lago-Peñas C and Anguera MT. Use of the polar coordinates technique to study interactions among professional soccer players. *Rev Port Ciênc Desporto* 2002; 2(4): 21-40.
22. Sampaio J and Maçãs V. Measuring tactical behaviour in football. *Int J Sport Med* 2012; 33(05): 395-401.
23. Liu H, Miguel-Angel G, Gonçalves B, et al. Technical performance and match-to-match variation in elite football teams. *J Sport Sci* 2015; 34: 509–518. doi:10.1080/02640414.2015.1117121

24. McLean S, Salmon PM, Gorman AD, et al. What's in a game? A systems approach to enhancing performance analysis in football. *PLoS ONE* 2017; 12(2). Doi:10.1371/journal.pone.0172565
25. Anguera MT, Camerino O, Castañer M, y Sánchez-Algarra, P. Métodos mixtos en actividad física y deporte [Mixed methods in research into physical activity and sport]. *Rev. Psicol. Dep* 2014, 23, 123-130.
26. Sackett GP. (1980). Lag Sequential Analysis as a data Reduction Technique in Social Interaction Research. In D.B. Sawin, R.C. Hawkins, L.O. Walker y J.H. Penticuff (Eds.), *Exceptional infant. Psychosocial risks in infant-environment transactions* (pp. 300-340). New York: Brunner/Mazel.
27. Castellano J and Hernández-Mendo A. El análisis de coordenadas polares para la estimación de relaciones en la interacción motriz en fútbol [Polar coordinate analysis for estimating motor interaction relationships in soccer]. *Psicothema* 2003; 15(4): 569-574.
28. Carling C, Espié V, Le Gall F, et al. Work-rate of substitutes in elite soccer: A preliminary study. *J Scie Med Sport* 2010; 13(2), 253-255.
29. Clemente F, Martins F, Wong D, et al. Midfielder as the prominent participant in the building attack: A network analysis of national teams in FIFA World Cup 2014. *Int J Perform Anal Sport* 2015; 15(2), 704-722.
30. Fransen K, Haslam S, Mallett C, et al. Leading from the Centre: A Comprehensive Examination of the Relationship between Central Playing Positions and Leadership in Sport. *PLoS One* 2016; 11(12), e0168150. Doi.org/10.1371/journal.pone.0168150
31. Thelwell C, Greenlees I and Weston N. Using psychological skills training to develop soccer performance. *J Appl Sport Psycho* 2016, 18(3), 254-270.
32. Maneiro R and Amatria M. Polar Coordinate Analysis of Relationships With Teammates, Areas of the Pitch, and Dynamic Play in Soccer: A Study of Xabi Alonso. *Front Psychol* 2018; 9:389. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00389
33. Duch J, Waitzman JS, Amaral L. Quantifying the Performance of Individual Players in a Team Activity. *Plos ONE* 2010; 5(6): 1-7.

34. Memmert D, Lemmink KA, Sampaio J. Current Approaches to Tactical Performance Analyses in Soccer Using Position Data. *Sports Med* 2017; 47(1) : 1-10.
35. Anguera MT. Observational typology. *Qual Quant* 1979; 13(6): 449-484.
36. Anguera MT, Blanco-Villaseñor A, Hernández-Mendo A, and Losada, J.L.. Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte [Observational designs: Their suitability and application in sport psychology]. *Cuad-. Psicol. Dep.* 2011; 11(2): 63-76.
37. Sánchez-Algarra P and Anguera, MT. Qualitative/quantitative integration in the inductive observational study of interactive behaviour: Impact of recording and coding predominating perspectives. *Qual Quant* 2013; 47(2): 1237-1257.
38. Camerino O, Castañer M, and Anguera, MT. *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education and dance*. Londres: Routledge; 2012
39. Anguera, M.T., Camerino, O., Castañer, M., Sánchez-Algarra, P., & Onwuegbuzie, A.J. (2017). The Specificity of Observational Studies in Physical Activity and Sports Sciences: Moving Forward in Mixed Methods Research and Proposals for Achieving Quantitative and Qualitative Symmetry. *Frontiers in Psychology*, 8:2196. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02196.
40. Yin RK. *Case study research. Design and methods*, 5th edition. Los Angeles, CA: Sage, 2014
41. Maxwell JA, Chmiel M, Rogers SE. Designing integration in multimethod and mixed methods research. In S.N. Hesse-Biber, & R.B. Johnson (Eds.), *The Oxford Handbook of multimethod and mixed methods research inquiry*. Oxford: Oxford University Press, 2015.
42. O’Cathain A, Murphy E, Nicholl J. Three techniques for integrating data in mixed methods studies. *Brit Med J* 2010; 341: c4587.
43. Amatria M, Lapresa D, Arana J, et al. Optimization of game formats in U-10 soccer using logistic regression analysis. *J Hum Kinet* 2016; 24: 163-171.
44. Anguera MT, Magnusson MS, Jonsson GK (2007). Instrumentos no estándar [Non-standard instruments]. *Avances en Medición* 2007; 5(1): 63-82.

45. Anguera MT and Hernández-Mendo A. Técnicas de análisis en estudios observacionales en ciencias del deporte [Data analysis techniques in observational studies in sport sciences]. *Cuadernos de Psicología* 2015; 15(1): 13-30.
46. Gabin B, Camerino O, Anguera MT, and Castañer, M. Multiplatform sport analysis software. *Procedia Soc Behav Sci*, 2012; 46: 4692-4694
47. Gorospe G and Anguera MT. Modificación de la técnica clásica de coordenadas polares mediante un desarrollo distinto de la retrospectividad: Aplicación al tenis [Modification of the classic polar coordinate technique through a distinct application of retrospectivity using an example from tennis]. *Psicothema* 2000; 12(2): 279-282.
48. Hernández-Mendo A, Castellano J, Camerino O, Jonsson, G.K., Blanco-Villaseñor, A., Lopes, A., and Anguera, M.T. Programas informáticos de registro, control de calidad del dato, y análisis de datos [Observational software, data quality and data analysis]. *Revista de Psicol Deporte* 2014; 23(1): 111-121.
49. Aragón S, Lapresa D, Arana J, et al. An example of the informative potential of polar coordinate analysis: sprint tactics in elite 1500 m track events. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 2017; 16(3): 279-286. Doi: 10.1080/1091367X.2016.1245192
50. López J, Valero A, Anguera MT, et al. Disruptive behavior among elementary students in physical education. *SpringerPlus* 2016; 5: 1154.
51. Robles F, Castellano J, Perea A, et al. Spatial strategy used by the world champion in South Africa 2010. In *Science and Football VII: The Proceedings of the Seventh World Congress on Science and Football*. London: Routledge, 2013, pp:161
52. Bakeman R and Quera V. *Analyzing interaction: sequential analysis with SDIS and GSEQ*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
53. Hernández-Mendo A, López-López JA, Castellano J, et al. Hoisan 1.2: Programa informático para uso en metodología observacional [Hoisan 1.2: Program for Use in Observational Methodology]. *Cuadernos de Psicología del Deporte* 2012; 12(1): 55-78. Doi: 10.4321/S1578-84232012000100006.
54. Bakeman, R. *Untangling streams of behavior: Sequential analysis of observation data*. In G.P. Sackett ed. Baltimore: University of Park Press, 1978
55. Cochran WG. Some methods for strengthening the common test. *Biometrics* 1954; 10: 417-451.

56. Moura F, Santana J, Vieira N, et al. Analysis of soccer players' positional variability during the 2012 UEFA European Championship: A case Study. *J Hum Kinet* 2015; 47: 225-236. Doi: 10.1515/hukin-2015-0078
57. Casal, C. A., Maneiro, R., Ardá, T., Losada, J., & Rial, A. (2015). Analysis of Corner Kick Success in Elite Football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 430-451.
58. Maneiro, R., Losada, J., Casal, C. & Ardá, T. (2017). Multivariate analysis of indirect free kick in the FIFA World Cup 2014. *Annals of Psychology*, 33(3), 461-470.
59. Maneiro, R., Ardá, T., Rial, A., Losada, J. y Casal, C. (2017). El saque de esquina como indicador de rendimiento en fútbol. Una revisión empírica [The corner kick as an indicator of soccer performance. An empirical review]. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 13(3), 273-286.
60. Maneiro R. Análisis de las acciones a balón parado en el fútbol de alto nivel: saques de esquina y tiros libres indirectos. Un intento de identificación de variables explicativas [Analysis of set plays in elite soccer: corner kicks and indirect free kicks: An attempt to identify predictor variables]. PhD Thesis, University of A Coruña, Spain, 2014.
61. Grund T. Network structure and team performance: The case of English Premier League soccer teams. *Social Networks* 2012; 34(4): 682-690.
62. Balague N, Torrents C, Hristovski R, et al. Overview of complex systems in sport. *J Syst Sci Complex* 2013; 26(1): 4-13.
63. Thelwell RC, Greenlees IA, Weston NJ. Using psychological skills training to develop soccer performance. *J Appl Sport Psychol* 2006; 18(3): 254-270.
64. Barreira, D., Garganta, J., Castellano, J., Machado, J., & Anguera, M. T. (2015). How elite-level soccer dynamics has evolved over the last three decades? Input from generalizability theory. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 51-62.





### **4.3.3 Estudio 3: *Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team***

Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011

<http://www.johk.pl/files/10078-69-2019-v69-2019-18.pdf>



## **Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team**

*Mario Amatria<sup>1</sup>, Rubén Maneiro<sup>1</sup> and M. Teresa Anguera<sup>2</sup>*

(1) Department of Physical Activity Sciences and Sports. Pontifical University of Salamanca, Spain.

(2) Department of Behavioural Sciences Methodology, Institute of Brain, Cognition and Behavior. University of Barcelona, Spain.

### **Correspondence to be sent to**

Mario Amatria, Phd

Department of Physical Activity Sciences and Sports. Pontifical University of Salamanca.

Edificio Luis Vives. C/ Henry Collet 52-70Ulloa s/n.

37007. Salamanca. Salamanca - Spain

Phone: +34 923125027 ext 207

E-Mail: [mamatriji@upsa.es](mailto:mamatriji@upsa.es)

### **Acknowledgements**

The authors gratefully acknowledge the support of two Spanish government projects (Ministerio de Economía y Competitividad): 1) La actividad física y el deporte como potenciadores del estilo de vida saludable: Evaluación del comportamiento deportivo desde metodologías no intrusivas [Grant number DEP2015-66069-P, MINECO/FEDER, UE]; 2) Avances metodológicos y tecnológicos en el estudio observacional del comportamiento deportivo [PSI2015-71947-REDP, MINECO/FEDER, UE]. In addition, the authors thank the support of the Generalitat de Catalunya Research Group, GRUP DE RECERCA I INNOVACIÓ EN DISSENYYS (GRID). Tecnologia i aplicació multimedial i digital als dissenys observacionals [Grant number 2014 SGR 971].

## **Abstract**

Victory is the ultimate aim in soccer and therefore when a team wins an elite European or world championship, attempts will invariably be made to emulate the winning team's style of play. In this study, we performed an in-depth analysis of play by the Spanish soccer team during the 2012 UEFA European Championship, where it was crowned champion. Using observational methodology and T-pattern analysis, we identified hidden patterns of play that ended in a goal for the Spanish team. A generalizability coefficient ( $e_2$ ) of 0.986 demonstrated that the offensive patterns detected are robust and highly generalizable. These patterns were formed by technical actions consisting of ball control and pass, with alternations between short and long passes, in the central area of the rival pitch, with use of both wings to achieve width of play and prioritization of width over depth of play. We also found patterns showing that goals and shots at goal were made on a ball delivered from the opposite direction to the shot and were not preceded by a technical action.

**Key words:** Team Sport, Performance, Game Analysis, Tactics.

## Introduction

When studying performance in soccer, one could assume that performance indicators recorded for successful or unsuccessful actions will reflect both individual and team performance. However, there is always an element of chance and unpredictability in team sports. Players, coaches, and fans largely agree that chance is sometimes important for understanding the result of a match.

The above argument, however, is not valid for the scientific community (Ramos et al., 2017). Empirically speaking, chance cannot be considered to be a conventional variable and we cannot apply it to practical situations or use it to draw inferences (Lames et al., 2010). In soccer, like in other team sports, every event (e.g., goal, shot, or sequence of actions), and everything that leads up to this event, can be measured, and as such can be computed by an algorithm. Nothing happens by chance.

But how can we measure these events objectively and empirically to guide decision-making in real-life situations? One way of reducing intangible aspects of play that remain hidden to the human eye could be to apply an empirical approach capable of uncovering the various structures and patterns that lie hidden within observable behaviors. T-pattern analysis, which involves the detection of temporal patterns of behavior (Magnusson, 2000, 2016) has proven to be a useful tool for this purpose.

T-pattern detection has enormous potential in applied research and interdisciplinary areas such as sport (Hristovski et al., 2017), where researchers are interested not only in quantifying performance indicators, such as goals, passes, or shots, but also in qualifying the steps that lead up to these actions. T-pattern analysis can detect the structures that trigger what can be termed a successful action in soccer. Numerous studies have used T-pattern analysis to identify these invisible structures that underlie all dimensions of soccer through algorithmic computations and have demonstrated that the results can have important practical implications (Barlett et al., 2012).

Two noteworthy examples of studies that have analyzed interactions between a fixed number of players (mesostructure) are those by Sarmiento et al. (2016), who deciphered patterns of direct attack in three top European clubs, and by Headrick et al. (2011), who described proximity-to-goal interactions between attackers and defenders.

Other authors, in turn, have applied T-pattern detection to investigate macropatterns, i.e., patterns within a match as a whole. Examples are Jonsson et al. (2006), who analyzed synergies of positional attack in FC Barcelona, and Barreira et al. (2014),

who in an ambitious study applied T-pattern detection to identify optimal pitch areas in which to recover the ball and achieve a shot at goal in the 2010 FIFA World Cup.

Studies like this have provided some answers to the question: why does everything we see during a soccer match happen? Their results can help to empirically identify patterns underlying visible aspects of play and enable researchers not just to quantitatively decipher these formal aspects of the game, but also to delve into the functional and qualitative personality of the team and team play as a whole, ultimately favoring better decision-making in real-life situations.

The aim of this study was to analyze offensive play by a Spanish soccer team during the 2012 UEFA European Championship (UEFA Euro 2012) through the detection of T-patterns reflecting intrinsic patterns of play established during the spontaneous course of play.

## **Methods**

### *Design*

We used observational methodology and applied the observational design I/P/M, which stands for Idiographic/Point/Multidimensional. It was idiographic because we studied one team considered as a single unit, point because we studied a single competition (Anguera and Hernández-Mendo, 2013), albeit with an intrasessional follow-up, and multidimensional because we analyzed the multiple dimensions that constituted the ad hoc observation instrument used (Anguera et al., 2011). Observation was non-participatory and governed by scientific criteria, and the level of perceptibility was complete.

### *Participants*

We used a convenience sample consisting of offensive actions by the Spanish national soccer team during its participation in UEFA Euro 2012. The study was approved by the ethics committee at the *Universidad Pontificia de Salamanca*. Intersessional consistency throughout the competition was ensured by the fact that all the matches observed were played by the same team (with the same players and jersey numbers) and on the same sized pitch divided into identical zones.

### *Observation instrument*

The instrument used to observe the matches was designed by Maneiro and Amatria

(2018). This instrument is a combination of a field format system and category systems (Anguera et al., 2007). The category systems are nested within the field format and contain exhaustive, mutually exclusive categories (Anguera and Hernández-Mendo, 2013).

#### *Software tools*

The data were annotated using the free software tool Lince (v. 1.2.1; Gabin, Camerino, Anguera, & Castañer, 2012).

The data quality control analyses were performed in GSEQ5 (Bakeman & Quera, 2011) and SAGT v. 1.0 (Hernández-Mendo et al., 2016), and the T-pattern analysis was performed in Theme, v. Edu, which is a free version of THEME for academic use (Magnusson, 2000, 2016).

#### *Procedure*

The hierarchy of observation units, ranging from molecular to molar, is formed by event (technical actions, play interruptions, and interceptions), sequence of play, and match. A sequence of play, or move, was defined as the series of events that occur from the moment the team being observed gains possession of the ball to the moment it loses it. The sum of sequences constitutes a match.

The observation sample for the offensive actions by the Spanish national team during UEFA EURO 2012 contained 6861 events, corresponding to 5005 technical actions and 746 offensive sequences. Type IV data were collected, which means they are concurrent, time-based data.

#### *Data quality analysis via interobserver agreement (Cohen's kappa) and generalizability theory*

The reliability of the dataset was analyzed quantitatively by comparing the data recorded by the two observers who analyzed and annotated the video recordings. The dataset created by the second observer contained at least 80% of the sequences of play recorded for the entire dataset (i.e., for all matches played by the Spanish team during the championship). The two observers were subject experts (Doctors in Physical Activity and Sports Sciences and certified national soccer coaches [level III]), and they both participated in a purpose-designed 30-hour training program (Anguera, 2003). This program included eight sessions in which the observers annotated data using the consensus



agreement method (Arana et al., 2016), by which events are only annotated when both observers agree on the code.

Interobserver agreement for the categorical data recorded by the two observers was evaluated using Cohen's kappa statistic (Cohen, 1960), which is a statistical coefficient that corrects for chance agreement. It is expressed mathematically as  $\kappa = \sum_1^k \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} \times 100$  where  $k$  is the number of categories,  $p_o$  the observed percentage agreement, and  $p_e$  the percentage agreement expected by chance.

The calculations were performed in the free software program GSEQ5 following the recommendations of Bakeman and Quera (2011). The result was a kappa of 0.95, indicating satisfactory interobserver agreement (Fleiss et al., 2003).

Generalizability theory (Cronbach et al., 1972) was also applied to reduce error by controlling for sources of variation. The generalizability design was based on the work of Blanco-Villaseñor (1993). The analysis was performed in SAGT v. 10, a generalizability theory software package. The resulting generalizability coefficient was  $e^2 = 0.986$ , indicating that the results were highly generalizable and the data recorded in the different matches were consistent.

### *T-pattern analysis*

Recent years have witnessed a growing interest in the detection of behavioral patterns hidden within data (Vilar et al., 2012) and numerous methodologies have been developed for this purpose. One of the most novel methods to emerge is T-pattern analysis, which searches for temporal patterns and is supported by a robust conceptual framework and a dedicated software application, THEME (Magnusson, 2000). The following are just some examples of studies that have used T-pattern detection within THEME (Magnusson, 2000, 2016) and its latest developments (Amatria et al., 2017; Camerino et al., 2012; Castañer et al., 2017; Diana et al., 2017). For the current study, we used the free version of the program THEME, v. Edu.

We searched for T-patterns hidden within the full set of data corresponding to all the matches played by the Spanish national team at the 2012 UEFA European Championship.

We applied the following search variables:

- A minimum frequency of 5 occurrences.
- A significance level of  $p < .05$ .

- Validation of results by randomizing the data five times and only accepting patterns for which the probability of the randomized data coinciding with the real data was 0 or less.
- Application of a simulation filter available in THEME v. 5.0. This filter generates randomizations for each critical interval relationship defining the occurrence of a T-pattern before accepting it as such. The number of randomizations depends on the significance level (in our case, we set this number at 2000,  $-1/0.005 \times 10^{-}$ ). The T-pattern is accepted if THEME v. 5.0 finds, among all the randomly generated relationships,  $n$  critical interval relations with  $(n/2000) < 0.005$ , with internal intervals that are the same size or smaller than those of the relationship tested.

## Results

### *T-pattern detection*

A total of 1465 T-patterns that met the search criteria were detected in the full dataset of offensive play by the Spanish national team during UEFA Euro 2012. There were 987 two-cluster patterns, 387 three-cluster patterns, 72 four-cluster patterns, 16 five-cluster patterns, and 3 six-cluster patterns.

The results presented below are those generated by the application of the automatic (quantitative) sort settings (Amatria et al., 2017) in THEME, v. Edu. They show the T-patterns with the highest number of occurrences, the highest number of clusters, and the longest duration (Table 1).

**Table 1. T-patterns detected using the automatic sort settings in THEME, v. Edu.**

Setting	Code	String-like pattern	O / L / D	Mean (internal interval in frames)
Occurrences (O)	O.1	( zi61,zf61,c1 zi61,zf61,c1 )	35 / 2 / 3388	95.80
Length (L)	L.1	((( zi61,zf61,c1 zi61,zf61,c1 )( zi61,zf71,c2 zi71,zf71,c2 )) zi110,zf110,c1 ) zi110,zf110,ioc )	3 / 6 / 1718	20.00 / 103.67 / 126.00 / 300.00 / 22.00
	L.2	(( zi61,zf61,c1 zi61,zf61,c1 )( zi61,zf71,c2 zi71,zf71,c2 )( zi110,zf110,c1 zi110,zf110,c1 )))	3 / 6 / 1707	20.00 / 103.67 / 126.00 / 300.00 / 18.33
	L.3	( zi71,zf71,c2 ((( zi71,zf71,c1 zi71,zf71,c1 ) zi71,zf71,c2 ) zi71,zf120,c2 ) zi71,zf71,c2 ))	3 / 6 / 2984	65.67 / 47.67 / 158.33 / 265.67 / 456.33
Duration (D.)	D.1	( zi71,zf71,c2 ( zi71,zf71,c1 zi71,zf61,c2 ))	10 / 3 / 4371	245.30 / 190.80

To aid in the interpretation of results, we created a figure showing an example of a T-pattern in a tree format, with images from the matches illustrating the different clusters that made up the T-pattern (pattern L.1 [((( ( zi61,zf61,c1 zi61,zf61,c1 ) ( zi61,zf71,c2 zi71,zf71,c2 )) zi110,zf110,c1 ) zi110,zf110,ioc )]).

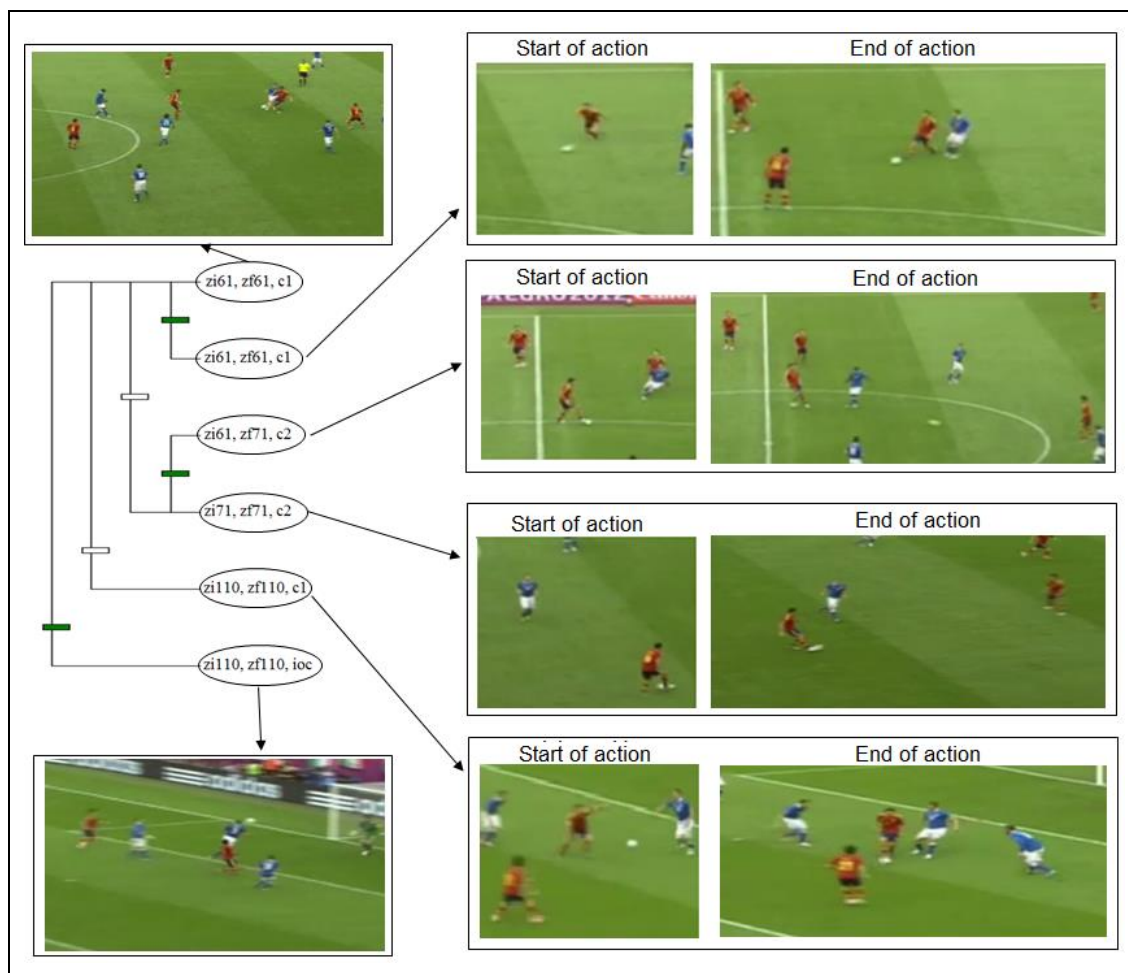


Figure 1. Example of a T-pattern in tree format with corresponding images from the championship. The T-pattern in question is pattern L.1, which is formed by ((( ( zi61,zf61,c1 zi61,zf61,c1 ) ( zi61,zf71,c2 zi71,zf71,c2 )) zi110,zf110,c1 ) zi110,zf110,ioc ). The pattern starts with two contacts with the ball in zone 61; the player involved in the second contact controls the ball and passes it to zone 71. The receiving player controls the ball and passes it to culminate in a single contact in zone 110 and an IOC (occasional interception with continuation of play) in the same zone.

In the next section, we present the T-patterns detected using the qualitative filters (Amatria et al., 2017) applied to answer the questions posed in this study. These were patterns related to both depth of play (i.e., movement of the ball from one sector of the pitch up to another one) and width of play (i.e., movement of the ball from one side of the pitch to the other). We used four qualitative filters, or levels of success, to analyze

offensive performance in relation to depth of play. These levels of success, which are the equivalent of optimal targets (Hugues and Bartlett, 2002), were defined as follows: a) sequences of play ending in the definition sector (Level IV), b) sequences of play ending in a pass to the goal area (Level III), c) sequences of play ending in a shot at goal (Level II), and d) sequences of play ending in a goal (Level I), which is the ultimate measure of success (Kempe et al., 2014). These four success levels have an ordinal character from the least complex (Level IV) to the most complex (Level I).

It should be noted that only T-patterns that do not appear at lower levels are shown for a given level. For example, although patterns detected at level I are also present at levels II, III, and IV, they are shown only at the top level. This does not, however, occur the opposite way around.

Success level IV (L-IV) shows the T-patterns ending in the definition sector (zones 90, 100, 110, 120, and 130). This success level is relevant, because it shows progress while the team is building an attack. Just one T-pattern was detected in this case (Table 2).

Level III (L-III) contains T-patterns corresponding to sequences of play ending in a pass to zones 100, 110, and 130 (goal area). These patterns are obviously valuable, as they can show the actions that lead up to a ball being delivered to the immediate goal area. We detected 12 T-patterns at this level. Ten of these corresponded to sequences of play in the central areas of the pitch, and two to sequences in the lateral areas (Table 2).

Level II (L-II) shows T-patterns corresponding to sequences of play that contain at least one shot at goal, regardless of whether this was successful or not. Again, these patterns are important, as they reflect the occurrence of actions aimed at scoring a goal. The majority of T-patterns detected at level II occurred in zone 130, the rival goal area (Table 2).

Level I (L-I) shows T-patterns corresponding to sequences of play that end in a goal, the ultimate measure of success in soccer (Kempe et al., 2014). Five T-patterns were detected at this level (Table 2).

For the width-of-play analysis, THEME, v. Edu retrieved T-patterns that reflected the greatest width achieved in offensive play. Use of width is important when building an attack as it involves targeting areas of the pitch with the least density of defenders. We detected just two T-patterns in this analysis and they both started in zone 51, i.e., they both corresponded to sequences in which the ball was delivered from the left side of the pitch to the right. It is noteworthy that long passes were more common than short passes in these patterns (Table 2).

**Table 2. T-patterns detected using qualitative options to reflect levels of success: Level IV (L-IV), Level III (L-III), Level II (L-II), Level I (L-I) and width-of-play (C.O.).**

Setting	Code	String-like pattern	O / L / D	Mean (internal interval in frames)
Level IV	L-IV.1	( zi61,zf90,c3 zi90,zf90,c2 )	7 / 2 / 1052	149.29
	L-III.1	( zi61,zf100,c3 zi100,zf100,p )	11 / 2 / 1561	140.91
Level III	L-III.2	( zi120,zf120,ffse zi120,zf110,c1 )	11 / 2 / 2025	1.27
	L-III.3	( zi61,zf61,c2 zi61,zf100,c3 )	9 / 2 / 1491	164.67
	L-III.4	( zi61,zf100,c2 zi100,zf100,p )	8 / 2 / 807	99.88
	L-III.5	( zi61,zf61,c2 zi61,zf100,c2 )	7 / 2 / 981	139.14
	L-III.6	( zi71,zf110,c3 zi110,zf110,p )	7 / 2 / 747	105.71
	L-III.7	( zi61,zf71,c2 zi71,zf110,c3 )	7 / 2 / 1259	178.86
	L-III.8	( zi61,zf90,c2 zi100,zf100,p )	7 / 2 / 1937	275.71
	L-III.9	( zi70,zf61,c2 zi100,zf100,p )	7 / 2 / 2879	410.29
	L-III.10	( zi71,zf110,c3 zi110,zf110,c1 )	7 / 2 / 634	89.57
	L-III.11	( zi71,zf71,c2 zi71,zf110,c3 )	7 / 2 / 1176	167.00
	L-III.12	( zi120,zf120,ffse zi130,zf130,cfff )	7 / 2 / 886	125.57
	Level II	L-II.1	( zi110,zf130,f zi130,zf130,cfff )	12 / 2 / 788
L-II.2		( zi100,zf130,c1 zi100,zf130,f )	11 / 2 / 1944	3.00
L-II.3		( zi110,zf130,c1 zi110,zf130,f )	9 / 2 / 2028	2.11
L-II.4		( zi120,zf120,ffse zi110,zf130,f )	7 / 2 / 680	96.14
Level I	L-II.5	( zi110,zf110,f zi110,zf110,ioc )	7 / 2 / 1968	8.71
	L-II.6	( zi110,zf130,f zi130,zf130,p )	7 / 2 / 136	18.43
	L-II.7	( zi61,zf71,c2 zi110,zf130,f )	7 / 2 / 1753	249.43
	L-I.1	( zi100,zf130,f zi130,zf130,gf )	6 / 2 / 262	42.67
	L-I.2	( zi110,zf130,f zi130,zf130,gf )	6 / 2 / 149	23.83
Level I	L-I.3	(( zi100,zf130,c1 zi100,zf130,f ) zi130,zf130,gf )	4 / 3 / 1999	1.25 / 22.50
	L-I.4	( zi61,zf61,r ( zi100,zf130,f zi130,zf130,gf ) )	3 / 3 / 826	216.67 / 57.67
	L-I.5	( zi51,zf50,c1 zi130,zf130,gf )	3 / 2 / 1761	586.00
Width-of-play	CO.1	( zi51,zf51,c2 zi60,zf81,c2 )	6 / 2 / 1716	285.00
	CO.2	( zi51,zf61,c3 zi81,zf71,c2 )	4 / 2 / 944	235.00

## Discussion

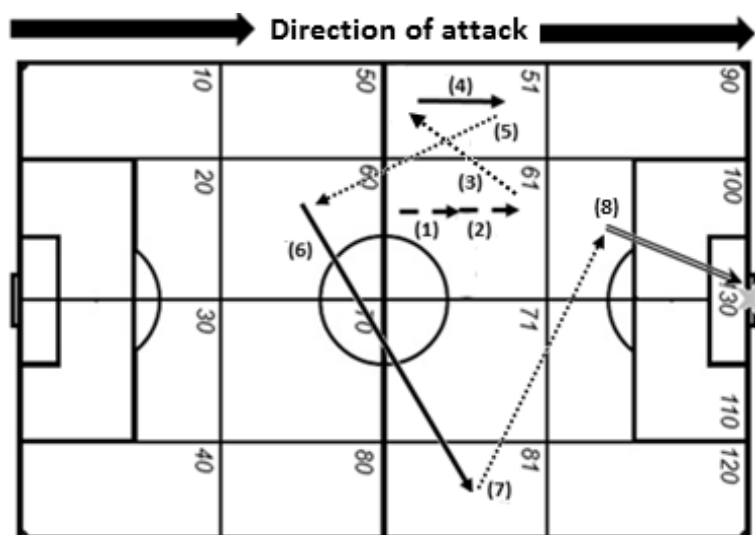
The aim of this study was to apply T-pattern analysis to identify strings of events that occur intrinsically and spontaneously during the course of a soccer match, but remain invisible to the naked eye.

With respect to depth of play, like Camerino et al. (2012), we observed that most events occurred in the midfield area, particularly in the rival team's creation sector. Our findings regarding patterns leading up to a goal also coincide with those of Camerino et al. (2012), in that shots were taken in zone 100, to the left of the goal area. The areas in which the events leading up to these goals started also coincided with reports by Camerino et al.

(2012). Patterns containing a pass into the goal area all started in the center of the rival team’s creation sector. These findings, together with those for patterns containing events that occurred in the definition sector, coincide with those of Barreira et al. (2014). Although our findings with respect to depth of play are not exactly novel and have been described for other elite soccer teams, they do reveal a clear level of technical complexity, with patterns consisting of 1 or 2 touches of the ball and alternations between team play and individual dribbling to move the ball up the pitch.

In relation to the most frequent T-patterns corresponding to offensive sequences involving use of the two outer corridors, we observed that changes of direction were achieved by both passing and dribbling. Such strategies are designed to achieve a greater width of play, and crossing the ball from one side of the pitch to the other is not an easy task. Identifying T-patterns of this type is important, as they describe effective sequences of play in which the attacking team avoids the more crowded central corridor.

Finally, using the different algorithmic computations in THEME, we identified a sequence of play that could be considered representative of the Spanish team’s attacking style (Figure 2). The sequence begins in the central areas of the rival’s half of the pitch and includes changes of direction in which forwarders and midfielders take responsibility for concluding the sequence, using dummy moves and distractions to conceal their true tactical intentions.



**Figure 2.** Figure showing typical move by the Spanish national football team at UEFA Euro 2012, where No.= sequence order,  $\dashrightarrow$  = C1,  $\rightarrow$  = C2,  $\cdots\rightarrow$  = indeterminate action,  $\Rightarrow$  = shot, and  $\star$  = goal.

The results of this study demonstrate that it is possible to use algorithmic computations to describe a team's particular style of play. In this case, we identified some of the secrets to the success of the champions of UEFA Euro 2012. The model applied is built on morphologically complex and sophisticated structures and is radically different to models used to date to study performance in elite soccer. Our findings, however, should not simply be accepted as they are, but scientifically tried and tested in real-life situations. For this to happen, our results should be transferred to the playing field, or more precisely to the training field, and be tested at two levels. From the perspective of defensive play, coaches should devise strategies to defend against the winning style we have described, while from the perspective of offensive play, they should try to replicate this model of success by designing training drills that will ultimately generate similar patterns of play that can be transferred to competition situations.

### **Conclusions**

We used T-pattern detection to identify and describe aspects of the successful attacking style of the champions of UEFA Euro 2012. Apart from shedding light on some of the secrets to the Spanish team's success, our results also serve to build on previous findings and contribute to a better understanding of what occurs within the deeper layers of a soccer match.

Our results can be summed up in six main points:

- (1) To achieve a shot at goal and score, the Spanish national team simultaneously make good use of the width and depth of the pitch to create space through team and individual actions.
- (2) The Spanish team prioritize width of play over depth of play to find space in which to build their attack and achieve a shot at goal or score.
- (3) Both forwards and midfielders take responsibility for scoring. In doing so, they successfully trick their opponents into thinking they are going to do one thing, but then do another. Deception is a strategy used wisely by the Spanish team.
- (4) The Spanish team effectively combines the use of frequent passes with long passes and changes of direction to avoid areas of the pitch with a high density of defenders.
- (5) These hot zones, or areas of tactical creation, are the central areas of the rival's half of the pitch.
- (6) The patterns detected throughout the championship were stable and robust, with little disruption from rival interactions, and in addition they were highly generalizable ( $e2 = 0.986$ ).

The above conclusions provide valuable material that can be built on by coaches to help their teams mount more successful attacks and ultimately win more games. They also contain important lessons on defensive strategies to counter successful attacks.

## References

- Amatria M, Lapresa D, Arana J, Anguera MT, Garzón B. Optimization of game formats in U-10 soccer using logistic regression analysis. *J Hum Kinet*, 2016; 24: 163-171
- Amatria M, Lapresa D, Arana J, Anguera MT, Jonsson GK. Detection and selection of behavioral patterns using Theme: a concrete example in grassroots soccer. *Sports*, 2017; 5: 20; doi:10.3390/sports5010020.
- Anguera MT. *The Observation*. In C. Moreno Rosset (Ed.), Psychological evaluation. Concept, process, and application in the areas of development and intelligence (pp. 271-308). Madrid: Sanz y Torres. Ciencia y Deporte., 1(1), 15-20; 2003
- Anguera MT, Blanco-Villaseñor A, Hernández-Mendo A, Losada J. Observational designs: adjustment and application in sport psychology. *Cuad Psicol Deporte*, 2011; 11(2): 63-76.
- Anguera MT, Hernández-Mendo A. Observational methodology in the area of sport. *E-balonmano.com: Rev Cienc Deporte*, 2013; 9(3): 135-160.
- Anguera MT, Magnusson MS, Jonsson GK. Non-standard instruments. *Avances en Medicina*, 2007; 5(1): 63-82
- Arana J, Lapresa D, Anguera MT, Garzón B. *Ad hoc* procedure for optimizing agreement between observational records. *An Psicol*, 2016; 32(2): 589-595.
- Bakeman R, Quera V. *Sequential Analysis and Observational Methods for the Behavioral Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press; 2011.
- Barlett R, Button C, Robins M, Dutt-Mazunder A, Kennedy G. Analysing team coordination patterns from player movement trajectories in soccer: Methodological considerations. *Int J Perf Anal Sport*, 2012; 12: 398-424.
- Barreira D, Garganta J, Guimaraes P, Machado J, Anguera T. Ball recovery patterns as a performance indicator in elite soccer. *J Sport Eng Technol*, 2014; 228(1): 61-72.
- Blanco-Villaseñor A. Reliability, accuracy, validity, and generalizability of observational designs. In M.T. Anguera (Ed.), *Observational methodology in psychological research*. Barcelona: PPU., Vol. II., 151-261; 1993
- Camerino O, Chaverri J, Anguera MT, Jonsson GK. Dynamics of the game in soccer: Detection of T-patterns. *Eur J Sport Sci*, 2012; 12(3): 216-224



- Castañer M, Barreira D, Camerino O, Anguera MT, Fernandes T, Hileno R. Mastery in goal scoring, T-pattern detection and polar coordinate analysis of motor skills used by Lionel Messi and Cristiano Ronaldo. *Front Psychol*, 2017; 8: 741. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00741.
- Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas*, 1960; 20: 37-46.
- Cronbach LJ, Gleser GC, Nanda H, Rajaratnam N. *The dependability of behavioral measurements: theory of generalizability for scores and profiles*. New York: Wiley; 1972
- Diana B, Zurloni V, Elia M, Cavalera CM, Jonsson GK, Anguera MT. How game location affects soccer performance: T-pattern analysis of attack actions. *Front Psychol*, 2017; 8:1415. DOI: 10.3389/fpsyg.2017.01415
- Fleiss JL, Levin B, Paik MC. *Statistical methods for rates and proportions*, 3rd ed. Hoboken: John Wiley y Sons; 2003.
- Gabin B, Camerino O, Anguera MT, Castañer M. Lince: Multiplatform sport analysis software. *Procedia. Soc Behav Sci*, 2012; 46: 4692-4694.
- Headrick J, Davids K, Renshaw I, Araújo D, Passos P, Fernandes O. Proximity-to-goal as a constraint on patterns of behaviour in attacker–defender dyads in team games. *J Sport Sci*, 2011; 30(3): 247-253.
- Hristovski R, Aceski A, Balague N, Seifert L, Tufekciovski A, Cecilia A. Structure and dynamics of European sports science textual contents: Analysis of ECSS abstracts (1996-2014). *Eur J Sport Sci*, 2017; 17: 19-29. DOI:10.1080/17461391.2016.1207709
- Hughes M, Bartlett R. The use of performance indicators in performances analysis. *J Sport Sci*, 2002; 20(10): 739-754, DOI: 10.1080/026404102320675602
- Jonsson GK, Anguera MT, Blanco-Villaseñor A, Losada JL, Hernández-Mendo A, Ardá T, Camerino O, Castellano J. Hidden patterns of play interaction in soccer using SOFCODER. *Behav Res Methods*, 2006; 38(3): 372-381.
- Kempe M, Vogelbein M, Memmert D, Nopp S. Possession vs. Direct play: evaluating tactical behavior in elite soccer. *Int J Sport Sci*, 2014; 4(6A): 35-41.
- Lames M, Erdmann J, Walter F. Oscillations in football – Order and disorder in spatial interactions between the two teams. *Int J Sport Psychol*, 2010; 41: 85–86.
- Magnusson MS. Discovering hidden time patterns in behavior: T-patterns and their detection. *Behav Res Meth Ins C*, 2000; 32(1): 93-110.
- Magnusson MS. Time and self-similar structure in behavior and interactions: From sequences to symmetry and fractals. In M. S. Magnusson, J. K. Burgoon, M.

Casarrubea, & D. McNeill (Eds.), *Discovering hidden temporal patterns in behavior and interactions: T-Pattern detection and analysis with THEME* (pp. 3-35). New York: Springer; 2016.

Maneiro R, Amatria M. Polar coordinate analysis of relationships with teammates, areas of the pitch, and dynamic play in soccer: A study of Xabi Alonso. *Front Psychol*, 2018; 9: 389. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00389>

Ramos A, Coutinho P, Silva P, Davids K, Mesquita I. How players exploit variability and regularity of game actions in female volleyball teams. *Eur J Sport Sci*, 2017; 17(4): 473-481.

Vilar L, Araújo D, Davids K, Bar-Yam Y. Science of winning soccer: Emergent pattern-forming dynamics in association football. *J Syst Sci Complex*, 2012; 26(1): 1-13.



#### **4.3.4 Estudio 4: *Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory***

Maneiro R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020). Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology* 11:534. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00534

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.00534/full>



## ANALYSIS OF THE VARIABILITY OF THE GAME SPACE IN HIGH PERFORMANCE FOOTBALL: IMPLEMENTATION OF THE GENERALIZABILITY THEORY

Rubén Maneiro<sup>1,2</sup>, Ángel Blanco-Villaseñor<sup>2</sup>, Mario Amatria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Science of Physical Activity and Sport, Pontifical University of Salamanca, Salamanca, Spain

<sup>2</sup>Faculty of Psychology, University of Barcelona, Barcelona, Spain

**\* Correspondence:**

Rubén Maneiro  
rmaneirodi@upsa.es

**Keywords:** game space, variability, generalizability theory, football, high performance

### Abstract

The analysis of variability in sport has shown significant growth in recent years. Also, the study of space management in the game field has not been object of research yet. The present study pretends to describe the variability in the use of strategic space in high performance football. To do this, the spatial management of the Spanish men's soccer team when it is in possession of the ball has been analyzed, during its participation in the UEFA Euro 2012 championship. Specifically, 6861 events have been collected and analyzed. Different zoning of the field have been used, and the location of the ball has been recorded in each offensive action. Using the observational methodology as a methodological filter, two types of analysis have been carried out: first, a General Linear Model was implemented to know the variability of the strategic space. Models with two, three, four and five variables have been tested. In order to estimate the degree of accuracy and generalization of the data obtained, the Generalizability Theory was implemented. Next, and in order to estimate the degree of accuracy and generalization of the data obtained, the Generalizability Theory was implemented. The results showed that the model that produces greater variability and better explanation is the four-variable model ( $P = 0.019$ ;  $r^2 = 0.838$ ), with the inclusion of the variables match half, rival, move initiation zone and move conclusion zone. Next, an optimization plan was implemented to know the degree of generalization with the Rival, Start Zone (SZ) and Conclusion Zone (CZ) facets. The available results indicate that it is based on an adequate research design in terms of the number of observations. The results of the present study could have a double practical application. On the one hand, the inclusion of the game's space management in training sessions will potentially conceal the true tactical intention. On the other hand, knowing the variability of the strategic space will allow to exploit areas of the optimal playing field to attack the rival team.

## 1 INTRODUCTION

Human behavior is inherently variable. From the evolutionary point of view, each individual is different in terms of genetic inheritance, previous experience and environmental factors (Polderman, Benyamin, De Leeuw, Sullivan, Van Bochoven, Visscher, and Posthuma, 2015). These differences determine how each person observes and interacts with the surrounding environment.

Phylogenetically, any human being needs to be able to react adequately to the environmental changes that occur in their habitat. The existence of behavioral variability makes it possible to adapt to these changes (Veá, 1990). Duarte, Araújo, Correia and Davids (2012), named as interindividual variability. Interindividual variability is defined as the diversity presented by individuals of the same population in a given situation and at a given time, and which also produces a continuous supply of new solutions to behavioral challenges in front of other groups. On the other hand, Saw, Main and Gustin (2016), define intra-individual variability as the differentiation of human behavior and responses to the same situation.

Interindividual variability is present in any complex system of nature. In microbiology, an example of adaptation to the environment is that of the amoeba *dictyostelium*. This amoeba, in a hostile environment with a low amount of nutrients, reproduces adaptive mechanisms of social cooperation and behavioral variability. It goes from an individual state to a socialized state, adapting to the environment and adopting a multicellular structure behavior until the environment becomes favorable again, recovering its individual state (Flowers, Li, Stathos, Saxer, Ostrowski, Queller, Strassman and Purugganan, 2010). This ability to adapt, based on creative behaviors in response to newly encountered problems, will reduce the uncertainty, favoring the individual's adaptation to the environment in which they live, creating a functional specialization (Wilson and Wilson, 2007).

From the point of view of the ecological dynamics of team sports, the environment in which many sporting events occur is also chaotic and unpredictable. It must be taken into account that each sporting event, each match or episode of confrontation in the area of sports is unique and unrepeatable. There are no two equal matches, nor two identical competitions. Therefore, the flexibilization of motor, technical, tactical and strategic behaviors, concretized in a wide inter and intra-individual variability (Casal, Andujar, Losada, Ardá and Maneiro, 2016). Moura, Martins, Anido, Ruffino, Barros and Cunha, 2013; Maneiro, Amatria and Anguera, 2019), will allow the emergence of solutions to changing and unpredictable environmental problems. Adaptation to the environment is essential (Seifert, Komar, Araújo and Davids, 2016).

Despite its importance, studies on the analysis of variability in sports science seem scarce. Recent works have focused their efforts on measuring heart rate variability in competition (Moreno, Parrado and Capdevila, 2013), in collective sports such as basketball (Bourbousson, Sève and McGarry, 2010) or handball (Wagner, Pfusterschmied, Klous, Duvillard and Müller, 2012). As well as in individual sports such as horse riding (Schmidt, Aurich, Möstl, Müller and Aurich, 2010), cycling (Stanley, Peake and Buchheit, 2013) and athletics (Cazzola, Pavei and Preatoni, 2016).

Regarding football, most of the works refer again to the variability of heart rate during the competition (Oliveira, Leicht, Bishop, Barbero-Álvarez and Nakamura, 2013; Ravé, Fortrat, Dawson, Carre, Dupont, Saeidi, Boullosa and Zouhal, 2018). Other works have analyzed the variability of the displacement of the soccer player (Castellano and Blanco-Villaseñor, 2015; Castellano, Blanco-Villaseñor and Álvarez, 2011; Couceiro, Clemente, Martins and Machado, 2014). Other authors have focused their efforts on tactical variability (Moura et al., 2013; Okihara, Kan, Shiokawa, Choi, Deguchi, Matsumoto, Higashikawa, 2004; Maneiro, Losada, Casal and Ardá, 2017). The work of Frencken, Poel, Visscher and Lemmink (2012), discovered that the greatest physical variability ratios are associated with transcendental moments of the game, such as the goal or shot to goal. On the other hand, the study of Moura, Santana, Vieira, Santiago and Cunha, (2015), which analyzed positional variability, affirms that the midfielders are the ones with the greatest variability, followed by side players. They conclude their study stating that the finalist teams have more physical variability than the others. On the other hand, the work of Clemente et al (2019), analyzed the variability in small-sided games in training football and conclude that formats such as 3x3 demand higher technical variability ratios than other formats.

Although all these works have a special importance in the applied field, physical and tactical variability is only a small segment of the competitive reality. Soccer is also a sport where space management can be a determining factor, according to reference authors (Garganta, 1997; Grehaigne, 1992).

The term space was studied in different scientific areas throughout the centuries. From the field of mathematics, Poincaré (1944) said that anyone who speaks of space should never do so in absolute terms, since *it would be a meaningless word*. The author referred to the fluctuating nature of space, its flexibility, its mobile nature.

In Sports Science, the conceptualization of space as part of the internal logic in sport has been collected among other authors by Parlebás (1981) and Hernández-Moreno (1994). Parlebás (1981) distinguishes two types of spatial situations where motor interaction occurs: 1) those in which the formal space is stable and standardized; 2) those in which the formal space is a carrier of uncertainty. Hernández-Moreno (1994), includes time, regulation, strategy, technique, tactics and playing space as the main parameters that shape the structure of sports.

Some authors who have approached the study of space as a strategic element in high performance football have been Amatria, Maneiro and Anguera (2019a, 2019b), Blanco-Villaseñor, Castellano y Hernández-Mendo (2000), Castellano, Perea y Hernández-Mendo (2009), Castelo (1999), Castellano and Hernández-Mendo (2000), Castellano, Álvarez-Pastor and Blanco-Villaseñor (2013), Garganta (1997), Gonçalves, Coutinho, Exel, Travassos, Lago, Sampaio, 2019; Grehaigne (1992), Harris and Reilly (1988), and Seabra, Dantas (2006). Garganta (1997), one of the first authors to speak of *effective playing space*, defines it as *conformational space*, and states that *“it is important to recognize that the concept of space and its ideomotor representation are not limited to the dimensions and physical marks marked on the playing field. The player constructs another self-reference playing space within the physical restrictions imposed by the regulation. This space is the conformational space. It is a configuration or information space, which results from its interaction with the other elements: ball, teammates, opponents, etc., depending on their perception, knowledge and action (figure 2 and 3)”* p.202



Mombaerts (1996), affirms that the strategic space conditions and modifies the motor plane, the tactical development and the density of players, since they must "use the resources available in a time and space of a game". On the other hand, Harris and Reilly (1998), speak of an individual and collective space within the regulatory physical space. More recent studies such as Gonçalves et al., (2019), confirm that teams prioritize some spaces over others based on the quality of the rival.

Taking into account everything said until now, to assess the possible existence of changes in how teams manage the game space, this paper aims to study the variability in the management of strategic space in high performance football. Considering the spatial variables to analyze the game action in football is a relevant proposal to explain the unstable balance of the complex dynamics of the game (Castellano et al., 2013), allowing to increase knowledge about spatial strategic requirements.

For this, the methodological filter will be observational methodology (Anguera, 1979), one of the methodologies that allows the integration of quantitative and qualitative data (Anguera, Camerino, Castañer and Sánchez-Algarra, 2014). The application of the observational methodology will allow us to achieve the objectives set out in this work, which are: on the one hand, through a General Linear Model, we tried to know the variability in the use of space in high performance football; and, on the other hand, through the implementation of the Generalizability Theory (GT) (Blanco-Villaseñor, 1989; Blanco and Anguera, 2000; Schlotzhauer and Littell, 1997)., to estimate the degree of precision and generalization of the results obtained.

This study contributes to increasing the scientific literature on the variability of the game space. The results obtained could be used to assess how the strategic space evolves and, therefore, to have information to propose specific intervention strategies according to the objectives set by football coaches during the season regarding issues such as: planning strategies for training, tactical planning of the team, exploiting possible spatial weaknesses of the rivals or the recognition of potential useful playing spaces.

## **METHOD**

### **Design**

We used observational methodology and applied the observational design I/P/M, which stands for Idiographic/Point/Multidimensional. It was idiographic because we studied one team considered as a single unit, point because we studied a single competition (Anguera and Hernández-Mendo, 2013), albeit with an intrasessional follow-up, and multidimensional because we analyzed the multiple dimensions that constituted the ad hoc observation instrument used (Anguera, Blanco-Villaseñor, Hernández-Mendo and Losada, 2011). Observation was non participatory and governed by scientific criteria, and the level of perceptibility was complete.

To foster methodological quality, an analysis of the different minimum basic elements necessary in Table 1 has been included. (Chacón-Moscoso, Sanduvete-Chaves, Anguera, Losada, Portell and Lozano, 2018; Chacón-Moscoso, Anguera, Sanduvete-Chaves, Losada, Lozano and Portell, 2019)

Table 1. Minimum basic elements

<b>Dimension</b>	<b>Ítems</b>
<b>Dimension 1. Extrinsic characteristics</b>	Ítem 1: journal
	Ítem 2: soccer
	Ítem 3: yes
<b>Dimension 2. Objectives delimitation</b>	Ítem 4: yes
	Ítem 5: Yes, with complete empirical definition of constructs and Regulation
	Ítem 6: yes
	Ítem 7: no
	Ítem 8: Idiographic/One-time/Multidimensional
<b>Dimension 3. Observational design</b>	Ítem 9: yes
	Ítem 10: no
<b>Dimension 4. Participants</b>	Ítem 11: 19 or more
	Ítem 12: no
	Ítem 13: high
	Ítem 14: team sport
	Ítem 15: professionals
	Ítem 16: no
	Ítem 17: no
	Ítem 18: no
	Ítem 19: Worldwide competition
<b>Dimension 5. Context (setting)</b>	Ítem 20: neutral game
	Ítem 21: yes
	Ítem 22: yes
	Ítem 23: yes, between-session constancy
	Ítem 24: 0
	Ítem 25: 0
	Ítem 26: yes
	Ítem 27: no
	Ítem 28: According to activity by play
	Ítem 29: yes
<b>Dimension 6. Observational instrument</b>	Ítem 30: yes
	Ítem 31: Combination of field format and categories system
	Ítem 32: yes
	Ítem 33: yes
	Ítem 34: yes
	Ítem 35: Availability of theoretical framework
	Ítem 36: yes
Ítem 37: yes	
<b>Dimension 7. Recording instrument</b>	Ítem 38: yes
	Ítem 39: Free
	Ítem 40: Direct
	Ítem 41: LINCE
	Ítem 42: EDU-G
	Ítem 43: S.A.S. and EDU-G

<b>Dimension 8. Data</b>	Ítem 44: Type IV data. Ítem 45: Sequential data of multi-event. Ítem 46: Differentiation of sessions
<b>Dimension 9. Parameters specification</b>	Ítem 47: Dynamic behavioral indicators related to sequential structure of the behavior Ítem 48: Modified frequency
<b>Dimension 10. Observational sampling</b>	Ítem 49: 42 Ítem 50: 126 Ítem 51: 126 Ítem 52: Mixed Ítem 53: no Ítem 54: Continuous recording
<b>Dimension 11. Data quality control</b>	Ítem 55: Linear correlation coefficient Ítem 56: Qualitative method: simple concordance with consensus Ítem 57: Global, Pearson correlation Ítem 58: Global, Pearson correlation Ítem 59: Scores generalizability: to observe the extent to which data do not depend on the person who gets these data
<b>Dimension 12. Data analysis</b>	Ítem 60: Multivariate analysis

## Participants

We used a convenience sample consisting of offensive actions by the Spanish national soccer team during its participation in the UEFA Euro 2012. 6861 multi-events were analyzed. Intersessional consistency throughout the competition was ensured by the fact that all the matches observed were played by the same team (with the same players and shirt numbers) and on the same sized field divided into identical zones. The data has been treated according to the Helsinki declaration.

## Previous general considerations

To prepare the observation instrument, part of this study relies on different criteria and categories included in previous works. The variables collated as significant in other works have been: Move initiation zone, Move conclusion zone, Players (Maneiro and Amatria, 2018; Maneiro, Casal, Ardá and Losada, 2019); Start sector, Finish sector, Start corridor and Finish corridor (Castelo, 1999; Garganta, 1997); the variables Match half and Phase are aspects included in the institutional regulations of the competition.

### Observation instrument

This instrument (table 2) is a combination of a field format and category systems (Anguera, Castañer, Sánchez-Algarra and Onwuegbuzie, 2017). The divided field has also been used as shown in Figures 1, 2 and 3. The category systems are nested within the field format and contain exhaustive, mutually exclusive categories (Anguera and Hernández-Mendo, 2013).

Table 2 Observation instrument

Criteria	Category
<b>1- Rival</b>	1-Italy (groups); 2- Ireland; 3-Croatia; 4-France; 5-Portugal; 6-Italy (final)
<b>2- Phase</b>	1-Groups; 2-Quarterfinals; 3-Semifinals; 4-Final
<b>3- Match half</b>	1-First Half; 2-Second Half; 3-Extension
<b>4- Move initiation zone (IZ)</b>	IZ10; IZ20; IZ30; IZ40; IZ50; IZ51; IZ60; IZ61; IZ70; IZ71; IZ80; IZ81; IZ90; IZ100; IZ110; IZ120
<b>5- Move conclusion zone (CZ)</b>	CZ10; CZ 20; CZ 30; CZ 40; CZ 50; CZ 51; CZ 60; CZ 61; CZ 70; CZ 71; CZ 80; CZ 81; CZ 90; CZ 100; CZ 110; CZ 120
<b>6- Finish</b>	- No ;- Yes
<b>7- Actions</b>	Numerical
<b>8- Players</b>	Numerical
<b>9- Start sector</b>	- Security Sector –IZ10, IZ20, IZ30, IZ40-. ;- Own creation sector half –IZ50, IZ60, IZ70, IZ80-. ;- Opponent creation sector half –IZ51, IZ61, IZ71, IZ81-. ;- Finishing Sector –IZ90, IZ100, IZ110, IZ120, IZ130-.
<b>10- Finish sector</b>	- Security sector –CZ10, CZ20, CZ30, CZ40-. ;- Own creation sector half –CZ50, CZ60, CZ70, CZ80-. ;- Opponent creation sector half –CZ51, CZ61, CZ70, CZ81-. ;- Finishing Sector –CZ90, CZ100, CZ110, CZ120, CZ130-.
<b>11- Start corridor</b>	- Left side corridor –IZ10, IZ50, IZ51, IZ90-. ;- Left central corridor –IZ20, IZ60, IZ61, IZ100-. ;- Right central corridor –IZ30, IZ70, IZ71, IZ110-. ;- Right side corridor –IZ40, IZ80, IZ81, IZ120-.
<b>12- Finish corridor</b>	- Left side corridor –CZ10, CZ50, CZ51, CZ90-. ;- Left central corridor –CZ20, CZ60, CZ61, CZ100-. ;- Right central corridor –CZ30, CZ70, CZ71, CZ110-. ;- Right side corridor –CZ40, CZ80, CZ81, CZ120-.

Source: Modified from Maneiro and Amatria (2018)

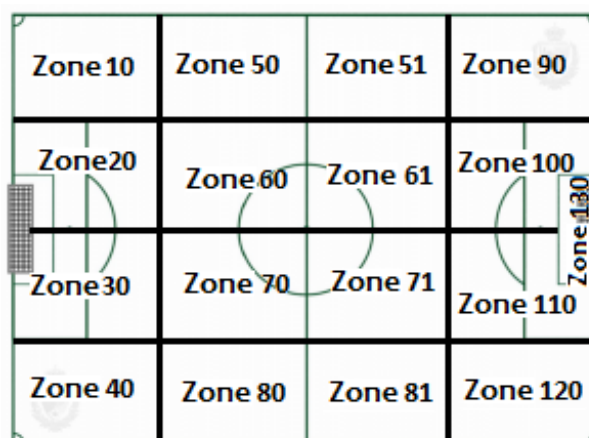


Figure 1 Pitch áreas. Source: Maneiro and Amatria (2018), and Maneiro, Amatria, Moral and López (2018)

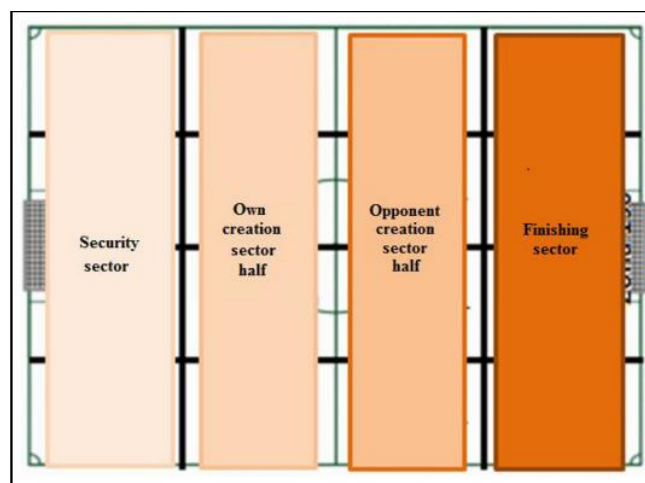


Figure 2 Pitch áreas: sectors. Source: Garganta (1997)

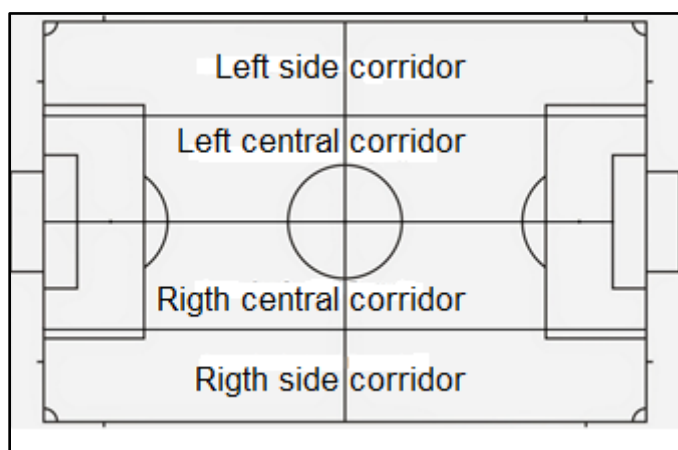


Figure 3 Pitch áreas: corridor. Source: Modified from Garganta (1997)

### Software tools

The data were recorded using the free software tool Lince (v. 1.2.1; Gabin, Camerino, Anguera, and Castañer, 2012). The interobserver agreement analysis yielded a kappa value of 0.95 (table 3).

Table 3. The interobserver agreement analysis for each criteria

Dimension	Categories	Kappa	Agreement
Rival	1-Italy (groups); 2- Ireland; 3-Croatia; 4-France; 5-Portugal; 6-Italy (final)	1,00	100%
Phase	1-Groups; 2-Quarter-finals; 3-Semifinals; 4-Final	1,00	100%
Move initiation zone	IZ10; IZ20; IZ30; IZ40; IZ50; IZ60; IZ70; IZ80; IZ51; IZ61; IZ71; IZ81; IZ90; IZ100; IZ110; IZ120; IZ130	1,00	100%
Move conclusion zone	CZ10; CZ20; CZ30; CZ40; CZ150; CZ60; CZ70; CZ80; CZ51; CZ61; CZ71; CZ81; CZ90; CZ100; CZ110; CZ120; CZ130	0,95	96%
Finish	1-No 2- Si	1,00	100%
Start Sector	1- Security sector –IZ10, IZ20, IZ30, IZ40-. 2- Own creation sector half –IZ50, IZ60, IZ70, IZ80-. 3- Opponent creation sector half –IZ51, IZ61, IZ70, IZ81-. 4- Finishing sector –IZ90, IZ100, IZ110, IZ120, IZ130-.	1,00	100%
Finish Sector	1- Security sector –CZ10, CZ20, CZ30, CZ40-. 2- Own creation sector half –CZ50, CZ60, CZ70, CZ80-. 3- Opponent creation sector half –CZ51, CZ61, CZ70, CZ81-. 4- Finishing sector –CZ90, CZ100, CZ110, CZ120, CZ130-.	1,00	100%
Start Corridor	1- Left side corridor –IZ10, IZ50, IZ51, IZ90 2- Left central corridor –IZ20, IZ60, IZ61, IZ100-. 3- Right central corridor –IZ30, IZ70, IZ71, IZ110 4- Right side corridor –IZ40, IZ80, IZ81, IZ120-.	1,00	100%
Finish Corridor	1- Left side corridor –CZ10, CZ50, CZ51, CZ90-. 2- Left central corridor –CZ20, CZ60, CZ61, CZ100-. 3- Right central corridor –CZ30, CZ70, CZ71, CZ110 4- Right side corridor –CZ40, CZ80, CZ81, CZ120-.	1,00	100%

### ***Procedure***

The hierarchy of observation units, ranging from molecular to molar, is formed by event (technical actions, play interruptions, and interceptions), sequence of play, and match. A sequence of play, or move, was defined as the series of events that occur from the moment the team being observed gains possession of the ball to the moment it loses it. The sum of sequences constitutes a match. The observation sample for the offensive actions by the Spanish national team during UEFA EURO 2012 contained 6861 events. Type IV data were collected, which means they are concurrent, time-based data.

### ***Data analysis***

First, a General Linear Model (GLM) was applied from SAS for Windows 2010 (SAS Institute Inc. 2004), with the aim of analyzing the variability of the data collected. GLM is a flexible generalization of the ordinary linear regression that includes response variables that have error distribution models other than a normal distribution. The GLM arises from the need to quantitatively express relationships between a set of variables, in which one of them is called a dependent variable, and the remaining are called independent variables.

Next, and with the objective of ensuring that the sample used is reliable, accurate, valid and generalizable, the Generalizability Theory was implemented (Cardinet, Johnson

and Pini, 2010; Blanco-Villaseñor, Castellano, Hernández-Mendo, Sánchez-López and Usabiaga, 2014). The software used to carry out the Generalizability analysis has been SAS (Scholotzhaver and Littell, 1997) and EDU-G (Cardinet, et al., 2010). Through the GT it is intended to analyze the different sources of variation that may be affecting the measure, as well as estimate the sampling error of the collected behaviors. The GT allows to search estimates of reliability and margins of error, since it is sufficiently globalizing to adapt to the particular conditions of each measurement object, in this case high performance football.

## RESULTS

Of the total of 12 behavior-criteria, combinations have been made between them to see which of these combinations produce greater variability and better explanation.

Table 4 shows the variability values with only two variables, specifically IZ and CZ. As it can be observed, the values between the start zone and the conclusion zone have statistically significant differences ( $P = <.0001$ ), although their explanatory capacity is reduced ( $r^2 = 0.416940$ ). On the other hand, in the random model (Type I SS), where all the variables are chosen randomly, the variables IZ and CZ analyzed in isolation are significant, as well as the interaction IZ\*CZ ( $P = <.0001$ ).

Table 4. Model with two variables

GLM_IZ_CZ					
GLM Procedure					
Class level information					
Class	Levels	Values			
Count	7	1	2	3	4 5 6 7
Par	4	1	2	3	4
R	6	1	2	3	4 5 6
IZ	16	10	100	110	120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90
CZ	16	10	100	110	120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90
Fin	2	0	1		
Number of read observations					745
Number of used observations					745
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F-Value	Pr>F
Model	167	742.239623	4.44454	2.47	<.0001
Error	577	1037.967088	1.798903		
Total	744	1780.206711			
correct					
R-square		Coef Var	MSE Root	Count mean	
0.416940		39.63577	1.341232	3.383893	
Source	DF	Tipo I SS	Mean square	F-Value	Pr>F
IZ	15	92.3365304	6.1557687	3.42	<.0001
CZ	17	255.8652746	15.0508985	8.37	<.0001
IZ*CZ	135	394.0378180	2.9187987	1.62	<.0001

Next, Table 5 shows the results with a model made up with 3 variables, specifically (R, IZ and CZ). In view of the available results, the model is significant ( $P < .001$ ), with an

outstanding explanatory capacity ( $r^2 = 0.728404$ ). On the other hand, the three variables treated independently in the random model are significant by themselves ( $r = .0005$ ;  $IZ = P < .0001$ ;  $CZ = P < .0001$ ), as well as the interaction  $IZ * CZ$  ( $P = 0.0007$ ).

Table 5. Model with three variables

GLM_r_IZ_CZ					
GLM Procedure					
Class level information					
Class	Levels	Values			
Count	7	1 2 3 4 5 6 7			
Par	4	1 2 3 4			
R	6	1 2 3 4 5 6			
IZ	16	10 100 110 120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90			
CZ	16	10 100 110 120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90			
Fin	2	0 1			
Number of read observations					745
Number of used observations					745
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F-Value	Pr>F
Model	472	1296.709092	2.747265	1.55	<.0001
Error	272	483.497619	1.777565		
Total correct	744	1780.206711			
R-square		Coef Var	MSE Root	Count mean	
0.728404		39.39999	1.333253	3.383893	
Source	DF	Tipo I SS	Mean square	F-Value	Pr>F
R	5	40.7036506	8.1407301	4.58	0.0005
IZ	15	91.3061201	6.0870747	3.42	<.0001
R *IZ	70	153.8869358	2.1983848	1.24	0.1191
CZ	17	218.0828541	12.8284032	7.22	<.0001
R *CZ	72	121.8964568	1.6930063	0.95	0.5878
IZ*CZ	130	369.3525555	2.8411735	1.60	0.0007
R *IZ*CZ	163	301.4805195	1.8495737	1.04	0.3839

As shown in Table 6, if instead of 3, 4 variables are considered (Par, R, IZ and CZ), the results are even better. In this case, the model is again significant ( $P = 0.019$ ), with a high explanatory capacity ( $r^2 = 0.838$ ). In addition, in the random model, the variables R ( $P = .0005$ ), IZ ( $P = < .0001$ ) and CZ ( $P = < .0001$ ), are statistically significant by themselves, as well as the interaction  $IZ * CZ$  ( $P = .0007$ ).



Table 6. Model with four variables

GLM_Par_r_IZ_CZ					
GLM Procedure					
Class level information					
Class	Levels	Values			
Count	7	1	2	3	4 5 6 7
Par	4	1	2	3	4
R	6	1	2	3	4 5 6
IZ	16	10	100	110	120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90
CZ	16	10	100	110	120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90
Number of read observations					745
Number of used observations					745
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F-Value	Pr>F
Model	593	1492.373378	2.516650	1.32	0.0193
Error	151	287.833333	1.906181		
Total correct	744	1780.206711			
R-square		Coef Var		Count mean	
0.838315		40.80050		3.383893	
Source	DF	Tipo I SS	Mean square	F-Value	Pr>F
par	3	11.6259345	3.8753115	2.03	0.1117
R	5	35.1915127	7.0383025	3.69	0.0035
par*r	5	27.4120714	5.4824143	2.88	0.0164
IZ	15	88.0734803	5.8715654	3.08	0.0002
par*IZ	36	80.5466934	2.2374081	1.17	0.2506
R *IZ	69	132.8969170	1.9260423	1.01	0.4697
par*r*IZ	59	163.9567500	2.7789280	1.46	0.0353
CZ	17	194.3856203	11.4344483	6.00	<.0001
par*CZ	34	48.8157768	1.4357581	0.75	0.8324
R *CZ	70	126.1932656	1.8027609	0.95	0.5972
par* R *CZ	53	102.4955448	1.9338782	1.01	0.4602
IZ*CZ	119	283.7891622	2.3847829	1.25	0.0966
par*IZ*CZ	65	99.6954530	1.5337762	0.80	0.8389
R *IZ*CZ	43	97.2951962	2.2626790	1.19	0.2249
par* R *IZ*CZ	0	0.0000000	.	.	.

Finally, if we take into account the inclusion of 5 variables in the model (Table 7), such as Par, R, IZ, CZ and Fin, and despite showing a high explanatory capacity ( $r^2 = 0.855$ ), the results are not significant ( $P = .0505$ ). In turn, there are 3 variables that present statistical significance in the random model ( $r = .004$ ;  $IZ = .0004$ ;  $CZ = <. 0001$ ). In this case, although some tendency exists in some interactions (Par\*R\*IZ,  $P = .053$ ), it is not possible to refer statistically significant relationships.

Table 7. Model with five variables

GLM_Par_r_IZ_CZ_fin					
GLM Procedure					
Class level information					
Class	Levels	Values			
Count	7	1	2	3	4 5 6 7
Par	4	1	2	3	4
R	6	1	2	3	4 5 6
IZ	16	10	100	110	120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90
CZ	16	10	100	110	120 20 30 40 50 51 60 61 70 71 80 81 90
		Number of read observations		745	
		Number of used observations		745	
Source	DF	Sum of squares	Mean square	F-Value	Pr>F
Model	613	1522.540045	2.483752	1.26	0.0505
Error	131	257.666667	1.966921		
Total correct	744	1780.206711			
R-square		Coef Var		MSE Root	
0.855260		41.44545		1.402470	
Count mean				3.383893	
Source	DF	Tipo I SS	Mean square	F-Value	Pr>F
Par	3	11.6259345	3.8753115	1.97	0.1216
R	5	35.1915127	7.0383025	3.58	0.0046
par*r	5	27.4120714	5.4824143	2.79	0.0200
IZ	15	88.0734803	5.8715654	2.99	0.0004
par*IZ	36	80.5466934	2.2374081	1.14	0.2950
R *IZ	69	132.8969170	1.9260423	0.98	0.5310
par*r*IZ	59	163.9567500	2.7789280	1.41	0.0533
CZ	17	194.3856203	11.4344483	5.81	<.0001
par*CZ	34	48.8157768	1.4357581	0.73	0.8561
R *CZ	70	126.1932656	1.8027609	0.92	0.6525
par*r*CZ	53	102.4955448	1.9338782	0.98	0.5162
IZ*CZ	119	283.7891622	2.3847829	1.21	0.1407
par*IZ*CZ	65	99.6954530	1.5337762	0.78	0.8676
R *IZ*CZ	43	97.2951962	2.2626790	1.15	0.2709
par*r*IZ*CZ	0	0.0000000	.	.	.
Fin	1	3.8095238	3.8095238	1.94	0.1664
par*fin	2	7.6452031	3.8226016	1.94	0.1473
R *fin	5	10.1081208	2.0216242	1.03	0.4040
par*r*fin	4	3.8574421	0.9643605	0.49	0.7429
IZ*fin	7	4.4425793	0.6346542	0.32	0.9426
par*IZ*fin	1	0.3037975	0.3037975	0.15	0.6950
R *IZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
par*r*IZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
par*CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
R *CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
par*r*CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
IZ*CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
par*IZ*CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
R *IZ*CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.
par* R *IZ*CZ*fin	0	0.0000000	.	.	.

Next, the GT has been implemented with the objective of estimating the number of observational criteria analyzed, while trying to reduce the sampling error. First, the design was applied with 12 variables, of which we have selected 3 that present some variability (R, IZ and CZ). This step is intended to estimate the number of levels or values that these three facets take, in order to generalize these behaviors.

As shown in Table 8, a high error value exists in the RIF facet (which is triple interaction), with a very high residual variability (31%). The IZ\*CZ interaction also has a high residual variability, a quarter of the total with 26.5%.

Taking each variable in isolation, the variable R varies 2.3%; IZ varies 3.4%; and CZ varies 13.9%.

Table 8. Sample estimation for the evaluation of Rivals, Move initiation zone and Move conclusion zone

Source	SS	df	MS	Components				
				Random	Mixed	Corrected	%	SE
R	41.00	5	8.20	0.02	0.02	0.02	2.3	0.02
IZ	91.00	15	6.07	0.03	0.03	0.03	3.4	0.02
CZ	218.00	17	12.82	0.11	0.11	0.11	13.9	0.04
RI	154.00	75	2.05	0.10	0.10	0.10	13.2	0.02
RC	121.00	85	1.42	0.07	0.07	0.07	9.7	0.01
IC	369.00	255	1.45	0.20	0.20	0.20	26.5	0.02
RIC	301.00	1275	0.24	0.24	0.24	0.24	31.0	0.01
Total	1295.00	1727					100%	

Table 9 shows the optimization plan for the R, IZ and CZ facets, taking the R variable as the instrumentation facet, and IZ and CZ as the differentiation facets (IF/R). The quotient G is presented at this point, as well as the number of observations in terms of cost/benefit for the R facet.

In the absence of an optimization model, the results show a reasonable degree of generalization of 0.83 with the 1727 observations collected. Instead, the optimization plan determined that 3456 observations would be necessary to obtain a generalizability of 0.91, considering 12 rivals.

Table 9. Optimization plan for Rivals, Move initiation zone and Move conclusion zone IC/R

	G-study		Option 1		Option 2		Option 3		Option 4		Option 5	
	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.
<b>R</b>	<b>6</b>	<b>INF</b>	<b>6</b>	<b>INF</b>	<b>10</b>	<b>INF</b>	<b>12</b>	<b>INF</b>	<b>15</b>	<b>INF</b>	<b>20</b>	<b>INF</b>
<b>I</b>	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF
<b>C</b>	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF
<b>Observ.</b>	1727		1727		2880		3456		4320		5760	
<b>Coef_G rel.</b>	0.83		0.83		0.89		0.91		0.92		0.94	
<b>Rounded</b>	0.83		0.83		0.89		0.91		0.92		0.94	
<b>Coef_G abs.</b>	0.82		0.82		0.89		0.90		0.92		0.94	
<b>rounded</b>	0.82		0.82		0.89		0.90		0.92		0.94	
<b>Rel. Err. Var.</b>	0.07		0.07		0.04		0.03		0.03		0.02	
<b>Rel. Std. Err. of M.</b>	0.26		0.26		0.20		0.19		0.17		0.14	
<b>Abs. Err. Var.</b>	0.07		0.07		0.04		0.04		0.03		0.02	
<b>Abs. Std. Err. of M.</b>	0.27		0.27		0.21		0.19		0.17		0.15	

Table 10 shows the optimization plan taking IZ as the instrumentation facet, and R and R and CZ as differentiation facets (RF/R). The quotient G is presented at this point, as well as the number of observations in terms of cost/benefit for the IZ facet.

In the absence of an optimization plan, the results show again a reasonable degree of generalization of 0.85 with the 1727 observations collected. On the other hand, the optimization plan determined that 2700 observations would be necessary to obtain a generalizability of 0.90, considering 25 starting areas.

Table 10. Optimization plan for Move initiation zone, Move conclusion zone and Rivals RC/I

	G-study		Option 1		Option 2		Option 3		Option 4		Option 5	
	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.
<b>R</b>	6	INF	6	INF	6	INF	6	INF	6	INF	6	INF
<b>I</b>	<b>16</b>	<b>INF</b>	<b>18</b>	<b>INF</b>	<b>20</b>	<b>INF</b>	<b>25</b>	<b>INF</b>	<b>30</b>	<b>INF</b>	<b>40</b>	<b>INF</b>
<b>C</b>	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF
<b>Observ.</b>	1727		1944		2160		2700		3240		4320	
<b>Coef_G rel.</b>	0.85		0.87		0.88		0.90		0.92		0.94	
<b>rounded</b>	0.85		0.87		0.88		0.90		0.92		0.94	
<b>Coef_G abs.</b>	0.85		0.86		0.87		0.90		0.91		0.93	
<b>rounded</b>	0.85		0.86		0.87		0.90		0.91		0.93	
<b>Rel. Err. Var.</b>	0.03		0.03		0.03		0.02		0.02		0.01	
<b>Rel. Std. Err. of M.</b>	0.18		0.17		0.16		0.15		0.13		0.12	
<b>Abs. Err. Var.</b>	0.04		0.03		0.03		0.02		0.02		0.01	
<b>Abs. Std. Err. of M.</b>	0.19		0.18		0.17		0.15		0.14		0.12	

Finally, Table 11 shows the results for the optimization plan taking CZ as instrumentation facet, and R and IZ as differentiation facets (RI/F). The quotient G is presented at this point, as well as the number of observations in terms of cost/benefit for the CZ facet.

In the absence of an optimization plan, the results show again a reasonable degree of generalization of 0.84 with the 1727 observations collected. On the other hand, the optimization plan determined that 2400 observations would be necessary to obtain a generalizability of 0.88, considering 25 starting areas.

Table 11. Optimization plan for Move conclusion zone, Move initiation zone and Rivals RI/C

	G-study		Option 1		Option 2		Option 3		Option 4		Option 5	
	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.	Lev.	Univ.
<b>R</b>	6	INF	6	INF	6	INF	6	INF	6	INF	6	INF
<b>I</b>	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF	16	INF
<b>C</b>	<b>16</b>	<b>INF</b>	<b>16</b>	<b>INF</b>	<b>15</b>	<b>INF</b>	<b>20</b>	<b>INF</b>	<b>25</b>	<b>INF</b>	<b>30</b>	<b>INF</b>
<b>Observ.</b>	1727		1727		1440		1920		2400		2880	
<b>Coef_G rel.</b>	0.84		0.84		0.81		0.85		0.88		0.97	
<b>rounded</b>	0.84		0.84		0.81		0.85		0.88		0.97	
<b>Coef_G abs.</b>	0.81		0.81		0.78		0.82		0.85		0.96	
<b>rounded</b>	0.81		0.81		0.78		0.82		0.85		0.96	
<b>Rel. Err. Var.</b>	0.03		0.03		0.03		0.03		0.02		0.00	
<b>Rel. Std. Err. of M.</b>	0.17		0.17		0.18		0.16		0.14		0.07	
<b>Abs. Err. Var.</b>	0.03		0.03		0.04		0.03		0.02		0.01	
<b>Abs. Std. Err. of M.</b>	0.19		0.19		0.20		0.18		0.16		0.07	

## DISCUSSION

The objective of this study was to know the variability in the use of strategic space in high performance football. For this, the spatial management carried out by the Spanish football team during UEFA Euro 2012 was analyzed. Although in previous studies the variability has already been analyzed based on different aspects, this is the first work to study the variability of strategic space in high performance football through systematic observation. For this purpose, two types of analysis were carried out: on the one hand, a multivariate analysis using a General Linear Model, where the spatial variability developed by the team was analyzed. On the other hand, in order to guarantee the reliability and generalization of the sample, the generalizability theory was implemented.

The first aspect that can be highlighted from the results obtained is that the Spanish football team presents spatial variability in its game. Four different models have been tested with the inclusion of 2, 3, 4 and 5 variables that had previously been significant. Of these models, the one that presents statistically significant results ( $P = .0193$ ), with the best explanatory capacity ( $r^2 = 0.8383$ ), is the model that considers 4 variables (Table 6).

Analyzing the multivariate model available, it is possible to verify that the Spanish team performs a strategic management of the space when it is in possession of the ball, at different levels: the team varies the starting areas of the offensive actions with the ball

compared to the finishing areas. In addition, it also presents variability and versatility depending on its rivals.

As in previous studies (Gonçalves et al., 2019; Ric, Torrents, Gonçalves, Torres-Ronda, Sampaio and Hristovski, 2017), limiting or expanding the strategic space will demand different tactical responses from players. An example of this spatial plasticity is the tactical behavior of teams based on the ball (Riera, 1995). When attacking, the strategic space must be wide, causing the appearance of spaces. When defending, the behaviors must be antagonistic. The strategic space should be as little as possible, congesting the attacking team's useful areas.

This spatial flexibility is not a loss of structural stability, but a sign of adaptability to the environment.

In this sense, it has been proven that physical variability is a significant variable in order to increase the number of goal shots or goals (Frencken et al., 2012). From this work, we also propose to increase the variability of the strategic space as a significant variable to achieve success. This will hide the true tactical intention, mislead, create false leads to the rival team. Theatricalization is a fundamental aspect in sport. As Garganta (1997) mentions, the space of action can not only be seen as a geometric structure, but as a modifiable framework of thought and action, where the functional space of the game is variable. From this work we talk about a functional plasticity.

Finally, in order to guarantee that the sample used is reliable, accurate and generalizable, the GT was developed (Blanco-Villaseñor, Sastre, and Escolano, 2010; Gálvez-Ruiz, Sánchez-Oliver, Baena-Arroyo, Blanco-Villaseñor, 2016; Hernández-Mendo, Blanco-Villaseñor, Pastrana, Morales-Sánchez, Ramos-Pérez, 2016). The results available in Tables 9, 10 and 11 suggest that the work is based on an adequate research design in terms of the number of teams and matches analyzed, with the possibility of reducing the number of observations and having the same generalization accuracy in subsequent analysis.

It is important to note that in the absence of a model for the 3 variables considered (R, IZ and CZ), and with the available observations (n=1727), the G values (generalizability values) are high, all above .83. This data is highlighted, since it emphasizes the robustness and solvency of the observations collected in the absence of an optimization plan.

More specifically, to establish a G index of .90 (with sufficient quality and to allow generalizing the results), the variables IZ and CZ would have to go from 16 categories to 25. In applied terms, this could be easily implemented, since recent works have corroborated a similar molecularization of the field, without losing practical functionality (Aranda, González-Ródenas, López-Bondía Aranda-Malavés, Tudela-Desantes and Anguera 2019). Other works have proposed a reduced number of zoning (Casal, Losada, Maneiro & Ardá, 2017). In economic terms, moving from 16 zones to 25 would increase the generalization of these variables by .05, from .84 and .85 respectively, to .90.

As regards the R variable, in the absence of an optimization plan, the G index is moderately acceptable (.83 with 1727 observations). On the other hand, doubling the number of observations (n=3456) would allow the validity and accuracy of the data to be increased by .08, from .83 to .91. It has been shown that teams perform strategic space management based on the quality of the rival (Gonçalves et al., 2019).

Finally, some of the weaknesses of this study are that they can only be applied to high-level men's football. It would be interesting to know what space variability is like in high-level women's football. On the other hand, it would be important to know how space management is carried out in teams that compete in regular championships, with more training time.

## CONCLUSIONS

Football is a struggle for space to solve or cause positional imbalances that emerge from the interaction in the game, taking risks in attack by expanding spaces that the opponent must attend or, on the contrary, grouping to close and balance the defense (Castellano et al., 2013). The variable management of this space will allow the implementation of new game tactics, using the strategic space as a tool to achieve the proposed objectives.

The main conclusions of the present work could be summarized in: 1) the Spanish soccer team performs a variable management of the conformational space, both in the area of initiation of the offensive action as in the area where it finishes; 2) the rival team, and the part of the match in which it is located, are aspects that the team takes into account to prioritize some spaces or others in its offensive process; 3) the results of the GT provide the results presented with sufficient quality and precision to be generalizable results.

## PRACTICAL APPLICATIONS

The practical applications that derive from this study will allow football coaches to know and assess how space management training can be a variable that can help to achieve success in football. The constant professionalization of football, where players have high physical and technical performance, together with high tactical and strategic standards, leave little room for coaches and players to achieve successful routes to achieve victory. Therefore, the inclusion of spatial variability in training can be an alternative to achieve such success.

## REFERENCES

- Amatria, M., Maneiro, R. and Anguera, M.T., (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *J. Hum. Kintec.*, 69; 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011



- Amatria, M., Maneiro, R., and Anguera, M.T., (2019b). Analysis of the Success of the Spanish National Team in UEFA-Euro 2012. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 137, 85-102. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/3).137.07
- Anguera, M.T., Blanco-Villaseñor, A., Hernández-Mendo, A., Losada, J., (2011). Observational designs: adjustment and application in sport psychology. *Cuad. Psico Dep*, 11(2), 63-76
- Anguera MT and Hernández-Mendo A., (2013). Observational methodology in the area of sport. *E-balonmano.com: Rev Cienc Dep*, 9(3): 135-160
- Anguera, M.T. (1979). Observational typology. *Qual. Quant.* 13, 449–484.
- Anguera, M.T., Camerino, O., Castañer, M. and Sánchez-Algarra, P. (2014). Mixed methods en la investigación de la actividad física y el deporte. *Rev. Psicol. Deporte*, 23(1), 123-130.
- Anguera, M.T., O., Castañer, M., Sánchez-Algarra, P., and Onwuegbuzie, A. J. (2017). The specificity of observational studies in physical activity and sports sciences: moving forward in fixed methods research and proposals for achieving quantitative and qualitative symmetry. *Front. Psychol.* 8:2196. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02196
- Aranda R, González-Ródenas J, López-Bondia I, Aranda-Malavés R, Tudela-Desantes A and Anguera MT (2019) “REOFUT” as an Observation Tool for Tactical Analysis on Offensive Performance in Soccer: Mixed Method Perspective. *Front. Psychol.* 10:1476. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01476
- Blanco-Villaseñor, Á. (1989). Fiabilidad y generalización de la observación conductual. *Anu. Psicología*, 43 (4): 5-32.
- Blanco-Villaseñor, A. and Anguera, M.T. (2000). Evaluación de la calidad en el registro del comportamiento: Aplicación a deportes de equipo. En E. Oñate, F. García-Sicilia y L. Ramallo (Eds.), *Métodos numéricos en Ciencias Sociales* (pp. 30-48). Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.
- Blanco-Villaseñor, Á., Castellano, J., Hernández-Mendo, A., Sánchez-López, C. R., and Usabiaga, O. (2014). Aplicación de la TG en el deporte para el estudio de la fiabilidad, validez y estimación de la muestra. [Application of TG in sport to study the reliability, validity and estimation of the sample]. *Rev. Psicol. Deporte*, 23(1), 0131-137.
- Blanco-Villaseñor, A., Castellano, J. and Hernández Mendo, A. (2000). Generalizabilidad de las observaciones en la acción del juego en el fútbol. [Generalizability of the observations in the action of the game in football]. *Psicothema*, 12(2), 81-86.
- Blanco-Villaseñor, A., Sastre, S. and Escolano, E. (2010). Desarrollo ejecutivo temprano y Teoría de la Generalizabilidad: bebés típicos y prematuros [Early executive development and Generalizability Theory: typical and premature babies]. *Psicothema*. 22(2), 221-226.
- Bourbousson, J., Sève, C., and McGarry, T. (2010). Space–time coordination dynamics in basketball: Part 2. The interaction between the two teams. *J Sports Sci*, 28(3), 349-358.
- Camerino, O., Castañer, M., and Anguera, T. M. (Eds.). (2014). *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education and dance* (Vol. 5). Routledge

- Cardinet, J., Johnson, S., and Pini, G. (2010). *Applying Generalizability Theory using EduG*. Londres: Routledge.
- Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F. J., and Losada, J. L. (2017). Possession zone as a performance indicator in football. The Game of the Best Teams *Front. Psychol*, 8, 1176.
- Casal, C., Losada, J., Maneiro, R. and Ardá, T. (2017). Influence of Match Status on Corner Kick in Elite Soccer. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 17 (68) 715-728 doi: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.68.009>
- Casal, C., Andujar, M., Losada, J., Ardá, T., and Maneiro, R. (2016). Identification of defensive performance factors in the 2010 FIFA World Cup South Africa. *Sports*, 4(4), 54.
- Castellano, J. and Hernández-Mendo, A. (2000). Análisis secuencial en el fútbol de rendimiento.[ Sequential analysis in performance football]. *Psicothema*, 12, 117-121.
- Castellano, J., Perea, A. & Hernández Mendo, A. (2009). Diachronic analysis of interaction contexts in the 2006 World Cup (212-217), in T. Reilly and Korkusuz, F. (edit.), *Science and football VI*. London and New York: Routledge. ISBN: 978-0-415-42909-2.
- Castellano, J., and Blanco-Villaseñor, A. (2015). Análisis de la variabilidad del desplazamiento de futbolistas de élite durante una temporada competitiva a partir de un modelo lineal mixto generalizado. [Analysis of the variability of the displacement of elite soccer players during a competitive season from a generalized mixed linear model]. *Cuad. Psico Dep*, 15(1), 161-168.
- Castellano, J., Álvarez-Pastor, D., and Blanco-Villaseñor, Á. (2013). Análisis del espacio de interacción en fútbol. [Analysis of the interaction space in football]. *Rev. Psicol. Deporte*, 22(2), 437-443.
- Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A., and Álvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *Int J. Sports Med.*, 32(6), 415-421.
- Castelo, J. (1999). *Fútbol. Estructura y dinámica del juego*. Barcelona: INDE
- Cazzola, D., Pavei, G., and Preatoni, E. (2016). Can coordination variability identify performance factors and skill level in competitive sport? The case of race walking. *J. Sport Health Sci*, 5(1), 35-43.
- Chacón-Moscoso, S., Anguera M.T., Sanduvete-Chaves, S., Losada, J.L., Lozano, J.A., & Portell, M. (2019). Methodological quality checklist for studies based on observational methodology (MQCOM). *Psicothema*, 31(4), 458-464. doi:10.7334/psicothema2019.116]
- Chacón-Moscoso, S., Sanduvete-Chaves, S., Anguera M. T., Losada, J.L., Portell, M., & Lozano, J. A. (2018). Preliminary checklist for reporting observational studies in sports areas: Content validity. *Front Psycho*, 9:291. doi:10.3389/fpsyg.2018.00291
- Clemente, F.; Sarmiento, H., Teoldo, I., Enes, A. and Lima, R. (2019). Variability of technical actions during Small-Sided Games in young soccer players. *J. Hum Kinet*, 69, 201-212.
- Couceiro, M., Clemente, F., Martins, F., and Machado, J. (2014). Dynamical stability and predictability of football players: the study of one match. *Entropy*, 16(2), 645-674.

- Duarte, R., Araújo, D., Correia, V., and Davids, K. (2012). Sports teams as superorganisms. *Sports Med*, 42(8), 633-642.
- Flowers, J. M., Li, S. I., Stathos, A., Saxer, G., Ostrowski, E. A., Queller, D. C., Strassman, J. E. and Purugganan, M. D. (2010). Variation, sex, and social cooperation: molecular population genetics of the social amoeba *Dictyostelium discoideum*. *PLoS Genet.*, 6(7), e1001013.
- Frencken, W., Poel, H. de, Visscher, C., and Lemmink, K. (2012). *Variability of inter-team distances associated with match events in elite-standard soccer*. *J. Sports Sci*, 30(12), 1207–1213. doi:10.1080/02640414.2012.703783
- Gabin, B., Camerino, O., Anguera, M. T. and Castañer, M. (2012). Lince: Multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694.
- Gálvez-Ruiz, P., Sánchez-Oliver, A., Baena-Arroyo, M.J. and Blanco-Villaseñor, A. (2016). Estimación muestral en la percepción de los servicios deportivos a través de la teoría de la generalizabilidad. [Sample estimation in the perception of sports services through the theory of generalizability]. *Rev. Psicol. Deporte*, 25, 65-68.
- Garganta, J. (1997). *Modelação táctica do jogo de Futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento*. Tesis Doctoral. Faculdade de Ciência do Desporto e a Educação Física. Universidad de Oporto. Oporto
- Gonçalves, B., Coutinho, D., Exel, J., Travassos, B., Lago, C., Sampaio, J. (2019) Extracting spatial-temporal features that describe a team match demands when considering the effects of the quality of opposition in elite football. *PLoS ONE* 14(8): e0221368. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221368>
- Gréhaigne, J.F., and Godbout, P. (1995). Tactical knowledge in team sports from a constructivist and cognitivist perspective. *Quest*, 47, 490–505. doi: 10.1080/00336297.1995.10484171
- Gréhaigne, JF. (1992). *L'organisation du jeu en football*. Paris: Actio
- Harris, S. and Reilly, T. (1988). Space, teamwork and attacking success in soccer. En T. Reilly, A. Lees, K. Davis y W. J. Murphy (Eds), *Science and Football I* (pp. 322-328). London: E and F.N. Spon.
- Hernández-Mendo, A., Blanco-Villaseñor, A., Pastrana, J.L., Morales-Sánchez, V., and Ramos-Pérez, F.J. (2016). SAGT: Aplicación informática para análisis de generalizabilidad. [SAGT: Computer application for generalizability analysis]. *Rev. Ibero. Psico. Ejerc Dep.*, 11(1), 77-89.
- Hernández-Moreno, J. (1994). *Análisis de las estructuras del juego deportivo*. Barcelona: INDE
- Johnson, R., Onwuegbuzie, A. and Turner, L. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *J. Mix Methods Res.*, 1(2), 112-133.
- Maneiro, R., Casal, C., Ardá, A., and Losada, J.L. (2019). Application of multivariate decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PLoS ONE* 14(3): e0212549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212549>
- Maneiro, R., Amatria, M., and Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part P J. Sports Eng. Technol.* doi:10.1177/1754337119830472

- Maneiro, R. and Amatria, M. (2018). Polar Coordinate Analysis of Relationships With Teammates, Areas of the Pitch, and Dynamic Play in Soccer: A Study of Xabi Alonso. *Front. Psychol*, 9, 389.
- Maneiro, R., Amatria, M., Moral, J.E., López, S. (2018). Análisis observacional de las relaciones interlíneas de la Selección Española de Fútbol, mediante coordenadas polares. [Observational analysis of the interline relationships of the Spanish National Soccer Team, using polar coordinates]. *Cuad. Psico Dep*, 18(2), 18-32
- Maneiro, R., Losada, J.L., Casal, C., and Ardá, A. (2017). Multivariate analysis of indirect free kick in the FIFA World Cup 2014. *Anal. Psic.* 33, 461–470. doi: 10.6018/analesps.33.3.271031
- Mombaerts, E. (1996): *Entrainement et performance collective en football* Ed. Vigot. Paris.
- Moreno, J., Parrado, E., and Ortís, L. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y perfiles psicofisiológicos en deportes de equipo de alto rendimiento. [Heart rate variability and psychophysiological profiles in high performance team sports]. *Rev. Psicol. Deporte*, 22(2), 345-352.
- Moura, F., Martins, L., Anido, R., Ruffino, P., Barros, R., and Cunha, S.A. (2013). A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. *J Sports Sci*, 31(14), 1568-1577.
- Moura, F., Santana, J. Vieira, N., Santiago, P., and Cunha, S. (2015). Analysis of soccer players' positional variability during the 2012 UEFA European Championship: a case study. *J. Hum. Kinet.*, 47(1), 225-236.
- Okihara, K., Kan, A., Shiokawa, M., Choi, C. S., Deguchi, T., Matsumoto, M., and Higashikawa, Y. (2004). Compactness as a strategy in a soccer match in relation to a change in offence and defense. *J Sports Sci*, 22(6), 515.
- Oliveira, R.S., Leicht, A.S., Bishop, D., Barbero-Álvarez, J.C., and Nakamura, F.Y. (2013). Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. *Int. J. Sports Med.*, 34(05), 424-430.
- Parlebás, P. (1981). Contribution á un lexique commenté en science de l'action motrice. Paris: Insep.
- Poincaré, H. (1944). *Science and Method*. Buenos Aires, Argentina: Espasa-Calpe, S.A.
- Polderman, T.J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A., Visscher, P. M., and Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genet*, 47(7), 1-11.
- Rave, G., Fortrat, J.O., Dawson, B., Carre, F., Dupont, G., Saeidi, A., Boullosa, D and Zouhal, H. (2018). Heart rate recovery and heart rate variability: use and relevance in European professional soccer. *Int J Perf Anal Spor*, 18(1), 168-183.
- Ric, A., Torrents, C., Gonçalves, B., Torres-Ronda, L., Sampaio, J., and Hristovski, R. (2017). Dynamics of tactical behaviour in association football when manipulating players' space of interaction. *PloS One*, 12(7), e0180773.
- Riera, J. R. (1995). Análisis de la táctica deportiva. [Analysis of sports tactics]. *Apuntes: Educación física y deportes*, 40, 47-60.
- Scholotzhaver, S., and Littell, RC. (1997). SAS system for elementary statistical analysis. Cary, NC: SAS Inst.

- Saw, A. E., Main, L. C., and Gustin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br J Sports Med*, 50(5), 281-291.
- Schmidt, A., Aurich, J., Möstl, E., Müller, J., and Aurich, C. (2010). Changes in cortisol release and heart rate and heart rate variability during the initial training of 3-year-old sport horses. *Hormones and Behavior*, 58(4), 628-636.
- Seabra, F. y Dantas, L., (2006). Space definition for match analysis in soccer. *Int J Perf Anal Spor*, 6(2), 97-102.
- Seifert, L., Komar, J., Araújo, D., and Davids, K. (2016). Neurobiological degeneracy: a key property for functional adaptations of perception and action to constraints. *Neurosci. Biobehav.* 69, 159–165. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.08.006
- Stanley, J., Peake, J., and Buchheit, M. (2013). Consecutive days of cold water immersion: effects on cycling performance and heart rate variability. *Eur. J. Appl. Physiol*, 113(2), 371-384.
- Veá, J. J. (1990). Variabilidad conductual y comportamiento adaptativo. [Behavioral variability and adaptive behavior]. *Revista de psicología general y aplicada: Rev. Fed. Españ. Asoc. Psico.*, 43(4), 443-449.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Klous, M., von Duvillard, S., and Müller, E. (2012). Movement variability and skill level of various throwing techniques. *Hum. Mov. Sci*, 31(1), 78-90.
- Wilson, D. and Wilson, E. (2007). Rethinking the theoretical foundation of sociobiology. *Q. Rev. Biol.*, 82(4), 327-348.

#### **4.3.5 Estudio 5: *Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams***

Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F.J. y Losada, J.L. (2017). Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams. *Frontiers in Psychology*, 8:1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01176/full>



## Possession zone as a performance indicator in football. The game of the best teams.

A. Casal<sup>1\*</sup>, José L. Losada<sup>2</sup>, Rubén Maneiro<sup>3</sup>, Toni Ardá<sup>4</sup> and Francisco J. Mari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Science of Physical Activity and Sport, Catholic University of Valencia “San Vte Mártir”, Valencia, Spain

<sup>2</sup>Department of Methodology of Behavioral Sciences, University of Barcelona, Barcelona, Spain

<sup>3</sup>Department of Science of Physical Activity and Sport, Pontifical University of Salamanca, Salamanca, Spain

<sup>4</sup>Department of Physical and Sport Education, University of A Coruña, A Coruña, Spain

### \*Correspondence:

Dr. Claudio A. Casal  
ca.casal@ucv.es

### Abstract

Possession time in football has been widely discussed in research but few studies have analyzed the importance of the field area in which possession occurs. The objective of this study was to identify the existence of significant differences in the field zone of ball possession between successful and unsuccessful teams and to acknowledge if the match status modulates the possession model. To this end, 2,284 attacks were analyzed corresponding to the matches in the final phase of the UEFA Euro 2016 France, recording possession time and field zone in which possession occurred. Video recordings of matches were analyzed and coded post-event using notational analysis. We have found that successful offensive game patterns are different from unsuccessful ones. Specifically, field zone in which major possession occurs changes significantly between successful and unsuccessful teams ( $\chi^2 = 15.72$ ,  $p < 0.05$ ) and through Welch's T significant differences were detected in possession time between successful and unsuccessful teams ( $H = 24.289$ ,  $p < 0.001$ ). The former are characterized by longer possession times, preferably in the middle offensive zone, on the other hand, unsuccessful teams have shorter possession times and preferably on the middle defensive zone. Logistic regression also allowed us to identify that greater possession in the middle offensive zone is a good indicator of success in the offensive game, allowing us to predict a greater chance of victory in the match. Specifically, every time the teams achieve possession in the middle offensive zone, the chance of winning the match will increase 1.72 times and, the probability of winning the match making longer possessions in the middle offensive zone is 44.25%. Applying the Kruskal-Wallis test we have also been able to verify how match status modulates the teams possession time, specifically, when teams are winning they have longer possessions  $\chi^2 = 92.628$ ,  $p = 0.011$ . Results obtained are expected to help gain more knowledge about successful offensive game models, as well as performance factors of the offensive phase, which will allow teams to optimize their training process and performance during the match.

**Keywords:** observational methodology, football, offensive phase, possession ball, performance indicators.



## 1. Introduction

In sports games and specifically in football, encounter analysis through systematic observation is an effective and objective instrument to collect information and identify the most relevant events that occur in them, as revealed by Carling et al. (2009) when affirming that match analysis has taken to transcendental role in sports.

In many cases observation is the only way to study a phenomenon without distorting it, watching it as it occurs in game context since, according to Anguera (1993), it is a particular strategy of the scientific method that proposes the quantification of spontaneous behavior that occurs in unprepared situations, implying that to achieve results an orderly series of stages is required (problem definition, design, data collection, data analysis and results interpretation). This is the only scientific methodology that allows data to be collected directly from playing participants in competitions, without eliciting the response from the direct apprehension of perceptible information, preferably helping us through recording, which is the usual method to access information (Anguera and Mendo, 2013).

Observational methodology is a scientific procedure that allows the detection of behaviors perceiving them in their usual context, proceed with systematic recording and analysis, both qualitative and quantitative and mixed methods (Anguera et al., 2014), using a suitable instrument, enabling the detection of different types of relations and evaluating them. This will require the selection and use of the most appropriate analysis tool depending on the data collected nature (qualitative, quantitative or mixed) and the intended results (descriptive, comparative or predictive). Observational methodology, proposes certain procedural structures –observational designs– through a set of criteria which are the natural bases of observational studies. In each study, once the objectives have been defined, the observational designs established then guide the entire process, influencing the preparation of the observation instruments, the recording and its metrics, the observational sample, data quality control and to a large extent the choice of the most appropriate analysis techniques. They also have a significant repercussion on the interpretation of the results.

In football, unlike other team sports of cooperation-opposition and simultaneous participation, due to its complex nature (Araújo et al., 2006; Davids et al., 2005; Perl, 2006), high uncertainty and multifactoriality (Gréhaigne, 2001; Lames and MacGarry, 2007; McGarry et al., 2002), the search is not easy, which means that identifying factors that affect success is of particular interest (O'Donoghue, 2010). Performance in this sport has a multidimensional setting and can be grouped into two broad areas of study. On the one hand, we would find analytical factors related to conditional aspects and, on the other hand, competition factors that would require an analysis in its natural context. Within the latter, tactical-strategic aspects allow to better reflect the nature of the game and to better understand its development.

In recent years this type of work has proliferated (Hughes and Franks, 2005); Lago, 2009) aiming to detect successful play patterns through the analysis of different game situations and different variables. Some of these studies focus their interest in studying the offensive phase (Ensum et al., 2000; James et al., 2004; Hughes and Franks, 2005; Lago and Martin, 2007; Acar et al., 2009; Lago-Ballesteros et al., 2012; Collet, 2013; Casal et

al., 2015; Ric et al., 2016)), others the defensive phase (Barreira et al, 2013; Vogelbein et al, 2014; Andujar, 2015; Mohammad et al, 2016.; Ric, et al, 2016;) and others in the analysis of situational variables (Borrás and Sain de Baranda, 2005; Tucker et al., 2005; Taylor et al., 2008; Lago, 2009, 2012; Lago-Peñas and Dellal, 2010; Lago-Peñas and Lago-Ballesteros, 2011; De Oliveira, 2012; Sainz de Baranda and López-Riquelme, 2012; Sánchez-Flores et al., 2012; Ardá et al., 2014; Casal et al., 2014, 2015).

Another element of great interest in football's performance analysis is the identifying and understanding differences between game patterns developed by successful and unsuccessful teams (Hughes and Bartlett, 2002). To acquire objective information that permits assessing team performance (Carling et al., 2005) and differentiate playstyle from successful teams and unsuccessful ones (Mckenzie and Cushion, 2012).

One of the most studied indicators in football research has been possession (Bate, 1988; Dawson et al., 2000; Garganta, 2000; Hadley et al., 2000; Carmichael et al., 2001; Hughes and Bartlett, 2002; Hughes, 2003; McGarry and Franks, 2003). This is because it can lead a team to take initiative of the offensive game, though it doesn't necessarily mean to win the match. In recent years this variable has acquired greater significance due to the success of teams like F.C. Barcelona and the Spanish national team who have maintained hegemony in European and world football using a playstyle based on possession and taking the lead through keeping the ball.

This fact is reinforced by some studies that claim that greater possession implies greater team success. Hook and Hughes (2001) reported that successful teams in the UEFA Champions League, FIFA World Cup and UEFA Euro achieved longer possession time than the unsuccessful teams. Bloomfield et al. (2005a) showed that the top three teams in the 2003-2004 English Premier League (Arsenal, Chelsea and Manchester United) achieved longer possession time than their opponents. James et al. (2004) detected significant differences in possession between successful and unsuccessful teams from the English Premier League. Carling et al. (2005) obtained the same results in a study from the same league but in the 1996-1997 season. Grant et al. (1999) analyzed the 1998 FIFA World Cup and Hook and Hughes (2001) 2000 UEFA Champions League, both studies reaching the same conclusion, that possession is linked to team success. Casal et al. (2015) analyzed the 2008 UEFA Euro, concluding that a longer offensive phase predicts greater success, and studies Grant et al. (1999); Hook and Hughes (2001); James et al. (2004); Bloomfield et al. (2005); Carling et al. (2005); Hughes and Franks (2005); Collet (2013); Casal et al. (2015) also corroborate the relationship between greater possession and team success.

But it seems presumptuous to claim that longer possession time ensures greater success, as the results of different studies are inconclusive and reality shows how teams with low possession time are also successful, as demonstrated by studies like those of Bate (1988) which indicates that teams are more likely to achieve goals having the ball near the goal zone and not the longer you keep the ball on your own possession, even though these two variable are often related. Stanhope (2001) also indicates that possession did not represent the successful teams of the 1994 FIFA World Cup, although it seems that the game strategies used by the successful teams have evolved over the years into a more possession based playstyle. Studies Lago and Martín (2007); Lago (2009) and Lago-Peñas

and Dellal (2010) indicate that in the Spanish League greater possession is a feature observed in teams that are either losing or tying the game. Collet (2013) concludes that the effect of possession time in matches of the domestic league was negative, in the UEFA Champions League had no effect and in National team tournaments was not significant, leading to think that the influence of possession on success will depend on team capacity. Moreover, we must emphasize that in season (2015/16), according to data collected on FIFA's official website, the top teams in the major European leagues (Bundesliga in Germany, France Ligue 1 in France, Spanish Liga, A Series in Italy and the Premier League in England) have possession times over 50% with the exception of Leicester, leader of the Premier League, which has 42% of possession during matches. Possession time or offensive phase duration could also be explained by the playstyle selected or some situational variables. Some studies have shown that possession is influenced by the match status Sasaki et al., 1999; James et al., 2004; Jones et al., 2004; Bloomfield et al., 2005a; Lago and Martín, 2007; Taylor et al., 2008). Studies Lago and Martín (2007) and Lago (2009) found that losing teams had longer possession times in the offensive zone rather than the defensive zone.

Another variable that modulates possession time is the match location, and some studies show that home teams have longer possession times than away teams (James et al., 2004; James et al., 2002; Jones et al., 2004; Lago-Peñas and Dellal, 2010). The quality of rival team also varies possession time, being greater when facing rivals with low capacity level ( Jones et al., 2004; Bloomfield et al., 2005a; Tucker et al., 2005; Lago and Martín, 2007; Lago, 2009). A transcendental aspect when possession is analyzed as a performance indicator is to discern the quality of it, as Collet (2013) advises. It will therefore be important to not only quantify the time a team retains possession during the offensive phase, but also to identify the zone in which it is carried out as keeping the ball in fruitless offensive zones (away from the goal) might not guarantee the success of the offensive phase, although it may be a recommended strategy to defend possession in circumstances that recommend it. In this study an analysis of ball possession of the 2016 UEFA Euro France was realized, the main objective being to identify the possible relationship between possession time and the zone in which it develops with team success, reflected in the results of the match. That is, we want to know whether the successful and unsuccessful teams are characterized by more or less possession in certain zones of the field, showing a different offensive game. The main contribution that this study provides to the scientific field is conducting a quantitative and qualitative analysis of ball possession, as it not only means to quantify the time of team possession but also to identify the area where this occurs in order to determine the quality of the same. On the other hand, performing a multivariate analysis to identify the influence of possession time and area on the outcome of the match, and identifying a model that enables us to predict team success based on these variables.

The hypothesis of this study is that team level modulates the type of ball possession, both quantitatively (possession time) and qualitatively (area of possession).

## 2. Method

### 2.1. Participants

To control some of the situational variables that can potentially affect tactical and strategic team behavior, such as quality or level of opposing teams and the match location (Kormelink and Seeverens, 1999; Carling et al., 2005;), 12 matches corresponding to the round of eighth-finals, quarterfinals, semifinals and final of the 2016 UEFA Euro France have been selected in which 2.284 ball possessions occurred. Switzerland, Poland, Croatia, Portugal, Wales, Northern Ireland, Hungary, Belgium, Germany, Slovakia, Italy, Spain, France, Eire, England and Iceland were the teams analyzed. Three games (Switzerland vs Poland; Poland vs Portugal and Germany vs Italy) have been excluded from the analysis since the match outcome was a draw having in account regular time and extensions, which makes impossible to label the teams as successful or unsuccessful. This sample ensures that all matches are played on neutral ground, the teams have a similar level and, by eliminating the games of the group phase, we also make sure that the teams look for the victory in their matches, since defeat will mean elimination. In the group phase matches, it may happen that some team is more interested in drawing or losing any of their matches, to avoid a particular opponent in the following phases, this would lead to incorrect results in the study.

### 2.2. Instruments

Four national coaches and experts in football research designed an ad hoc observation instrument combining a field format and category system (Anguera and Mendo, 2013) was created (Table 1). Variables designed for the study are Time (time that teams have ball possession in each field zone, in seconds); Possession zone (spatial division of the field in defensive half and offensive half); Match outcome (determined based on the number of goals scored and conceded at the end of the match); Match status (match result at the time of registering each possession); Match half; Move outcome.

Table 1. Category system used in the observation tool

Criterion	Categories
Time	Possession time in each zone
Possession zone	Middle defensive zone Middle offensive zone
Match outcome	Win Draw Loss
Match status	Winning Drawing Losing
Match half	First Half Second Half
Move outcome	Goal Shot Own Corner Kick Opponent's Corner Kick Own throw-in Opponent's Throw-in Own's Foul Opponent's Foul Lost Possession

## **2.2. Procedure**

In order to carry out the study, a direct, non-participatory, systematic and natural observational methodology was used (Anguera et al., 2011).

Matches were recorded from TV emitted images and were registered and analyzed post-event. Because the video recordings were public, confidentiality was not an issue and authorization was not required from the players observed or their representatives. Furthermore, the information cannot be considered either personal or intimate, as the research consisted solely of naturalistic observations in public places, and it was not anticipated that the recordings would be used in a manner that could cause personal harm (APA, 2010). No experimental analysis involving human studies is performed in the study.

### **2.2.1. Basic concepts**

Basic concepts used in this study are, firstly, the definition of ball possession. We have adopted the definitions of two previous studies (Castellano, 2000; Casal, 2011), determined that a team starts a possession, while it is in play or when a player gets the ball while it is in possession of the other team must meet at least one of the following criteria:

1. The player who receives the ball must touch it at least two times.
2. The player intercepts the ball and a partner continues possession.

If the ball is stationary, a team starts a possession, when the ball has been put into play after a reglamentary interruption had been decreed and consequently the match stopped. The analysis unit was composed for the entire offensive phase of the team, since ball possession started until it was lost or the match was interrupted.

Space arrangement used harnesses the subdivision performed by field regulation, dividing the field into two parts by a vertical line (central line). The zone of the field comprised between the central line and the bottom line of the goal of a team has been called middle defensive zone and the other half, bounded by the central line to the bottom line of the opposing goal has been called middle offensive zone.

Criteria used for the division of the teams into two groups, successful and unsuccessful, has been the outcome of the match (Lago-Peñas et al., 2010), excluding penalties. This way, all the teams that won their matches during reglamentary time or extensions were classified as successful and teams who lost their matches as unsuccessful.

### **2.2.2. Data quality control**

To try to ensure data reliability, all matches were registered and analyzed by four observers, all of them national soccer coaches with more than 10 years of experience in the field of training, teaching, and research in football through observational methodology. In addition, the following training process was carried out: First, eight observing sessions were conducted on teaching the observers following the Losada and Manolov (2014) criteria and applying the criterion of consensual agreement (Anguera, 1990) among observers, so that recording was only done when agreement was produced. To ensure inter-reliability consistency of the data (Berk, 1979; Mitchell, 1979) the Kappa coefficient was calculated for each criterion (Table 2), it revealed a strong agreement between observers,

which means high reliability, taking Fleiss (1981) as a reference, who establishes a classification for the Kappa values where it characterizes as regular values found between 0.40 and 0.60, good between 0.60 to 0.75 and excellent above 0.75. Moreover, the procedure was repeated after 2 weeks (to exclude any learning effects) to check intraobserver reliability (Mitchell, 1979).

Table 2. Observers inter-reliability by criterion

Criteria	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>2</sub>	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>3</sub>	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>4</sub>	Ob <sub>2</sub> -Ob <sub>3</sub>	Ob <sub>2</sub> -Ob <sub>4</sub>	Ob <sub>3</sub> -Ob <sub>4</sub>
Time	0.9	1	0,89	0,95	1	0.92
Possession zone	1	0.93	1	0.98	0.97	1
Match outcome	1	1	1	1	1	1
Match status	1	1	1	1	1	1
Match half	1	1	1	1	1	1
Move outcome	1	1	1	1	1	1
K <sub>total</sub>	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98

### 2.2.3. Statistical analysis

Variables analyzed were Match Status, Half Match, Possession Zone, Move Outcome in relation to Possession Time. In the case of possession time and match status result was significant, and was complemented by a Kruskal-Wallis post-hoc test to know among which categories the differences existed. Half match proved to be non-significant while possession zone has a significant result.

In the case of possession time and move outcome, several play options are analyzed, applying the Kruskal-Wallis test to see if differences were found between them.

A comparative analysis of possession zone between successful and unsuccessful teams (match outcome) was also carried out, with significant differences between both groups of teams. The size effect was calculated in terms of Cramer's and Chupov that showed low intensity between the two variables. We also found differences between possession time and successful and unsuccessful teams, using Welch's T. To know the size of the effect, a point-biserial correlation was applied (Nakagawa and Cuthill, 2007), indicating that a relationship exists, but with a low intensity.

Finally, a logistic regression model was performed, to know the influence that possession time and possession zone (predictor variables) have on match outcome (variable explained). The model's degree of adjustment was verified (Ato and Lopez, 1996; Hair et al., 1999), and once verified the success probability estimation was calculated, depending on the values of predictor variables.

To perform statistical analysis the R program (v.3.2.0) was used, libraries used were epiDisplay, pscl, BaylorEdPsych and Modeva. Significance level for each performance indicator was set at 5%, as usual in comparable scientific studies (Taylor et al., 2005).

## 3. Results

Agreeing with Allen (2003) definition, the most common way of describing a set of interrelated data is to calculate the mean value and a dispersion measure around this mean value. We started presenting the related values between "match status" and "possession time", which shows that the average possession time in a winning team is 20.3m with a deviation of  $\pm 16.0m$  (N = 667) during the match. In case of a draw, shows a mean value of 18.2m with a standard deviation of  $\pm 16.8m$  (N = 912). Finally, in the case of losing the mean length of possession is 13.7m, with a deviation of  $\pm 12.3m$  (N = 705). The relationship between the three categories of the variable "match status" indicate that there are significant differences between them (p-overall <0.01) (Table 3). The standard error is important, because records have a large dispersion, most are outliers.

Table 3. Relationship of possession time and match status

	Winning	Drawing	Losing	p.overall
	N=667	N=912	N=705	
Possession Time	20.3±16.0	18.2±16.8	13.7±12.3	<0.01

Average "possession time" (Fig. 1) is smaller with the result "losing". For a "draw" result the average increases slightly, and finally presents the greatest value for the result "winning."

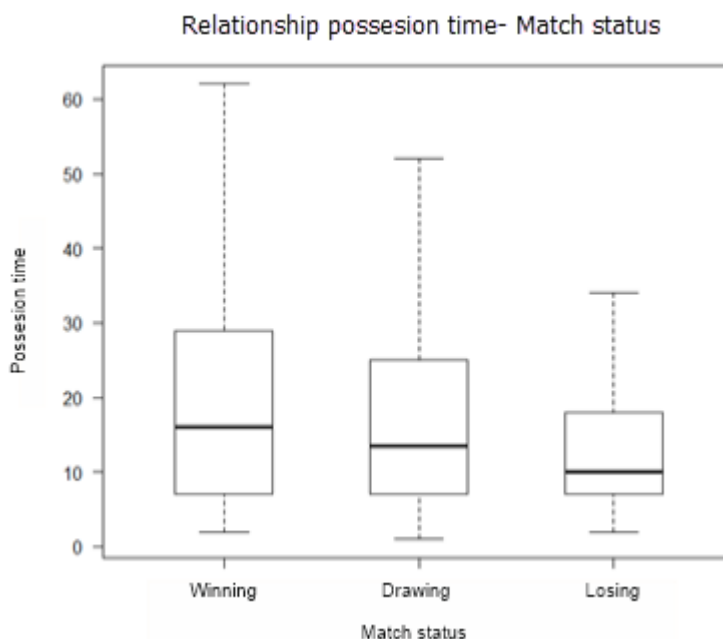


Fig 1. Match status and possession time diagram box

In order to know among which categories the differences occur, comparisons are proposed two to two, with a Kruskal-Wallis post-hoc test. The Kruskal-Wallis test shows a chi-square statistic value of 92,628, with p-value = 0.011, indicating differences between categories. In the post-hoc contrast, significant differences are found in the WINNING-LOSING and DRAWING-LOSING pairs (Table 4).

Table 4. Categories differences based on pairwise comparisons

	obs.dif	critical.dif	difference
Winning-Drawing	26.02823	40.77737	False
Winning-Losing	75.40521	43.22467	True
Drawing-Losing	49.37698	40.12126	True

Analyzing the relationship between the variables "match half" and "possession time", we obtained a mean value of 17.6m with a standard deviation of  $\pm 15.3m$  (N = 1,190 plays) in the first half, while in the second half the average length of possession is 17.2m with a deviation of  $\pm 15.8m$  (N = 1,094). These differences were not statistically significant (p = 0.73) (Table 5).

Table 5. Relationship possession time -half match

	First half	Second half	p.overall
	N=1190	N=1094	
Possession Time	17.6m $\pm$ 15.3m	17.2m $\pm$ 15.8m	0.73

In figure 2 a slight reduction in possession time is observed in the second half of the match.

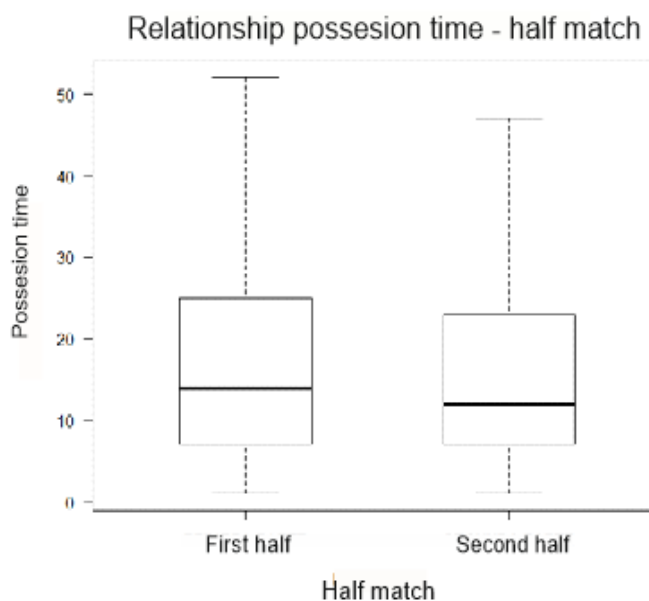


Fig 2. Half match and possession time diagram box

Variables "possession zone" and "possession time" have a mean value of 16.0m, with a standard deviation of 13.5m (N = 1,053) in the middle defensive zone. The middle offensive zone has a mean value of 18.6m with a standard deviation of  $\pm 17.0m$  (N = 1,231). Differences are significant (p = 0.04-overall), (Table 6).



Table 6. Descriptive possession time – possession zone

	Middle defensive N=1.053	Middle offensive N=1.231	p.overall
Possession Time	16.0m±13.5m	18.6m±17.0m	0.04

It is seen in mean values of "possession time" which is slightly lower for the middle defensive zone compared to the offensive zone. We observed that distance in the middle offensive zone in the interquartile range is greater, plus a greater dispersion of the observations (Fig. 5). This means that the hold time is increased in this area.

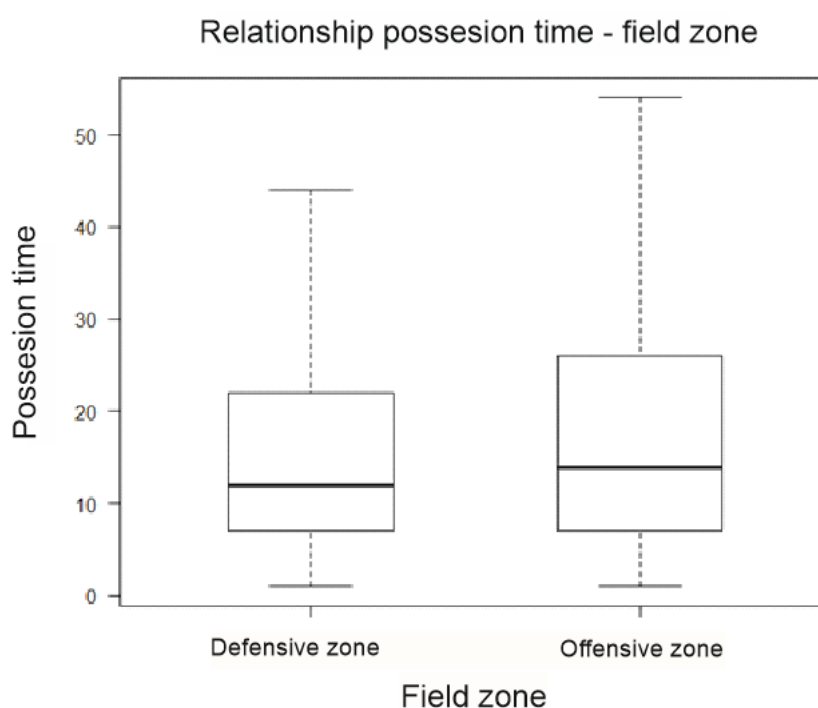


Figura 3. Possession zone (field zone) and possession time diagram box

In the box diagram (Fig. 4), like the previous box diagrams (Fig. 3), outliers have been deleted on their behalf to have a better view of the distributions of each category of move outcome based on possession time. There are differences in interquartile ranges, as well as the last values of the upper whiskers, while the difference between the values of the initial whiskers are not significant. This indicates that distributions are biased.

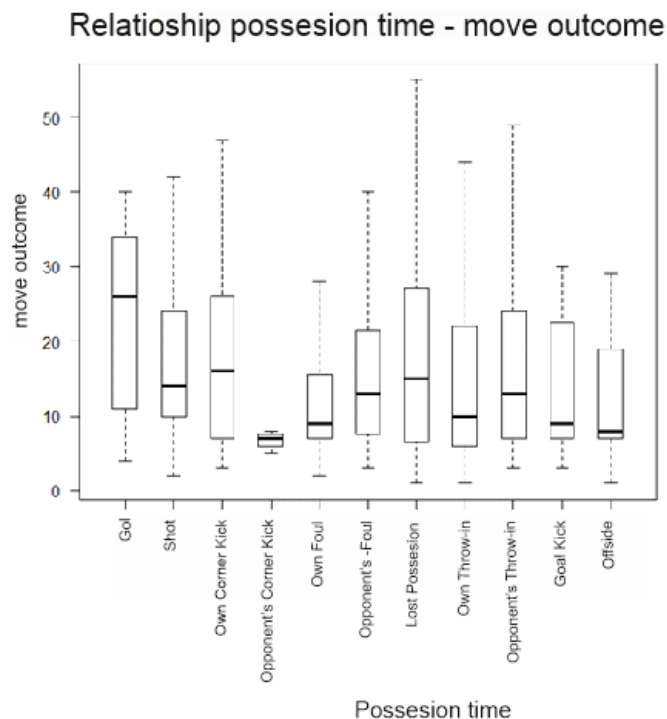


Fig 4. Move outcome and Possession time Diagram box

To find significant differences between these variables the Kruskal Wallis test was applied, with a value of 68.062, and p-value = 0.3408 all means being equal.

Possession time is a success indicator identified in several works, the objective is to determine possession time and field zone in which possession occurs since having possession in the middle defensive zone does not necessarily mean more success since the ball is away from the rival goal.

Table 7 provides an overview of use frequency of the various zones of the field and mean durations of possession in different zones, depending on successful and unsuccessful teams.

Table 7. Relationship between group, zone and possession time

Group	Field Zone	Fr.	$\bar{x}$ PT*
Successful	Middle Defensive	406	15.82
	Middle Offensive	712	20.23
Unsuccessful	Middle Defensive	578	14.23
	Middle Offensive	588	12.74

\* Possession Time

Possession zone changes significantly between groups,  $\chi^2 = 15.72$ ,  $p < 0.05$ . Specifically, successful teams occupied more frequently the middle offensive zone than the unsuccessful (712 times against 588, respectively). On the other hand, the unsuccessful teams occupied a greater number of times the middle defensive zone than the successful teams (578 vs. 406).

Observation indicates that successful teams spend more time in the middle offensive zone, and is accompanied by a greater possession time (20.23 seconds) as contrary to the middle defensive zone (15.82 seconds). While unsuccessful teams spend more time inside the middle defensive zone, with a longer possession time (14.23 seconds) than in the middle offensive zone (12.74 seconds).

Intensity determined by association coefficients Cramer's V 0.13, and Chuprov coefficient  $T^2$  0.13 used to measure symmetrical association between variables showed low intensity relationship between variables.

Significant differences were also found in possession time between successful and unsuccessful teams,  $H = 24.289$ ,  $p < 0.001$ . To study the relationship between possession time and match outcome Welch's T was used.

In this case, statistic  $t = 5.408$ ,  $p < 0.001$  with a confidence interval of 95% between -7.072 and -3.305, and 18.67 in successful and 13.48 in unsuccessful teams.

Observing the three variables (Fig. 5) shows that in the successful teams attack patterns, teams stay longer in the middle offensive zone with a longer possession time than unsuccessful teams, while unsuccessful teams stay longer in the middle defensive zone with longer times in possession.

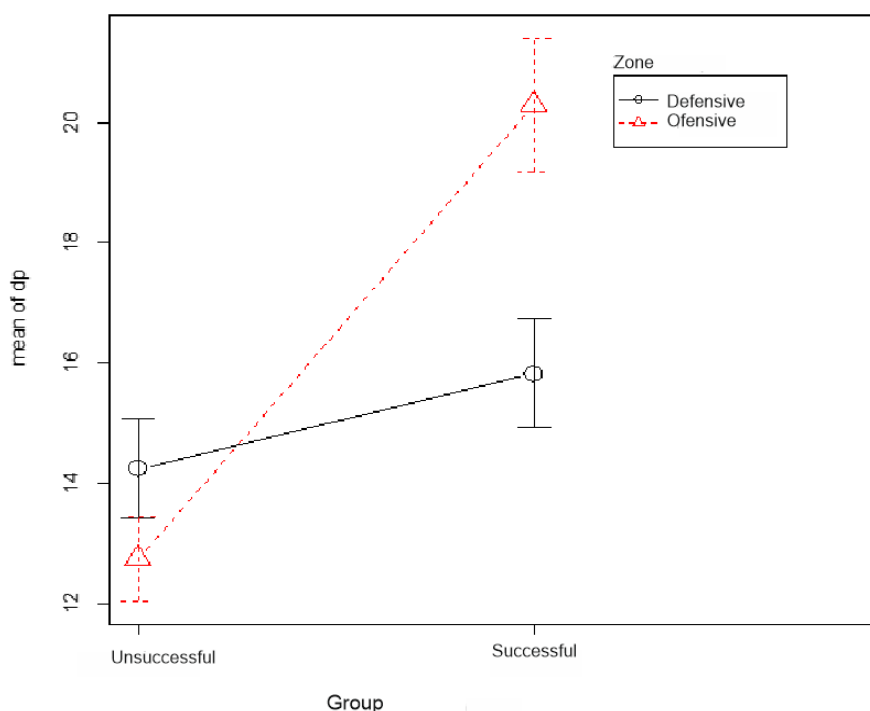


Figure 5. Mean comparison

Size effect was measured applying a  $r_{bp}$ , formula quoted by Nakagawa and Cuthill, (2007) with a value of 0.32. Positive coefficient indicates that high scores on possession time implies greater success for the team, although with small intensity.

To determine the influence of possession time and possession zone in successful and unsuccessful teams a logistic regression model was used (Table 8).

Successful/unsuccessful = possession zone + possession time

Table 8. Logistic regression model

	Estimate	Std. Error	Z	Pr> z	Crude OR (95%CI)	Adj OR (95% CI)
(Intercept)	-0.77	0.13	5.74	9.19e-09***		
[T.Offensive]	0.51	0.13	3.67	0.01***	1.72 (1.31,2.25)	1.67 (1.27,2.19)
Dp	0.03	0.01	5.00	5.73e-07 **	1.03 (1.02,1.04)	1.03 (1.02,1.04)

Team success increases 1.72 times when playing on the middle offensive zone against the middle defensive zone in the one variable model. The two variable model shows an increase of 1.67. Possession time didn't show significant differences between successful and unsuccessful teams.

Probability of being successful in explanatory variable terms, with  $X_1$  being field zone and  $X_2$  possession time is:

$$P(\text{Exitosos}) = \frac{\exp(\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2)}{1 + \exp(\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2)} = 0.4425 \quad (3)$$

44.25% is the probability of a team being successful.

Some authors (Hair et al., 1999) recommend using several methods to evaluate the model's goodness of fit. A value of Hosmer – Lemeshow 0.797 indicates goodness of fit.

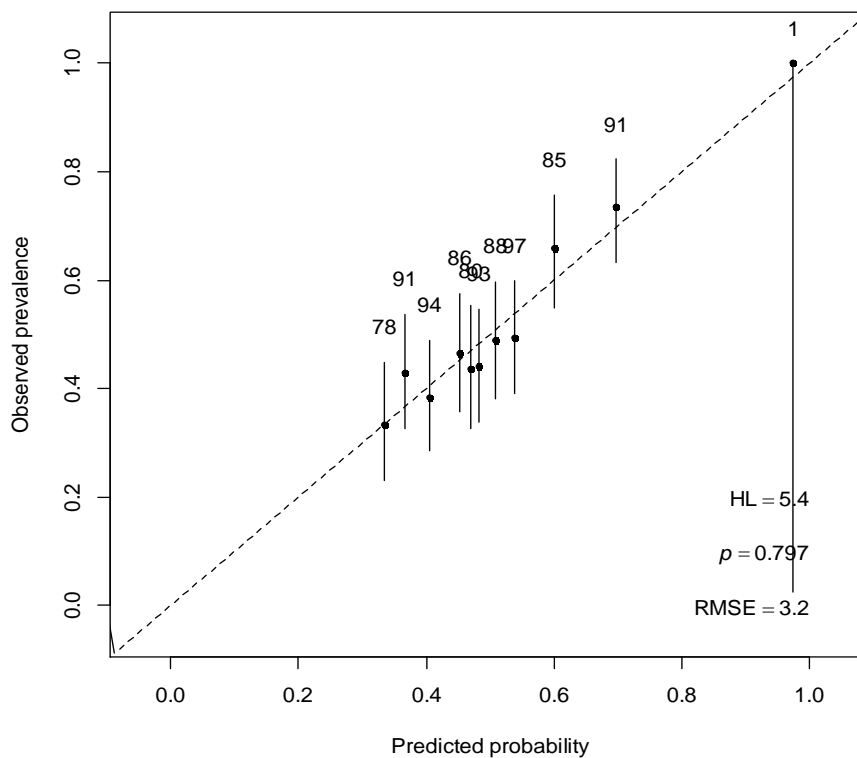


Figure 6. Goodness fit model

Evaluation model based on pseudo-coefficients  $R^2$ , CoxSnell = 0.048, adjusted Nagelkerke = 0.065, Adj. McFadden = 0.036 and Tjur = 0, indicate low prediction. In classification terms, the model has 47.90 % of sensitivity and 69.91 % of specificity. UAC = 0.62 value with ratio of 1.23 shows an average ability to classify.

#### **4. Discussion**

The main objective of this study was to determine whether possession time and possession zone are performance indicators that distinguish the successful football elite teams from the unsuccessful. There were efforts to control some of the situational variables identified by previous studies as an influence to ball possession. Specifically, all analyzed matches were played at neutral grounds and team level was similar having into account that the teams were the best European national teams. The match status, the other situational variable identified as influential in possession time, was also analyzed to observe level of influence. In order to generalize results we have not studied only one team but analyzed several national teams in the same competition.

Study results have allowed us to detect significant differences between possession time and match status. Longest possession time occurs when teams are winning, these results are similar to those reported by Bloomfield et al. (2005b) and Taylor et al, (2008) and contradict those found by Jones et al, (2004).; Lago and Martin (2007); Lago (2009) and Lago-Peñas and Dellal, (2010) who indicate that teams losing or drawing have longer periods of possession. Multiple factors may explain these differences, such as playstyles adopted by the teams during competitions, since behavior may be different depending on whether it is a national competition or an international tournament, with different national teams. It has been shown that the main differences are found between the result of winning-losing and losing-drawing, while possession time does not change when teams are either winning or drawing. These findings indicate a team tendency to not change either their playstyle nor their game pattern according to the match status, using the same strategy despite the score, and teams characterized by an attack pattern of long possessions shall not change to make counterattacks or direct attacks when they get ahead on the scoreboard, but try to keep the lead through ball possession, and teams with short attacks will not change to make long attacks when changing a favorable marker to an adverse one.

Results also suggest that possession time is slightly higher in the first part of the match and that offensive game actions ending with a goal or shot are those with a longer possession time. Data is consistent with results found in the study of Casal, et al. (2015) who suggest that long possessions offer a greater chance of successful outcomes. Regarding the area of the field, results show that most of the time possessions are located in the middle offensive zone, this data is consistent with results obtained by Collet (2013) which indicated the need for effective possessions, meaning these possessions should be located in dangerous places for the opponent's team, for example, near the opponent's goal. Effectively, for possession to be effective, it must occur as close as possible to the opposing goal, trying to disrupt the opposing team's defense and create a chance of finalization. Ball possession happening far from the rival team's goal and without intention to progress is totally ineffective.

Having into account team quality the bivariate analysis has allowed to draw several evidence on the possession type of different teams. Specifically, we detected significant

differences in spatial occupation frequency that teams perform, successful teams occupy a greater number of times the middle offensive zone and for longer times, on the contrary, unsuccessful teams occupy most often the middle defensive zone. Data is consistent with results obtained by Bate, (1988) indicating that probability of scoring a goal depends on the number of times a team gets close to the opposite goal having possession, this being an indicator of successful teams. It seems obvious that the most advantageous possession zones are those close to the goal zones of the opposing team and that maintenance of possession in zones far from the goal don't guarantee offensive success.

Results reinforce the established by various studies (Andujar, 2015; Casal, et al., 2015) showing that modern playstyle has evolved into a positional game in which possession is the fundamental argument in collective game. Playstyle has changed from a model that produced success, identified by shooting to the opposite goal, thanks to the turnovers in the middle offensive zone and short possessions, to one in which once possession has started the attacking phase becomes elaborate and parsimonious.

Significant differences were found in possession time between different group teams. Successful teams has longer possession times than unsuccessful teams. Results agree with other studies (Bloomfield et al., 2005a; Hughes and Franks, 2005; Jones et al., 2004; Lago and Martín, 2007; Lago-Peñas and Dellal, 2010) indicating that greater possession characterizes successful teams. This fact is reflected in the playstyle the best teams of both European domestic leagues and national teams, both European and worldwide are using today. The F.C. Barcelona (2015-2016 Spanish Liga and 2015 UEFA Champions League champions), Spain's national team (2008 and 2012 UEFA Euro 2010 FIFA World Cup champions) and German's national team (2014 FIFA World Cup champions) are characterized by an offensive playstyle that consists of taking the lead through possession, using as an overall tactical offensive model, the combination attack.

Multivariate analysis tried to describe the relationship between possession time in each zone with team successfulness. Results showed that successful teams differ significantly from unsuccessful teams in this regard. Specifically, successful teams occupied more frequently the middle offensive zone and remained longer in the same keeping possession. On the contrary, unsuccessful teams occupied more times and middle defensive zone staying longer times than successful teams. Results reinforce those obtained with bivariate analysis which agreed with the importance of being near the goal and having long possessions to ensure team success.

Logistic regression analysis allowed us to determine possession time and zone influence on the outcome of the match, as well as identifying a model that allows us to predict team success in terms of these variables. This model indicates that each time that a possession is carried out in the middle offensive zone, the chances of winning will increase 1.72 times and the probability of success having longer possession times on the middle offensive zone will be 44.25%. These data are the main potentiality of the present work since no previous investigations have been found that carry out this type of analysis, studying the relationship between possession time, possession zone and team's successfulness, in order to identify a game pattern with greater success

One limitation of the study has been that only national teams matches have been analyzed, so results cannot be extrapolated to other kinds of meetings, because as indicated by studies James et al. (2004), Tucker et al., (2005), Bloomfield et al., (2005a), Lago and Martín (2007), Lago (2009), and Collet (2013) the type of competition and, in particular, quality of the rival team, influences the type of possession that will be carried out in the meeting. On the other hand, we also believe that the fact of having as sample teams of an even competitive level (being the best in Europe) is work's fortitude and, if significant differences were found between the teams, all of a similar competitive level, it is feasible that between different level teams differences will be even greater. We are also aware of the existence of other extraneous variables that can influence the results as the playstyle in different competitions (Rienzi et al., 2000), arbitration decisions, weather conditions or the state of the field, but it would be impossible controlling all of these variables, so this study has tried to show the influence of some of them.

Results obtained are expected to help giving more knowledge about successful offensive game models, as well as performance factors of the offensive phase, which will allow teams to optimize their training process and performance during the match. In the field of research contributions could prove useful in future studies of possessions, taking into consideration not only possession time but also the area in which it occurs and team quality.

## **5. Conclusions**

This study allows us to identify, characterize and differentiate different attack patterns between successful and unsuccessful teams, based on possession time and zone in which it occurs. Results show that significant differences between the two groups are found. Data establishes that successful teams are characterized by an offensive game pattern with greater possession and more presence in the middle offensive zone. On the other hand, unsuccessful teams have shown an offensive game pattern with lesser possession time. In addition, longer possession time in the middle offensive zone, predicts greater chance of victory in the match.

Current football's empirical observation and analysis leads to the identification of a possession playstyle generalized commitment, it seems that coaches and teams have opted for this model, but what makes teams have higher success rates than others?. Probably the answer is related to the individual effectiveness of the actors (players) in the collective framework. We can never forget that individualities build the collective game and, therefore, individual quality of the players is a key factor of performance, which will mark the collective success of the teams.

## **6. Acknowledgments**

We gratefully acknowledge the support of two Spanish government projects (Ministerio de Economía y Competitividad): (1) *La actividad física y el deporte como potenciadores del estilo de vida saludable: Evaluación del comportamiento deportivo desde metodologías no intrusivas* [Grant number DEP2015-66069-P]; (2) *Avances metodológicos y tecnológicos en el estudio observacional del comportamiento deportivo* [Grant number PSI2015-71947-REDT; MINECO/FEDER, UE]; and the support of the Generalitat de Catalunya Research Group (GRUP DE RECERCA I INNOVACIÓ EN DISSENYIS [GRID]). *Tecnología i*

*aplicació multimedia i digital als dissenys observacionals*], [Grant number 2014 SGR 971].

## 7. Authors and Contributors

CAC developed the project, review the literature and wrote the manuscript. JLL was responsible for performed analysis, the method section and revised the content critically. RM and TA collected and analyzed the data and supervised the drafting of the manuscript. FJM translated the manuscript. All authors approved the final, submitted version of the manuscript.

## 8. References

- Acar, M. F., Yapicioglu, B., Arikan, N., Yalcin, S., Ates, N., and Ergun, M. (2009). "Analysis of goals scored in the 2006 world cup," in *The Proceeding of the Sixth World Congress on Science and Football, Science and Football, VI*, eds T. Reilly and Feza Korkusuz (London: Routledge), 233-242.
- Andujar, M. A. (2015). *La transición defensiva en el fútbol de élite. Análisis de la Copa Mundial de la FIFA Sudáfrica 2010*. Universidad de A Coruña, A Coruña.
- Anguera, M. T. (1990). "Metodología observacional", in *Metodología de la investigación en Ciencias del Comportamiento*, eds J. Arnau, M. T. Anguera and J. Gómez (Murcia: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia), 125-236.
- Anguera, M. T. (1993). "Proceso de categorización," in *Metodología observacional en la investigación psicológica*, eds M.T. Anguera, Vol. I (Barcelona: P.P.U.), 115-167).
- Anguera, M. T., Camerino, O., Castañer, M., and Sánchez, P. (2014). Mixed methods in research into physical activity and sport. *Rev. Psicol. Deporte*, 23(1), 123-130.
- Anguera, M. T., and Mendo, A. (2013). La metodología observacional en el ámbito del deporte. *e-balonmano.com:Revista de Ciencias del Deporte*, 9(3), 135-161.
- A.P.A. *Ethical principles of psychologists and code of conduct*, 2010.
- Araújo, D., Davids, K. Y Hristovski, R. (2006). *The ecological dynamics of decision making in sport. Psychology of Sport and Exercise*, 7, 653-676.
- Ardá, T., Maneiro, R., Rial, A., Losada, J. L., and Casal, C. A. (2014). Análisis de la eficacia de los saques de esquina en la copa del mundo de fútbol 2010. Un intento de identificación de variables explicativas. *Rev. Psicol. Deporte*, 23(1), 165-172.
- Ato, M., and López, J. . (1996). *Análisis estadístico para datos categóricos*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Barreira, D., Garganta, J., Guimaraes, P., Machado, J. C., and Anguera, M. T. (2013). Ball recovery patterns as a performance indicator in elite soccer. *Journal of Sport Engineered and Technology*. <https://doi.org/10.1177/1754337113493083>
- Bate, R. (1988). "Football chance: tactics and strategy," in *Science and Football*, eds T. Reilly, A. Lees and W.J. Murphy (Londres: E. y F.N.Spon), 293-301).
- Berk, R. . (1979). Generalizability of behavioral observations: A clarification of interobserver agreement and interobserver reliability. *Am. J. Ment. Def.*, (83), 412-460.
- Blanco Villaseñor, Á., and Anguera, M. T. (1984, septiembre). *Fiabilidad. precisión y validez de los registros observacionales*. Presentado en Comunicación presentada al XXIII Congreso Internacional de Psicología, Acapulco, México.



- Bloomfield, J. R., Polman, R. C. J., and O'Donoghue, P. G. (2005a). Effects of score-line on intensity of play in midfield and forward players in the FA Premier League. *J. Sport. Sci.*, 23, 191-192.
- Bloomfield, J. R., Polman, R. C. J., and O'Donoghue, P. G. (2005b). Effects of score-line on team strategies in FA Premier League Soccer. *J. Sport. Sci.* 23, 192-193.
- Borrás, D., and Sainz de Baranda, P. (2005). Análisis de córner en función del momento del partido en el mundial de Corea y Japón 2002. *Cultura, ciencia y deporte: revista de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Católica de San Antonio*, 2, 87-93.
- Carling, C., Reilly, T., and Williams, A. M. (2009). *Performance assessment for field sports*. London: Routledge.
- Carling, C., Williams, A. M., and Reilly, T. (2005). *Handbook of soccer match analysis: A systematic approach to improving performance*. Abingdon UK: Routledge.
- Carmichael, F., Thomas, D., and Ward, R. (2001). Production and efficiency in Association Football. *Journal of Sports Economics*, 2, 228 – 243.
- Casal, C. A. (2011). *Cómo mejorar la fase ofensiva en el fútbol: Las transiciones ofensivas*. Alemania: Editorial Académica Española.
- Casal, C. A., Losada, J. L., and Ardá, T. (2015). Análisis de los factores de rendimiento de las transiciones ofensivas en el fútbol de alto nivel. *Rev. Psicol. Deporte*, 24(1), 103-110.
- Casal, C. A., Maneiro, R., Ardá, T., Losada, J. L., and Rial, A. (2014). Effectiveness of Indirect Free Kicks in Elite Soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14, 744-750.
- Casal, C. A., Maneiro, R., Ardá, T., Losada, J. L., and Rial, A. (2015). Analysis of Corner Kick Success in Elite Football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 430-451.
- Castellano, J. (2000). *Observación y análisis de la acción de juego en el fútbol*. Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Collet, C. (2013). The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and international football, 2007–2010. *J. Sport. Sci.*, 31(2), 123-136. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.7272455>
- Davids, K., Araújo, D. and Shuttleworth, R. (2005). "Applications of dynamical systems theory to football", in *Science and Football V, The proceeding of the Fifth World Congress on Science and Football*, eds T. Reilly, J. Cabri and D. Araujo (Londres: Routledge), 537-550.
- Dawson, P., Dobson, S., and Gerrard, B. (2000). Stochastic frontiers and the temporal structure of managerial efficiency in English soccer. *Journal of Sports Economics*, 1, 24-32.
- De Oliveira, P. (2012). *A influencia das variáveis situacionais no comportamento posicional de uma equipa profissional de futebol no instante de recuperação da posse da bola. Um estudo de caso*. Universidade de Vigo, Pontevedra.
- Ensum, J., Williams, M., and Grant, A. (2000). An analysis of attacking set plays in Euro 2000. *Insight*, 4, 36-40.
- Fleiss, J.L. (1981). *Statistical methods for rates and proportions*. New York: John Wiley and Sons.
- Friz, C. ., Morris, P. ., and Richler, J. . (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *J. Ex. Psychol.*, (141), 2-18

- Garganta, J. (2000) Análisis del juego del fútbol. El recorrido evolutivo de las concepciones, métodos e instrumentos''. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XIV, 2, 6-13.
- Grant, A. G., Williams, A. M., and Reilly, T. (1999). An analysis of the successful and unsuccessful teams in the 1998 World Cup. *J. Sport. Sci.*, 17, 827.
- Gréhaigne, J.F. (2001). *La organización del juego en el fútbol*. Barcelona: Inde.
- Hadley, L., Poitras, M., Ruggiero, J., and Knowles, S (2000). Performance evaluation of National Football League teams. *Managerial and Decision Economics*, 21, 45 – 56.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., and Black, W. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid: Prentice Hall.
- Hook, C., and Hughes, M. (2001). Patterns of play leading to shots in 'euro 2000'. In *Pass.com. UWIC*.
- Hughes, M. D. (2003). "Notational analysis", in *Science and Football eds*, T. Reilly and M. Williams (London: Routledge), 245 – 264.
- Hughes, M. D., and Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *J. Sport. Sci.*, 20, 739-754.
- Hughes, M., and Franks, I. (2005). Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. *J. Sport. Sci.*, 23(5), 509-514.
- James, N., Jones, P. D., and Mellalieu, S. . (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4, 98-102.
- James, N., Mellalieu, S. ., and Hollely, C. (2002). Analysis of strategies in soccer as a function of European and domestic competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, s, 85-103.
- Jones, P. D., James, N., and Mellalieu, S. . (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 4, 98-102.
- Kormelink, H., and Seeverens, T. (1999). *Match analysis and game preparation*. Spring City, PA: Reedswain.
- Lago, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *J. Sport. Sci.*, 27(13), 1463-1469.
- Lago, C. (2012). The Role of Situational Variables in Analysing Physical Performance in Soccer. *J. Hum. Kinet.*, 35, 89-95. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0082-9>
- Lago, C., and Martín, R. (2007). Determinants of possession of the ball in soccer. *J. Sport. Sci.*, 25, 969-974.
- Lago-Ballesteros, J., Lago, C., Rey, E., Casáis, L., and Domínguez, E. (2012). El éxito ofensivo en el fútbol de élite. Influencia de los modelos tácticos empleados y de las variables situacionales. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 28, 145-170.
- Lago-Peñas, C., and Dellal, A. (2010). Ball possession strategies in elite soccer according to the evolution of the match-score: The influence of situational variables. *J. Hum. Kinet.*, 25, 93-100.
- Lago-Peñas, C., and Lago-Ballesteros, J. (2011). Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *Journal of Systems Science and Medicine*, 10(3), 465-471.
- Lago-Peñas, C. Lago-Ballesteros, J., Dellal, A. and Gómez, M. (2010). Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams from the Spanish soccer league. *J. of Sports Sci and Med.*, 9, 288-293.

- Lames, M. y McGarry, T. (2007). On the search for reliable performance indicators in game sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 62-79.
- Losada, J. L., and Manolov, R. (2014). The process of basic training, applied training, maintaining the performance of an observer. *Qual. Quant.* <https://doi.org/10.1007/s11135-014-9989-7>
- McGarry, T., and Franks, I. (2003). "The science of match analysis", in *Science and Football V, The proceeding of the Fifth World Congress on Science and Football*, eds T. Reilly, J. Cabri and D. Araujo (Londres: Routledge), 265-275).
- McGarry, T., Anderson, D.I., Wallace, S.A., Hughes, M.D. and Franks, I.M. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J. Sport Sci.*, 20, 771-781.
- Mckenzie, R., and Cushion, C. (2012). Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *J. Sport. Sci.*, 12, 1-38.
- Mitchell, S. (1979). Interobserver Agreement, Reliability and Generalizability of Data Collected in Observational Studies. *Psychological Butletin*, 86(2), 376-390.
- Mohammad, M., Kourosch, D., and Farhad, A. (2016). Ball Recovery Consistency as a Performance Indicator in Elite Soccer. *Revista Brasileña Cineantropometría Humana*, 18(1), 72-81. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2016v18n1p72>
- Nakagawa, S., and Cuthill, I. (2007). Effect size, confidence interval and statistical significance: A practical guide for biolo-gists. *Biological Reviews*, 82(4), 591-605. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2007.00027.x>
- O'Donoghue, P. (2010). *Research methods in performance analysis in sport*. London: Routledge.
- Perl, J. (2006). Qualitative analysis of team interaction in games by means of the load-performance-metamodel PerPot. *International Journal of Performance Analysis in Sports*, 6(2), 34-51.
- Ric, A., Torrents, C., Gonçalves, B., Sampaio, J. E., & Hristoski, R. (2016). Soft-assembled Multilevel Dynamics of Tactical Behaviors in Soccer. *Frontiers in Psychology*, 7, 1513. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01513>
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J., and Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and woed-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sport Medicine and Fitness*, 40, 162-169.
- Sainz de Baranda, P., and López-Riquelme, D. (2012). Analysis of corner kicks in relation to match status in the 2006 World Cup. *Eur. J. Sport Sci.*, 12(2), 121-129. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.551418>
- Sánchez Flores, J., García Manso, J. M., Martín, J. M., Ramos, E., Arriaza, E., and Da Silva, M. E. (2012). Análisis y evaluación del lanzamiento de esquina (córner) en el fútbol de alto nivel. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5((4)), 140-146.
- Sasaki, Y., Nevill, A., and Reilly, T. (1999). Home advantage: A case study of Ipswich Town football club during the 1996–97 season. *J. Sport. Sci.*, 17, 831.
- Stanhope, J. (2001). "An investigation into possession with respect to time in the Soccer World Cup 1994," in *Notational Analysis of Sport III*, eds M.D. Hughes (Cardiff: UWIC), 155-162).
- Taylor, J. B., James, N., and Mellalieu, S. D. (2005). "Notational analysis of corner kicks in english premier league soccer," in *Science and Football V, The proceeding of the Fifth World Congress on Science and Football*, eds T. Reilly, J. Cabri and D. Araujo (Londres: Routledge), 225-230).

- Taylor, J. B., Mellalieu, S. ., James, N., and Shearer, D. A. (2008). The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football. *J. Sport. Sci.*, 26(9), 885-895. <https://doi.org/10.1080/02640410701836887>
- Tenga, A., and Sigmundstad, E. (2011). Characteristics of goalscoring possessions in open play: Comparing the top, inbetween and bottom teams from professional soccer league. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(3), 545-552.
- Thompson, B. (2002). «Statistical», «practical», and «clinical»: how many kinds of significance do counselors need to consider? *Journal of Counseling and Development*, (80), 64-71. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6678.2002.tb00167>.
- Tucker, W., Mellalieu, S. ., James, N., and Taylor, J. B. (2005). Game location effects in professional soccer: A case study. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 5, 23-35.
- Vogelbein, M., Noops, S., and Hökelmann, A. (2014). Defensive transition in soccer are prompt possession regains a measure of success? A quantitative analisis of German Fußball-Bundesliga 2010/2011. *J. Sport. Sci.*. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.879671>



---

## **CAPÍTULO V.**

### **Discusión**

---



## 5.1 DISCUSIÓN GENERAL

A continuación, se presenta una discusión general de los principales resultados obtenidos de los cinco estudios. La discusión seguirá el mismo orden de presentación de los objetivos generales y específicos propuestos.

**En relación con el objetivo general:** verificar la utilización de la Metodología Observacional como una metodología óptima para la recogida y análisis de datos, así como también para el control de la calidad de los mismos.

El método escogido para abordar los cinco estudios ha sido la Metodología Observacional. Como se ha detallado en el Capítulo 2, los resultados de estudios que han utilizado la observación sistemática han supuesto importantes avances en el conocimiento del comportamiento humano y social, a todos los niveles y en todos los ámbitos.

Por lo que respecta a la conducta motriz y las Ciencias del Deporte, es posible constatar una fuerte expansión en las últimas décadas. Aspectos como la técnica, la táctica, los sistemas de juego, los roles de colaboración y oposición, las acciones a balón parado, el resultado parcial, el espacio de juego y hasta la interacción de los dos equipos como sistemas dinámicos, suponen un verdadero desafío para el investigador deportivo.

Hasta hace poco más de 30-40 años, la mayor parte de los estudios que se hacían en torno al fútbol (aunque también al Deporte en general) únicamente registraban parámetros de frecuencia, de prácticas habituales basadas en registros cuantitativos. Los motivos han sido varios, siendo uno de los principales la falta de una herramienta metodológica lo suficientemente sólida y flexible, que se ajustara a las circunstancias cambiantes del fútbol.



Las clásicas metodologías experimentales o psicométricas no alcanzaban a abarcar toda la complejidad que el Deporte entraña.

Esta complejidad demanda un método lo suficientemente amplio que permita abarcar todos estos aspectos del rendimiento, pero lo suficientemente flexible para adaptarse al carácter mutable y espontáneo del comportamiento deportivo, tanto a nivel micro, como a nivel macro del juego. La Metodología Observacional se ha erigido como una gran alternativa metodológica que se ajusta a la perfección a esta demanda, al permitir integrar elementos de naturaleza cuantitativa y cualitativa.

Además, todo ello debía estar enfocado desde una perspectiva lo suficientemente amplia e interdependiente, como es la perspectiva dinámica-ecológica. Desde este enfoque, se considera el comportamiento colectivo táctico como un proceso emergente de interacción entre las limitaciones individuales, del contexto en el que se desarrollan, y las características de la tarea (Lapresa et al., 2015). Además, permite alcanzar una mayor comprensión de las interacciones entre los jugadores, y entre las interacciones de colaboración/oposición del equipo y de sus jugadores desde una perspectiva más funcional (Travassos et al., 2010).

Por otro lado, la justificación de la elección de la Metodología Observacional como la metodología idónea para el estudio de la conducta deportiva se asienta sobre los siguientes requisitos (Anguera et al., 2000), que fueron enunciados brevemente en el apartado 5.2:

En primer lugar, el respeto a la espontaneidad de la conducta. En el fútbol, y en cualquier Deporte, el flujo de conducta manifestado por el deportista o el equipo debe estar libre de sesgos, conjeturas previas y manipulación directa o indirecta del observador. Las

conductas recogidas deben obedecer únicamente a la voluntad de producción de comportamiento del individuo.

En segundo lugar, la conducta se manifiesta en su contexto natural. Con este requisito, se garantiza la ausencia de alteraciones provocadas de forma intromisiva. El contexto habitual del flujo de conducta del deportista es el campo de juego, en todas sus medidas y dimensiones<sup>36</sup>. En el presente trabajo únicamente se han recogido las conductas de futbolistas que han realizado su desempeño deportivo en campeonatos de más alto rendimiento. En este caso, han sido cuatro campeonatos del alto rendimiento considerados: FIFA World Cup 2014 y 2015 (masculino y femenino, respectivamente) y UEFA Euro 2012 y 2016 masculino. En estos campeonatos se concentran los mejores jugadores y las mejores jugadoras del mundo y de Europa.

En tercer lugar, las relaciones de colaboración/oposición que realizan los jugadores durante un partido pueden ser de tres tipos: individuales (microestructurales), parcialmente colectivos (díadas, tríadas, meso estructurales) o totalmente colectivos (macroestructurales). Si bien la concepción de la Metodología Observacional tiene mejor ajuste en estudios idiográficos (una unidad) que en nomotéticos (pluralidad de unidades)<sup>37</sup>, en años recientes el concepto idiográfico se ha ensanchado, aceptando como una sola unidad a pequeñas agrupaciones de futbolistas (díadas tríadas). O incluso puede aceptarse como idiográfico si se contempla a todo el equipo como una sola unidad.

---

<sup>36</sup> Aquí radica la principal diferencia con respecto a la Metodología Experimental, en donde sí es necesaria la manipulación de algunos parámetros de la lógica interna del deporte, para alcanzar los objetivos propuestos. Por ejemplo, las situaciones simuladoras preferenciales (Seirul-lo, 1994, 2003), entre otras. Esta herramienta se puede implementar únicamente en situaciones de entrenamiento. Para una lectura más profunda sobre las diferencias entre la Ciencia observacional y experimental, se aconseja el trabajo de Bernard (1976).

<sup>37</sup> Debido originariamente a la dificultad interpretativa que presentan las interacciones de orden elevado que se establecen entre los individuos interactuantes (Duck, 1994, en Anguera et al., 2000).

En los cinco estudios presentados, tres de ellos han sido diseñados como idiográficos, concretamente los Estudios 2, 3 y 4. Por otro lado, los Estudios 1 y 5 han sido diseñados como nomotéticos. Los motivos de esta decisión han sido:

- En las investigaciones 3 y 4, se ha estudiado al equipo observado como una sola unidad. Es decir, interesaba recoger las conductas que realizan los 11 jugadores como una sola entidad (Duarte et al, 2012).
- En la investigación 2, únicamente hace referencia al estudio de un solo jugador, pero sin aislarlo de su entorno y del sistema general al que pertenece (Bertalanffy, 1976; Seirul-lo, 1994), respetando así sus relaciones prospectivas y retrospectivas con compañeros, rivales, el espacio de juego, y las conductas técnicas.
- En el Estudio 1 y 5, se han propuesto diseños nomotéticos. El motivo es que únicamente interesaba el estudio de una pluralidad de unidades (jugadores). Ambos estudios hacen referencia a dos acciones particulares del fútbol: las acciones a balón parado y las posesiones de balón. Las necesidades técnicas, tácticas y estratégicas del equipo en ambas situaciones únicamente demandan la intervención de un cierto número de jugadores (por lo general entre 4 y 8), por lo que no se contempla el desempeño del equipo como una sola unidad, ni únicamente la intervención de un solo jugador.

En cuarto lugar, y conceptualizando al deportista como un sujeto con conductas únicas y genuinas, la elaboración de instrumentos *ad hoc* es una necesidad, para adaptarse a esta mutabilidad<sup>38</sup> (Anguera et al., 2000). Cada partido, cada episodio de confrontación

---

<sup>38</sup> Cobra especial relevancia en este punto la determinación de una posible vida útil de los instrumentos de observación. Siendo el objetivo de estudio la conducta humana, y conociendo por estudios previos que ésta es altamente variable, y sobre todo fútbol (véase la cantidad de estudios sobre la posesión de balón, y los resultados todavía no son concluyentes), es necesario seguir las recomendaciones metodológicas de Anguera et al., (2007) sobre el desarrollo de instrumentos no estandarizados, buscando un total ajuste a la realidad mutable y cambiante del comportamiento humano.

es único e irrepetible, dando como resultado una dificultad añadida en cuanto a la generalización de los resultados. Para dar respuesta a esta necesidad, se han desarrollado y utilizado instrumentos *ad hoc*, a excepción del Estudio 1, en donde se ha utilizado un instrumento propuesto en un trabajo precedente. Los motivos que justifican esta decisión son dos:

Por un lado, el instrumento propuesto por Maneiro (2014), ha tenido una buena acogida en diferentes estudios científicos previos (Ardá et al., 2014; Casal et al., 2015; López-García et al., 2018; Maneiro, Ardá, Rial, Losada, Casal y López-García, 2017; Maneiro et al., 2017).

Por otro lado, si bien el instrumento de observación había sido propuesto en 2014 para la recogida de datos en el fútbol masculino, se ha pretendido evaluar su encaje en una muestra en fútbol femenino.

En definitiva, los resultados disponibles corroboran estudios previos, que han utilizado la Metodología Observacional para el análisis de conductas en el fútbol de alto nivel (Amatria et al., 2019; Aragón et al., 2017; Castañer et al., 2016; Castañer et al., 2017; Castellano y Hernández-Mendo, 2003; Castellano, et al., 2009; Hernández-Mendo y Anguera, 2001; Lago y Anguera (2002); Lapresa et al., 2016; Maneiro et al., 2020; Preciado, Anguera, Olarte y Lapresa, 2019; y un largo etcétera).

**En relación con el objetivo específico 1:** Contrastar el encaje de diferentes técnicas estadísticas multivariantes en datos procedentes de observación sistemática en conductas de naturaleza deportiva (Artículos 1, 4 y 5).

Se han implementado diferentes técnicas multivariantes, como los árboles de decisión (Estudio 1), modelo general lineal (Estudio 4) y regresión logística (Estudio 5). A

pesar de existir una amplia variedad de técnicas multivariantes (análisis de componentes principales, análisis factorial, análisis de clústeres, análisis discriminante, análisis de grupos, análisis de correlación canónica, análisis factorial confirmatorio, regresión lineal múltiple, manova, regresión logit y probit...), los autores estudios hemos considerado que los tres mencionados son los que mejor se ajustan a los diseños establecidos, y también para alcanzar los objetivos planteados.

Si abordamos el fútbol y los deportes colectivos en general desde la globalidad de las relaciones interactuantes, y la no linealidad (interpretando que puede haber una amplia variabilidad de respuestas ante un mismo estímulo), la capacidad predictora del sistema se antoja muy difícil, ya que existe una sensibilidad muy alta a las condiciones iniciales de las cuales parte. La personalidad compleja (McGarry et al., 2002; Duarte et al., 2012) y no lineal posibilita que una pequeña alteración en el flujo de conducta de un futbolista en el minuto 10 de partido, pueda provocar una alteración a largo plazo en las conductas de los compañeros, adversarios, o el sistema dinámico en general. Esta sensibilidad enriquece la evolución del equipo y lo hace impredecible, propiciando una incertidumbre que durante los episodios de confrontación puede ser un valor añadido para despistar al equipo rival. Pero, por otro lado, supone una complicación añadida a la hora de *medir* el funcionamiento y rendimiento del equipo. Un ejemplo de esta dificultad es la capacidad explicativa de los modelos en los estudios presentados. A excepción del Estudio 4, en donde la capacidad explicativa del modelo fue buena ( $r^2 = 0,83$ ), tanto en el Estudio 5, como en el Estudio 1, la capacidad explicativa es moderada o baja.

Los resultados disponibles de los estudios presentados corroboran estudios previos, donde se constata que las técnicas multivariadas se ajustan perfectamente al análisis de datos de carácter observacional (Arana, Lapresa, Anguera y Garzón, 2013; Ardá et al.,

2014; Casal et al., 2014; Casal et al., 2015; Castellano y Blanco-Villaseñor, 2015; Lapresa, Arana, Anguera, Pérez y Amatria, 2016; Maneiro, Losada, Casal y Ardá, 2017; López-García et al., 2018; Casal, Losada, Maneiro y Ardá, 2020; Casal-Sanjurjo, Andújar, Arda, Maneiro, Rial, Losada, 2020, entre otros).

**En relación con el objetivo específico 2:** Implementar la utilización de las coordenadas polares en el Deporte de alto nivel (Estudio 2).

La implementación de la técnica de coordenadas polares ha permitido conocer y describir las relaciones de excitación entre diferentes conductas en el Deporte en múltiples trabajos (ver apartado 5.7.2.2). Una de las principales ventajas que proporciona esta técnica de análisis es que permite la vectorización de las relaciones estadísticas de asociación entre la conducta focal (en el caso del Estudio 2, el jugador de fútbol Xavi Hernández), con el resto de conductas de apareo o conductas condicionadas (todas aquéllas respecto a las que se desea conocer su conexión con la conducta focal, en este caso la conexión con compañeros, la zona de inicio y finalización de la conducta y sus ejecuciones técnicas) ( $Z > 1.96; p < 0.05$ ).

Los resultados del Estudio 2 han permitido disponer de un instrumento a los analistas y científicos del Deporte para evaluar al rendimiento de un jugador en particular, sin perder de vista su relación con los demás elementos del juego. Los resultados del estudio han corroborado estudios previos (Duch et al., 2010; Fransen, Haslam, Mallett, Stefens, Peters y Boen, 2016) que afirmaban que los jugadores centrocampistas son los que más interacción presentan con respecto a sus compañeros y al sistema general del equipo. Nuestro estudio ha permitido dar un paso más, y no sólo se ha medido las relaciones de la conducta focal con el resto del equipo, sino que hemos podido medir la intensidad de estas

relaciones tanto a nivel prospectivo como retrospectivo, así como también la relación con el espacio de juego y diversos aspectos técnicos.

Este estudio complementa un estudio previo (Maneiro y Amatria, 2018), sobre otro jugador que ocupa una demarcación similar, pero con conductas funcionales distintas dentro del sistema dinámico del equipo. Dentro del sistema dinámico complejo que representa el equipo, dos elementos del sistema pueden tener similitudes en sus vertientes formales, pero la principal diferencia radica en sus roles funcionales.

Un ejemplo de estas diferencias conductuales entre uno y otro jugador (Xavi Hernández y Xabi Alonso, respectivamente), es que en ninguno de ambos estudios los jugadores establecen entre ellos relaciones significativas destacadas. Esto puede ser debido a dos motivos: por un lado, a que los criterios y categorías propuestos pueden ser mejorados y optimizados, ya que no recogen la relación entre ambos; o, por otro lado, este comportamiento puede evidenciar que, dentro del sistema general del equipo, los roles funcionales de los jugadores que a priori ocupan regiones similares dentro del terreno de juego pueden ser totalmente diferentes. Mientras que en el Estudio 2, Xavi Hernández establece relaciones de mutua excitación con jugadores de carácter ofensivo, en el trabajo de Maneiro y Amatria (2018), sobre Xabi Alonso, éste establece relaciones con jugadores sobre todo defensivos.

Por lo que respecta a las zonas de inicio y finalización, el presente estudio ratifica el concepto de Garganta (1997), cuando define al espacio como espacio móvil y conformacional. Si bien ambos jugadores inician sus acciones en regiones similares del espacio de juego, varía de manera significativa las zonas de finalización de su conducta. Así, mientras en el Estudio 2 Xavi Hernández finaliza sus acciones en mediocampo ofensivo (ZF51 y ZF71), o en zonas puramente ofensivas (ZF110 y ZF130), Xabi Alonso

finaliza en regiones de mediocampo defensivo (ZF50, ZF60 y ZF70), prioritariamente. Una posible explicación radica de nuevo en los roles funcionales de cada uno de los jugadores dentro del plan general del equipo. Mientras la conducta focal J8 (Xavi) manifiesta su flujo de conducta hacia regiones ofensivas del espacio de juego, buscando progresar a portería rival, la conducta focal J14 es el encargado de manifestar conductas de bajo riesgo y alta seguridad. Ambos jugadores funcionan como contrapesos tácticos funcionales en el sistema del equipo, y evidencia la directa relación existente entre los roles funcionales de los jugadores, y cómo es necesario un equilibrio táctico, para la optimización y adaptación del sistema al espacio de juego y al rival.

Esta variabilidad del espacio de juego ofensivo y defensivo corrobora estudios previos (Harris y Reilly, 1988; Garganta, 1997; Seifert et al., 2016; Gonçalves, Coutinho, Excel, Travassos, Lago y Sampaio, 2019; Maneiro et al., 2020), en donde se evidenciaba o recomendaba no estandarizar zonas o radios de acción táctica, sino que la gestión táctica en un espacio variable es la mejor alternativa para sorprender al equipo rival. Mombaerts (2000) recoge la necesidad de crear falsas pistas al equipo rival, induciendo al error; mientras que Castelo (1999), afirma que los jugadores del equipo deben “inducir al error a los defensores rivales, simulando la verdadera intención táctica” (p. 167).

**En relación con el objetivo específico 3:** Emplear la técnica de *T-Patterns* para descubrir y describir patrones estructurales de conducta en el Deporte de alto nivel (artículo 3).

Una de las técnicas más importantes para detectar patrones de conducta son los *T-patterns* (Magnusson, 1996, 2000, 2020)<sup>39</sup>. La gran aportación de los *T-patterns* es la detección de tipos particulares de estructuras temporales (Anguera, 2004). El

---

<sup>39</sup> Consultar los apartados 5.7.1.3 y 5.7.2.3.



descubrimiento e interpretación de estas estructuras son de una valiosa aportación al mundo del fútbol, ya que permite ahondar en una mejor comprensión de lo que está sucediendo y que se escapa a simple vista.

El Estudio 3 es un ejemplo de detección de conductas ocultas en el fútbol de alto rendimiento. Se ha abordado el estudio desde una perspectiva macroestructural, y conceptualizando al equipo como un todo indivisible. Analizando las 6861 conductas recogidas, que corresponden a las 746 secuencias ofensivas que ha realizado el equipo campeón de la UEFA Euro 2012, el objetivo ha sido describir la sucesión de conductas que con más regularidad realiza la selección española de fútbol.

De manera preliminar, los autores hemos considerado analizar al equipo campeón no sólo por el hecho de serlo, sino porque ha conseguido algo muy difícil en el Deporte y el fútbol de alto nivel, que es:

- Encadenar una sucesión de éxitos que ha perdurado en el tiempo (2008-2012)
- Alcanzar estos éxitos mediante un estilo basado en la colaboración, la asociación, con unos estándares técnicos muy altos, y con una disposición táctica basada en la creatividad<sup>40</sup>.

En el fútbol, al igual que en cualquier otro contexto competitivo como el mundo de la empresa o la economía, las organizaciones aspiran a alcanzar los mejores resultados posibles para sus intereses, por lo que el modelo de éxito tiende a ser imitado. Alcanzar el éxito es la aspiración de cualquier organización, y por ello encontrar las rutas que permitan alcanzarlo con el mínimo coste de energía, pero con la máxima eficacia, es un desafío constante.

---

<sup>40</sup> Recientes estudios han evidenciado una relación entre el número de goles de un equipo y sus niveles de creatividad (Kempe y Memmert, 2018).

Algunos de los objetivos del Estudio 3 han sido intentar descubrir estructuras de conducta ocultas en el rendimiento de la selección campeona en la UEFA Euro 2012; y a continuación describir e interpretar lo más objetivamente posible el cómo se producen estas estructuras.

En este sentido, la selección española de fútbol dispone de grandes recursos para alcanzarlo (Amatria, Maneiro y Anguera, 2019a; Amatria, Maneiro y Anguera, 2019b). Todos sus jugadores compiten en grandes ligas, juegan para contrastados equipos de máximo nivel, y además dispone de una sinergia<sup>41</sup> muy refinada, solidificada en los años precedentes.

En la Tabla 2 y Figura 2 del Estudio 3 se evidencia que sí es posible identificar ciertas estructuras conductuales en el juego de la selección española de fútbol. Estas estructuras regulares de conducta se basan sobre todo en acciones de control y pase, y en imprimir variabilidad a las acciones de los jugadores. Esta información puede ayudar a los equipos a disponer de más conocimiento, más alternativas y más recursos teóricos, bien para implementar en sus equipos conductas semejantes, o bien para neutralizarlas si la competición así lo demanda.

Pero en este punto, es importante mencionar ciertas debilidades que se pueden desprender a la hora de intentar reproducir estos mecanismos en otros equipos.

Es plausible pensar que el rendimiento de un equipo depende proporcionalmente del rendimiento de cada uno de sus jugadores, y sobre todo del valor añadido que emerge de la sinergia entre cada uno de ellos. El talento de los jugadores y sobre todo esta sinergia emergente es lo que determina un equipo ganador de los demás. Esto permite extraer una

---

<sup>41</sup> La sinergia en deportes colectivos es uno de los aspectos más importantes para el funcionamiento del sistema al completo. Se aconseja la lectura del trabajo de Araújo y Davids, (2016) y Balagué, Pol, Torrents, Ric y Hristovski (2019).

importante conclusión: la calidad del equipo depende de la calidad de sus jugadores y del valor añadido de su interacción, lo que limita sustancialmente el grado de reproducibilidad, ya que estos elementos (jugadores) son por un lado finitos, y por otro únicos e irrepetibles, al igual que su sinergia. Araújo y Davids (2016) afirman:

“A synergy, conceptualized as a controllable organization of many individual degrees of freedom, is an organization of afference (perception). From an ecological dynamics point of view, shared affordances guide team behaviors. This implies that the afferent and efferent flows comprising a synergy unfold in a collective variable (or order parameter) – a measurable quantity that expresses a coherent relation among the synergy’s parts and processes” (p.7)

## 5.2 DISCUSIÓN METODOLÓGICA. CONCRECIÓN DE LA METODOLOGÍA OBSERVACIONAL EN CADA UNO DE LOS ESTUDIOS

### 5.2.1 Pertinencia y justificación de cada uno de los ESTUDIOS.

Estudio 1:

---

Maneiro, R., Casal, C. A., Ardá, A., y Losada, J. L. (2019). Application of multivariate decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PloS ONE*, 14(3), e0212549. doi.org/10.1371/journal.pone.0212549.

---

Justificación

El fútbol femenino es un fenómeno que está experimentando un imparable aumento en los últimos años. Según los datos del último FIFA Research Report de 2015, 30.145.700 de niñas y mujeres juegan al fútbol en el mundo, con previsiones de aumentar a 45 millones en el año 2019. De esos 30 millones, 4.801.360 son jugadoras con ficha federativa en la actualidad.

A nivel deportivo, desde que en 1991 se celebrara el primer FIFA World Cup en China, las participantes han experimentado un sobresaliente aumento. 24 equipos han participado en el pasado campeonato del mundo de 2015, el doble de la primera edición. El número de participantes en la clasificación para la FIFA Womens World Cup se ha triplicado. 45 equipos han competido en 1991, por los 128 en 2015, mientras que el número de partidos de clasificación ha aumentado de 110 a 398.

Desde un punto de vista sociológico, los datos también son concluyentes. El FIFA World Cup representa el pináculo del fútbol femenino. La edición de 2015 celebrada en

Canadá atrajo un interés de 750 millones de espectadores en todo el mundo y 1.35 millones de entradas vendidas para presenciar los partidos.

Estos datos permiten contemplar con perspectiva la fuerza y el empuje con la que ha irrumpido el fútbol femenino. La gran afición que despierta, junto con su imparable crecimiento, son muestras de que la comunidad futbolística tiene ante sí multitud de oportunidades para explorar en este ámbito: a nivel deportivo, continuar consolidando programas de entrenamiento y una metodología más específica acorde a las necesidades de las jugadoras y de la competición; a nivel económico, la promoción de proyectos y programas que atraigan a más mujeres practicantes, y consolidar a las ya existentes; por último, a nivel científico, dar respuesta a la creciente demanda de estudios e investigaciones sobre los agentes implicados en el rendimiento en el fútbol femenino.

En este sentido, la literatura científica centrada en el fútbol femenino todavía es escasa. Los estudios disponibles permiten constatar que un porcentaje muy importante de los trabajos son relativamente recientes, de hace 20 años a esta parte. Si bien se corrobora la existencia de trabajos previos a esta fecha (Colquhoun y Chad, 1986; Davis y Brewer, 1993; Evangelista, Pandolfi, Fanton y Faina, 1992; Rhodes y Mosher, 1992), éstos han atendido mayoritariamente a una pequeña parcela del juego, como son las prestaciones físicas de las jugadoras, o los aspectos fisiológicos. Kirkendall (2007) destaca que una gran parte de los topics están también relacionados con las lesiones, y muy pocos con el análisis del juego.

Aspectos como la economía del fútbol femenino (LeFeuvre, Stephenson y Walcott, 2013), la publicidad y los medios de comunicación (Meier, Konjer y Leinwather, 2016), historia del fútbol femenino (Pfister, 2001); la perspectiva de género y el profesionalismo emergente (Kjaer y Agergaard, 2013; y Mutz y Meier, 2016); la Psicología (Stoerber y Becker, 2008); o el rol de la mujer futbolista dentro de la sociedad (Christopherson, Janning y McConnell, 2002), han sido temas centrales en la literatura científica.

Por otro lado, una gran cantidad de trabajos han abordado el fútbol femenino desde la perspectiva de la preparación física (distancia recorrida, tipo de intensidad de los desplazamientos realizados, número y tipo de pausas de recuperación, picos y variaciones de velocidad, relaciones actividad-pausa, small side games y demandas físicas en función del puesto). Algunos trabajos se pueden encontrar en Andersson, Randers, Heiner-Møller, Krustup y Mohr, (2010); Dias, Gonelli, Cesar, Verlengia, Pellegrinotti y Lopes, (2016); Krustup, Mohr, Ellingsgaard y Bangsbo, (2005); Krustup, Zebis, Jensen y Mohr, (2010); Little y Williams, (2005); Ramírez-Campillo, González-Jurado, Martínez, Nakamura, Peñailillo, Meylan e Izquierdo,(2016); y Zubillaga, Gabbett, Fradua, Ruiz-Ruiz, Caro, Ervilla, (2013) y Martinez-Lagunas, Niessen y Hartmann, (2014).

Otros estudios han centrado sus esfuerzos en medir las relaciones entre desempeño deportivo y riesgo de lesión (injury risk) (Blokland, Thijs, Backx, Goedhart y Huisstede, 2017; De Ste Croix, Priestley, Lloyd y Oliver, 2015; Östenberg y Roos, 2000; Nilstad et al., 2014; Thompson, Tran, Gatewood, Shultz, Silder, Delp y Dragoo, 2017; y Watson, Brickson, Brooks y Dunn, 2017).

No obstante, un análisis del rendimiento de las jugadoras tomando como referencia únicamente los parámetros físicos y fisiológicos no aporta toda la información necesaria para comprender la dinámica del juego. Debido a las particularidades de un deporte como el fútbol (deporte colectivo, de colaboración-oposición, de espacio compartido y participación simultánea), y donde lo más importante es la gestión del móvil (balón), hace que éste sea un Deporte eminentemente táctico. Debido a ello, los análisis de las conductas de las jugadoras durante la competición, y el análisis de las diferentes manifestaciones técnicas y tácticas, pueden ayudar a comprender mejor la dinámica de la competición (Alcock, 2010; Anderson et al., 2007; Hewitt, Norton y Lyons, 2014; Ibáñez, Pérez-Goye,

Courel-Ibáñez y García-Rubio, 2018; Kirkendall, 2007; Tenga, Zubillaga, Caro y Fradua, 2015; Mara, Wheeler y Lyons, 2012).

El presente trabajo tiene como objetivo continuar profundizando en el análisis del fútbol femenino desde una vertiente táctica, pero desde una perspectiva diferente, la perspectiva *mixed methods* (Creswell, 2011; Creswell y Plano Clarck, 2007). La aplicación de la Metodología Observacional, conceptualizada como *mixed methods* en sí misma (Anguera y Hernández-Mendo, 2016) ha permitido alcanzar los objetivos planteados. En el presente estudio se ha pretendido poner a prueba el comportamiento de una de las acciones que con más regularidad aparece mencionada en la literatura científica, como son las acciones a balón parado, y concretamente los saques de esquina (Casal et al., 2015; Maneiro et al., 2017). Estas acciones, si bien han sido contrastadas en el fútbol masculino con interesantes resultados en el campo aplicado, todavía no han sido verificada en el fútbol femenino

Estudio 2:

---

Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(3), 389-401. doi: 10.1177/1754337119830472

---

Justificación

En Ciencias Sociales, la Ciencia de sistemas afirma que, si un sistema en la naturaleza exhibe organización, contiene información, y que, a mayor orden, mayor información presenta. Como se mencionó en capítulos anteriores, Bertalanffy (1976),

define un sistema como una entidad con múltiples partes interrelacionadas, cuya suma es mayor que la suma de sus partes.

El fútbol es un Deporte en donde el sistema de roles no es rígido, ni están claramente definidos (la mera posesión el balón no determina el rol). Los deportes socio motores tienen en su interacción motriz su rasgo más representativo. Por su estructura de naturaleza caótica, inestable, y donde el éxito depende de una pluralidad de elementos que interactúan entre sí, en episodios de confrontación antagónica contra otros sistemas organizados, se puede afirmar que obedece y se somete a los principios sistémicos. Por otro lado, es un Deporte con estructuras y componentes heterogéneos en constante interacción, con intensidades variables y con diferentes escalas espacio-temporales. Por ello, también se encuadra dentro del conjunto de sistemas denominados sistemas dinámicos (Balague et al., 2013).

Por ello, la investigación científica centrada en el fútbol respeta estos principios inherentes. El análisis de sus componentes a nivel microestructural debe realizarse en relación con los demás componentes del sistema macro. El análisis parcelado de una parte del sistema, sin tener en cuenta a los diferentes componentes del mismo, únicamente proporcionan datos cuantitativos que poco podrían ayudar a comprender el comportamiento del sistema en su globalidad.

La investigación en torno a los componentes microestructurales (jugadores) se ha realizado durante algunos años sin tener en cuenta al resto del equipo. Algunos estudios retrospectivos se encuentran en Wiemeyer, (2003); Taylor Mellalieu y James, (2005); y Thelwell, Greenlees y Weston, (2006), que, si bien han abierto camino en torno al estudio del rendimiento de los jugadores a nivel individual, han experimentado fuertes limitaciones en este sentido.



En cambio, posteriores investigaciones (Duch et al., 2010; Clemente, Martins, Wong, Kalamaras y Mendes, 2015; Maneiro y Amatria, 2018) sí han tenido en cuenta la estructura general del sistema (el equipo), y cómo éste presenta la capacidad de modular el comportamiento de cada elemento del sistema en particular. Duch et al (2010), mediante la aplicación del método de Montecarlo y diferentes estructuras de red, consiguen describir la naturaleza de las relaciones entre un elemento con los demás elementos del sistema. El trabajo de Maneiro y Amatria (2018), por medio del cálculo de los diferentes Zsum, consiguen describir las diferentes relaciones significativas, a nivel prospectivo y retrospectivo, que presenta un jugador, con el resto de los componentes del equipo, y también entre la estructura organizativa del equipo (Maneiro, Amatria, Moral y López, 2018). Además, por medio de la vectorización de las diferentes conductas de apareo con la conducta focal, describieron la intensidad de estas relaciones.

Por ello, en el presente estudio se ha pretendido continuar con esta línea de investigación. Se ha analizado el desempeño espontáneo de un jugador de fútbol en su contexto habitual (la competición). Para ello, se ha analizado al jugador de fútbol Xavi Hernández, con el objetivo de conocer qué tipo de relaciones prospectivas y retrospectivas establece con sus compañeros, rivales, con el espacio de juego, con las acciones a balón parado y con el balón, durante la UEFA Euro 2012. Los motivos de la elección de este jugador<sup>42</sup> se basan en dos aspectos: ha sido elegido por la Federación Internacional de Historia y Estadística del Fútbol (IFFHS) mejor creador de juego del mundo durante cuatro años consecutivos; y, por otro lado, su posición en el terreno de juego es privilegiada, siendo uno de los jugadores donde convergen las diferentes maniobras técnico-tácticas del equipo.

---

<sup>42</sup> Conducta criterio se define como aquella que mediante hipótesis se la supone como generadora e inicializadora de una serie de conexiones con las demás categorías, denominadas conductas de apareo

## Estudio 3:

---

Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011

---

## Justificación

*Tiene toda la información para predecir a los jugadores. Se trata de reducir todo a un número. Leyendo las estadísticas a nuestro favor, encontraremos valor oculto en los jugadores.*  
Moneyball

Uno de los grandes retos del ser humano a lo largo de la historia ha sido alcanzar el éxito. Acercarse lo más posible a la fórmula que permita reducir el azar e incrementar lo máximo posible la certidumbre en sus emprendimientos. Además, no solo ha aspirado a alcanzarlo, sino que ha buscado mantenerlo en el tiempo, movilizándolo para ello los recursos necesarios.

En el fútbol, la empresa es la misma: reducir el azar e incrementar la certidumbre, como el camino más fructífero para alcanzar la victoria durante la competición. A pesar de que no es objetivo en el presente trabajo abordar los temas económicos del fútbol, resulta inevitable poner los datos en perspectiva. El impacto social y económico que tienen los eventos deportivos se mide en cifras: el FIFA Research Report constata que más de la mitad de la población mundial (3.262 millones de personas) sintonizó la emisión del campeonato FIFA World Cup 2018 en algún momento. En todo el mundo, las cadenas de televisión registraron cifras sin precedentes en el número de usuarios únicos de plataformas digitales como segunda pantalla digital y de dispositivos móviles. El pasado FIFA Women's World Cup de 2015, atrajo un interés de 750 millones de espectadores en todo el mundo, con 1.35 millones de entradas vendidas para el total de los partidos. La empresa Deloitte y Touche, en un estudio realizado para *Annual Review of Football Finance*,

comprobó que, si el fútbol fuera un país, ocuparía el 17° lugar en la economía mundial, con un PIB de 500.000 millones de dólares, superando a países como Argentina, Portugal, Chile y Bélgica<sup>43</sup>.

A la vista de estos datos y del impacto no sólo deportivo, sino también socioeconómico que el fútbol tiene en la sociedad, la búsqueda de la fórmula de la victoria está más que justificada. Pero en el análisis de los factores que modulan el rendimiento, podríamos pensar que, al registrar el nivel de éxito o fracaso que cada jugador y cada equipo expresan en cada partido, estamos observando de forma directa su máximo nivel de prestación. Sin embargo, los deportes de equipo siempre conllevan un cierto margen para lo aleatorio y lo impredecible (Lago-Peñas, 2008), además de patrones de conducta que en determinadas ocasiones no son detectables a simple vista (Magnusson, 1996).

¿Cómo podemos entonces llevar a cabo la medición de lo no visible a simple vista? Una de las técnicas de visibilización de estructuras regulares de conducta de mayor repercusión se lleva a cabo mediante el software THEME, que permite la detección de *T-patterns*. Un *T-pattern* es una construcción estadística que se manifiesta a partir de una combinación de eventos, que ocurren en el mismo orden con distancias temporales entre sí (intervalo crítico) que se mantienen relativamente invariantes en relación a la hipótesis nula de que cada código de conducta registrado es independiente y está distribuido aleatoriamente en el tiempo. De acuerdo con Magnusson (2000), “si A es el componente anterior y B el posterior de un mismo patrón temporal que se repite, entonces después de un ocurrencia de A en el tiempo t, hay un intervalo [t+d1, t+d2] ( $d_2 \geq d_1 \geq d_0$ ) que tiende a contener al menos una ocurrencia de B más a menudo de lo que se esperaría por azar” (Lapresa et al., 2014).

---

<sup>43</sup> PIB según *The Statistical Office of the European Communities, 2012* (Eurostat)

En un contexto tan competitivo como es el Deporte de alto nivel, en donde las diferencias entre los equipos son muy pequeñas, disponer de la mayor información posible sobre el modelo que más se aproxima al modelo de éxito, supondrá un salto cualitativo importante.

En el presente estudio se planteó el objetivo de detectar los perfiles de regularidad ocultos en equipos de máximo nivel. Para ello, se ha analizado al equipo campeón de la UEFA Euro 2012 de fútbol con el objetivo de identificar las conductas de éxito colectivas, aquellas conductas no visibles que ha realizado el equipo campeón del torneo.

Estudio 4:

---

Maneiro R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020). Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology* 11:534. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00534

---

Justificación

*“Todo esquema motor se reforzará a través de la variabilidad de la práctica”  
Bernstein, (1967)*

El comportamiento humano es inherentemente variable (Veá, 1990). Desde el punto de vista evolutivo, cada individuo es diferente en términos de herencia genética, experiencia previa y factores ambientales (Polderman, Benyamin, De Leeuw, Sullivan, Van Bochoven, Visscher, y Posthuma, 2015). Estas diferencias determinan cómo cada persona interactúa con el medio que lo rodea.

Desde la perspectiva ecológica (Gibson, 1979) del Deporte, es necesario entender la variabilidad como un mecanismo de adaptación al medio, una personalidad darwinista que permite a los equipos adaptarse a los cambios de su entorno (a la vez, cambiante). El

carácter no determinista del fútbol propicia que cada partido sea un evento genuino. No existen dos partidos iguales, ni dos competiciones idénticas. En palabras de Garganta (1997), “las acciones en fútbol se realizan en un contexto permanentemente variable” (p.18), “en donde el grado de imprevisibilidad y aleatoriedad es elevado (Konzag, 1991 en Garganta, 1997).

Si fuese posible que dos equipos se enfrentasen durante diez partidos de manera consecutiva, y uno de los dos equipos ganase los primeros cinco partidos, nada podría asegurar ni predecir con solvencia suficiente e inequívoca que el equipo ganador seguiría ganando. Podría hablarse, a lo sumo, de una mayor autoconfianza (Psicología) fruto de las victorias previas. Pero no hay ninguna evidencia empírica que corrobore que un equipo que lleve una racha de cinco victorias seguidas, conseguirá la sexta. El propio término “racha” es muy confuso desde este punto de vista.

En este sentido, Roffé, De la Vega, García-Mas, y Linás, (2007), afirman lo siguiente:

“En cuanto la creencia de la mano caliente, es decir, la creencia de que un jugador puede poseer rachas en las que su efectividad en el lanzamiento a canasta es superior cuando el anterior lanzamiento se ha encestado, se ha demostrado que la evidencia empírica de su existencia es considerablemente limitada, ya que no parece existir correlación entre dos lanzamientos exitosos del mismo jugador”. (p. 228)

En la misma línea, Torrents (2005) afirma: “para una variable aleatoria, cualquier valor posible tiene las mismas posibilidades que otro para que se dé” (p. 78).

El análisis de la variabilidad ha sido puesto a prueba en el fútbol de alto nivel de unos años a esta parte, desde tres perspectivas distintas: la variabilidad de la frecuencia cardíaca durante la competición (Rave, Fortrat, Dawson, Carre, Dupont, Saeidi, Boullosa y

Zouhal, 2018); la variabilidad de las distancias recorridas (Couceiro, Clemente, Martins y Machado, 2014) y la variabilidad táctica (Moura, Santana, Vieira, Santiago y Cunha, 2015). Desde este trabajo, se propone el concepto de variabilidad en la gestión espacial del terreno de juego (Maneiro, Blanco-Villaseñor y Amatria, 2020).

El término espacio como constructo ha sido abordado previamente desde diversas áreas de conocimiento (Poincaré, 1944). En el fútbol, uno de los primeros investigadores en abordar el espacio como elemento móvil ha sido Julio Garganta (1997). Define el espacio de juego en el fútbol como *espacio conformacional*, y afirma que *el término espacio y su representación ideomotora no se limitan a las dimensiones del campo de juego, sino que se construye un espacio de configuración o de información, que resulta de su interacción con los otros elementos: pelota, compañeros, oponentes, etc., en función de su percepción, conocimiento y acción* (p. 202). Posteriormente, han surgido otros trabajos donde han abordado este concepto (Castellano y Hernández-Mendo, 2002; Castellano, Perea y Hernández-Mendo, 2009).

Siguiendo las ideas Garganta (1997), y también de otros autores como Castelo (1999), Greháigne (2001) o Mombaerts (2000), el objetivo del presente estudio ha sido analizar la variabilidad del espacio estratégico en el fútbol de máximo nivel, siguiendo el recorrido del balón y teniendo en cuenta la zona de inicio de las acciones, y la zona de finalización. Además, mediante la implementación de la Teoría de la Generalizabilidad (TG) (Blanco-Villaseñor, 1989; Blanco-Villaseñor y Anguera, 2000; Schlotzhauer y Littell, 1997), se ha pretendido estimar el grado de precisión y generalización de los resultados obtenidos.

## Estudio 5:

---

Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F.J. y Losada, J.L. (2017). Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams. *Frontiers in Psychology*, 8:1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176

---

### Justificación

¿En qué se diferencian los equipos ganadores de los perdedores? ¿Qué es lo que hace que un equipo gane, y otro pierda? Conocemos la ruta más corta para alcanzar la victoria: anotar más goles que el adversario. Pero desconocemos cuáles son los mecanismos que posibilitan alcanzar estos goles.

Como se ha detallado a lo largo del Capítulo 1, hasta mediados del siglo XX, el conocimiento en el fútbol se asentaba sobre las opiniones de los expertos, como entrenadores, formadores y los propios futbolistas. Era habitual escuchar opiniones, elevadas casi a rango de ley, donde se exaltaban como inequívocos algunos comportamientos asociados al éxito. Así, afirmaciones como *los saques de esquina producen muchos goles*, *nos faltó intensidad*, o la tan recurrente *perdimos porque corrimos menos que el rival*, eran comunes en los vestuarios y en las gradas de los estadios. En cierta medida, estas expresiones contribuyen a enriquecer al argot cultural del fútbol. Pertenece al conocimiento común del fútbol, como se detalla en el Capítulo 0 del presente trabajo. Argumentaciones moderadamente válidas para los aficionados, pero altamente falibles.

Con el nacimiento de una Ciencia en torno al fútbol (Figura 5.1), se han ido refutando ciertas afirmaciones solidificadas durante décadas. Así, se ha constatado que correr más que el rival no es una variable que esté asociada al éxito (Bradley, Lago-Peñas,

Rey y Gómez, 2013), los saques de esquina apenas producen goles (ratio 50:1) (Maneiro, 2014), los equipos que tienen la posesión de balón no corren menos (Bradley et al., 2013), y la posesión de balón como elemento clave en el éxito todavía está en debate (Lago y Martín, 2007; Lago-Peñas, 2009; Maneiro et al., 2020).

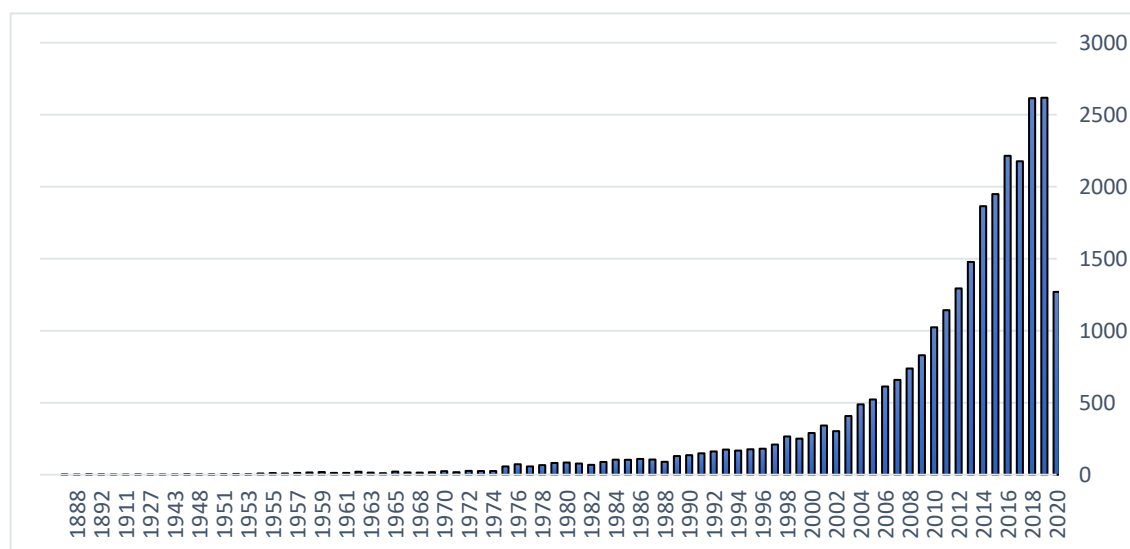


Figura 5.1. Evolución por años de las publicaciones que contienen los topics: “soccer” y “football”. Fuente: a partir de datos de PUBMED.

Dentro del abanico de deportes existentes, el fútbol es el deporte más estudiado, con casi 28,398 publicaciones<sup>44</sup>. A partir sobre todo de la década del año 2000, diversos aspectos del juego han emergido como potenciales indicadores de rendimiento. Investigadores como Hughes y Bartlett (2002), entre otros, han propuesto una serie indicadores que potencialmente pueden modular el rendimiento en el fútbol (Figura 5.2).

<sup>44</sup> Para conocer más estadística sobre el topic “soccer” y “football”, se recomienda la lectura de Kirkendall y Urbaniak (2020).



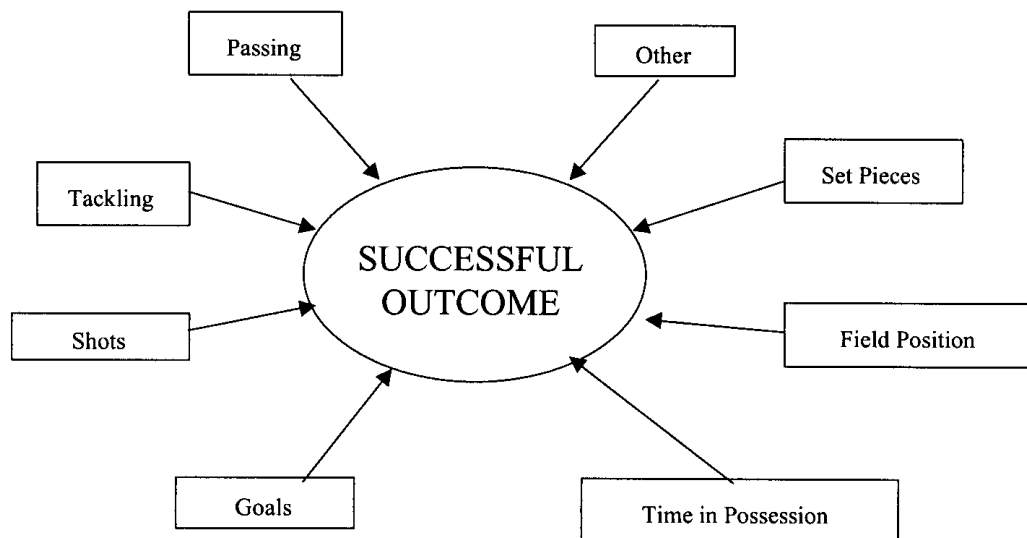


Figura 5.2. Indicadores de rendimiento propuestos por Hughes y Bartlett, 2002.  
Fuente: Hughes y Bartlett, (2002).

El objetivo del Estudio 5 ha sido poner a prueba uno de los indicadores de rendimiento propuestos por la literatura científica, y que además está presente en el ADN del conocimiento común en torno al mundo del fútbol: la posesión del balón. Por medio de diferentes modelos predictivos, se ha pretendido conocer qué diferencia a las posesiones de balón de los equipos vencedores de los equipos perdedores, con la finalidad de proponer un modelo de posesión exitoso en el fútbol de alto rendimiento.

### **5.2.2 La Metodología Observacional como la metodología que mejor se ajusta al análisis de conductas en el Deporte**

En el Deporte de rendimiento, medir es imprescindible. Un entrenador o un preparador físico que desee evaluar el rendimiento de sus jugadores durante la competición, debe disponer de recursos para poder hacerlo. A lo largo de las décadas los trabajos empíricos han estado condicionados primordialmente por dos grandes perspectivas dicotómicas que medían fragmentos de datos a priori indiscernibles. Por un lado, los procedimientos cuantitativos (motion analysis), con el estudio pionero de Reilly (1976) a la cabeza, ha sentado las bases de este tipo de análisis. Estos estudios nos proporcionaban datos aislados y puntuales (nº de pases, goles...) que, si bien aportaban resultados válidos y cuantificables, poco aportaban a esa realidad holista de un Deporte como el fútbol. Por otro lado, bajo la influencia de los enfoques naturalistas, han aparecido los planteamientos de carácter cualitativo (notational analysis) con el estudio pionero de Reep y Benjamin (1968) como referencia. Ellos nos proporcionaban análisis de conductas o secuencias de juego que, si bien proporcionaban datos válidos, no alcanzaban por sí mismos a dar respuesta a la complejidad de las relaciones que suceden durante un partido.

Los datos cuantitativos raramente explican el por qué ocurre un fenómeno observable y cómo manejarlo. Por otro lado, los datos cualitativos requieren ser complementados por datos cuantitativos que refuercen sus hallazgos para evitar que sólo devengan un simple anecdotario. Por ello, la solución idónea sería la integración cuali-cuanti en un marco ambicioso y más global, como es el de la Metodología Observacional.

La publicación de los trabajos de Bakeman y Dabbs (1976), Sackett (1978) y Anguera (1979) marcan el inicio de la Metodología Observacional. Gracias a esta propuesta metodológica, el statu quo de la investigación en el fútbol ha dado un salto cualitativo, y a la par cuantitativo, en cuanto a producción científica. El estudio de Thomas

y Nelson (2001) fue uno de los pioneros en incorporar el uso de la observación del Deporte en contextos naturales (Anguera y Hernández-Mendo, 2014), mientras que en Anguera y Blanco (2003), se empezaron a sentar las bases en lengua española del tratamiento de la observación como método, y no solo como técnica.

A diferencia de las metodologías experimental, cuasiexperimental y selectiva, la observacional es la única que debe esperar a que ocurra de forma natural el fenómeno que desea estudiar (estrategia *ex post facto*). El investigador no tiene el control sobre la variable dependiente a estudiarse, y sólo puede observar el evento en su estado natural. Se diferencia del método experimental en que no utiliza la manipulación directa, sino que hace uso de la observación directa<sup>45</sup>, y también indirecta (Anguera et al., 2018).

La arquitectura interna de la metodología observacional la hace idónea para el análisis del Deporte. Algunas de las características más destacadas que defienden esta idoneidad son (Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada y Hernández-Mendo, 2000):

- El grado de intervención y manipulación es nulo
- El estudio de la conducta se basa en términos de espontaneidad y genuinidad. El flujo de conducta de lo observado debe ser aséptico de consignas o preparación de la situación
- Se produce el comportamiento en su contexto natural, garantizando la ausencia de alteraciones provocadas de forma intrusiva.
- Preferencia sobre componentes idiográficos<sup>46</sup>
- La continuidad temporal de los estudios debe abarcar períodos amplios, dado el inequívoco rasgo mutable del comportamiento humano

---

<sup>45</sup> Es directa porque entre el observador y lo observado, no existen instrumentos intermedios. Además, los registros se llevan a cabo durante la sesión de observación.

<sup>46</sup> Duck (1994, en Anguera, Blanco, Losada y Hernández-Mendo, 2000), destaca la dificultad interpretativa que presentan las interacciones de orden elevado que se establecen entre los individuos interactuantes.

- La elaboración de un instrumento *ad hoc*, basado prioritariamente en la combinación de un formato de campo y sistema de categorías. Preferencia por instrumentos no estandarizados.

Los datos únicamente podrán considerarse válidos si en su naturaleza respeta la lógica y concepción interna metodológica, conceptualizada en un diseño apropiado, unos objetivos alcanzables, y una recolección de datos rigurosa<sup>47</sup>.

La personalidad flexible y adaptativa de la Metodología Observacional (manteniendo altos estándares de rigor metodológico), ha permitido a nivel cualitativo realizar estudios exploratorios previos, delimitar los problemas de investigación, realizar el diseño observacional, construir el instrumento *ad hoc* y realizar la interpretación de los resultados. Por otro lado, la vertiente cuantitativa ha permitido realizar la codificación de las conductas motrices, realizar el muestreo observacional, controlar la calidad de los datos y por último realizar el análisis de los mismos por medio de diferentes técnicas estadísticas. Además, todo ello se realiza respetando la espontaneidad de la conducta y el ambiente natural en que se desarrolla.

Por todas estas evidencias, el presente trabajo se aborda desde la perspectiva *mixed methods* (Creswell y Plano Clark, 2007), entendiendo la Metodología Observacional como *mixed methods* en sí misma (Anguera y Hernández-Mendo, 2016). En palabras de Johnson et al., (2007): *Mixed research, in its recent history in the social and behavioral or human sciences, started with researchers and methodologists who believed qualitative and*

---

<sup>47</sup> Para una recogida de datos rigurosa, el observador debe adoptar una postura aséptica con respecto a la conducta observada. Debe estar libre de prejuicios, emociones y valoraciones previas. El observador debe deshacerse de vínculos emocionales y/o afectivos con respecto al comportamiento que está sometiendo a observación. Significativas son las palabras de Ramón y Cajal (1941), cuando menciona: “Hay que limpiar la mente de prejuicios y de imágenes ajenas” (p. 131). En cambio, discrepamos del autor cuando concluye: “no basta con examinar, hay que contemplar: impregnemos de emoción y simpatía las cosas observadas; hagámoslas nuestras, tanto por el corazón como por la inteligencia [...]. Porque el entusiasmo acrecienta y afina nuestra capacidad perceptiva” (p.131).

*quantitative viewpoints and methods were useful as they addressed their research questions* (p.113).

Debido a su naturaleza versátil para aceptar diferentes fuentes de información, integrándolos en el marco de un determinado diseño, confirma a los *mixed methods* como el enfoque que permite aproximarnos de manera más completa a los contextos y efectos en que las prácticas motrices se llevan a cabo (Anguera, Camerino, Castañer y Sánchez-Algarra, 2014).

### **5.2.3 Verificación Metodológica**

Los altos estándares de rigor son una de las señas identitarias de la Metodología Observacional. Todos los trabajos de esta naturaleza deben cumplir y respetar unos principios rectores básicos e irrenunciables. Portell et al., (2015) plantearon las guías GREOM, que desde julio de 2017 está indexada en la red EQUATOR [<http://www.equator-network.org/reporting-guidelines/guidelines-for-reporting-evaluations-based-on-observational-methodology/>]; y, por otra, Chacón-Moscoso, Anguera, Sanduvete-Chaves, Losada, Lozano y Portell (2019), ponen en valor la necesidad de disponer de una lista de verificación para confirmar que todos los elementos importantes fueron considerados en estudios de este tipo, e incluídos en la investigación.

El presente trabajo es sensible a estas premisas, y pretende estar a la vanguardia de una evaluación metodológica rigurosa. Por ello, en el estudio número 5, “Analysis of the variability of the game space in high performance football: implementation of the Generalizability Theory”, se ha implementado la checklist preliminar propuesta por Chacón-Moscoso et al., (2019), tal como se puede ver en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Checklist preliminar incluida en el estudio de Maneiro et al., 2020.  
Fuente: Maneiro et al., (2020)

Dimension	Ítems
Dimension 1. Extrinsic characteristics	Ítem 1: journal
	Ítem 2: soccer
	Ítem 3: yes
Dimension 2. Objectives delimitation	Ítem 4: yes
	Ítem 5: Yes, with complete empirical definition of constructs and Regulation
	Ítem 6: yes
	Ítem 7: no
Dimension 3. Observational design	Ítem 8: Idiographic/One-time/Multidimensional
	Ítem 9: yes
	Ítem 10: no
Dimension 4. Participants	Ítem 11: 19 or more
	Ítem 12: no
	Ítem 13: high
	Ítem 14: team sport
	Ítem 15: professionals
	Ítem 16: no
	Ítem 17: no
	Ítem 18: no
	Ítem 19: Worldwide competition
Dimension 5. Context (setting)	Ítem 20: neutral game
	Ítem 21: yes
	Ítem 22: yes
	Ítem 23: yes, between-session constancy
	Ítem 24: 0
	Ítem 25: 0
	Ítem 26: yes
	Ítem 27: no
	Ítem 28: According to activity by play
	Ítem 29: yes
Ítem 30: yes	
Dimension 6. Observational instrument	Ítem 31: Combination of field format and categories system
	Ítem 32: yes
	Ítem 33: yes
	Ítem 34: yes
	Ítem 35: Availability of theoretical framework
	Ítem 36: yes
	Ítem 37: yes
Dimension 7. Recording instrument	Ítem 38: yes
	Ítem 39: Free
	Ítem 40: Direct
	Ítem 41: LINCE
	Ítem 42: EDU-G
Dimension 8. Data	Ítem 43: S.A.S. and EDU-G
	Ítem 44: Type IV data.
	Ítem 45: Sequential data of multi-event.
Dimension 9. Parameters specification	Ítem 46: Differentiation of sessions
	Ítem 47: Dynamic behavioral indicators related to sequential structure of the behavior
Dimension 10. Observational sampling	Ítem 48: Modified frequency
	Ítem 49: 42
	Ítem 50: 126
	Ítem 51: 126
	Ítem 52: Mixed
Dimension 11. Data quality control	Ítem 53: no
	Ítem 54: Continuous recording
	Ítem 55: Linear correlation coefficient
	Ítem 56: Qualitative method: simple concordance with consensus
	Ítem 57: Global, Pearson correlation
Dimension 12. Data analysis	Ítem 58: Global, Pearson correlation
	Ítem 59: Scores generalizability: to observe the extent to which data do not depend on the person who gets these data
	Ítem 60: Multivariate analysis

Al respecto, conviene destacar que cuatro de los cinco estudios del presente trabajo fueron publicados previamente a la publicación de la Chacón-Moscoso et al., (2019), lo que ha imposibilitado la inclusión de la checklist en los trabajos precedentes. Pero esto no menoscaba la calidad metodológica de los restantes cuatro estudios, ya que en todos ellos uno de los co-autores o co-autoras tiene más de veinticinco años de experiencia con esta metodología, y con un contrastado recorrido académico y científico.

#### 5.2.4 Diseños

Uno de los avances que más relevancia ha tenido en la estructura sistemática de la Metodología Observacional ha sido la propuesta de los diseños observacionales (Anguera, Blanco-Villaseñor y Losada, 2001), pionera además en la literatura a nivel mundial.

El diseño de investigación hace referencia a la estructura inicial de la cual se derivará el desarrollo empírico subsiguiente (Figura 5.3). La estructura clásica de los diseños observacionales está formada a partir de tres criterios clave: unidades de estudio, temporalidad y dimensionalidad. De estos tres criterios, se derivan ocho combinaciones, que corresponden a los ocho diseños observacionales (Figura 5.4). La elección de un diseño observacional u otro determina de manera importante la validez del estudio.

En palabras de Anguera, Blanco-Villaseñor, Hernández-Mendo y Losada, (2011):

*“Entendemos el diseño observacional como la pauta o guía flexible que facilita la cadena de tomas de decisión que deben llevarse a cabo a lo largo del estudio empírico observacional, siempre subordinado a la delimitación de objetivos, y que atañen esencialmente a la recogida de datos (y por tanto también a la construcción del instrumento de observación), gestión de datos (y consecuentemente afecta a las transformaciones de datos de una modalidad a otra), y análisis de datos (básicamente análisis cuantitativos, pero también existen implicaciones respecto a su análisis cualitativo). (p. 64)*

Los cinco diseños observacionales escogidos para la presente investigación están en relación directa con cada uno de los objetivos propuestos.



Figura 5.2.3. Proceso del método científico observacional.

Fuente: Anguera, Blanco-Villaseñor y Losada, 2001. Con permiso de los autores

No es pretensión en este apartado abordar en detalle la explicación de los diferentes diseños observacionales contemplados en una investigación de este tipo, ya que ha sido profundamente tratado en literatura precedente (Anguera et al., 2001; Anguera et al., 2011; Anguera y Hernández-Mendo, 2013; Blanco-Villaseñor, Losada y Anguera, 1991; Blanco-Villaseñor, Losada y Anguera, 2001; Blanco-Villaseñor, Losada, y Anguera, 2003;). En cambio, sí es pretensión justificar la elección de los diseños escogidos en cada uno de los cinco estudios que componen este trabajo.



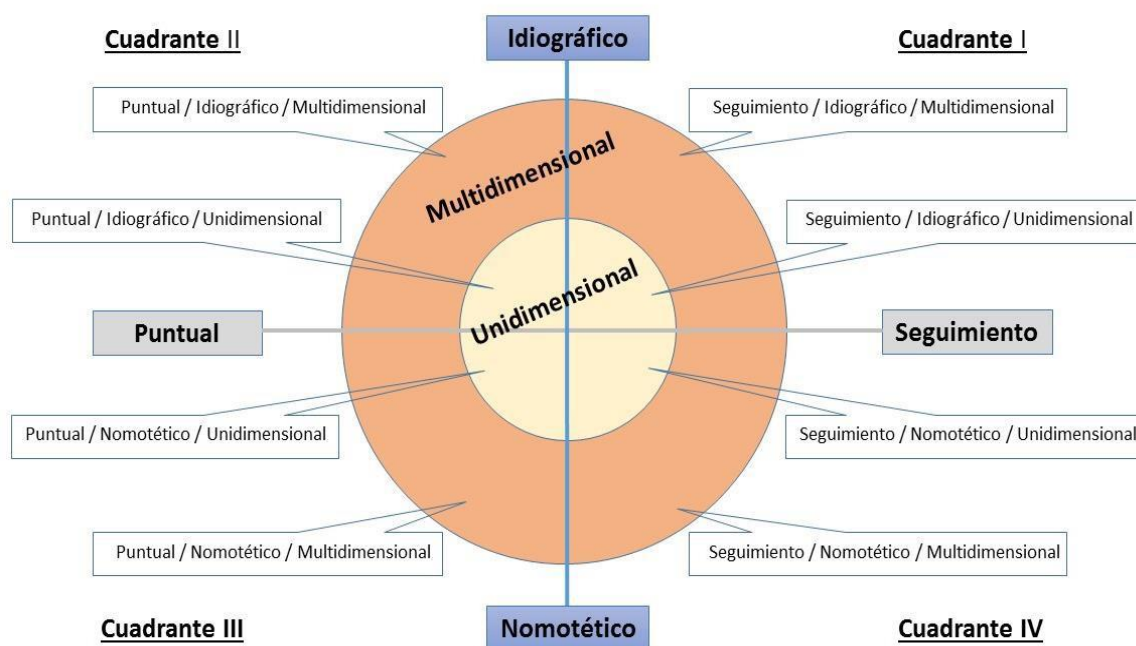


Figura 5.2.4. Los 8 diseños observacionales en Ciencias del Comportamiento.  
Fuente: Blanco-Villaseñor et al., 2003

### Estudio 1:

---

Maneiro, R., Casal, C. A., Ardá, A., y Losada, J. L. (2019). Application of multivariate decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PloS ONE*, 14(3), e0212549. doi.org/10.1371/journal.pone.0212549.

---

### Diseño escogido:

Cuadrante IV: Nomotético, seguimiento intersesional y multidimensional.

### Justificación:

A nivel de unidades de estudio, se ha optado por el criterio nomotético, ya que para este estudio interesaba analizar una pluralidad de unidades (en este caso, los jugadores y jugadoras que intervienen en los saques de esquina en el fútbol femenino y masculino). A este respecto, si bien el análisis de la totalidad del equipo puede abordarse como una unidad,

y por tanto podría interpretarse como un estudio idiográfico, en ese caso las jugadoras que intervienen en la acción táctica son solo un porcentaje de la totalidad del equipo.

En cuanto a la temporalidad, se ha optado por realizar un seguimiento, ya que interesa la perspectiva diacrónica, conocer la existencia de estabilidad (o no) en el comportamiento efectuado en sucesivas sesiones. En este caso, la ejecución de las diferentes acciones durante el mes de competición que dura el FIFA World Cup y el FIFA Women's World Cup.

Por lo que respecta a la dimensionalidad, se ha optado por un diseño basado en la multidimensionalidad para poder abordar todos los niveles de respuesta emitidos por la conducta motriz analizada.

## **Estudio 2:**

---

Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(3), 389-401. doi: 10.1177/1754337119830472

---

### Diseño escogido:

Cuadrante II: Idiográfico, puntual y multidimensional.

### Justificación:

Se ha optado por un diseño idiográfico ya que objeto de estudio a ha sido la unidad mínima de interacción motriz, en este caso un solo jugador<sup>48</sup>.

---

<sup>48</sup> Tal y como se ha detallado en el Capítulo 1, y siguiendo los principios de la Teoría de Sistemas, el análisis interpretativo de las conductas de un jugador siempre debe enfocarse dentro de un mecanismo más amplio y general, como es el del equipo. En el instrumento de observación, así se detalla en los diferentes criterios y categorías.

Por lo que respecta a la temporalidad, en este caso se ha optado por un diseño de tipo puntual, ya que interesa conocer la conducta motriz de un jugador, en un torneo en concreto, sin que interese el proceso en otros torneos o campeonatos.

Por último, debido a los múltiples niveles de respuesta (conducta motriz técnica, conducta motriz táctica, conducta motriz espacial, conducta motriz de rol, etc.), que puede expresar un jugador dentro del contexto general del equipo, se ha optado por un diseño multidimensional. Estos múltiples niveles de respuesta se abordan con el objetivo de no aislar la conducta del jugador, alejándonos así de concepciones mecanicistas, y acercándolo a la perspectiva ecológica del Deporte. El análisis del jugador se realiza teniendo en cuenta el medio.

### **Estudio 3:**

---

Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011

---

#### Diseño escogido:

Cuadrante III: idiográfico, puntual y multidimensional.

#### Justificación:

En este caso se ha optado de nuevo por un diseño idiográfico, ya que interesa el análisis del equipo entendido como una unidad de observación. El equipo forma un

*superorganismo*<sup>49</sup> en sí mismo, en donde se pasa de un estado individual (once jugadores) a un estado de pensamiento y conducta motriz colectiva.

En cuanto a la temporalidad, el estudio se encuadra en una perspectiva puntual de carácter estático, ya que únicamente interesa describir los patrones motrices ocultos en un momento determinado, como es un únicamente un campeonato.

Para el criterio dimensionalidad, teniendo en cuenta los múltiples niveles de respuesta que el equipo como una sola unidad puede proporcionar, de nuevo la opción multidimensional es la idónea para alcanzar los objetivos del estudio.

#### **Estudio 4:**

---

Maneiro R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020). Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology* 11:534. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00534

---

#### Diseño escogido:

Cuadrante II: Idiográfico, puntual y unidimensional.

#### Justificación:

El diseño escogido para la presente investigación ha sido idiográfico, debido a que interesa el juego del equipo entendida como una unidad. En este caso, al igual que el Estudio 3, el interés está centrado en el equipo en su totalidad, en su comportamiento motor a nivel macroestructural.

Por lo que respecta a la temporalidad, de nuevo se ha optado por un diseño puntual ya que interesa analizar la conducta motriz en un campeonato en concreto.

---

<sup>49</sup> Duarte, Araújo, Correia y Davids, (2012) afirman que el equipo, a nivel macroestructural, se debe interpretar como un *superorganismo*, con cualidades y conductas diferentes a las de los elementos (jugadores) que los forman.

En cuanto a la dimensionalidad, de nuevo se ha optado un eje multidimensional, teniendo en cuenta los flujos de conducta existentes en un estudio de este tipo.

### **Estudio 5:**

---

Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F.J. y Losada, J.L. (2017). Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams. *Frontiers in Psychology*, 8:1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176

---

#### Diseño escogido:

Cuadrante III: Nomotético, puntual y multidimensional.

#### Justificación:

Se ha optado por un diseño de tipo nomotético, ya que han sido una pluralidad de unidades las que han sido sometido a estudio, y además no se contempla en este caso al equipo como un todo, sino que únicamente interesa registrar el comportamiento de los jugadores que intervienen sobre la posesión de balón.

Por lo que respecta a la temporalidad, en este caso de nuevo se ha optado por una perspectiva puntual y de carácter estático, ya que se realiza en un momento determinado, como es la UEFA Euro 2016

Para el criterio dimensionalidad, se ha implementado un criterio basado en la multidimensionalidad, teniendo en cuenta las secuencias conductuales heterocontingentes.

### 5.2.5 Participantes

Todos los participantes del presente trabajo son deportistas que realizan su labor profesional en el fútbol de alto nivel, tanto femenino como masculino. Se ha escogido el fútbol como el Deporte de referencia en los cinco estudios debido a que es uno de los deportes de cooperación/oposición, espacio compartido y participación simultánea más complejos a diferentes niveles: su biomecánica, el número de participantes, su lógica interna, su sistema de roles, la gestión táctica del móvil, los episodios de confrontación, su no linealidad e indeterminismo, sus relaciones prospectivas y retrospectivas con compañeros, adversarios y la gestión estratégica del espacio.

Algunas evidencias de estas complejidades distintivas, y que justifican la elección del fútbol para las presentes investigaciones son:

- 1- Es uno de los deportes socio motores que presenta mayor grado de indeterminación (Dufour, 1991, en Garganta, 1997).
- 2- Los constreñimientos del fútbol se sitúan en los niveles perceptivos, decisionales, y motores (Mombaerts, 2000).
- 3- Es un Deporte que se caracteriza por su aciclicidad técnica, con gran sollicitación de efectos morfológico-funcionales y por su intensa participación psíquica (Teodorescu, 1977, en Garganta 1997).
- 4- Las acciones en fútbol se realizan en un contexto permanentemente variable (Garganta, 1997).
- 5- Los episodios de conflicto dual o segmentarias se realizan en espacio propio o lejano, al contrario que en deportes con especialidades funcionales como el fútbol (Lago-Peñas, 2000).
- 6- El gran número de jugadores participantes incrementa la variabilidad de los estímulos a los que el jugador debe atender (Fradua, 1997, en Lago, 2000).
- 7- Las interacciones entre los participantes se producen por vínculos esporádicos (Lago-Peñas, 2000).

- 8- Se considera el comportamiento colectivo táctico como un proceso emergente de interacción entre las limitaciones individuales, del contexto en el que se desarrollan, y las características de la tarea (Lapresa et al., 2014)
- 9- A pesar de ser un Deporte con altos requerimientos físicos, el factor estratégico-táctico asume una importancia capital (Mombaerts, 2000).
- 10-El grado de imprevisibilidad y aleatoriedad es elevado (Konzag, 1991 en Garganta, 1997).
- 11-Se basa en una lucha constante por el tiempo y el espacio, dentro de las limitaciones que impone el reglamento (Garganta, 1997).
- 12-El rendimiento se asienta en cuatro macro dimensiones: táctica, técnica, física y psicológica (Miller, 1995, en Garganta, 1997).
- 13-Las interacciones entre los jugadores de un equipo generan relaciones de interdependencia y subestructuras: nivel micro (1x1), mesosistema de interacciones parciales (díadas, tríadas...), y a nivel de macrosistema equipo (Lago-Peñas, 2000).
- 14- Las interacciones entre los participantes se producen por vínculo predeterminado que responden a un principio de relacionabilidad selectiva (delanteros con delanteros, centrocampistas con centrocampistas, defensas con defensas...) (Lago-Peñas, 2000).
- 15-La necesidad de una percepción simultánea por parte de los jugadores de los movimientos del balón bajo su posesión y de lo que acontece en el entorno (Fradua, 1997, en Lago-Peñas, 2000).
- 16- La utilización de los segmentos más distales a los órganos visuales. Mientras el jugador observa lo que acontece en su entorno, pierde la visión del balón porque desde el punto de vista de la visión periférica vertical, el campo visual no permite ver el balón con una mirada alta horizontal (Fradua, 1997, en Lago-Peñas, 2000).
- 17- No está sujeta a restricciones temporales, como la posesión en baloncesto o el pasivo de balonmano. Ello provoca la posibilidad de especular con el tiempo y no tener la obligatoriedad de buscar acciones finalizadoras en cada posesión (Lago-Peñas, 2000).

- 18- El espacio de juego varía, y no se limita a las limitaciones impuestas por el terreno de juego. Esta variabilidad del espacio de juego se denomina espacio conformacional (Garganta, 1997).
- 19- Es un Deporte de distancia reducida con contacto autorizado: los jugadores intervienen en el espacio cercano a sus oponentes, en donde la carga está permitida, aunque sometida a restricciones (Parlebás, 1988 en Lago-Peñas, 2000).
- 20- Las relaciones entre ataque y número de éxito cuantificable en modalidades como el baloncesto, hockey sobre patines o waterpolo es de aproximadamente 2 a 1. En el fútbol, esta relación es de 50 a 1 o 100 a 1. Esto constata que la acción de juego no se orienta exclusivamente hacia la consecución de un único objetivo (anotar un tanto). Sino que el comportamiento de los participantes pretende la consecución de submetas u objetivos parciales (Lago, 2000).

Desde el presente trabajo, se proponen además las siguientes evidencias:

- 21- A excepción de las manos (salvo el portero), se juega con cualquier parte del cuerpo. Esto demanda reajustes motores corporales constantes, y una competencia motriz específica.
- 22- En determinados contextos de juego (micro y meso estructurales, o episodios de espacio reducido), el tiempo para la toma de decisiones se reduce drásticamente. Esto provoca que los mecanismos perceptivos y decisionales puedan producirse a nivel subconsciente.
- 23- A nivel cinemático, se producen cambios en el equilibrio y coordinación constantes, requiriendo un aprendizaje y competencia motora específica que permita dominar simultáneamente: carrera a diferentes rangos de intensidades; altos estándares técnicos y coordinativos en el manejo de un móvil esférico; la manipulación del mismo se realiza con los pies; combinación de equilibrios unipodales con bipodales; y, por último, descentralización de la mirada de los segmentos corporales implicados, para percibir el entorno de actuación (espacio, compañeros y rivales).



De esto modo, los participantes de las cinco investigaciones son los siguientes:

**Estudio 1:**

---

Maneiro, R., Casal, C. A., Ardá, A., y Losada, J. L. (2019). Application of multivariant decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PloS ONE*, 14(3), e0212549. doi.org/10.1371/journal.pone.0212549.

---

Participantes:

- FIFA World Cup 2014 (en adelante, FWC2014).
- FIFA Women´s World Cup 2015 (en adelante, FWWC2015).

Unidad de análisis:

1117 saques de esquina ejecutados en los 116 partidos que componen el FWC2014 y FWWC2015. Los criterios de inclusión y exclusión se pueden consultar en Maneiro (2014).

**Estudio 2:**

---

Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(3), 389-401. doi: 10.1177/1754337119830472

---

Participantes:

- UEFA Euro 2012 (equipo: Selección de fútbol de España).

Unidad de análisis:

Estudio de caso: 680 conductas motrices prospectivas y retrospectivas de J8, Xavi Hernández.

### **Estudio 3:**

---

Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011

---

#### Participantes:

- UEFA Euro 2012 (equipo: Selección de fútbol de España).

#### Unidad de análisis:

Se han codificado los 6861 multieventos realizados por la selección española de fútbol, que se han concretado en 1465 T-patterns.

### **Estudio 4:**

---

Maneiro R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020). Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology* 11:534. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00534

---

#### Participantes:

- UEFA Euro 2012 (equipo: Selección de fútbol de España).

#### Unidad de análisis:

Se han codificado los 6861 multieventos realizados por la selección española de fútbol.

### **Estudio 5:**

---

Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F.J. y Losada, J.L. (2017). Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams. *Frontiers in Psychology*, 8:1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176

---

#### Participantes:

- 16 equipos de la UEFA Euro 2016 (Suiza, Polonia, Croacia, Portugal, Gales, Irlanda del Norte, Hungría, Bélgica, Alemania, Eslovaquia, Italia, España, Francia, Irlanda, Inglaterra e Islandia).

#### Unidad de análisis:

Se han codificado los 2284 multieventos realizados durante la fase final (eliminatórias) de la UEFA Euro 2016.

### 5.2.6 Instrumentos

Como se ha mencionado en el Estudio 5, el comportamiento humano es inherentemente variable. La conducta humana no es rígida, sino que se adapta a las circunstancias del medio en que se encuentra. Esta mutabilidad le ha permitido sobrevivir y adaptarse a diferentes contextos y entornos, que a la vez también son cambiantes.

Esta especificidad y exhaustividad de las conductas motrices humanas demandan instrumentos de medición flexibles y no estandarizados. Siguiendo a Bakeman y Gottman (1989) y Anguera, Magnusson y Jonsson (2007), la notable heterogeneidad de conductas que pueden presentarse en la Metodología Observacional demanda instrumentos con una alta singularidad que permita ajustarse lo máximo posible al contexto y conducta estudiada.

Anguera et al., (2007) hablan de realidad pluriforme. El Deporte en general, y el fútbol en particular, responden también a estos principios cambiantes (véase apartado 5.5), al asentarse en un contexto de naturaleza variable y semicaótica. La idiosincrasia propia del juego demanda una comunicación y contracomunicación motriz lo más singular y concreta posible. Las respuestas a las preguntas del entorno demandan una especificidad *ad momentum*.

De estas respuestas inéditas es de donde nace la necesidad de utilizar instrumentos de medición no estandarizados, flexibles y adaptables a la realidad mutante e inestable de la naturaleza humana (Figura 5.5).

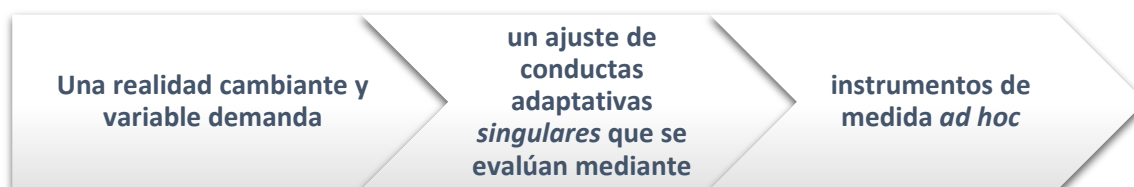


Figura 5.5. Justificación de instrumentos no estandarizados. Fuente: elaboración propia.

Los cinco estudios que componen la presente investigación utilizan instrumentos de medición no estandarizados. Algunos se han creado específicamente para abordar el

problema de estudio (*ad hoc*), y otros han sido cotejados empíricamente en trabajos recientes por el propio autor. Todos ellos responden a los principios metodológicos de flexibilización y adaptación, con un cuidado enfoque molar-molecular.

Para elaborar los instrumentos de observación, se ha seguido de manera meticulosa los pasos que proponen Anguera et al. (2007). En un primer momento, se ha establecido un rango jerárquico de unidades de conducta, que se ha materializado mediante la adopción de unos criterios-base sobre la segmentación de la conducta. Esta segmentación de la conducta motriz depende de la naturaleza de los parámetros que el comportamiento posee.

Las decisiones tomadas durante la creación de los instrumentos de observación que componen los estudios del presente trabajo se resumen en la estructura presentada en la Figura 5.6<sup>50</sup>.

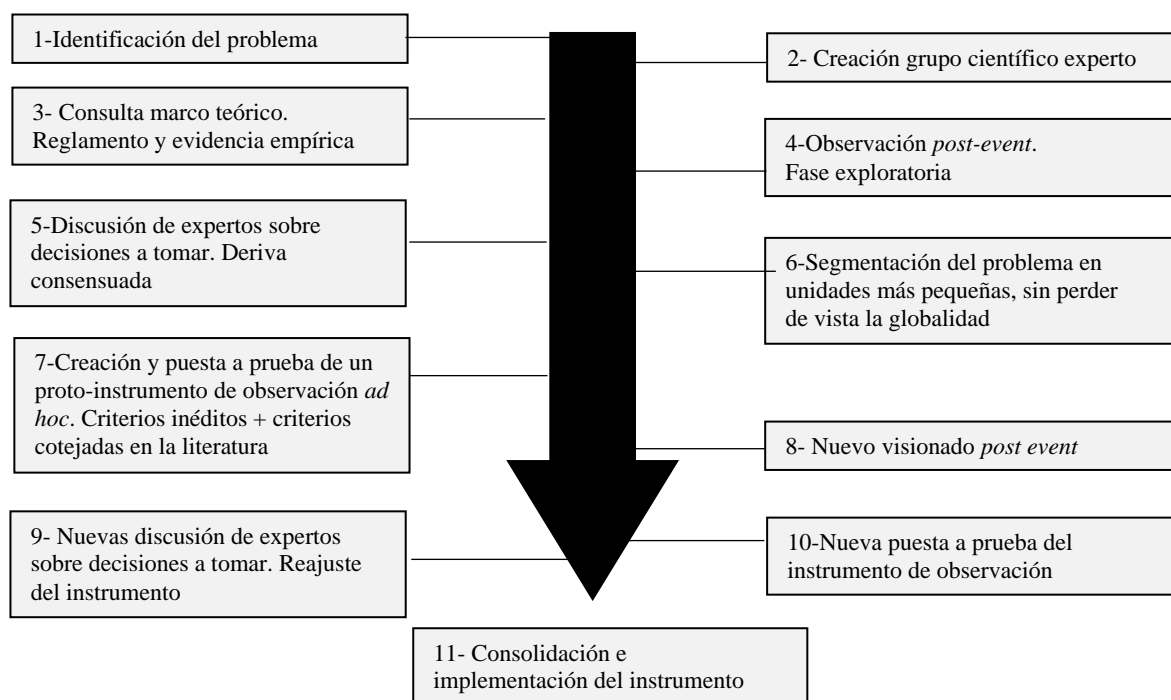


Figura 5.6. Proceso de creación de los instrumentos de observación.  
Fuente: elaboración propia

<sup>50</sup> Si bien en la metodología selectiva y experimental se emplea el término “variable”, en metodología observacional se adoptan los conceptos “criterios” o “dimensiones”. En palabras de Weick (1968), el criterio o dimensión hace referencia al “nivel de respuesta”

El instrumento de observación puede adoptar diferentes formas en función del problema de estudio, siendo los más habituales una combinación entre un sistema de categorías, basado en un marco teórico, de lista cerrada y de código único; con un formato de campo de naturaleza flexible, de listas abiertas y código múltiple.

El sistema de categorías es multidimensional por naturaleza, y esto obliga a que, debido a que la mayoría de los objetos de estudio requieren el planteamiento de varias dimensiones, por este motivo son muy escasos los estudios que resulta idóneo este instrumento de observación.

La multidimensionalidad, tan habitual, y más contando con el despliegamiento de las dimensiones en subdimensiones, que se corresponde con los diseños multidimensionales, obliga a que prácticamente casi siempre se tenga que plantear un instrumento tipo formato de campo (sería imposible, por tanto, construir un sistema de categorías en un estudio cuyo diseño es multidimensional), que, aunque sea menos consistente que el sistema de categorías porque no se requiere formalmente la apoyatura en un marco teórico, presenta la indudable ventaja de su gran adaptabilidad a la realidad de la situación.

Precisamente por este motivo, en 1996 (Ordóñez, 1996, 1999) se planteó por primera vez una combinación entre formato de cómo y sistemas de categorías. La esencia consiste en que a un instrumento de formato de campo se le enriquece considerando individualmente qué dimensiones pueden dar lugar a un sistema de categorías y cuáles no. Podrán dar lugar a un sistema de categorías aquellas dimensiones en que hay marco teórico y además son atemporales (es decir, que no se modifican a lo largo del tiempo), como podrían ser elementos normativos -por ejemplo, zonas del campo de juego-, mientras que aquellas dimensiones que no se ajustan a alguno de estos dos requisitos no podrán dar

lugar a un sistema de categorías, y a partir de ellas se construye un catálogo de conductas, que es una lista abierta de conductas que solamente requieren mutua exclusividad, pero no exhaustividad.

Esta flexibilidad y adaptabilidad que subyace de una combinación entre ambos modelos es la que mejor se ajusta a contextos de naturaleza cambiante y variable, y en donde el instrumento debe adaptarse al problema de estudio, y no al revés. Por ello, en los cinco estudios que componen el presente trabajo, se ha utilizado la combinación de formato de campo y sistema de categorías

Es importante destacar que el sistema de categorías de los estudios que componen el presente trabajo respeta los principios de exhaustividad y mutuamente excluyente (Anguera et al., 2007). La exhaustividad hace referencia a que cualquier conducta del ámbito observado pueda ser recogido por una de las categorías. Y la mutua exclusividad hace referencia al no solapamiento de las categorías que componen el sistema, es decir, una misma conducta no puede ser recogida por dos categorías diferentes.

### **5.2.6.1 De observación**

A continuación, se detallan los instrumentos utilizados en los cinco estudios:

#### **Estudio 1:**

---

Maneiro, R., Casal, C. A., Ardá, A., y Losada, J. L. (2019). Application of multivariant decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PloS ONE*, 14(3), e0212549. doi.org/10.1371/journal.pone.0212549.

---

Equipo científico (por orden de autores): Rubén Maneiro, Claudio Casal, Antonio Ardá y José Luís Losada.

Construcción: combinación de formato de campo y sistema de categorías

Número de criterios: 12

Número de categorías: 29

Construcción ad hoc: instrumento propuesto por Casal et al., (2015), basado en Maneiro, (2014)

Criterios y categorías cotejados empíricamente en otros estudios: 12 y 29

Criterios y categorías que se pondrán a prueba: ninguno

Instrumento: (Tabla 5.2)

Justificación:

El instrumento utilizado en el Estudio 1 ha sido diseñado, cotejado y utilizado previamente por el autor del presente trabajo. La construcción siguió los pasos propios de los instrumentos no estandarizados (Anguera et al., 2007). Debido a la probada eficacia del instrumento en la recogida de información en anteriores trabajos (Ardá, Maneiro, Rial, Losada y Casal, 2014; Maneiro, 2014; Casal, Maneiro, Ardá, Losada y Rial, 2015; Casal, Losada, Maneiro y Ardá, 2017; Maneiro, Ardá, Losada, Casal y Rial, 2017), en donde se ha evidenciado la idoneidad de los criterios y categorías, se ha tomado la decisión de respetar el instrumento creado genuinamente. El objetivo del instrumento en esta investigación fue triple: por un lado, contrastar el ajuste y validez del instrumento en una nueva muestra, como es el FWC2014; por otro lado, cotejar el ajuste del instrumento en fútbol femenino en alto rendimiento (FWWC2015); y, por último, someter los datos a una técnica de análisis de datos novedosa en Ciencias del Deporte, como son los árboles de decisión.



Tabla 5.2. Instrumento de observación utilizado en el Estudio 1.  
Fuente: Maneiro, Casal, Ardá y Losada, 2019.

<b>Time (T)</b>	0-30´
	31-60´
	61-90´
<b>Laterality of corner (LS)</b>	Right (D)
	Left (L)
<b>No. of Attackers (NA)</b>	2-3
	4-5
	6 or more
<b>Interaction context (COI)</b>	Inferiority (IN)
	Equality (IG)
<b>No. of defenders on the posts (DP)</b>	0
	1
	2
<b>Delivery of ball (EDF)</b>	Direct (D)
	Indirect (I)
<b>Path of ball (TB)</b>	Ground (G)
	Air (A)
<b>Type of marking (TD)</b>	Individual (I)
	Zone (Z)
	Combined (C)
<b>No. of intervening attackers (IA)</b>	1-2
	3-4
<b>End zone of the corner kick (EZ)</b>	Neat post (NP)
	Far post (FP)
<b>Offensive organization (MOO)</b>	Static
	Dynamic
<b>Match status (MS)</b>	Winning (W)
	Drawing (D)
	Losing (L)

**Estudio 2:**


---

Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(3), 389-401. doi: 10.1177/1754337119830472

---

Equipo científico (por orden de autores): Rubén Maneiro, Mario Amatria y M. Teresa Anguera

Construcción: combinación de formato de campo y sistema de categorías

Número de criterios: 8

Número de categorías: 99

Construcción ad hoc: instrumento propuesto por Maneiro y Amatria (2018)

Criterios y categorías cotejados empíricamente en otros estudios: 8 y 99

Criterios y categorías que se pondrán a prueba: ninguno

Instrumento: (Tabla 5.3)

**Justificación:**

El instrumento utilizado en el Estudio 2 ha sido un instrumento diseñado, cotejado y utilizado previamente en el estudio de Maneiro y Amatria (2018). La elevada sensibilidad de los criterios y categorías recogidos en el instrumento ha propiciado que algunos de los más diversos flujos de conducta que suceden en el fútbol de alto nivel puedan ser registrados mediante este instrumento.

Esta sensibilidad y exhaustividad ha sido una aspiración pretendida en la elaboración del instrumento. Se han seguido los consejos de Altmann (1965), sobre el ajuste molar y molecular. Los autores del estudio pretendimos desarrollar un instrumento lo suficientemente molecular que permita recoger de manera específica los flujos de conducta más pequeños y concretos, pero sin aislar unidades sin sentido y desvertebradas; y, por otro lado, lo suficientemente molar que permita recoger grandes unidades de

comportamiento, pero sin caer en la subjetividad. Para alcanzar este equilibrio, cada unidad de conducta se ajusta a la regla de las tres D: delimitable (identificables por sí mismas, presentado identidad propia); denominable (la asignación de un nombre permite su distinción) y definible (mantiene la base para su operatividad en la evaluación posterior) (delimitable, denominable y definible) (Anguera, 1999, y que se desarrolló después en Anguera e Izquierdo, 2006).

Gracias a este ajuste molar-molecular en el proceso de diseño y elaboración del instrumento, se han podido recoger datos importantes a nivel micro (perspectiva molecular, Estudio 2), pero sin aislarlo del contexto general del equipo; y, por otro lado, a nivel macro (perspectiva molar, Estudio 3 y 4), manteniendo la personalidad colectiva interactiva del fútbol.

Esta versatilidad del instrumento ha provocado que se ajuste de manera idónea a los diferentes objetivos y diseños planteados en los Estudios 2, 3 y 4.

En este caso, se pretendió poner a prueba el instrumento utilizándolo en el análisis de las conductas motrices de un jugador de fútbol concreto, con la finalidad de encontrar las singularidades de su rendimiento. Se ha analizado el comportamiento de un jugador en particular, pero sin descontextualizarlo de su entorno<sup>51</sup>.

Los resultados del Estudio 2 han supuesto un potencial salto cualitativo, ya que hasta la fecha los estudios centrados en los jugadores centrocampistas en fútbol de alto rendimiento se hacían aislándolo del sistema general (Wiemeyer, 2003; y Thelwell et al., 2006), sin tener en cuenta las relaciones prospectivas y retrospectivas dentro del equipo.

---

<sup>51</sup> Un sistema puede ser definido como un complejo de elementos interactuantes. Interacción significa que elementos, p, están en relaciones, R, de suerte que el comportamiento de un elemento p en R es diferente de su comportamiento en otra relación R'. Si los comportamientos en R y R' no difieren, no hay interacción, y los elementos se comportan independientemente con respecto a las relaciones R y R'. (von Bertalanffy, 1976, p.56)

Tabla 5.3. Instrumento de observación utilizado en el Estudio 2, 3 y 4.

No.	Dimension	Categories: codes and brief description
1	Ball possession	PO) possession of ball by team being observed; PC) possession of ball by rival team; Inob) unobservable
2	Player	J0 (unidentified player), J1 (Iker Casillas), J2 (Raúl Albiol), J3 (Gerard Piqué), J4 (Javi Martínez), J5 (Juanfran), J6 (Iniesta), J7 (Pedro), J9 (Fernando Torres), J10 (Cesc Fábregas), J11 (Álvaro Negredo), J12 (Víctor Valdés), J13 (Juan Mata), J14 (Xabi Alonso), J15 (Sergio Ramos), J16 (Busquets), J17 (Arbeloa), J18 (Jordi Alba), J19 (Fernando Llorente), J20 (Cazorla), J21 (David Silva), J22 (Jesús Navas), and J23 (Reina) — and rival players (JR)
3	Move initiation zone	ZI10, ZI20, ZI30, ZI40-safety sector; ZI50, ZI60, ZI70, ZI80-creation sector in own half; ZI51, ZI61, ZI71, ZI81-creation sector in rival's half; ZI90, ZI100, ZI110, ZI120, ZI130-definition sector
4	Move conclusion zone	ZF10, ZF20, ZF30, ZF40-security sector; ZF50, ZF60, ZF70, ZF80-own creation sector half; ZF51, ZF61, ZF71, ZF81-opponent creation sector half; ZF90, ZF100, ZF110, ZF120, ZF130-finishing sector
5	Contact with ball	C1) single contact with ball and regulatory throw-in/kick-in; C12) attempt to control the ball with two or more touches resulting in loss of ball; C2) control of ball (including catching of ball by goalkeeper) followed by a shot - regardless of whether the ball reaches a team member or is recovered by an opponent; C23) control of ball, followed by dribbling, and loss of ball; C24) control of ball, followed by dribbling, attempt to go around one or more opponents, and loss of ball; C3) control of ball, followed by dribbling and shot - regardless of whether the ball reaches a team member or is recovered by an opponent; C4) control of ball, passing of one or more opponents, and shot - regardless of whether the ball reaches a team member or is recovered by an opponent; C5) header
6	Game stoppages	GTO (goal by team being observed), GATO (goal against team being observed), FKTO (free kick for team being observed), OTO (offside for team being observed), TITO (throw-in for team being observed), CKTO (corner kick for team being observed), GKTO (goal kick for team being observed), FKATO (free kick against team being observed), OATO (offside against team being observed), TIATO (throw-in against team being observed), CKATO (corner kick against team being observed), GKATO (goal kick against team being observed), NK (kick-off/neutral kick), KO (kick-off), EFH (end of first half), EM (end of match), LB (loss of ball), RB (recovery of ball), and OIC (occasional interception with continuation of play)
7	Interceptions	LB) loss of ball; RB) recovery of ball; OIC) occasional interception with continuation of play
8	Move conclusion	SG) shot resulting in goal; SI) shot intercepted by opponent other than the goalkeeper; SBP) shot between the posts not resulting in a goal; SWP) shot wide of the posts; SSG) shot saved or cleared by the goalkeeper; HEG) header ending in a goal; HIG) header intercepted by opponent other than the goalkeeper; HBP) header between the posts not resulting in a goal; HWP) header wide of the posts; HBG) header blocked or cleared by the goalkeeper

Fuente: Maneiro y Amatria (2018)

### Estudio 3:

---

Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011

---

Equipo científico (por orden de autores): Mario Amatria, Rubén Maneiro y M. Teresa Anguera

Construcción: combinación de formato de campo y sistema de categorías

Número de criterios: 8

Número de categorías: 99

Construcción ad hoc: instrumento propuesto por Maneiro y Amatria (2018)

Criterios y categorías cotejados empíricamente en otros estudios: 8 y 99

Criterios y categorías que se pondrán a prueba: ninguno

Instrumento: (Tabla 5.3)

Justificación:

La versatilidad del instrumento y su buen ajuste micro-macro ha provocado una correcta y óptima adaptación a las vertientes micro y macroestructurales del juego, además de acoplarse de manera correcta al diseño y a los objetivos del estudio. De nuevo se ha optado por el mismo instrumento que en el Estudio 2. La justificación reside, además de por los argumentos detallados, por la robusta vertiendo molar que presenta el instrumento. Para ello, nos hemos basado en la dinámica ecológica, inspirándonos en los trabajos de Araújo, Davids y Hristovski, (2006) y Duarte et al., (2012)<sup>52</sup>, acogiéndonos a la idea de que los comportamientos interactivos sociales entre los miembros de un grupo conducen a la aparición de un “colectivo”, que puede entenderse como un nuevo organismo con propiedades nuevas y diferentes;

---

<sup>52</sup> Los autores concluyen: “The ‘superorganism’ proposal, more than focusing attention on compiling discrete action frequencies, suggests the need to regard the meaningful and synergistic (inter)actions within sports teams as the appropriate focus of analysis. The present framework suggests the reconceptualization of research approaches for studying team sport collectives, as well as performance analysis applications” (p. 639-640).

En el presente estudio, para alcanzar los objetivos propuestos (detectar las posibles relaciones diacrónicas existentes en el análisis del equipo como una sola unidad), se han recogido macro unidades de conducta (en este caso, 1465 T-patterns diferentes), permitiendo de esta manera una integración holista de la información.

#### **Estudio 4:**

---

Maneiro R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020). Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology* 11:534. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00534

---

Equipo científico (por orden de autores): Rubén Maneiro, Ángel Blanco-Villaseñor y Mario Amatria

Construcción: combinación de formato de campo y sistema de categorías

Número de criterios: 8

Número de categorías: 99

Construcción ad hoc: instrumento propuesto por Maneiro y Amatria (2018)

Criterios y categorías cotejados empíricamente en otros estudios: 8 y 99

Criterios y categorías que se pondrán a prueba: ninguno

Instrumento: (Tabla 5.3)

Justificación:

Desde la comprensión de un equipo de fútbol como una única entidad, basada en un sistema, se ha pretendido en este Estudio 4 analizar la variabilidad del espacio de juego, y cómo los equipos lo gestionan en función de las necesidades y contingencias del partido. Para el presente estudio nos hemos inspirado en el trabajo de Garganta (1997), en donde destacaba la importancia de la gestión estratégica del terreno de juego, al que denominaba “espacio conformacional” (p. 202).

Siguiendo las justificaciones presentadas anteriormente, se ha utilizado de nuevo el instrumento propuesto por Maneiro y Amatria (2018) para medir estructuras de macro unidades de conducta. En este caso, el instrumento se adapta bien al diseño y a los

objetivos del estudio. Los resultados disponibles confirman que es un instrumento válido para el análisis de la variabilidad de la gestión espacial en el Deporte de alto nivel (aunque con lógicos márgenes de mejora), ya que permite rastrear los movimientos del balón gracias a la zonificación del terreno de juego recogido en el instrumento. Por otro lado, confirma estudios precedentes (Heiderscheit, Hamill y Van Emmerik, 1999) que relacionan la variabilidad con adaptabilidad y con cambios necesarios en los sistemas para adaptarse al medio, también cambiante.

### **Estudio 5:**

---

Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F.J. y Losada, J.L. (2017). Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams. *Frontiers in Psychology*, 8:1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176

---

Equipo científico (por orden de autores): Claudio Casal, Rubén Maneiro, Antonio Ardá, Francisco Marí y José Luis Losada

Construcción: combinación de formato de campo y sistema de categorías

Número de criterios: 6

Número de categorías: 19

Construcción ad hoc: si

Criterios y categorías cotejados empíricamente en otros estudios: 5 criterios y 17 categorías

Criterios y categorías que se pondrán a prueba: Criterio “possession zone”, con las categorías “middle defensive zone” y “middle offensive zone”

Instrumento: (Tabla 5.4)

Justificación:

Para alcanzar los objetivos propuestos en el Estudio 5, y ajustarse al diseño escogido, se ha elaborado un instrumento *ad hoc*. Los autores han buscado una adaptación completa a la conducta y al contexto, en este caso una de las acciones que con más regularidad se producen en el fútbol, y que además está actualmente experimentando un intenso debate en la literatura científica, como es la posesión de balón.

Al contrario que en los Estudios 2, 3 y 4, (en donde la alta sensibilización y exhaustividad del instrumento favorecía una alta versatilidad para medir diferentes catálogos de conducta) en este caso gran parte de los esfuerzos del equipo investigador se ha centrado en elaborar un instrumento a medida.

Según la literatura científica, la complejidad del objeto de estudio radica en el gran número de variables (criterios) que pueden estar modulando la conducta observada. Las posesiones de balón (o posesión de balón) en el fútbol y su relación con el éxito (goles, o victoria del equipo) está en un constante debate en la literatura científica. Son muchos los investigadores que, utilizando diferentes instrumentos (la mayor parte de observación) han tratado de abordar este aspecto proponiendo diferentes alternativas.

La posesión de balón como indicador de rendimiento en sí mismo, parece estar modulada por: el resultado parcial en el marcador durante la competición (Lago-Peñas, 2009), el nivel del oponente (Bloomfield, Polman, and O'Donoghue, 2005), el tipo y modalidad de competición (Casal, Anguera, Maneiro y Losada, 2019), jugar como local o visitante (Almeida, Ferreira y Volossovitch, 2014) o incluso haber perdido o ganado el partido (Jones, James y Mellalieu, 2004).

El objetivo del presente estudio ha sido abordar esta falta de consenso, proporcionando valor añadido y abordando el debate desde una nueva perspectiva escasamente contemplada: la zona o lugar de posesión de balón. Los autores consideramos como hipótesis preliminar que, para proponer alterativas y recomendaciones válidas al campo aplicado, es importante conocer, además de las variables contextuales antes mencionadas, la zona o lugar en donde se realiza la posesión de balón. El lugar de posesión de balón es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que esto influye en muchos comportamientos venideros.

Para abordar el estudio, se ha diseñado un instrumento sencillo (6 criterios y 19 conductas), pero con una alta especificidad. Para ello, consideramos importante construir



este nuevo conocimiento desde dos perspectivas: por un lado, se realizó una profunda revisión de la literatura, para tener en cuenta algunos criterios y categorías cotejadas empíricamente en otros estudios<sup>53</sup>; por otro lado, y después del visionado *post event*, y utilizando la técnica metodológica de *deriva consensuada* (Anguera, 1990), se ha consensuado la creación e implementación de un nuevo criterio inédito, con dos categorías.

Con estas medidas, los autores hemos pretendido describir, explicar y predecir una de las acciones que con más regularidad se produce durante los partidos, y una importante demanda de los entrenadores: implementar o no el entrenamiento táctico de asociación por medio del balón como mecanismo que conduce a alcanzar la victoria.

Tabla 5.4. Instrumento de observación utilizado en el Estudio 5.  
Fuente: Casal et al., (2017).

<b>Criterion</b>	<b>Categories</b>
Time	Possession time in each zone
Possession zone	Middle defensive zone
	Middle offensive zone
Match outcome	Win
	Draw
	Loss
Match status	Winning
	Drawing
	Losing
Match half	First half
	Second half
Move outcome	Goal
	Shot
	Own corner kick
	Opponent's corner kick
	Own throw-in
	Opponent's throw-in
	Lost possession

<sup>53</sup> Con esto se busca construir el potencial nuevo conocimiento a partir de conocimiento creado previamente.

### 5.2.6.2 De registro

Una de las principales características que es transversal a los cinco estudios es la muestra o unidades de conducta que participaron en las investigaciones.

Se han analizado para el total de los 5 estudios, 12.407 unidades de conducta. A pesar de que en la literatura no existen referencias sobre el número mínimo de conductas del cual partir<sup>54</sup>, los autores hemos optado por realizar la recogida de todas los multieventos posibles de la muestra considerada. Se han abordado campeonatos en su totalidad, con el objetivo de abordar la generalización de los resultados lo máximo posible, buscando provocar un impacto no sólo en el área científica, sino sobre todo en el área aplicada. Consideramos realizar la recogida de los máximos paquetes de datos, evitando así de forma paralela la aparición de potenciales sesgos. Concretamente:

#### Estudio 1:

---

Maneiro, R., Casal, C. A., Ardá, A., y Losada, J. L. (2019). Application of multivariant decision tree technique in high performance football: The female and male corner kick. *PloS ONE*, 14(3), e0212549. doi.org/10.1371/journal.pone.0212549.

---

Multieventos: 1.117

#### Estudio 2:

---

Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, 233(3), 389-401. doi: 10.1177/1754337119830472

---

Multieventos: 680

---

<sup>54</sup> Aunque esto se puede estimar con el análisis de la Generalizabilidad, a partir de datos previos.

### **Estudio 3:**

---

Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011

---

Multieventos: 1.465

### **Estudio 4:**

---

Maneiro R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020). Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology* 11:534. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00534

---

Multieventos: 6.861

### **Estudio 5:**

---

Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F.J. y Losada, J.L. (2017). Possession Zone as a Performance Indicator in Football. The Game of the Best Teams. *Frontiers in Psychology*, 8:1176. doi: 10.3389/fpsyg.2017.01176

---

Multieventos: 2.284

Para abordar la recogida de los datos de los cinco estudios, se ha utilizado el software LINCE (Gabin, Camerino, Castañer y Anguera, 2012). Es una aplicación desarrollada en Java, y que permite observar cualquier tipo de evento al estar construido como un paquete informático para automatizar las funciones de: diseño de sistemas observacionales, registro en vídeo, control de la calidad del dato y exportación de resultados en diversos formatos (Figura 5.7).

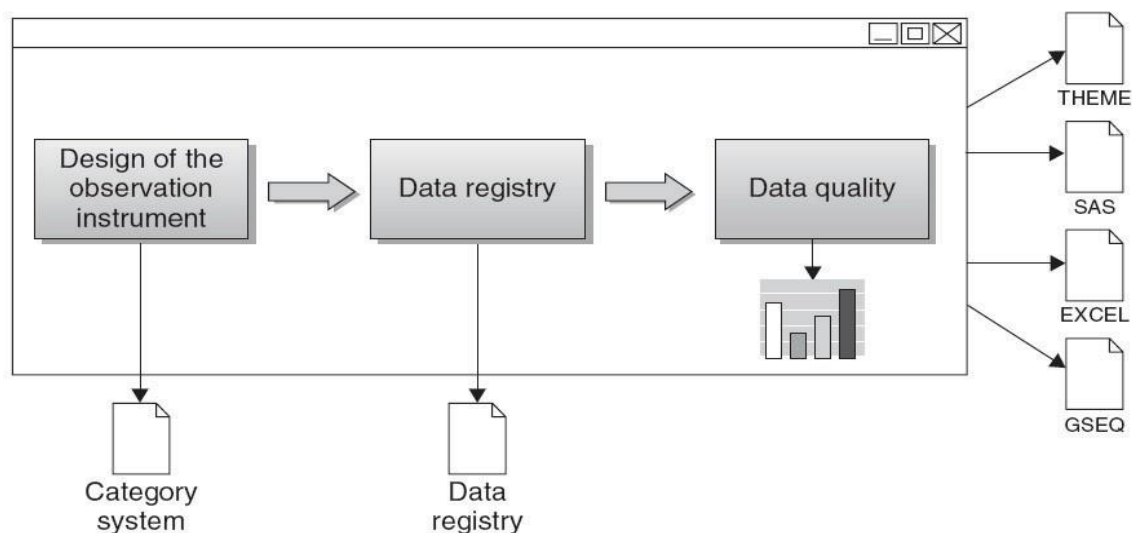


Figura 5.7. Diagrama con las diferentes funciones de Lince.  
Fuente: Gabin et al., (2012).

Algunas de las principales funcionalidades de LINCE (Figura 5.8), y en las cuales nos basamos para optar por el presente software, son (Hernández-Mendo, Castellano, Camerino, Jonsson, Blanco-Villaseñor, López y Anguera, 2014):

- a) En cuanto a la construcción del instrumento de observación, permite un número ilimitado de criterios fijos, mixtos y variables.
- b) Permite la visualización de todo tipo de imágenes, y a diferentes velocidades por medio de frames. Esto proporciona un valor cualitativo en la calidad de la observación
- c) El registro de acontecimientos queda constatado simultáneamente con el tiempo y su duración en frames.
- d) Permite realizar el análisis de la calidad del dato (por medio de kappa de Cohen, 1960)
- e) Presenta una alta versatilidad en la exportación a otras plataformas software, como GSEQ5 (Bakeman y Quera, 1996 2011; Quera, 2018), cálculo de la varianza SAS (SAS Institute, 1999; Schlotzhauer y Littell, 1997), detección de T-patterns mediante THEME (Magnusson, 1996, 2000, 2020). También permite exportar a EXCEL.

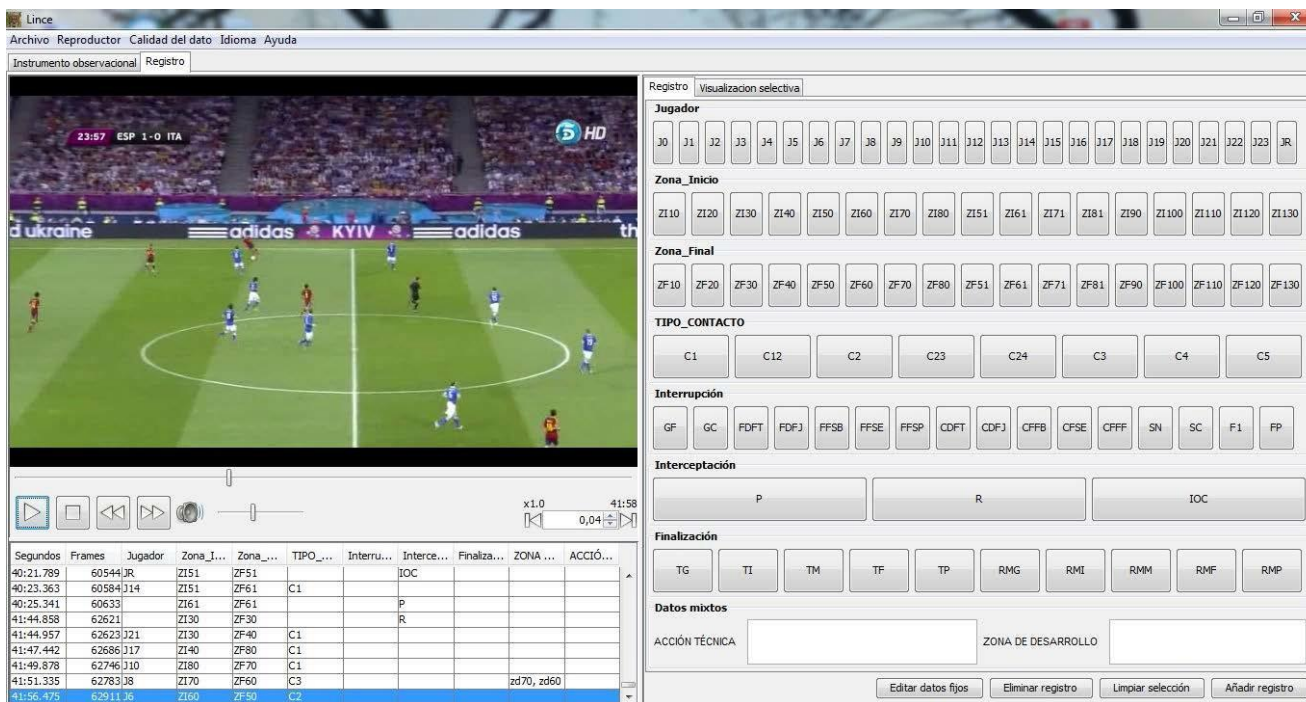


Figura 5.8. Interface de programa Lince, con ejemplo de de observación en futbol de alto rendimiento.  
Fuente: elaboración propia

### 5.2.6.3 De calidad del dato

Afirmaba Claude Bernard que el observador debe ser el fotógrafo de la naturaleza (Bernard, 1976, p.41). Los resultados que se obtienen en una investigación presentan credibilidad si logra garantizar que los datos que se han registrado son objetivos, consistentes y con ausencia de sesgos. Por muy sofisticados que sean los análisis llevados a cabo, producirá resultados confusos si los datos son erróneos.

La medición de la calidad de los datos es uno de los pasos más sensibles en un estudio de tipo observacional. Anguera (1999), afirma que la observación presenta algunos obstáculos que el investigador debe solventar, como los ligados a la percepción, la interpretación que realiza el observador de la realidad observada, los provenientes del cuadro de referencia teórico, la modificación de los sujetos y de las situaciones por el hecho de su propia observación.

En los cinco estudios del presente trabajo se llevaron a cabo diferentes análisis para medir y cotejar la calidad de los datos recogidos, utilizando el coeficiente Kappa de Cohen (Cohen, 1960; Fleiss, Levin y Paik, 2003) y la Teoría de la Generalizabilidad (Cardinet, Johnson y Pini, 2010; Blanco-Villaseñor, Castellano, Hernández-Mendo, Sánchez y Usabiaga, 2014).

En este punto, es conveniente realizar una breve aproximación teórica a los aspectos más concretos sobre la validez del dato.

La calidad de los datos se mide en términos de validez, fiabilidad y precisión.

- 1) La validez del instrumento en la observación sistemática hace referencia a que mida aquello para lo que ha sido concebido, y se suele estudiar en relación con tres aspectos: “validez de contenido”, en donde se estudia si la selección de conductas recogidas en un código es una muestra representativa del fenómeno que se pretende observar; “la validez de constructo o teórico<sup>55</sup>”, que indica en qué medida un código de observación es congruente con la teoría desde la que se formuló el problema (este nivel de validez es más propio de procedimientos deductivos); y por último la “validez de criterio”, que establece en qué medida un código detecta las posibles variaciones del fenómeno que se pretende observar (Chacón-Moscoso, y Shadish, 2008; Chacón-Moscoso, Anguera, Sanduvete-Chaves, Sánchez-Martín, 2014).
- 2) La fiabilidad, definida como el grado de concordancia entre los datos obtenidos en dos observadores independientes de la conducta de un mismo sujeto por observadores falibles. A esto se conoce como “concordancia o fiabilidad entre observadores”. Pero en el caso particular que un mismo observador haya realizado las dos observaciones independientes, hablamos de “concordancia o fiabilidad intra

---

<sup>55</sup> Un constructo puede constituirse en una mini-teoría que sea capaz de explicar las relaciones entre diferentes conductas (Blanco-Villaseñor y Anguera, 2003).

observador” (Blanco-Villaseñor y Anguera, 2003; Blanco-Villaseñor, 1989; Blanco-Villaseñor, 1993).

- 3) Por último, otro de los componentes principales es la precisión, conceptualizada como el grado de concordancia entre los datos o registros obtenidos en dos observaciones independientes de la conducta de un mismo sujeto, por un observador falible y otro supuestamente infalible.

Anguera (1985), recoge el concepto de “validez interna”, cuando la definición de la categoría es compartida universalmente y existe la acepción común de que diferentes personas la entienden de forma idéntica. Además, este concepto está relacionado con las ideas de “validez de constructo” y “validez de contenido”.

Los cinco estudios del presente trabajo se han llevado a cabo respetando las premisas de validez, fiabilidad y precisión:

La validez de contenido<sup>56</sup> o “validez interna” es adecuada en los cinco trabajos, ya que en todos ellos se han utilizado criterios y categorías cotejados empíricamente en otros trabajos, tanto por los propios autores de los presente estudios, como por otros investigadores del área de conocimiento. Además, se robusteció esta validez complementándola mediante un juicio de expertos. Por otra parte, los instrumentos de observación utilizados también presentan una notable validez de constructo (o validez “interna”), ya que todas las dimensiones o criterios se basan en un marco teórico previo (el reglamento), y además se ha añadido la consulta en bases de datos de literatura científica. Por último, la validez orientada a criterio es aceptable, ya que presenta la sensibilidad suficiente para recoger las variaciones del fenómeno. Esta validez de criterio se concreta en la definición del núcleo categorial y el grado de apertura de las categorías.

---

<sup>56</sup> Existen diferentes métodos para valorar la validez de contenido o relevancia de un ítem en un instrumento, como el cálculo del coeficiente V de Aiken (Aiken, 1985)

El siguiente punto es la fiabilidad de los datos de los instrumentos de observación utilizados. En este apartado se pretendió demostrar que las categorías están bien definidas. Para la fiabilidad, se utilizó el coeficiente de Kappa de Cohen (tomando como referencia la escala de Feliz, Kevin y Paik, 2003), y la teoría de la Generalizabilidad (Blanco-Villaseñor, 1991; Blanco-Villaseñor, 1992; Blanco-Villaseñor et al., 2014; Cardinet et al., 2010; Cronbach, Gleser, Nanda y Rajaratnam, 1972; Ramos, Hernández-Mendo, Pastrana y Blanco-Villaseñor, 2012).

Se llevó a cabo un período de entrenamiento y formación de los observadores en cada uno de los cinco estudios recogidos. Para ello, se tomaron las siguientes decisiones:

- 1) Los observadores seleccionados (que son también co-autores de los cinco estudios), son Licenciados y Doctores en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, con experiencia en el campo práctico (entrenadores nacionales de fútbol titulados o preparadores físicos). Además, un mínimo de dos observadores que realizaron la recogida de los datos en cada uno de los cinco estudios son docentes en el Grado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte en diferentes universidades, y todos ellos con un aceptable recorrido en el campo científico (todos tienen más de 20 publicaciones en revistas de impacto con revisión doble par ciego sobre la temática del fútbol y el rendimiento).
- 2) Para garantizar que el desarrollo metodológico ha sido correctamente implementado en cada uno de los estudios, al menos uno de los coautores o coautoras es experto/a en Metodología Observacional, con contrastada y dilatada experiencia científica, académica y didáctica, así como también contribuciones a congresos y publicaciones en revistas científicas especializadas.
- 3) Para el proceso de capacitación, se llevaron a cabo diferentes procesos de entrenamiento y formación (Anguera, 1990; Anguera, Blanco-Villaseñor, Losada y Sánchez-Algarra, 1999). El tiempo y la duración de este entrenamiento lo determinó la complejidad de la conducta recogida. Así, en los



estudios 2, 3 y 4 se llevaron a cabo diez sesiones de observación (treinta horas en total), siguiendo los criterios de Losada y Manolov (2014). Posteriormente, la fiabilidad de la observación se determinó mediante la concordancia inter-observadores. Para los estudios 2 y 3, se utilizó el programa GSEQ5<sup>57</sup> para hallar el coeficiente Kappa, con el objetivo de contrastar las observaciones realizadas por los observadores). Este coeficiente se emplea para realizar la cuantificación del grado de acuerdo entre observadores, corrigiendo el factor azar, expuesto matemáticamente así:  $\kappa = \sum_1^k \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} \times 100$ , donde “ $k$ ” es el número de categorías, “ $p_o$ ” es la probabilidad observada y “ $p_e$ ” es la probabilidad esperada.

En el Estudio 5, se utilizó la teoría de la Generalizabilidad<sup>58</sup> mediante SAS (Scholotzhaver y Littell, 1997) y EDU-G (Cardinet et al., 2010) y homogeneidad del instrumento empleando un diseño con tres facetas.

Por otro lado, para los estudios 1 y 5 se llevaron a cabo ocho sesiones de formación y familiarización, y para hallar el coeficiente Kappa se utilizó también el software GSEC.

- 4) Para garantizar la coherencia en la fiabilidad de los datos (Berk, 1979), se calculó el coeficiente Kappa para cada criterio en los Estudios 1, 2, 3 y 4. En el Estudio 5, para comprobar la fiabilidad inter-observadores se aplicó la teoría de la Generalizabilidad<sup>59</sup> empleando un diseño de tres facetas.

A continuación, en las tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 se presentan los resultados del coeficiente Kappa para cada criterio, y el análisis de la Teoría de la Generalizabilidad, en los cinco estudios presentados.

A continuación, se presenta en la Tabla 5.5 los resultados de coeficiente Kappa para cada criterio, en el Estudio 1.

<sup>57</sup> En el siguiente apartado, se detallan los programas informáticos utilizados.

<sup>58</sup> La teoría de la Generalizabilidad permite entender las diferentes fuentes de variación que puedan estar afectando a un dato observacional (Blanco-Villaseñor, Losada y Anguera, 2001)

<sup>59</sup> De aquí en adelante, TG.

Tabla 5.5. Acuerdo interobservadores para el Estudio 1.  
Fuente: Maneiro et al., (2019).

Categories	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>2</sub>	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>3</sub>	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>4</sub>	Ob <sub>2</sub> -Ob <sub>3</sub>	Ob <sub>2</sub> -Ob <sub>4</sub>	Ob <sub>3</sub> -Ob <sub>4</sub>
Time	0.9	1	1	0.95	1	1
Laterality of corner	0.96	0.91	0.91	1	0,94	0,91
No. of attackers	1	0.97	0.95	0.88	0,95	0,9
No. of defenders	0.89	0.88	0.85	0.8	0,92	0,8
Delivery of the ball	0.81	0.86	0.91	1	0,86	1
Type of marking	0.89	0.89	0.85	0.83	0,90	0,92
Path of ball	0.92	0.86	0.89	0.90	0,92	0,96
No. of intervening	0.84	0.88	0.88	0.85	0,89	0,95
End zone of corner	0.88	0.94	0.94	0.88	0.91	0,91
Interaction context	0.97	0.92	0.92	1	0,94	0,97
Offensive organization	0.90	0.91	0.91	1	0,87	1
Match status	0.91	1	1	1	1	0,95
<b>K<sub>TOTAL</sub></b>	<b>0.90</b>	<b>0.91</b>	<b>0.89</b>	<b>0.94</b>	<b>0,92</b>	<b>0,96</b>

A continuación, se presenta en la Tabla 5.6 los resultados de la concordancia inter-observador para el Estudio 2, y el Estudio 3.

Tabla 5.6. Grado de acuerdo inter-observador para cada criterio para los Estudios 2 y 3:  
Fuente: Maneiro et al., (2019).

Dimension	Categories	Kappa	Agreement
Ball possession	PO; PC; Inobs	1.00	100%
Player	J0; J1; J2; J3; J4; J5; J6; J7; J8; J9; J10; J11; J12; J13; J14; J15; J16; J17; J18; J19; J20; J21; J22; J23; JR	1.00	100%
Move initiation zone	ZI10; ZI20; ZI30; ZI40; ZI50; ZI60; ZI70; ZI80; ZI51; ZI61; ZI71; ZI81; ZI90; ZI100; ZI110; ZI120; ZI130	1.00	100%
Move conclusion zone	ZF10; ZF20; ZF30; ZF40; ZF50; ZF60; ZF70; ZF80; ZF51; ZF61; ZF71; ZF81; ZF90; ZF100; ZF110; ZF120; ZF130	0.95	96%
Contact with ball	C1; C12; C2; C23; C24; C3; C4; C5	1.00	100%
Game stoppages	GTO; GATO; FKTO; OTO; TITO; CKTO; GKTO; FKATO; OATO; TIATO; CKATO; GKATO; NK; KO; EFH; EM; LB; RB; OIC	1.00	100%
Interceptions	LB; RB; OIC	1.00	100%
Type of shot	SG; SI; SBP; SWP; SSG; HEG; HIG; HBP; HWP; HBG	1.00	100%

Para el Estudio 4, se empleó la teoría de la Generalizabilidad empleando un diseño de tres facetas, además de la concordancia *Kappa* (Tabla 5.7)

Tabla 5.7. Sample estimation for the evaluation of Rivals, move initiation zone and Move conclusion zone. Estudio 4: Fuente: Maneiro et al., (2020).

Source	SS	df	MS	Components				SE
				Random	Mixed	Corrected	%	
R	41.00	5	8.20	0.02	0.02	0.02	2.3	0.02
IZ	91.00	15	6.07	0.03	0.03	0.03	3.4	0.02
CZ	218.00	17	12.82	0.11	0.11	0.11	13.9	0.04
RI	154.00	75	2.05	0.10	0.10	0.10	13.2	0.02
RC	121.00	85	1.42	0.07	0.07	0.07	9.7	0.01
IC	369.00	255	1.45	0.20	0.20	0.20	26.5	0.02
RIC	301.00	1275	0.24	0.24	0.24	0.24	31.0	0.01
<b>Total</b>	<b>1295.00</b>	<b>1727</b>					<b>100%</b>	

Por último, en la Tabla 5.8 se presentan los resultados del acuerdo inter-observador para cada criterio para el Estudio 5.

Tabla 5.8. Acuerdo interobservadores para el Estudio 5: Fuente: Casal et al., (2017).

Criteria	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>2</sub>	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>3</sub>	Ob <sub>1</sub> -Ob <sub>4</sub>	Ob <sub>2</sub> -Ob <sub>3</sub>	Ob <sub>2</sub> -Ob <sub>4</sub>	Ob <sub>3</sub> -Ob <sub>4</sub>
Time	0.9	1	0,89	0,95	1	0.92
Possession zone	1	0.93	1	0.98	0.97	1
Match outcome	1	1	1	1	1	1
Match status	1	1	1	1	1	1
Match half	1	1	1	1	1	1
Move outcome	1	1	1	1	1	1
K <sub>total</sub>	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98

### 5.2.6.4 De tratamiento de los datos

Una vez que los datos han superado el control de calidad previo, deberán someterse a una técnica de análisis que permita alcanzarlos objetivos propuestos. El repertorio de análisis de datos posibles es amplio, y está condicionado, en primer lugar, por el diseño.

Pero no únicamente el diseño condiciona los análisis de datos posteriores, sino que la naturaleza de dichos datos también condiciona los análisis, en función de cuál sea el parámetro primario básico utilizado en el registro (frecuencia u ocurrencia, orden, y duración) (Bakeman, 1978).

Tal y como se ha detallado en el apartado 5.4 Diseños, y una vez comentada la estructura básica de los diseños observacionales, es momento de abordar la naturaleza del dato (Anguera et al., 2011). En función del diseño escogido para el estudio, se podrán implementar una serie de análisis estadísticos.

En Metodología Observacional, la naturaleza del dato debe contemplarse en función de los parámetros utilizados en el registro, pudiendo distinguir entre parámetros primarios y secundarios. Los parámetros primarios son esenciales para la delimitación de la naturaleza del dato registrado (Figura 5.9).

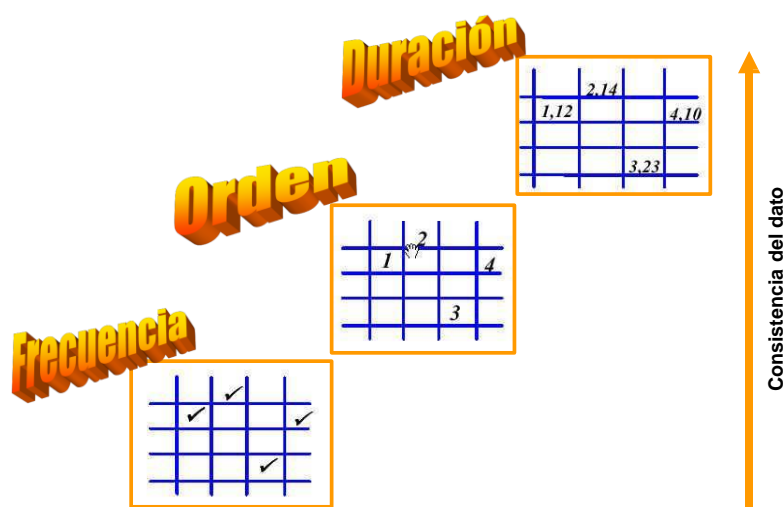


Figura 5.9. Parámetros primarios de registro: frecuencia, orden y duración.  
Fuente: Anguera et al., 2011

El parámetro Frecuencia consiste en un mero conteo de ocurrencias. Tiene escasa consistencia como dato, ya que es el parámetro más débil (por ejemplo, número de goles).

Los registros recogidos mediante el parámetro Orden dan lugar a datos tipo I y II, y consisten en la explicitación de la secuencia de las sucesivas ocurrencias de conducta (por ejemplo, saque-pase-centro-gol)<sup>60</sup>. Constituyen un requisito imprescindible para los análisis diacrónicos.

Por último, los registros recogidos mediante el parámetro Duración permiten obtener datos tipo III y IV. Es el parámetro de registro más consistente, y el que encierra mayor riqueza de información, ya que contiene la del parámetro orden y frecuencia, y además la indicación del tiempo (por ejemplo, cuanto duran las posesiones de balón en un partido). Se puede medir en minutos, segundos o *frames* correspondientes a cada ocurrencia de conducta. Son los datos que tienen mayor consistencia.

La naturaleza de los datos a los cuales se va a someter a análisis en este punto es eminentemente cualitativa (son datos categóricos). Hasta el punto previo al control de calidad del dato y posterior análisis de los datos, toda la información de la que se dispone es de naturaleza cualitativa (Anguera et al., in press). A partir de este punto, las modalidades de análisis (perspectiva cuantitativa) que es posible aplicar a los registros observacionales puede ser (Figura 5.10):

- 1) Análisis no secuencial o concurrente, caracterizado por la búsqueda de relaciones de sincronía (Anguera, Chacón-Moscoso y Blanco-Villaseñor, 2008). Los diseños sincrónicos o transversales tienen como objetivo estudiar las relaciones entre diversas variables de estudio, medidas sincrónicamente. Estos análisis están directamente relacionados con algunos análisis multivariados (como log-lineal, logit, y se han

---

<sup>60</sup> Consultar la Tabla 5 del estudio de Anguera et al., (2011) para ver ejemplificaciones de los tres parámetros.

- utilizado en deporte (Amatria et al., 2016; Ardá et al., 2014; Casal, Maneiro, Ardá, Losada y Rial, 2014; Casal et al., 2015; Casal et al., 2020a; Casal et al., 2020b; López-García, Maneiro, Ardá, Rial, Losada y Casal, 2018; Maneiro et al, 2017; Maneiro et al., 2019; Maneiro et al., 2020; Alsasua, Lapresa, Arana y Anguera, 2019)
- 2) Análisis diacrónico o secuencial, en donde se trata a la conducta como un proceso estotástico (en donde se conjugan acciones predecibles, con la influencia del azar). Este análisis diacrónico (Anguera et al., in press) es muy útil en el de procesos, de seguimiento o de paso del tiempo (detección de t-patterns, análisis de coordenadas polares, análisis secuencial de retardos). Se ha utilizado muy repetidamente en el ámbito del deporte (Anguera y Flores-Herrera, en prensa, Amatria, et al., 2017; Amatria et al., 2019).
- 3) Diseños mixtos o *lag-log* (Anguera, 2008), que combinan elementos de análisis diacrónico y de análisis sincrónico, y se caracterizan por el seguimiento de una pluralidad de unidades, que puede tratarse de diversas dimensiones en un usuario o en varios, o la relación entre diversos usuarios respecto a una acción común del programa.

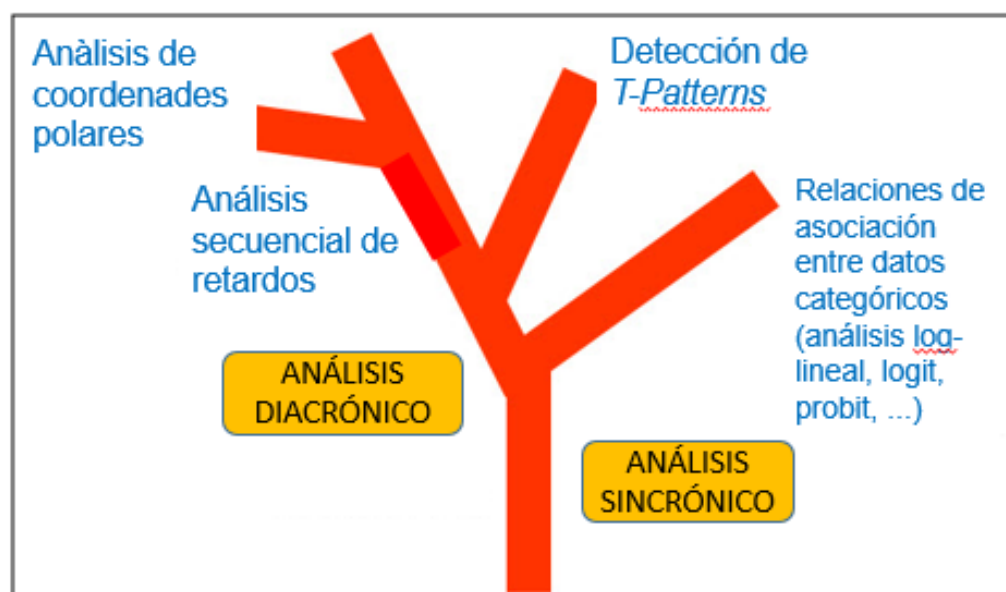
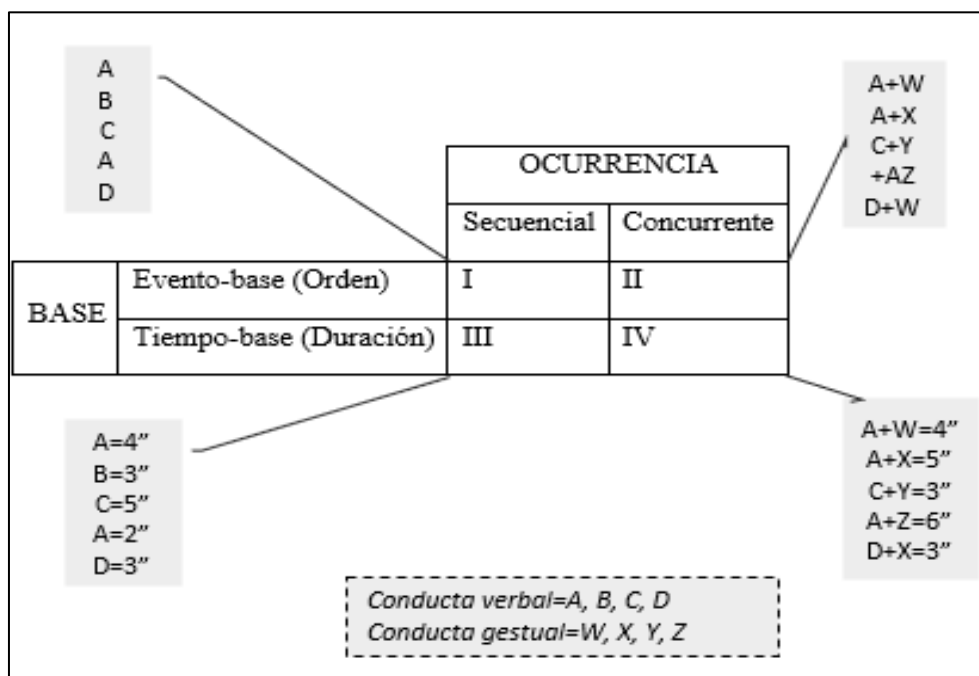


Figura 5.10. Técnicas básicas de análisis de datos categóricos.  
Fuente: Anguera et al., in press

Bakeman (1978), propuso la primera clasificación de datos observacionales, que sigue vigente hoy en día. La incorporación de información temporal y la posibilidad de co-ocurrencia o no entre las conductas, genera cuatro tipos posibles de datos observacionales. Los parámetros de frecuencia u ocurrencia, orden y duración forman la estructura de una clasificación mayor de los tipos de datos. Esta clasificación mayor obedece a un doble criterio: ocurrencia y base (Bakeman y Dabbs, 1976; y Anguera, 1988) (Tabla 5.9).

Tabla 5.9. Tipología de los datos.



Los datos secuenciales son aquéllos en los cuales no se producen coocurrencias de conducta, ni, por tanto, solapamientos en el registro, mientras que datos concurrentes, como indica su nombre, implican la posibilidad de ocurrencia simultánea de conductas pertenecientes a varias dimensiones o niveles de respuesta. Un ejemplo de datos secuenciales en Ciencias del Deporte podría ser un atleta de cien metros lisos, en donde su conducta es correr a la mayor velocidad posible, sin realizar otras conductas paralelas. En cambio, los datos concurrentes corresponden a situaciones multidimensionales en que

coocurren conductas pertenecientes a diferentes dimensiones o criterios. Por ejemplo, si una dimensión es la zona (Z), otra el jugador (J), y otra el tipo de pase (P), pueden coocurrir la zona Z110, el Jugador J3, y el pase P8, con lo cual el dato tipo II sería Z110 J3 P8. Asimismo, podríamos encontrarlos en un jugador de fútbol, que a la vez que inicia la carrera, debe controlar un balón, comunicarse con sus compañeros, verbalizar con ellos, huir de un rival directo, etc.

De acuerdo con Bakeman (1978), en los *Datos tipo I* (secuenciales y evento-base o parámetro orden) el observador recoge el orden de los eventos, no su duración. El sistema de categorías o el catálogo de conductas es mutuamente excluyente y por tanto sólo puede tener lugar una conducta cada vez. Siempre proceden de diseños unidimensionales.

Los *Datos tipo II* (concurrentes y evento-base), se obtienen cuando tenemos varias dimensiones o niveles de respuesta, y por tanto registran los códigos que corresponden a las conductas de las diferentes dimensiones, que coocurren, pero sin que importe la duración de ninguna de ellas ni de sus concurrencias. Corresponden especialmente a situaciones en las que interesan varios niveles de respuesta contemplados simultáneamente. Siempre proceden de diseños multidimensionales.

Por el contrario, en los *Datos tipo III* (secuenciales y tiempo-base) se anota el orden de ocurrencia de los eventos y su duración. En este tipo de datos los sistemas de categorías o el catálogo de conductas son mutuamente excluyentes, y se dispone de la información de los inicios y fines de cada uno de los eventos codificados o de su duración. Siempre proceden de diseños unidimensionales.

En cuanto a los *Datos tipo IV* (concurrentes y tiempo-base) corresponden a los datos tipo II (sistema de códigos no mutuamente excluyente) a los que se les incorpora la



duración de cada una de las coocurrencias de conductas. Son los datos que almacenan mayor cantidad de información. Siempre proceden de diseños multidimensionales.

En los cinco estudios recogidos en el presente trabajo los datos registrados son de tipo IV (concurrentes y tiempo-base), en donde existen co-ocurrencias de conductas y la duración de dichas coocurrencias, aunque después se hayan utilizado transformados a otro tipo de datos.

En el caso del Estudio 1, en donde se ha llevado un análisis de naturaleza multivariada, se han recogido en el instrumento LINCE datos tipo IV (concurrente y tiempo-base), pero su tratamiento en el software R ha sido como datos tipo II.

En el caso del Estudio 2, de nuevo se ha utilizado el instrumento LINCE y la recogida ha sido como datos tipo IV, pero su tratamiento estadístico en el software HOISAN ha sido como tipo II.

En el caso del Estudio 3, el procedimiento de recogida de los datos ha seguido el mismo proceso que los dos anteriores, y su tratamiento en el software THEME ha sido como datos tipo IV (ya que interesa el tiempo para establecer los patrones de conducta).

En el Estudio 4, en donde el objetivo era analizar la variabilidad del espacio estratégico donde se desarrollan las conductas motrices de los jugadores, de nuevo se han recogido datos tipo IV con el software de registro LINCE, pero su tratamiento de nuevo ha sido como datos tipo II en el software EDU-G

Por último, en el Estudio 5, en donde interesaba conocer la zona de posesión de balón que realizan los equipos, los datos recogidos en LINCE han sido de tipo IV, pero su tratamiento estadístico en el software R ha sido como datos tipo II.

## 5.2.7 Análisis de los datos

### 5.2.7.1 Paquetes estadísticos utilizados

Una vez que conocemos qué tipo de datos disponemos, en base al diseño elegido en los diferentes estudios y en base a la naturaleza de los datos, es necesario someterlos a análisis. En este sentido, Sackett (1978, en Anguera y Hernández-Mendo, 2015), afirma que el abanico de opciones analíticas en estudios de carácter observacional no debería ser diferente a los que correspondan a otros planteamientos metodológicos, siempre que se adecúen a los objetivos de cada estudio, al diseño y a la naturaleza de los datos.

Diversos estudios han recogido la gran versatilidad que presentan los datos de carácter observacional para adaptarse a diferentes instrumentos (Hernández-Mendo et al., 2014) y a diferentes técnicas de análisis (Anguera y Hernández-Mendo, 2015). A continuación, se expondrá brevemente los instrumentos utilizados para el tratamiento de los datos en cada uno de los cinco estudios de la investigación.

#### 5.2.7.1.1 Estudio 1 y Estudio 5: paquete estadístico R

El software R<sup>61</sup> se basa en un lenguaje de programación estadística que se creó específicamente para el tratamiento de datos. Es un software libre y de código abierto, orientado a objetos. Estos objetos se definen como variables, datos, resultados y funciones que se almacenan en nuestra área de trabajo. Toda la información está estructurada en paquetes y librerías, que permiten manejar bases de datos, realizar análisis estadísticos, o realizar representaciones gráficas.

Es una herramienta poderosa para el procesamiento y manipulación de datos, que permite realizar muchas técnicas estadística avanzadas. La lista de posibilidades que ofrece

---

<sup>61</sup> R Development Core Team (<https://www.r-project.org>)

R es amplia, pudiendo realizar técnicas estadísticas como árboles de decisión, análisis clúster, análisis de componentes principales, regresión logística, log lineal, análisis de correspondencias, y un largo etcétera.

R también puede integrarse con distintas bases de datos y existen bibliotecas que facilitan su utilización desde lenguajes de programación. Genera gráficos de alta calidad, y es posible representar gráficamente los vectores de coordenadas polares (Rodríguez-Medina, Arias, Arias, Hernández-Mendo y Anguera, 2019).

Para el Estudio 1, se utilizó la versión 1.-37 de R, con el paquete “Classification and Regression Trees”.

Para el Estudio 5, se utilizó la versión v.3.2.0, y se utilizaron las bibliotecas “epiDisplay”, “pscl”, “BaylorEdPsych” y “Modeva”.

#### **5.2.7.1.2 Estudio 2: HOISAN**

El software HOISAN<sup>62</sup> es una aplicación informática que permite la codificación, registro, descripción y manipulación de grabaciones o del visionado en tiempo real desde una o varias cámaras (Hernández-Mendo, López, Castellano, Morales-Sánchez y Pastrana, 2012). Cuando se realiza el registro, se almacena automáticamente el tiempo, tanto en segundos como en *frames*, del lugar del vídeo donde se ha producido. Es una herramienta implementada en .NET, y usando el lenguaje C#. Posee un capturador y un editor de *frames*, pudiendo utilizar también vídeos para poder editarlos dibujando (líneas, círculos, elipses, rectángulos, texto) y seleccionando regiones y diferentes colores. Permite la descripción del núcleo categorial y de los grados de apertura (exporta a Word). Si el tipo de datos son multieventos, permite diferenciar entre criterios fijos y variables.

---

<sup>62</sup> Herramienta de Observación de las Interacciones Sociales en Ambientes Naturales (HOISAN). En [www.menpas.com](http://www.menpas.com)

Permite realizar análisis secuencial de retardos, análisis de coordenadas polares y su graficación vectorial. La técnica de coordenadas polares fue propuesta por Sackett (1980), que amplía las posibilidades del análisis secuencial de retardos. Más tarde, en 1997, Anguera (1997) incorpora el concepto de retrospectividad genuina (Figura 5.11), por oposición a la “retrospectividad clásica” de Sackett (1980), permitiendo así contemplar simultáneamente las perspectivas prospectivas y retrospectivas<sup>63</sup> que se generan entre la conducta focal y las conductas condicionadas, que son aquéllas con las cuáles queremos saber el tipo de interrelación respecto a la conducta focal. Una importante aportación de Sackett (1980) fue conseguir en el análisis de Coordenadas Polares que se lograra una relevante reducción de datos gracias a aplicar el parámetro  $Z_{sum}$  que propuso Cochran (1954). Los valores de los parámetros  $Z_{sum}$  ( $Z_{sum} = \Sigma z / \sqrt{n}$ ) se calculan a partir de retardos positivos y negativos, obteniéndose, respectivamente valores  $Z_{sum}$  prospectivos y valores  $Z_{sum}$  retrospectivos. A partir de estos valores, y de acuerdo con Sackett (1980), se calculan para cada conducta condicionada la longitud y ángulo de cada vector, que estará ubicado en uno de los cuatro cuadrantes, con un significado explícito para cada uno de ellos.

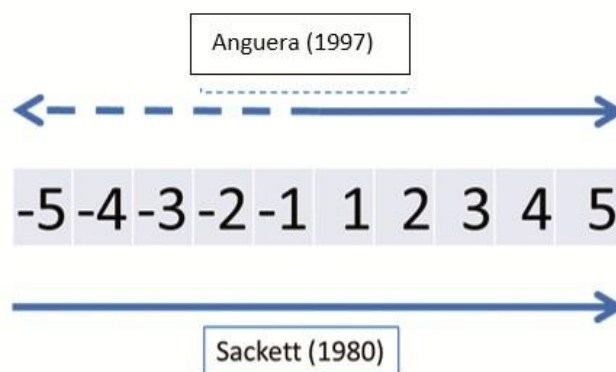


Figura 5.11. Retrospectividad genuina.

Fuente: Extraído de Tarragó, Iglesias, Lapresa, Anguera, Ruiz-Sanchís, y Arana, (2017, p. 475).

<sup>63</sup> Está desarrollado en Gorospe (1999), Gorospe y Anguera (2000), y Gorospe, Hernández-Mendo, Anguera y Martínez de Santos (2005)

### 5.2.7.1.3 Estudio 3: THEME

El software THEME<sup>64</sup> se basa en un algoritmo único que busca *T-patterns* (Figura 5.12) o patrones regulares de conducta en un determinado comportamiento, basándose en un modelo de organización temporal. Tiene en cuenta tanto el orden como las distancias de tiempo entre los tipos de eventos, así como la organización jerárquica. El software detecta patrones complejos gradualmente, denominados T-pattern (Magnusson, 1996, 2000, 2020). Un T-pattern es una “construcción estadística” que se manifiesta a partir de una combinación de eventos, que ocurren en el mismo orden con distancias temporales entre sí (intervalo crítico) que se mantienen relativamente invariantes en relación a la hipótesis nula de que cada código de conducta registrado es independiente y está distribuido aleatoriamente en el tiempo<sup>65</sup>. Como indica su creador:

“As a Mixed Methods approach, T-pattern Analysis (TPA) passes repeatedly between qualitative and quantitative analyses, from data collection logging the occurrences of qualities (categories) and their real-time (quantitative) locations resulting in time-stamped data, here T-data, to the detection of T-patterns (qualities) defined below, typically followed by both qualitative and quantitative analyses of the detected patterns.” (Magnusson, 2020, p. 2).

---

<sup>64</sup> <http://patternvision.com/products/theme/>

<sup>65</sup> De acuerdo con Magnusson (2000, en Lapresa et al., 2014), “si A es el componente anterior y B el posterior de un mismo patrón temporal que se repite, entonces después de una ocurrencia de A en el tiempo t, hay un intervalo  $[t+d1, t+d2]$  ( $d2 \geq d1 \geq d0$ ) que tiende a contener al menos una ocurrencia de B más a menudo de lo que se esperaría por azar

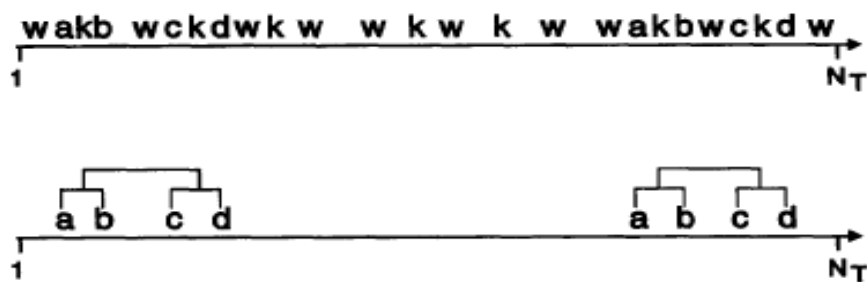


Figura 5.12. Representación gráfica del proceso de detección de T-patterns.  
 Fuente: Magnusson, (2000). Con permiso del autor.

#### 5.2.7.1.4 Estudio 4: Paquete estadístico: SAS y EDU-G

Para el análisis de la variabilidad, se utilizó el paquete estadístico SAS (Scholotzhaver y Littell, 1997). El software SAS / STAT<sup>66</sup> proporciona herramientas estadísticas para una amplia gama de análisis, incluidos análisis de varianza, análisis de datos categóricos, diferentes tipos de análisis multivariante, análisis no paramétricos, análisis psicométrico, de regresión, etc. Es un software que proporciona una interfaz gráfica, y permite exportar en HTML, PDF y Excel. El paquete estadístico tiene muchos otros componentes, como SAS/STAT (análisis estadístico), SAS/GRAPH (gráficos y presentaciones) SAS/INSIGHT (minería de datos) o SAS/PH (análisis de ensayos clínicos). Es un software similar a SPSS, siendo SAS un paquete más completo que SPSS, aunque también más complejo en su utilización.

Un segundo nivel de análisis llevado a cabo en el Estudio 4 fue la implementación de la teoría de la Generalizabilidad. El software utilizado fue EDU-G (Cardinet et al., 2010), aunque también se puede realizar con otras plataformas estadísticas como SAGT, SPSS, SAS y GENOVA. El análisis EDU-G se complementó con SAS para alcanzar los objetivos propuestos.

<sup>66</sup> Desarrollado por SAS Institute Inc. Software privado bajo licencia. Documentos técnicos: en <https://support.sas.com/en/technical-papers.html>

### 5.2.7.2 Análisis estadísticos llevados a cabo

*La Estadística es la Ciencia de las verdades abstractas y las mentiras concretas*  
Francisco de A. Sales, Catedrático de Matemáticas de la Universidad de Barcelona.

Una vez recolectados los datos de naturaleza observacional, es momento de proceder con los análisis estadísticos<sup>67</sup>. Es en este momento cuando se abre una nueva frontera metodológica, ya que si bien hasta ahora se ha abordado la vertiente cualitativa de los estudios (diseño, creación del instrumento de observación, etc.), en este momento se produce la integración de la vertiente cuantitativa, con el análisis y tratamiento de los datos. Por esta razón, entre otras, la Metodología Observacional es considerada *mixed methods* en sí misma (Anguera y Hernández-Mendo, 2016).

El análisis cuantitativo de los datos depende estructuralmente del diseño planteado, de los objetivos propuestos y de la naturaleza de los datos conforme a los parámetros de ocurrencia y base (Figura 5.13).



Figura 5.13. Elementos de los que depende la elección de la técnica estadística.  
Fuente: elaboración propia

<sup>67</sup> La literatura sobre la estadística señala que surgió con la invención del dado, hace siete mil años, pero a causa de los prejuicios religiosos y las especulaciones su desarrollo realmente inició hasta el siglo XVI, cuando Girolamo Cardano publicó *Liber de Ludo Aleae.1* (Barreto-Villanueva, 2012).

En las investigaciones que componen el presente trabajo, se han implementado los siguientes análisis para alcanzar los objetivos propuestos:

- A) Cuatro análisis de naturaleza multivariada (regresión logística, árbol de decisión, modelo general lineal y Kruskal Wallis)
- B) Dos análisis de naturaleza bivariada (ji-cuadrado y T de Welch)
- C) Un análisis basado en relaciones de secuencialidad (Coordenadas Polares)
- D) Un análisis de detección de regularidad de conducta (*T-patterns*)

A continuación, se abordará la justificación de cada técnica utilizada en los cinco estudios, y se detallará brevemente la naturaleza de cada una.

#### **5.2.7.2.1 Estudio 1. Árboles de decisión**

La técnica de árbol de decisión es una forma gráfica de representar todos los eventos o sucesos que pueden surgir de una decisión asumida en cierto momento. Permite tomar decisiones correctas o acertadas desde un punto de vista probabilístico, entre un abanico de posibles decisiones (Berlanga, Rubio y Vilà, 2013). Pertenece a una teoría de rango superior, como es la Teoría de Juegos (1944). Esta teoría constituye el material analítico más importante que se emplea en la teoría de la elección racional (Sánchez-Cuenca, 2009). Uno de sus mayores exponentes es el matemático John Von Neumann<sup>68</sup>.

En Ciencias del Deporte, la Teoría de Juegos tiene un buen encaje, ya que constantemente se producen situaciones estratégicas (como, por ejemplo, un lanzamiento de penalti en donde el lanzador y el portero deben tener en cuenta su propia estrategia, pero también la del rival, para alcanzar el gol o detener el penalti. Ambos tienen objetivos antagónicos, y para ello deben elegir la mejor respuesta motriz posible, teniendo en cuenta también la estrategia del rival).

---

<sup>68</sup> Theory of Games and Economic Behaviour (Princeton)



Pero en el ámbito de esta teoría, conviene diferenciar dos grandes tipos de acción: la acción que se produce en contextos paramétricos y la que se produce en contextos estratégicos (Sánchez-Cuenca, 2009). En contextos paramétricos<sup>69</sup>, el agente conoce todos los parámetros que afectan a su decisión; mientras que, en contextos estratégicos, los resultados de la acción o elección del agente no dependen sólo de parámetros, sino que depende de lo que otras personas hagan<sup>70</sup>. El fútbol es un Deporte en el que los participantes actúan a la vez como instrumentos, y como estrategias, siendo la interacción unos de los principios rectores clave. Constantemente se producen comunicaciones y contra comunicaciones estratégicas entre los dos equipos<sup>71</sup> en función del rol que adquiera momentáneamente cada uno. Además, debe tenerse en cuenta que, como en todo juego, la incertidumbre, la entropía y el azar son variables que están presentes. Estas evidencias sugieren la necesidad de tratar de determinar cómo se puede reducir la incertidumbre y el riesgo en la interacción estratégica, decidiendo la mejor elección dentro del gran abanico de posibilidades existentes.

Dentro de los posibles juegos que contempla la teoría (juegos en forma normal o estratégica, juegos en forma extensiva, juegos repetidos y juegos de información incompleta), el fútbol tiene su encaje en los juegos de forma extensiva. Este tipo de juegos se representan mediante árboles de decisión, en donde el algoritmo selecciona el criterio o dimensión que presenta mayor ganancia de información, incluyéndolos en el árbol mediante *Nodos*. La representación del árbol puede realizarse con paquete estadístico *SPSS* (Figura 5.14), o con el software *R* (Figura 5.15).

---

<sup>69</sup> Los contextos paramétricos son estudiados por la Teoría de la decisión (Slovic, Fischhoff y Lichtenstein, 1977)

<sup>70</sup> Supongamos de nuevo en el caso de un partido de fútbol: Lo que haga A (un equipo), depende de lo que crea que vaya a hacer B (otro equipo), pero a su vez lo que B haga, depende de lo que B crea que A vaya a hacer.

<sup>71</sup> Conceptualizados como Sistemas Complejos, Capítulo 1.

La técnica de árboles de decisión es un modelo de predicción, que permite determinar una condición estratégica ideal en términos de sencillez y aplicación práctica. El objetivo es predecir conductas o eventos futuros.

Algunas de sus ventajas son:

- ➔ La facilidad de la interpretación de la decisión adoptada.
- ➔ Reduce el número de variables independientes.
- ➔ No están muy influidos por los outliers.
- ➔ Permite identificar de forma rápida y eficiente las variables más importantes.
- ➔ Son capaces de seleccionar predictores de forma automática.

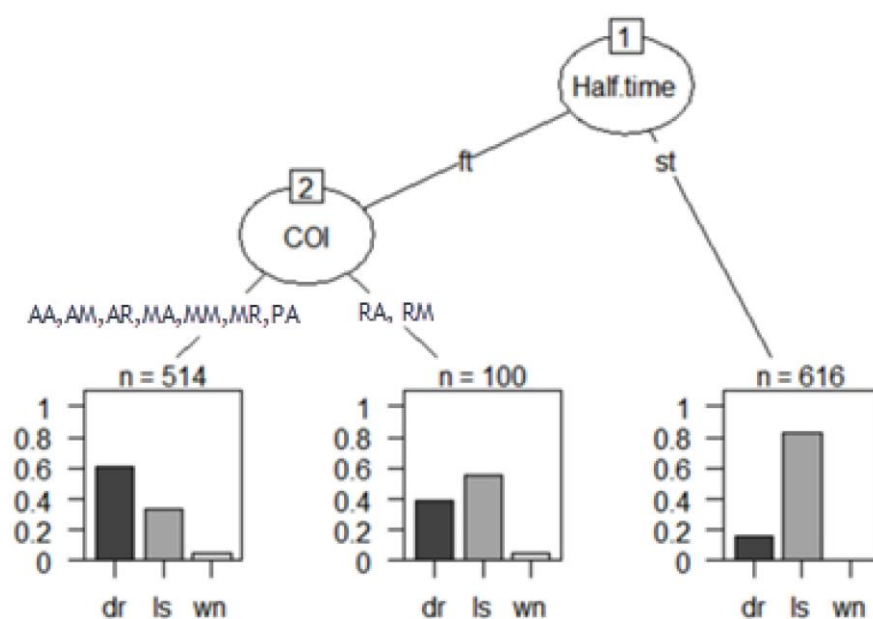


Figura 5.14. Ejemplificación de un árbol de decisión, con tres nodos terminales y dos variables predictoras. Fuente: Maneiro et al., (2020).

El análisis estadístico se centra en la búsqueda de un modelo de clasificación basado en la creación de un “árbol”, que proporcione herramientas de validación para los análisis de clasificación exploratorios y confirmatorios, asignando un nivel de medida adecuado a todas las variables del análisis. Se presenta una solución a problemas de predicción,

clasificación y segmentación, además de crear un modelo de clasificación basado en diagramas de flujo.

El análisis de datos se inicia con un árbol de decisión donde todas las variables fueron tratadas como nominales, y cada nodo contenía una tabla de frecuencias que mostraba el número de casos (frecuencias y porcentajes) para cada categoría de la variable explicada. El método de crecimiento es el *Chi-square automatic interaction detector* (CHAID), que consiste en un algoritmo de árbol estadístico y multidireccional que explora datos de forma rápida y eficaz, y crea segmentos y perfiles con respecto al resultado deseado. Además, permite la detección automática de interacciones mediante Chi-cuadrado. En cada paso, CHAID elige la variable predictor que presenta la interacción más fuerte con la variable explicada. Las categorías de cada predictor se funden si no son significativamente distintas respecto a la variable predictiva.

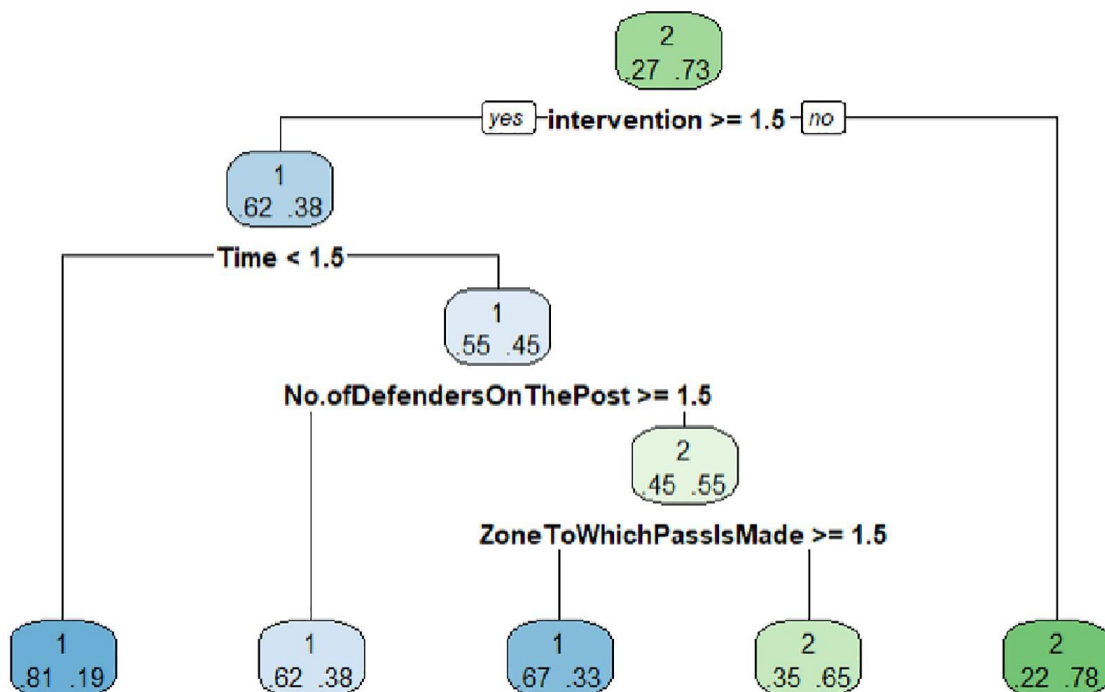


Figura 5.15. Ejemplificación de un árbol de decisión, con 9 nodos (5 terminales) y las variables predictor as con mayor ganancia de información incluidas en el modelo. Fuente: Maneiro et al., (2019).

### 5.2.7.2.2 Estudio 2. Coordenadas Polares

Una de las herramientas de análisis que está experimentando un crecimiento muy importante desde hace varios años a esta parte es el análisis de Coordenadas Polares. Por medio de la vectorización de la conducta focal, con el resto de conductas de apareo, es posible conocer a nivel prospectivo y retrospectivo las diferentes relaciones que establece las conductas de un jugador, con los demás compañeros, rivales, espacio de juego, etc.

(Figura 5.16)

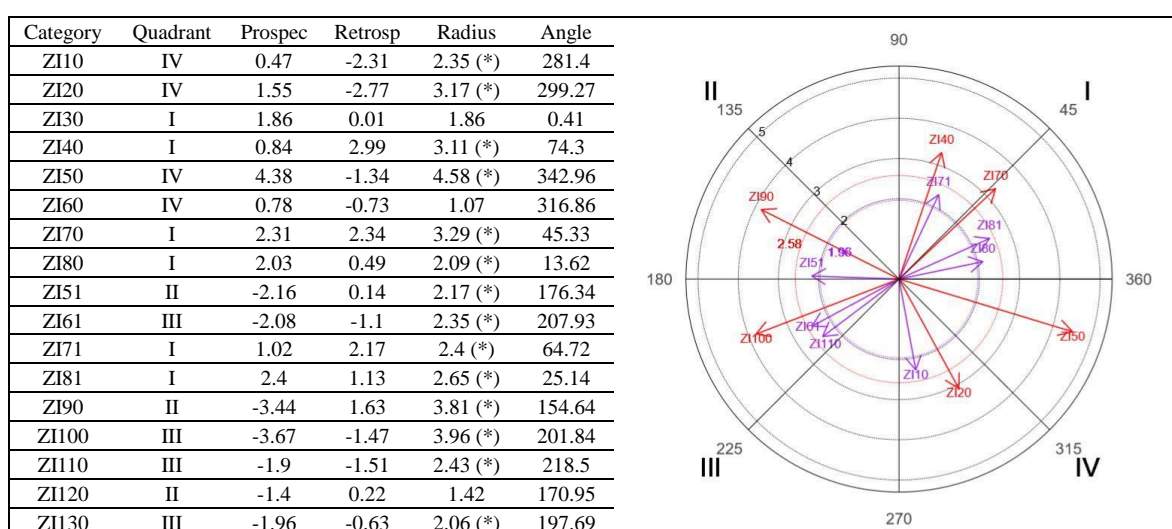


Figura 5.16. Resultados del análisis de coordenadas polares para la relación entre la categoría focal, y las demás conductas de apareo. A la derecha, la representación vectorial utilizando el software R.

Fuente: Maneiro, Amatria y Anguera (in press)

La técnica de análisis de coordenadas polares fue desarrollada por Sackett (1980) siendo mejorada por Anguera (1997), y aunque existen trabajos conceptuales (Anguera y Losada, 1999) y empíricos de décadas anteriores (Gorospe, 1999, 2000; Gorospe y Anguera, 2000; Hernández-Mendo y Anguera, 1998, 1999) sobre las coordenadas polares, el empleo de este análisis en las Ciencias del Deporte es reciente (Anguera y Hernández-Mendo, 2015). En los últimos años se ha mostrado un gran interés por su aplicación, debido a sus características y posibilidades, absolutamente idóneas para el tipo de análisis

propuesto (Amatria, Maneiro, Pérez-Turpin, Gomis-Gomis, Elvira-Aranda y Suárez-Llorca, 2019; Aragón, Lapresa, Arana, Anguera y Garzón, 2017; Castañer et al., 2016; Castañer et al., 2017; Castellano y Hernández-Mendo, 2003; Lago-Peñas y Anguera 2002; López, Valero, Anguera, y Díaz, 2016; López-López, Menescardi, Estevan, Falcó, y Hernández-Mendo, 2015; Maneiro y Amatria, 2018; Maneiro et al., 2018; Morillo-Baro, Reigal, y Hernández-Mendo, 2015; Riveiro-Bozada, García-García, Serrano-Gómez, Morales-Sánchez, López-López y Hernández-Mendo, 2016; Sousa, Prudente, Sequeira, López-López, y Hernández-Mendo, 2015; Tarragó et al., 2017).

El punto de partida de la técnica de análisis de coordenadas polares son los residuos ajustados obtenidos mediante el análisis secuencial de retardos (Bakeman, 1978), obtenidos tanto prospectivamente (retardos positivos) como retrospectivamente (retardos negativos), y considerando el mismo número de retardos. Estos residuos ajustados, siguiendo la propuesta de Sackett (1980), se estandarizan y mediante la utilización del parámetro  $Z_{sum}$  (Cochran, 1954) se posibilita la vectorialización de las relaciones estadísticas de asociación entre la conducta focal (conducta central que se toma como referencia) y las conductas condicionadas (todas aquellas respecto a las que se desea conocer su conexión con la conducta focal).

El parámetro  $Z_{sum}$  se obtiene mediante la fórmula  $Z_{sum} = \frac{\sum Z}{\sqrt{n}}$ , siendo  $Z$  cada uno de los residuos ajustados estandarizados obtenidos respecto a la relación asociativa existente entre la conducta focal y una conducta condicionada en cada uno de los retardos considerados, y siendo  $n$  el número de retardos. Se puede aplicar la propuesta de Cochran (1954), porque el cálculo del  $Z_{sum}$  se realiza separadamente para cada retardo (sean prospectivos o retrospectivos). En consecuencia, el parámetro  $Z_{sum}$  permite obtener un

valor para cada conducta condicionada, tanto desde la vertiente prospectiva como retrospectiva. Para materializar la vectorialización, se precisa calcular la longitud y el ángulo de cada vector (Sackett, 1980), que nos indica la conexión entre la conducta focal y cada conducta condicionada.

La longitud de cada vector equivale al valor de la hipotenusa de un triángulo rectángulo en que las respectivas *Zsum* prospectiva y retrospectiva correspondería al valor de los catetos, es decir  $Longitud = \sqrt{(ZsumP)^2 + (ZsumR)^2}$ , y el ángulo se obtiene mediante una función trigonométrica según la cual  $\phi = \frac{arc\ sen\ ZsumR}{Longitud}$

Después se procede a una transformación del valor del ángulo ( $\phi$ ) en función del cuadrante, que se halla identificado por el ‘juego’ de los signos positivo y/o negativo de los valores de las *Zsum* prospectiva (eje de abscisas) y retrospectiva (eje de ordenadas), Tal como se indica en la Tabla 5.10

Tabla 5.10. Transformación del ángulo de los vectores en el análisis de coordenadas polares.

Cuadrante	Signo del Zsum Prospectivo	Signo del Zsum Retrospectivo	Significado interpretativo
<b>I</b>	+	+	La conducta focal y la condicionada se activan mutuamente
<b>II</b>	-	+	La conducta focal inhibe a la condicionada, y ésta activa a la focal
<b>III</b>	-	-	La conducta focal y la condicionada se inhiben mutuamente
<b>IV</b>	+	-	La conducta focal activa a la condicionada, y ésta inhibe a la focal

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de los parámetros y la representación gráfica de los vectores, para su posterior interpretación, se puede realizar mediante el programa libre HOISAN (López-López et al., 2015) y también en el programa R (Rodríguez-Medina et al., 2019). De esta forma los vectores que ocupan el primer cuadrante (Cuadrante I) revelan que las conductas focal y condicionada se activan mutuamente, los vectores que ocupan el segundo cuadrante (Cuadrante II) indican que la conducta focal inhibe a la conducta condicionada pero no al revés, los vectores que se ubican en el tercer cuadrante (Cuadrante III) muestran que ambas conductas, focal y condicionada, se inhiben mutuamente, y por último los vectores que ocupan el cuarto cuadrante (Cuadrante IV) significan que la conducta focal activa a la conducta condicionada pero no al revés (Figura 5.17).

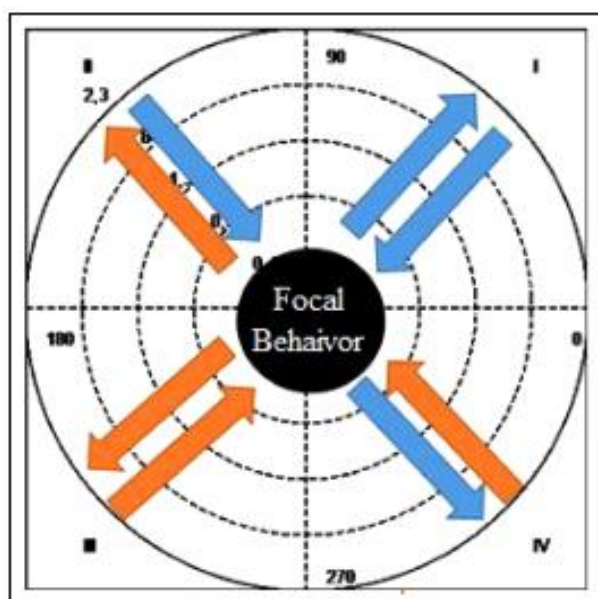


Figura 5.17. Relaciones de activación e inhibición entre la conducta focal y las conductas de apareo acorde al cuadrante donde están localizadas. Fuente: Maneiro et al. (2019).

Una vez calculados los parámetros  $Z_{sum}$  prospectivos retrospectivos correspondientes a cada día formado por la conducta focal y cada conducta condicionada, se hayan la longitud y el ángulo del vector.

- a) La longitud del vector se corresponde con la distancia entre el origen de coordenadas  $Z_{sum}$  (0,0) y el punto de intersección (en abscisas, el valor  $Z_{sum}$  de la conducta focal; y en ordenadas, el valor  $Z_{sum}$  correspondiente a la conducta condicionada); por lo tanto, la diagonal que configura la longitud del vector se obtiene calculando la raíz cuadrada de la suma del  $Z_{sum}$  prospectivo al cuadrado más el  $Z_{sum}$  retrospectivo al cuadrado :  $\sqrt{X^2 + Y^2}$ . Las relaciones se consideren significativas ( $p < .05$ ) deben obtenerse longitudes superiores a 1.96.
- b) El ángulo del vector correspondiente a la relación entre la conducta focal y la conducta condicionada, se corresponde con el valor del arco seno  $Z_{sum}$  retrospectivo dividido por el radio ( $\phi = \text{arco seno de } Y/\text{Radio}$ ). El valor final del ángulo depende del cuadrante en que se sitúa la categoría condicionada en función del valor positivo o negativo del  $Z_{sum}$  prospectivo (X) y retrospectivo (Y): cuadrante I ( $0^\circ < \phi < 90^\circ$ ) =  $\phi$ ; cuadrante II ( $90^\circ < \phi < 180^\circ$ ) =  $180^\circ - \phi$ ; cuadrante III ( $180^\circ < \phi < 270^\circ$ ) =  $180^\circ + \phi$ ; cuadrante IV ( $270^\circ < \phi < 360^\circ$ ) =  $360^\circ - \phi$ .

Por último, es posible elegir entre realizar representación vectorial con el propio programa HOISAN (Hernández-Mendo et al., 2012), o utilizar la alternativa que proporciona el paquete estadístico R (Figura 5.16) (Rodríguez-Medina et al., 2019).

### 5.2.7.2.3 Estudio 3. T-Patterns

Una de las técnicas de análisis más importantes para la detección de estructuras de comportamiento ocultas, o que no se presentan a simple vista, es la detección de *T-patterns*. Esta técnica se centra en el algoritmo desarrollado por Magnusson (1996, 2000, 2020), que permite la detección de estructuras regulares “temporales y secuenciales” de conducta.



En la detección de *T-Patterns*, el análisis secuencial permite la detección de estructuras estables en cuanto a acciones motrices y técnicas desarrolladas, como a las interacciones establecidas entre los jugadores. Por otra parte, este tipo de análisis permite representar el dendograma correspondiente a acciones que ocurren en el mismo orden, con distancias en cuanto a número de *frames* que permanecen relativamente invariantes, siempre dentro del intervalo crítico temporal fijado previamente (Anguera, 2004, 2005b).

La estructura *T-Pattern* (Figura 5.18) es una construcción estadística, que se manifiesta a partir de una combinación de eventos, que ocurren en el mismo orden con distancias temporales entre sí (denominados intervalo crítico), que se mantienen relativamente invariantes en relación a la hipótesis nula de que cada componente de que cada componente es independiente y está distribuido aleatoriamente en el tiempo (Lapresa et al., 2015)<sup>72</sup>.

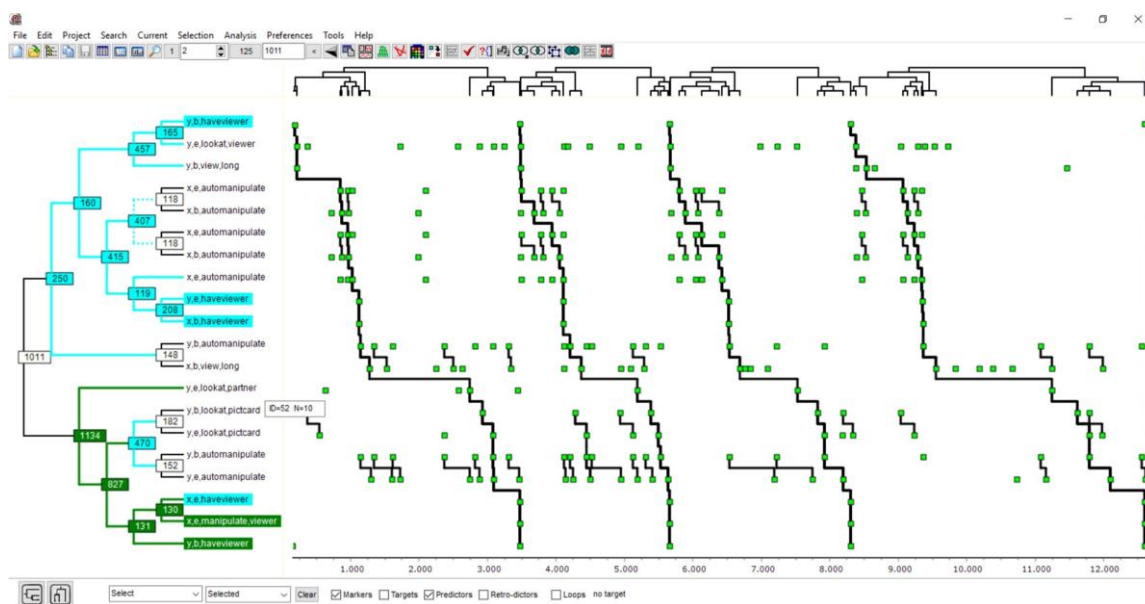


Figura 5.18. Representación de la detección de T-Patterns. Fuente: Magnusson (2020).  
Con permiso del autor

<sup>72</sup> De acuerdo con Magnusson (2000, p.94-95, en Lapresa et al., 2015), “si A es el componente anterior y B el posterior de un mismo patron temporal que se repite, entonces despues de una ocurrencia de A en el tiempo t, hay un intervalo  $[t+d1, t+d2]$  ( $d2 \geq d1 \geq d0$ ) que tiende a contener al menos una ocurrencia de B mas a menudo de lo que se esperaria por azar”.

En los últimos años ha sido creciente el interés por la búsqueda de regularidades (Vilar, Araújo, Davids, y Bar-Yam, 2012; Vilar, Araújo, Davids, y Button, 2012), habiéndose desarrollado desde diferentes alternativas metodológicas. La detección de *T-patterns* cuenta con un respaldo conceptual y un importante apoyo a nivel informático con el programa THEME (Anguera, 2004). En la actualidad es la técnica de análisis de datos observacionales más utilizada (Anguera y Hernández-Mendo, 2015). Sirva como ejemplo de la amplia aplicabilidad del programa Theme (Magnusson, 2000) la mención de los siguientes trabajos: Amatria, Lapresa, Arana, Anguera, y Jonsson, (2017); Amatria et al., (2019); Anguera y Jonsson (2003); Borrie, Jonsson y Magnusson (2001); Fernández, Camerino, Anguera y Jonsson (2009); García-Fariña, Jiménez y Anguera (2018); Iglesias, Rodríguez-Zamora, Chaverri, Clapés, Rodríguez y Anguera (2015); Lapresa, Alsasua, Arana, Anguera, y Garzón (2014); Lapresa, Arana, Anguera, y Garzón (2013); Magnusson, Burgoon y Casarrubea (2016); Sarmiento, Bardley, Anguera, Polido, Resende y Campaniço (2016); Tarragó, Iglesias, Michavila, Chaverri, Sanchis y Anguera (2015); y Zurloni, Cavallera, Diana, Elia, y Jonsson (2014).

En concreto, para el presente trabajo, se ha empleado la versión libre THEME.Edu

#### **5.2.7.2.4 Estudio 4. Modelo Lineal Generalizado y Teoría de la Generalizabilidad**

El fundamento de gran parte de las pruebas estadísticas se encuentra en el Modelo Lineal General o clásico (López-González y Ruiz-Soler, 2011). Fue propuesto inicialmente por Nelder y Wedderburn (1972).

Un Modelo Lineal Generalizado (GLM) permite analizar, entre otras cosas, la variabilidad de los datos. Es una generalización flexible de la regresión lineal, que incluye variables de respuesta que tienen modelo de distribución de errores diferentes de una distribución normal. El GLM surge de la necesidad de expresar cuantitativamente las

relaciones entre un conjunto de variables, en el que una de ellas es la variable dependiente, y el resto de variables independientes.

Por otro lado, a través de la Teoría de la Generalizabilidad (en adelante, TG) (Cronbach et al., 1972), se pretende analizar las diferentes fuentes de variación que pueden estar afectando a la medida, así como estimar el error de muestreo de los comportamientos recogidos. La TG permite buscar estimaciones de fiabilidad y márgenes de error, ya que se está globalizando lo suficiente como para adaptarse a las condiciones particulares de cada objeto de medición, en este caso el fútbol de alto rendimiento.

La esencia de la teoría es el postulado de que en cualquier situación de medida existen múltiples (de hecho, infinitas) fuentes de variación (denominadas facetas en dicha teoría). Uno de los objetivos importantes de la medición es intentar identificar y medir los componentes de variancia que están aportando error a una estimación y, entonces, implementar estrategias que reduzcan la influencia de estas fuentes de error sobre la medida. En definitiva, estamos ante un práctico enfoque de entender las diferentes fuentes de variación que pueden estar afectando a un dato observacional.

#### **5.2.7.2.5 Estudio 5. Prueba *post hoc* de Kruskal-Wallis, modelo de Regresión logística y T de Welch**

##### **Kruskal-Wallis**

El test de Kruskal-Wallis, también conocido como test H, es la alternativa no paramétrica al test ANOVA de una vía para datos no pareados. Se trata de una extensión del test de Mann-Whitney para más de dos grupos. Se trata por lo tanto de un test que emplea rangos para contrastar la hipótesis de que  $k$  muestras han sido obtenidas de una

misma población. Bajo ciertas simplificaciones puede considerarse que el test de Kruskal-Wallis compara las medianas.

H<sub>0</sub>: todas las muestras provienen de la misma población (distribución).

H<sub>A</sub>: Al menos una muestra proviene de una población con una distribución distinta.

El test de Kruskal-Wallis es el test adecuado cuando los datos tienen un orden natural, es decir, cuando para darles sentido tienen que estar ordenados o bien cuando no se satisfacen las condiciones para poder aplicar un ANOVA.

Para llevarla a cabo, se tienen que dar una serie de condiciones:

- a) No es necesario que las muestras que se comparan provengan de una distribución normal.
- b) Homocedasticidad: dado que la hipótesis nula asume que todos los grupos pertenecen a una misma población y que por lo tanto tienen las mismas medianas, es requisito necesario que todos los grupos tengan la misma varianza. Se puede comprobar con representaciones gráficas o con los test de Levene o Bartlett.
- c) Misma distribución para todos los grupos: la distribución de los grupos no tiene que ser normal, pero ha de ser igual en todos (por ejemplo, que todos muestren asimetría hacia la derecha)

### **Regresión logística**

La Regresión Logística forma parte de los llamados modelos lineales generalizados y trata de estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento binario (éxito/fracaso, cara/cruz) en función de una serie de variables predictoras.

La Regresión Logística Simple, desarrollada por David Cox en 1958, es un método de regresión que permite estimar la probabilidad de una variable cualitativa

binaria en función de una variable cuantitativa. Una de las principales aplicaciones de la regresión logística es la de clasificación binaria, en el que las observaciones se clasifican en un grupo u otro dependiendo del valor que tome la variable empleada como predictor.

Es importante tener en cuenta que, aunque la Regresión Logística permite clasificar, se trata de un modelo de regresión que modela el logaritmo de la probabilidad de pertenecer a cada grupo. La asignación final se hace en función de las probabilidades predichas. Permite además calcular la probabilidad de que la variable dependiente pertenezca a cada una de las dos categorías en función del valor que adquiera la variable independiente.

### **Corrección de Welch**

Si la varianza no es homogénea el test adecuado es un ANOVA con corrección de Welch.

El test de Welch es uno de los test más utilizados en estadística para comparar las observaciones de 2 grupos. Si no se puede aceptar la homocedasticidad, se recurre a lo que se conoce como ANOVA heterodástica que emplea la corrección de Welch. El contraste de hipótesis de un test de Welch en R es:

H0: ambos grupos presentan medias iguales y no tienen diferencias significativas.

H1: ambos grupos presentan medias diferentes y tienen diferencias significativas.

Para realizar un test de Welch, es necesario que los datos cumplan unos requisitos, como por ejemplo que ambas muestras se distribuyan siguiendo una distribución normal y que sus varianzas sean diferentes (heterocedásticas).

## **CAPÍTULO VI.**

### **Conclusiones**



El presente trabajo fue planteado con el propósito de alcanzar un conocimiento más profundo sobre la utilización y el ajuste de la Metodología Observacional como una metodología óptima en el estudio de la motricidad humana y el Deporte.

Este objetivo inicial dio lugar a tres objetivos de carácter más específico, correspondiendo cada uno de ellos con un tipo de análisis diferente. En primer lugar, se pretendió poner a prueba la versatilidad de los datos de naturaleza observacional y su ajuste idóneo a diferentes técnicas multivariantes; en segundo lugar, se implementó la utilización de la técnica Coordenadas Polares en el Deporte de alto nivel, analizando las conductas prospectivas y retrospectivas de un jugador y su relación con el entorno; y, por último, emplear la técnica de *T-Patterns* para descubrir y describir los patrones estructurales de conducta en el Deporte de alto nivel, conceptualizando al equipo entero como un todo indivisible.

Desde un punto de vista teórico, el presente trabajo pretende aportar una descripción de cada uno de los pasos metodológicos realizados, así como también de las decisiones tomadas. No es empresa en este estudio la descripción detallada de los pasos de la Metodología Observacional, ya que desde hace 30 años está sobradamente contrastada y publicada en diferentes revistas de prestigio y congresos internacionales (Anguera, 1979, 1988, 1999, 2003, 2004, 2005, 2009, 2017, 2020).

Por otro lado, desde un punto de vista aplicado, los resultados de los cinco estudios presentados pueden servir para ampliar el conocimiento en torno a diferentes aspectos del fútbol (posesiones de balón, acciones a balón parado, la variabilidad espacial, el análisis del equipo entendido como un todo, y el análisis de jugador con respecto a las relaciones con el entorno), así como disponer de mayor evidencia científica sobre un tipo de fútbol que está experimentando una imparable fortaleza y crecimiento: el fútbol femenino.



Las conclusiones que se derivan de los resultados obtenidos pueden resumirse en cinco:

- 1- La Metodología Observacional es la metodología idónea para el análisis del fútbol de alto nivel, al permitir integrar y dotar de significado a los datos cuantitativos y cualitativos.
- 2- Los datos obtenidos mediante la observación sistemática se ajustan de manera idónea a la realización de diferentes análisis multivariados.
- 3- Los resultados disponibles confirman trabajos previos, sobre la idoneidad de la técnica de Coordenadas Polares y *T-Patterns* para el análisis del fútbol de alto nivel
- 4- La Metodología Observacional se complementa de manera adecuada con las perspectivas dinámico-ecológica de los deportes de equipo, y la teoría de sistemas.
- 5- Los resultados de los estudios presentados pueden ayudar a mejorar la toma de decisiones de los entrenadores, preparadores físicos y departamentos científicos de los equipos de fútbol en la preparación de los equipos y de los futbolistas.

---

## **CAPÍTULO VII.**

**Limitaciones, fortalezas y futuras líneas de  
investigación**

---



## Limitaciones

Por lo que respecta a las limitaciones del presente trabajo, es importante advertir que no se ha llevado a cabo una observación indirecta, ni se ha realizado un instrumento de observación indirecto, tal como aconseja la metodología *mixed methods* (Anguera et al., 2018). Los motivos de esta decisión han girado en torno a:

- La Ciencia es una actividad pausada, y sus pasos son lentos. Esto permite disponer de estudios científicos de calidad, pero se ve dilatado el proceso editorial de revisión y publicación. Los márgenes temporales de los programas de doctorado exigen un ajuste óptimo a sus plazos.
- El presente trabajo se aborda desde el formato “compendio de publicaciones”, lo que conlleva a que se realicen varias investigaciones diferentes. Si bien el hilo conductor es el mismo en todas ellas, la división de esfuerzos en los cinco estudios ha propiciado que la premura del tiempo para ajustarse a los márgenes temporales ha imposibilitado abordar la observación indirecta.

A pesar de la imposibilidad de abordar la observación indirecta, la presente tesis doctoral mantiene su encaje dentro de la perspectiva *mixed methods*. Diferentes trabajos metodológicos han avalado a la Metodología Observacional como *mixed methods* en sí misma (Camerino et al., 2012; Castañer, Camerino y Anguera, 2013; Anguera et al., 2014; Anguera y Hernández-Mendo, 2016).

Otra limitación ha sido la imposibilidad de incluir la verificación metodológica propuesta por Chacón-Moscoso et al., (2019) en todos los estudios del presente trabajo. Esta *checklist* únicamente ha sido posible abordarla en el Estudio 4. El motivo ha sido que cuatro de los cinco estudios han sido publicados previamente a la publicación de Chacón-

Moscoso et al. Pero como se ha detallado en el apartado 5.3, esto no menoscaba la calidad metodológica de los restantes estudios, ya que en todos ellos al menos uno de los coautores o coautoras es experto en esta metodología.

### **Fortalezas**

Las fortalezas que se desprenden del presente estudio pueden resumirse en siete:

En primer lugar, y a nivel metodológico, los resultados disponibles permiten confirmar la alternativa de la Metodología Observacional como la metodología idónea para el estudio del Deporte.

En segundo lugar, se ha implementado (al menos en uno de los estudios) una *checklist* preliminar tal como sugieren Chacón-Moscoso et al., (2019), para corroborar que se han seguido y respetado cada uno de los pasos metodológicos de manera eficaz. Esto puede permitir a futuros trabajos disponer de un ejemplo de cómo se implementa esta cotejación metodológica en las Ciencias del Deporte.

En tercer lugar, ha permitido ampliar el número de publicaciones científicas sobre el fútbol femenino, sobre todo en lo que se refiere a las acciones a balón parado.

En cuarto lugar, y a nivel aplicado, ha permitido conocer que los jugadores de fútbol de alto rendimiento no solo gestionan lo aparentemente visible a simple vista: compañeros, rivales y balón, sino que también gestionan la variabilidad del espacio de juego (Estudio 4), el resultado parcial (Estudio 5) y la interacción con el despliegue táctico defensivo rival (Estudio 1).

En quinto lugar, se ha intentado complementar e integrar a nivel teórico los postulados de la teoría de sistemas, y la teoría dinámico-ecológica, con los principios metodológicos de la Metodología Observacional.

En sexto lugar, se ha detallado de forma teórica diferentes evidencias extraídas de investigaciones rigurosas, que posicionan a los *mixed methods* como una potente alternativa a las clásicas metodologías de las Ciencias del Deporte.

En séptimo lugar, es importante destacar que cuatro de los cinco estudios recogidos en el presente trabajo de investigación se han publicado en revistas *open access*. Esto puede suponer una mayor facilidad de acceso a los investigadores, entrenadores y población interesada en los estudios presentados, eliminando las barreras que puede suponer el clásico modelo *pay per read*.

### **Futuras líneas de investigación**

Por último, las futuras líneas de investigación están en consonancia con las limitaciones señaladas anteriormente. En primer lugar, es fundamental que los estudios que aborden la temática del Deporte de alto nivel, se realicen desde la perspectiva *mixed methods*. Además, los beneficios que se podrán obtener mediante la implementación de la observación indirecta permitirán una mayor y más eficaz aproximación a la realidad del Deporte, mediante la utilización de entrevistas estructuradas.

El fútbol femenino debe continuar con su crecimiento social, económico y sobre todo deportivo y científico. Los y las investigadores deportivos deben continuar centrándose en esta modalidad de Deporte, con la finalidad de proponer nuevos modelos de entrenamiento y rendimiento.

La propuesta desde el presente trabajo del instrumento de observación desarrollado para los Estudios 2, 3 y 4 ha permitido alcanzar los objetivos propuestos, y además ha tenido una buena acogida en cuatro revistas científicas diferentes. Los estudios

prospectivos disponen de una herramienta avalada y contrastada para continuar profundizando en los aspectos tácticos del fútbol, masculino y femenino.

Por otro lado, es fundamental continuar con el ajuste predictivo de los análisis multivariados. El carácter dinámico y no lineal de los deportes colectivos supone un auténtico desafío para la Ciencia a la hora de predecir o proponer modelos facilitadores del éxito. Es muy importante la incorporación de nuevos criterios y categorías, refinar más el diseño de las investigaciones y continuar profundizando en la estadística, para ayudar a reducir el componente de error en los diferentes modelos.

La concepción de los deportes individuales y colectivos desde la perspectiva de la dinámica ecológica y la teoría de sistemas debe continuar dando pasos hacia una consolidación definitiva.

Para terminar, es importante señalar que la Ciencia y la investigación son el viaje más fecundo y apasionante que cualquier persona puede emprender en su crecimiento personal y profesional. Cualidades como la curiosidad y el esfuerzo son comunes a todo investigador que se precie. Pero muy probablemente, nada de lo anterior tenga sentido sin las personas que nos acompañan, y que continuamente nos retroalimentan y empujan hacia metas que difícilmente podríamos alcanzar en solitario.

El presente trabajo se ha llevado a cabo gracias al esfuerzo de diferentes investigadores e investigadoras del más alto nivel y rigor académico, de los cuales el que escribe tuvo la suerte de aprender y compartir cientos de horas de labor científica.

*Si he podido ver más lejos, es porque me subí A Hombros de Gigantes.*

---

## **CAPÍTULO VIII.**

### **Agradecimientos institucionales**

---





El autor agradece el apoyo del subproyecto *Enfoque de método mixto en el análisis de rendimiento (en entrenamiento y competición) en el Deporte de élite y academia* [PGC2018-098742-B-C33] (2019-2021) (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, / Agencia Estatal de Investigación / Fondo Europeo de Desarrollo Regional ), que forma parte del proyecto coordinado *New approach of research in physical activity and sport from mixed methods perspective* (NARPAS\_MM) [SPGC201800X098742CV0].



---

## **CAPÍTULO IX.**

### **Referencias**

---



- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability y validity of ratings. *Educational y Psychological Measurement*, 45, 131-142.
- Alcock, A. (2010). Analysis of direct free kicks in the women's football World Cup 2007. *European Journal of Sport Sciences*, 10(4), 279-284.
- Almeida, C. H., Ferreira, A. P., y Volossovitch, A. (2014). Effects of match location, match status y quality of opposition on regaining possession in UEFA champions league. *Journal of Human Kinetics*. 41, 203–214. doi: 10.2478/hukin-2014-0048
- Alonso, C. J. (2004). *La agonía del cientificismo. Una aproximación a la filosofía de la ciencia*. Navarra: Eunsa.
- Alsasua, R., Lapresa, D., Arana, J., y Anguera, M. T. (2019). A log-linear analysis of efficiency in elite basketball applied to observational methodology. *International Journal of Sports Science y Coaching*, 14(3), 363-371. <https://doi.org/10.1177/1747954119837819>
- Álvarez-Méndez, J.M. (1986). Investigación cuantitativa / investigación cualitativa: ¿Una falsa disyuntiva? En T.D. Cook y Ch. S. Reichardt (Coords.), *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa* (pp. 9-23). Madrid: Morata.
- Amatria, M., Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M. T., y Jonsson, G.K. (2017). Detection y selection of behavioral patterns using Theme: a concrete example in grassroots soccer. *Sports*, 5(20), 2-16. doi :10.3390/sports5010020.
- Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019a). Analysis of successful offensive play patterns by the Spanish soccer team. *Journal of Human Kinetics*, 69, 191-200. doi: 10.2478/hukin-2019-0011.
- Amatria, M., Maneiro, R., y Anguera, M. T. (2019b). Analysis of the Success of the Spanish National Team in UEFA-Euro 2012. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 137, 85-102. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es. (2019/3).137.07

- Amatria, M., Maneiro, R., Pérez-Turpin, J. A., Gomis-Gomis, M. J., Elvira-Arya, C., y Suárez-Llorca, C. (2019). Technical-Tactical Analysis of The Players of the Left y Right Wing in Elite Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 233-244.
- Ander-Egg, E. (1990), Técnicas de investigación social. México: El ateneo
- Anguera, M. T. (1979). Observational Typology. *Quality y Quantity. European-American Journal of Methodology*, 13(6), 449-484.
- Anguera, M. T. (1985). Posibilidades de la metodología cualitativa versus cuantitativa. *Revista de Investigación educativa*, 3(6), 127-144
- Anguera, M. T. (1988). *Observación en la escuela*. Barcelona: Graó.
- Anguera, M. T. (1990). Metodología Observacional. En J. Arnau, M. T. Anguera y J. Gómez. Metodología de la investigación en Ciencias del Comportamiento (pp. 125-236). Murcia: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Anguera, M. T. (Ed.) (1991). *Metodología Observacional en la investigación psicológica*. Barcelona: P.P.U., vol. I.
- Anguera, M. T. (Ed.) (1993). *Metodología Observacional en la investigación psicológica*. Barcelona: P.P.U., vol. II.
- Anguera, M. T. (1997). From prospective patterns in behaviour to joins análisis with retrospective perspective. Colloque sur invitation "Méthodologie d'analyse des interactions sociales". Université de la Sorbonne. París.
- Anguera, M. T. (1999). Hacia una evaluación de la actividad cotidiana y su contexto: ¿Presente o futuro para la metodología? Discurs d'ingrés com acadèmica numeraria electa. Barcelona: Reial Acadèmia de Doctors. [Reimpreso (2001) en A. Bazán Ramírez y A. Arce Ferrer (Eds.), *Estrategias de Evaluación y Medición del Comportamiento en Psicología* (pp. 11-86). México: Instituto Tecnológico de Sonora y Universidad Autónoma de Yucatán

- Anguera, M. T. (2000). Del registro narrativo al análisis cuantitativo: Radiografía de la realidad perceptible. En *Ciencia i cultura en el segle XXI. Estudis en homenatge a Josep Casajuana* (pp. 41-71). Barcelona: Reial Academia de Doctors.
- Anguera, M. T. (2003). Observational Methods (General). In R. Fernández-Ballesteros (Ed.), *Encyclopedia of Psychological Assessment*, Vol. 2 (pp. 632-637). London: Sage.
- Anguera, M. T. (2004). Hacia la búsqueda de estructuras regulares en la observación del fútbol: detección de patrones temporales. *Cultura, Ciencia y Deporte: revista de ciencias de la actividad física y del Deporte de la Universidad Católica de San Antonio*, (1), 15-20.
- Anguera, M. T. (2005a). Registro y análisis de datos al servicio de la comprensión de la complejidad en deportes de equipo. En R. Martín Acero y C. Lago (Coords.), *Deportes de equipo. Comprender la complejidad para elevar el rendimiento* (pp. 127-142). Barcelona: Inde.
- Anguera, M. T. (2005b). Microanalysis of T-patterns. Analysis of symmetry/assymetry in social interaction. In L. Anolli, S. Duncan, M. Magnusson y G. Riva (Eds.), *The hidden structure of social interaction. From Genomics to Culture Patterns* (pp. 51-70). Amsterdam: IOS Press
- Anguera, M. T. (2008). Diseños evaluativos de baja intervención. En M. T. Anguera, S. Chacón y A. Blanco-Villaseñor (Coords), *Evaluación de programas sanitarios y sociales. Abordaje metodológico* (pp. 153-184). Madrid: Síntesis.
- Anguera, M. T. (2009). Methodological observation in sport: Current situation y challenges for the next future. *Motricidade*, 5(3), 15-25.
- Anguera, M. T. (2017). Transiciones interactivas a lo largo de un proceso de desarrollo: Complementariedad de análisis. En C. Santoyo (Coord.), *Mecanismos básicos de toma de decisiones: Perspectivas desde las ciencias del comportamiento y del desarrollo* (pp. 179-213). México: CONACYT 178383/UNAM. I.S.B.N. 978-607-02-9426-6.



- Anguera, M. T. (2020). Is It Possible to Perform “Liquefying” Actions in Conversational Analysis? The Detection of Structures in Indirect Observation. In L. Hunyadi y I. Szekrényes (Ed.), *The Temporal Structure of Multimodal Communication* (pp. 45-67). Intelligent Systems Reference Library, vol. 164. Springer Cham. DOI [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22895-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22895-8_3)
- Anguera, M. T. (en prensa). Desarrollo la observación indirecta: Alcance, proceso, y habilidades metodológicas en el análisis de textos. En C. Santoyo (Coord.), *Patrones de habilidades metodológicas y conceptuales de análisis, evaluación e intervención en ciencias del comportamiento*. Ciudad de México: UNAM/PAPIIT, IN306715.
- Anguera, M. T. y Blanco-Villaseñor, A. (2003). Registro y codificación del comportamiento deportivo. *EFDeportes*, 14(2), 6-34 ([www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com)) [Reimpreso en A. Hernández Mendo (Coord.) (2005). *Psicología del Deporte, Vol. II, Metodología* (pp. 33-66). Sevilla: Wanceulen].
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Hernández-Mendo, A. y Losada, J.L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del Deporte. *Cuadernos de psicología del Deporte*, 11(2), 63-76.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A. y Losada, J.L. (2001). Diseños observacionales, cuestión clave en el proceso de la Metodología Observacional. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 3(2), 135-160.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, Á., Losada, J. L., & Hernández, A. (2000). La metodología observacional en el deporte: conceptos básicos. *Efdeportes.com*, (24). Recuperado a partir de <http://www.efdeportes.com/efd24b/obs.htm>.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L. y Sánchez-Algarra, P. (1999). Análisis de la competencia en la selección de observadores. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 1 (1), 95-114
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., Sánchez-Algarra, P., y Onwuegbuzie, A. J. (2018). Revisiting the Difference Between Mixed Methods and Multimethods:

- ¿Is It All in the Name? *Quality y Quantity*, 52, 2757-2770. doi: 10.1007/s11135-018-0700-2. <https://doi.org/10.1007/s11135-018-0700-2>
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., y Portell, M. (2018). Pautas para elaborar trabajos que utilizan la Metodología Observacional. *Anuario de Psicología*, 48, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.anpsic.2018.02.001>
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., y Sánchez-Algarra, P. (2019). Análisis del intercambio comunicativo: Planteamiento innovador del quantizing. *Congresso Ibero-Americano em Investigaçao Qualitativa (CIAIQ2019)*. Lisboa, Portugal: CIAIQ.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., y Sánchez-Algarra, P. (2020). Integración de elementos cualitativos y cuantitativos en metodología observacional. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, (49), 49-70.
- Anguera, M. T., Camerino, O., Castañer, M., Sánchez-Algarra, P., y Onwuegbuzie, A. J. (2017). The Specificity of Observational Studies in Physical Activity y Sports Sciences: Moving Forward in Mixed Methods Research y Proposals for Achieving Quantitative y Qualitative Symmetry. *Frontiers in Psychology*, 8:2196. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02196.
- Anguera, M. T., Camerino, O., Castañer, M., y Sánchez-Algarra, P. (2014). Mixed methods en actividad física y Deporte. *Revista de Psicología del Deporte*, 23 (1), 123 -130.
- Anguera, M. T., Castañer, M., Portell, M., Sánchez-Algarra, P., y Camerino, O. (in press). Integration Applications in Physical Activity y Sport. In A.J. Onwuegbuzie y J. Hitchcock (Eds.), *The Routledge Handbook for Advancing Integration in Mixed Methods Research*. London: Routledge.
- Anguera, M. T., Chacón, S. y Blanco-Villaseñor, A. (Eds.) (2008). *Evaluación de programas sociales y sanitarios: Un abordaje metodológico*. Madrid: Síntesis.
- Anguera, M. T. y Flores Herrera, L.M. (en prensa). Metodología Observacional aplicada al Deporte. En L.M. Flores Herrera y M. Bustos Aguayo (Eds). *Aplicaciones de*

*observación sistemática en contextos familiares, recreativos y escolares*. México: UNAM, FES Zaragoza.

Anguera, M. T. y Hernández-Mendo, A. (2013). La Metodología Observacional en el ámbito del Deporte. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 9(3), 135-160.

Anguera, M. T., y Hernández-Mendo, A. (2015). Técnicas de análisis en estudios observacionales en Ciencias del Deporte. *Cuadernos de psicología del Deporte*, 15(1), 13-30.

Anguera, M. T. y Hernández-Mendo, A. (2016). Avances en estudios observacionales en Ciencias del Deporte desde los *mixed methods*. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(1), 17-30.

Anguera, M. T. y Izquierdo, C. (2006). Methodological approaches in human communication: From complexity of perceived situation to data analysis. In G. Riva, M. T. Anguera, B.K. Wiederhold y F. Mantovani (Coord.), *From Communication to Presence. Cognition, Emotions y Culture towards the Ultimate Communicative Experience* (pp. 203-222). Amsterdam: IOS Press.

Anguera, M. T. y Jonsson, G.K. (2003). Detection of real time patterns in sport: Interactions in football. *International Journal of Computer Science in Sport*, 2(2), 118-121.

Anguera, M.T. y Losada, J.L. (1999). Reducción de datos en marcos de conducta mediante la técnica de coordenadas polares. En M. T. Anguera (Ed.), *Observación de la conducta interactiva en situaciones naturales: Aplicaciones* (pp. 163-188). Barcelona: E.U.B.

Anguera, M. T., Magnusson, M. S., y Jonsson, G. K. (2007). Instrumentos no estándar. *Avances en Medición* 5, 63–82.

Anguera, M. T, Portell, M., Chacón-Moscoso, S. y Sanduvete-Chaves, S. (2018) Indirect Observation in Everyday Contexts: Concepts y Methodological Guidelines within a Mixed Methods Framework. *Frontiers in Psychology*, 9:13. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00013

- Anguera, M. T., Portell, P., Hernández-Mendo, A., Sánchez-Algarra, P., y Jonsson, G. K. (in press). Diachronic analysis of qualitative data. In A.J. Onwuegbuzie y B. Johnson (Eds.), *Reviewer's Guide for Mixed Methods Research Analysis*. London: Routledge.
- Aquino, R., Martins, G., Vieira, L. H. P., y Menezes, R. P. (2017). Influence of match location, quality of opponents, y match status on movement patterns in Brazilian professional football players. *Journal of Strength and Conditional Research*, 31(8), 2155-2161.
- Aracil, J. (1986). *Máquinas, sistemas y modelos. Un ensayo sobre sistemática*. Madrid: Tecnos.
- Aragón, S., Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M. T., y Garzón, B. (2017). An example of the informative potential of polar coordinate análisis: sprint tactics in elite 1500m track events. *Measurement in Physical Education & Exercise Science*, 16(3), 279-286. doi: 10.1080/1091367X.2016.1245192
- Arana, J., Lapresa, D., Anguera, M. T. y Garzón, B. (2013). Adapting football to the child: an application of the logistic regression model in observational methodology. *Quality & Quantity*, 47(6), 3473-3480.
- Araújo, D., Davids, K., y Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport & Exercise*, 7(6), 653–676. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.07.002>
- Araújo, D., y Davids, K. (2016). Team synergies in sport: theory y measures. *Frontiers in Psychology*, 7, 1449. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01449>
- Ardá, A., Maneiro, R., Rial, A., Losada, J.L. y Casal, C. (2014). Análisis de la eficacia de los saques de esquina en la copa del mundo de fútbol 2010. Un intento de identificación de variables explicativas. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 165-172.
- Arregui, M. O. (2015). Francis Bacon y el Novum Organum. *ArtyHum: Revista Digital de Artes y Humanidades*, (13), 64-72.

- Azcárraga, J.A. (1997). *En torno al conocimiento científico: Ciencia y sociedad*. Universitat de València.
- Bachelard, G. (1973). Conocimiento común y conocimiento científico. En D. Lecourt (Comp.). *Epistemología*. (pp. 99-113). Barcelona: Anagrama.
- Bakeman, R. (1978). Untangling streams of behavior: Sequential analysis of observation data. In G.P. Sackett (Ed.), *Observing Behavior, Vol. 2: Data collection y analysis methods* (pp. 63-78). Baltimore: University of Park Press.
- Bakeman, R. y Dabbs, J.M. (1976). Social interaction observed: Some approaches to the analysis of behavior streams. *Personality & Social Psychology Bulletin*, 2, 335-345.
- Bakeman, R., y Gottman, J. M. (1987) Applying observational methods: A systematic view. In J.D. Osofsky (Ed.), *Hybook of infant development*, 2nd ed. (pp. 818-853). New York: Wiley.
- Bakeman, R. y Gottman, J. M. (1989). *Observación de la interacción: Introducción al análisis secuencial*. Madrid: Morata.
- Bakeman, R. y Quera, V. (1996). *Análisis de la interacción. Análisis secuencial con SDIS y GSEQ*. Madrid: Ra-Ma.
- Bakeman, R., y Gottman, J.M. (1997). *Observing interaction. Introduction to sequential analysis*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bakeman, R., y Quera, V. (2011). *Sequential analysis y observational methods for the behavioral sciences*. Cambridge, Engly: Cambridge University Press.
- Balagué, N. (2005). La interacción atleta-entrenador desde la perspectiva de los sistemas dinámicos complejos. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 19(3), 21-29.
- Balagué, N., Pol, R., y Guerrero, I. (2019). Science or pseudocience of physical activity y sport? *Apunts. Educación Física y Deportes*, 136, 129-136. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es. (2019/2).136.09

- Balagué, N., Pol, R., Torrents, C., Ric, A., & Hristovski, R. (2019). On the relatedness and nestedness of constraints. *Sports medicine-open*, 5(1), 1-10.
- Balagué, N. y Torrents, C. (2000). Nuevas tendencias en entrenamiento deportivo: perspectiva de la teoría de los sistemas dinámicos. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(3), 17-21.
- Balagué, N., y Torrents, C. (2011). *Complejidad y Deporte*. Inde: Barcelona.
- Balagué, N., Torrents, C., Hristovski, R., Davids, K., y Araújo, D. (2013). Overview of complex systems in sport. *Journal of Systems Science y Complexity*, 26(1), 4-13.
- Barker, R.G. y Wright, H.F. (1951). *One boy's day*. New York: Harper.
- Barreto-Villanueva, A. (2012). El progreso de la Estadística y su utilidad en la evaluación del desarrollo. *Papeles de Población*, 18(73), 241-271.
- Bazeley, P. (2012). Integrative analysis strategies for mixed data sources. *American Behavioral Scientist*, 56(6), 814-828.
- Bazeley, P. (2015). Writing up multimethod y mixed methods research for diverse audiences. In S.N. Hesse-Biber y R.B. Johnson (Eds.), *The Oxford Handbook of multimethod y mixed methods research inquiry* (pp. 296-313). Oxford: Oxford University Press.
- Bazeley, P., y Kemp, L. (2012). Mosaics, triangles, y DNA: Metaphors for integrated analysis in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 6(1), 55-72.
- Berk, R. A. (1979). Generalizability of behavioral observations: A clarification of interobserver agreement y interobserver reliability. *American Journal of Mental Deficiency*, 83(5), 460-472.
- Berlanga, V., Rubio Hurtado, M. J., y Vilà Baños, R. (2013). Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 6(1), 65-79.

- Bernard, C. (1976). *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Barcelona: Fontanella.
- Bernstein, N. A. (1967). *The coordination y regulation of movements*. Nueva York: Pergamon Press.
- Bertalanffy, V. L. (1976). *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Biddle, S. J. H. (1997). Current trends in sport & exercise psychology research. *The Psychologist: Bulletin of the British Psychological Society*, 10(2), 63- 69.
- Biddle, S. J. H., Markly, D., Gilbourne, D., Chatzisarantis, N. L. D., and Sparkes, A. C. (2001). Research methods in sport and exercise psychology: Quantitative y qualitative issues. *Journal of Sport Sciences*, 19(10), 777-809.
- Blanco-Villaseñor, A. (1992). Aplicaciones de la Teoría de la generalizabilidad en la selección de diseños evaluativos. *Bordón*, 43(4), 431-459.
- Blanco-Villaseñor, A. (1989). Fiabilidad y generalización de la observación conductual. *Anuario de Psicología*, 43, 6-32.
- Blanco-Villaseñor, A. (1991). La Teoría de la Generalizabilidad aplicada a diseños observacionales. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta/Mexican Journal of Behavior Analysis*, 14(3), 23-64.
- Blanco-Villaseñor, A. (1993). Fiabilidad, precisión, validez y generalización de los diseños observacionales. En M. T. Anguera (Ed.), *Metodología observacional en la investigación psicológica* (Vol 2, Fundamentación, pp 151-261). Barcelona: PPU.
- Blanco-Villaseñor, A. y Anguera, M. T. (2000). Evaluación de la calidad en el registro del comportamiento: Aplicación a deportes de equipo. En E. Oñate, F. García-Sicilia y L. Ramallo (Eds.), *Métodos numéricos en Ciencias Sociales* (pp. 30-48). Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Schlotzhauer.

- Blanco-Villaseñor, A. y Anguera, M. T. (2003). Calidad de los datos registrados en el ámbito deportivo. En A. Hernández-Mendo, *Psicología del Deporte* (Vol. II): Metodología (pp.35- 73). Buenos Aires: Efdeportes.com.
- Blanco-Villaseñor, A., Castellano, J., Hernández-Mendo, A., Sánchez-López, C.R., y Usabiaga, O. (2014). Aplicación de la TG en el deporte para el estudio de la fiabilidad, validez y estimación de la muestra. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 131-137.
- Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. L., y Anguera, M. T. (1991). Estimación de la precisión en diseños de evaluación ambiental. *Evaluación Psicológica/Psychological Assessment*, 7(2), 223-257.
- Blanco-Villaseñor, A. B., Losada, J. L., y Anguera, M. T. (2001). Diseños observacionales, cuestión clave en el proceso de la metodología observacional. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 3(2), 135-160.
- Blokly, D., Thijs, K. M., Backx, F. J., Goedhart, E. A., y Huisstede, B. M. (2017). No effect of generalized joint hypermobility on injury risk in elite female soccer players: a prospective cohort study. *American Journal of Sports Medicine*, 45(2), 286-293.
- Bloomfield, J.R., Polman, R.C., y O'Donoghue, P.G. (2005). Effects of score-line on team strategies in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23, 192–193.
- Boladeras, M. (1982). *Metodología de la ciència*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Borrie, A., Jonsson, G.K., y Magnusson, M.S. (2001). Application of *T-pattern* detection y analysis in sports research. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento*, 3(2), 215-226.
- Botha, E., Clarke, D y Jokl, E. (1945). Medical research In physical education: IV: health y efficiency: A comparative study of clinical status, styards of growth, y of physical performance of 1,493 South African Bantu school-children. *South African Medical Journal*, 19(20), 381-383.



- Bourbousson, J., Poizat, G., Saury, J., y Seve, C. (2010). Team coordination in basketball: Description of the cognitive connections among teammates. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22(2), 150-166.
- Bradley, P. S., Lago-Peñas, C., Rey, E., y Gomez, A. (2013). The effect of high y low percentage ball possession on physical y technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 31(12), 1261-1270.
- Brustad, R. (2008). Qualitative research approaches. In T. S. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology* (pp. 31-43, and 426-427), 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bunge, M. (2005). *La Ciencia. Su método y su filosofía*. Siglo Veinte: Buenos Aires.
- Camerino, O., Castañer, M., y Anguera, M. T. (Coords.) (2012). *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education y dance*. Abingdon, UK.: Routledge.
- Camerino, O., Chaverri, J., Jonsson, G.; Sánchez-Algarra, P., y Anguera, M. T. (2012). Influence of the use of space on the dynamics of play in basketball. In O. Camerino, M. Castañer, y M. T. Anguera (Ed.), *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Cases in Sport, Physical Education y Dance* (p. 41-57). UK: Routledge.
- Camerino, O., Jonsson, G., Sánchez-Algarra, P., Anguera, M. T., Lopes, A., y Chaverri, J. (2012). Detecting hidden patterns in the dynamics of play in team sports. In O. Camerino, M. Castañer, y M. T. Anguera (Ed.), *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case studies in sport, physical education y dance* (pp. 31-81). Abingdon, UK: Routledge.
- Cardinet, J., Johnson, S., y Pini, G. (2010). *Applying Generalizability Theory Using EduG*. Londres: Routledge.
- Casal-Sanjurjo, C., Andújar, M. A., Arda, A., Maneiro, R., Rial, A., y Losada, J. L. (2020). Multivariate analysis of defensive phase in football: Identification of successful behavior patterns of 2014 Brazil FIFA World Cup. *Journal of Human Sport & Exercise*, (in press). doi: <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.163.03>

- Casal, C., Anguera, M. T., Maneiro, R. y Losada J. L. (2019) Possession in Football: More Than a Quantitative Aspect – A Mixed Method Study. *Frontiers in Psychology*, 10:501. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00501
- Casal, C.A.; Losada, J.L.; Maneiro, R. y Ardá, T. (2017) Influencia táctica del resultado parcial en los saques de esquina en fútbol / Influence of Match Status on Corner Kick in Elite Soccer. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 17(68), 715-728. doi: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.68.009>
- Casal, C., Losada, J. L., Maneiro, R., y Ardá, A. (2020). Gender differences in technical-tactical behaviour of La Liga Spanish football teams. *Journal of Human Sport & Exercise*, in press. doi: <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.161.04>
- Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Losada, J. L., y Rial, A. (2014). Effectiveness of indirect free kicks in elite soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 744-760.
- Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Losada, J. L., y Rial, A. (2015). Analysis of corner kick success in elite football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 430-451.
- Casal, C., Maneiro, R., Ardá, T., Marí, F. J., y Losada, J. L. (2017). Possession zone as a performance indicator in football. The game of the best teams. *Frontiers in psychology*, 8, 1176.
- Castañer, M., Barreira, D., Camerino, O., Anguera, M. T., Canton, A. e Híleno, R. (2016). Goal Scoring in Soccer: A Polar Coordinate Analysis of Motor Skills Used by Lionel Messi. *Frontiers in Psychology*, 7:806. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00806
- Castañer, M., Barreira, D., Camerino, O., Anguera, M. T., Fernandes, T., e Híleno, R. (2017). Mastery in goal scoring, T-pattern detection y polar coordinate analysis of motor skills used by Lionel Messi y Cristiano Ronaldo. *Frontiers in Psychology*, 8:741. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00741.

- Castañer, M., Camerino, O. y Anguera, M. T. (2013). Métodos mixtos en la investigación de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. *Apunts. Educación Física y Deporte*, 112 (2), 31-3
- Castellano, J. (2000). *Observación y análisis de la acción de juego en el fútbol* (tesis doctoral). Universidad del País Vasco. Euskadi.
- Castellano, J., y Blanco-Villaseñor, A. (2015). Análisis de la variabilidad del desplazamiento de futbolistas de élite durante una temporada competitiva a partir de un modelo lineal mixto generalizado. *Cuadernos de Psicología del Deporte*. 15, 161–168. doi: 10.4321/s1578-84232015000100016.
- Castellano, J. y Hernández-Mendo (2002). Transformations of defensive interaction contexts in performance football. In Mikel Zabala Díaz, Ignacio J. Chiroso Ríos, Luis J. Chiroso Ríos and Jesús Viciano Ramírez (Ed). *Tecnología y Metodología científica aplicada al control y evaluación del rendimiento deportivo* (pp.267-276). Granada: Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. ISBN 972-8687-05-2.
- Castellano, J. y Hernández-Mendo, A. (2003). El análisis de coordenadas polares para la estimación de relaciones en la interacción motriz en fútbol. *Psicothema*, 15(4), 569-574.
- Castellano, J., Perea, A. & Hernández Mendo, A. (2009). Diachronic analysis of interaction contexts in the 2006 World Cup (212-217), in T. Reilly and Korkusuz, F. (edit.), *Science and football VI*. London and New York: Routledge. ISBN: 978-0-415-42909-2.
- Castelo, J. (1999). *Fútbol. Estructura y dinámica del juego*. Barcelona: INDE.
- Chacón-Moscoso, S., Anguera, M. T., Sanduvete-Chaves, S. y Sánchez-Martín, M. (2014). Methodological convergence of program evaluation designs. *Psicothema*, 26(1), 91-96.
- Chacón-Moscoso, S., Anguera, M. T., Sanduvete-Chaves, S., Losada, J.L., Lozano, J.A., y Portell, M. (2019). Methodological quality checklist for studies based on observational methodology (MQCOM). *Psicothema*, 31(4), 458-464.

- Chacón-Moscoso, S. y Shadish, W.R. (2008). Validez en evaluación de programas. En M. T. Anguera, S. Chacón-Moscoso y A. Blanco-Villaseñor (Coords.). *Evaluación de programas sociales y sanitarios. Un abordaje metodológico* (pp. 66-97). Madrid: Síntesis.
- Christopherson, N., Janning, M., y McConnell, E. D. (2002). Two kicks forward, one kick back: A content analysis of media discourses on the 1999 Women's World Cup Soccer Championship. *Sociology of Sports Journal*, 19(2), 170-188.
- Clemente, F. M., Martins, F., Wong, D. P., Kalamaras, D., y Mendes, R. S. (2015). Midfielder as the prominent participant in the building attack: A network analysis of national teams in FIFA World Cup 2014. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(2), 704-722.
- Clemente, F., Sarmiento, H., Teoldo, I., Enes, A., y Lima, R. (2019). Variability of technical actions during Small-Sided Games in young soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 69, 201–212. doi: 10.2478/hukin-2019-0013
- Cochran, W. G. (1954). Some methods for strengthening the common  $\chi^2$  tests. *Biometrics*, 10, 417–451. doi:10.2307/3001616
- Cohen, J. (1960). A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37–46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Colquhoun, D., y Chad, K. E. (1986). Physiological characteristics of Australian female soccer players after a competitive season. *Australian Journal of Science y Medicine in Sports*, 18(3), 9-12.
- Conroy, D. E., Kaye, M. P., y Schantz, L. H. (2008). Quantitative research methodology. In T.S. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology* (pp. 15-30, y 525-426), 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Couceiro, M., Clemente, F., Martins, F., y Machado, J. (2014). Dynamical stability y predictability of football players: the study of one match. *Entropy* 16, 645–674. doi: 10.3390/e1602064

- Creswell, J. W. (2015). *A concise introduction to mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. y Plano Clark, V. L. (2007). *Designing y conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J.W., y Plano Clark, V. L. (2011). *Designing y conducting mixed methods research* (1st ed., 2007). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Cronbach, L. J., Gleser, G., Nya, H., y Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behavioral measurements*. New York: Wiley.
- Culver, D. M., Gilbert, W. D., y Trudel, P. (2003). A decade of qualitative research in sport psychology journals: 1990–1999. *The Sport Psychologist*, 17(1), 1–15.
- Darwin, C. (1859). *The Origin of Species; Y, the Descent of Man*. Modern library.
- Davids, K. (1988). Ecological Validity in Underlying Sport Performance: Some Problems of Definition. *Quest*, 40(2), 126–136. doi:10.1080/00336297.1988.10483894.
- Davids, K., Hristovski, R., Araújo, D., Balagué, N., Button, C., y Passos, P. (Eds.) (2014). *Complex systems in sport*. London: Routledge.
- Davids, K. y Hyford, C.H. (1994). Perception y action in sport: The theories behind the practice. *Coaching Focus*, 26, 3-5.
- Davids, K., Hyford, C. y Williams, M. (1994). The natural physical alternative to cognitive theories of motor behaviour: ¿an invitation for interdisciplinary research in sports science? *Journal of Sports Sciences*, 12, 495-528.
- Davis, J. y Brewer, J. (1993). Applied physiology of female soccer players. *Sports Medicine*, 16(3), 180-189.
- De Ste Croix, M., Priestley, A., Lloyd, R., y Oliver, J. (2015). ACL injury risk in elite female youth soccer: Changes in neuromuscular control of the knee following soccer-specific fatigue. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(5), 531-538.

- Dias, R., Gonelli, P., Cesar, M., Verlengia, R., Pellegrinotti, I. y Lopes, C. (2016). Efeito da pré-temporada no desempenho de atletas de futebol feminino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 22(2), 138-141.
- Duarte, R., Araújo, D., Correia, V., y Davids, K. (2012). Sports teams as superorganisms. *Sports Medicine*, 42(8), 633-642.
- Duch J, Waitzman JS, Amaral, L. (2010) Quantifying the Performance of Individual Players in a Team Activity. *PLoS ONE* 5(6): e10937. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010937>
- Eccles, D. (2010). The coordination of labour in sports teams. *International Review of Sport & Exercise Psychology*, 3(2), 154-170.
- Eco, U. (2007). *Cómo se hace una tesis*. Gedisa: Barcelona.
- Einstein, A. (1905a). On a heuristic point of view about the creation y conversion of light. *Annalen der Physik*, 17(6), 132-148.
- Einstein, A. (1905b). On the special theory of relativity. *Annalen der Physik*, 17, 891-921.
- Einstein, A. (1905c). On the movement of small particles suspended in a stationary liquid demyed by the molecular-kinetic theory of heat (English translation, 1956). *Investigations on the Theory of the Brownian Movement*.
- Evangelista, M., Pyolfi, O., Fanton, F., y Faina, M. (1992). A functional model of female soccer players: analysis of functional characteristics. *Journal of Sport Science*, 10, 165.
- Fassnacht, G. (1982). *Theory y practice of observing behaviour*. New York: Academic Press.
- Fernández, J., Camerino, O., Anguera, M. T., y Jonsson, G.K. (2009). Identifying y analyzing the construction y effectiveness of offensive plays in basketball by using systematic observation. *Behavior Research Methods, Instruments y Computers*, 41(3), 719-730.

- Fernández y García (2018). La investigación como motor de crecimiento en las Ciencias del Deporte. *E-motion. Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, 11, 1-2.
- Fetters, M. D., Curry, L. A., y Creswell, J. W. (2013). Achieving integration in mixed methods designs: principles y practices. *Health Services Research*, 48(2), 2134-2156.
- Fetters M. D., y Freshwater, D. (2015). The 1 + 1 = 3 integration challenge. *Journal of Mixed Methods Research*, 9, 115-117.
- Feyerabend, P. (1975). *Contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Barcelona: Ariel.
- Fleiss, J. L., Levin, B., Paik, M.C. (2003) *Statistical methods for rates y proportions*. 3rd ed. Hoboken: John Wiley y Sons.
- Fonseca, S., Milho, J., Travassos, B., y Araújo, D. (2012). Spatial dynamics of team sports exposed by Voronoi diagrams. *Human Movement Science*, 31(6), 1652-1659.
- Fransen, K., Haslam, S., Mallett, C.J., Steffens, N.K., Peters, K., Boen, F. (2016). Leading from the Centre: A Comprehensive Examination of the Relationship between Central Playing Positions y Leadership in Sport. *PLoS ONE* 11(12): e0168150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168150>
- Gabin, B., Camerino, O., Castañer, M., Anguera, M. T. (2012). LINCE: new software to integrate registers y analysis on behavior observation. *Procedia - Social y Behavioral Sciences*, 46, 4692 – 4694.
- Galassi, J. G. (2008). Una discusión en torno a verdad en ciencias Y humanidades. *Alpha (Osorno)*, (26), 217-232.
- García-Fariña, A., Jiménez, F. J., & Anguera, M. T. (2016). Análisis observacional del discurso docente del profesorado de educación física en formación a través de patrones comunicativos. *Cuadernos de psicología del deporte*, 16(1), 171-182.

- García-Fariña, A., Jiménez-Jiménez, F., & Anguera, M. T. (2018). Observation of communication by physical education teachers: detecting patterns in verbal behavior. *Frontiers in psychology*, 9, 334.
- García-Jiménez, L. (2008). Aproximación epistemológica al concepto de ciencia: una propuesta básica a partir de Kuhn, Popper, Lakatos y Feyerabend. *Andamios*, 4(8), 185-202.
- Garganta, J. (1997). *Modelação táctica do jogo de Futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento* (tesis doctoral). Universidad de Oporto. Oporto
- Giacobbi, P. R., Poczwadowski, A., y Hager, P. (2005). A pragmatic research philosophy for sport & exercise psychology. *The Sport Psychologist*, 19(1), 18–31.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. USA: Houghton Mifflin Com pany.
- Gilbourne, D. y Richardson, D. (2006). Tales from the field: personal reflections on the provision of psychological support in professional soccer. *Psychology of Sport & Exercise*, 7(3), 325–327.
- Gill, D. (2011). Beyond the qualitative-quantitative dichotomy: notes from a nonqualitative researcher. *Qualitative Research in Sport, Exercise y Health*, 3, 305-312.
- Gonçalves, B., Coutinho, D., Exel, J., Travassos, B., Lago, C., y Sampaio, J. (2019). Extracting spatial-temporal features that describe a team match demys when considering the effects of the quality of opposition in elite football. *PLoS One* 14: e0221368. doi: 10.1371/journal.pone.0221368
- González L-M, García-Massó X, Pardo-Ibáñez A, Peset F, Devís-Devís J (2018) An author keyword analysis for mapping Sport Sciences. *PLoS ONE* 13(8): e0201435. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201435>



- Gorospe, G. (1999). *Observación y análisis en el tenis de individuales: Aportaciones del análisis secuencial y de las coordenadas polares* (tesis doctoral). Universidad del País Vasco. Euskadi.
- Gorospe, G. (2000). Observación y Análisis de la acción de juego en el tenis de individuales: Aportaciones del análisis secuencial y de las coordenadas polares. *Revista Digital Efdportes*, 5(21),1-2. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd21a/tenis.htm>
- Gorospe, G. y Anguera, M. T. (2000). Modificación de la técnica clásica de coordenadas polares mediante un desarrollo distinto de la retrospectividad: aplicación al tenis. *Psicothema*, 12(2), 279-282.
- Gorospe, G., Hernández-Mendo, A., Anguera, M. T., y Martínez de Santos, R. (2005). Desarrollo y optimización de una herramienta observacional en el tenis de individuales. *Psicothema*, 17(1), 123-127.
- Gréhaigne, J. F., Godbout, P., y Zerai, Z. (2011). How the " rapport de forces" evolves in a soccer match: the dynamics of collective decisions in a complex system. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 747-765.
- Grund, T. U. (2012). *Network structure y team performance: The case of English Premier League soccer teams*. *Social Networks*, 34(4), 682–690. doi: 10.1016/j.socnet.2012.08.004
- Gucciardi, D., Gordon, S., y Dimmock, J. (2009a). Evaluation of a mental toughness training program for youth-aged Australian footballers: I. A quantitative analysis. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21, 307-323.
- Gucciardi, D., Gordon, S., y Dimmock, J. (2009b). Evaluation of a mental toughness training program for youth-aged Australian footballers: II. A qualitative analysis. *Journal of Applied Sport Psychology*, 21, 324-339.
- Gunasekare, T.P. (2015). Mixed Research Method as the Third Research Paradigm: A Literature Review (August 21, 2015). *International Journal of Science y Research (IJSR)*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2735996>

- Heiderscheit, B. C., Hamill, J., y Van Emmerik, R. E. A. (1999). Q-angle influences on the variability of lower extremity coordination during running. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 31(9), 1313-1319.
- Heinemann, K. (2008). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del Deporte*. Badalona: Paidotribo.
- Hernández-Mendo, A., y Anguera, M. T. (1998). Análisis de coordenadas polares en el estudio de las diferencias individuales de la acción de juego. En: Sánchez, M. P., López Quiroga Estévez, M.A. (Eds.). *Perspectivas actuales en la investigación de las diferencias individuales* (pp. 84–88). Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.
- Hernández- Mendo, A., y Anguera, M. T. (2001). Estructura conductual en deportes sociomotores: fútbol. *Revista de Psicología Social*, 16(1), 71-93.
- Hernández- Mendo, A. Castellano, J., Camerino, O., Jonsson, G., Villaseñor, Á. B., Lopes, A., y Anguera, M. T. (2014). Programas informáticos de registro, control de calidad del dato, y análisis de datos. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 111-121.
- Hernández-Mendo, A., López, J. A., Castellano, J., Morales-Sánchez, V., y Pastrana, J. L. (2012). Hoisan 1.2: Programa informático para uso en Metodología Observacional. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 12(1), 55-78.
- Hewitt, A., Norton, K., y Lyons, K. (2014). Movement profiles of elite women soccer players during international matches & the effect of opposition's team ranking. *Journal of Sports Science*, 32(20), 1874-1880.
- Hottois, G. (1999). *Historia de la filosofía. Del renacimiento a la posmodernidad*. Madrid: Cátedra
- Hristovsky, R., Aceski, A., Balagué, N., Seifert, L., Tufekciievsky, A. y Aguirre, C. (2017). Structure y dynamics in European sports science textual contents: Analysis of ECSS abstracts (1996-2014). *European Journal of Sport Science*, 17(1), 19-29. Doi:10.1080/17461391.2016.1207709

- Hughes, M. D., y Bartlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 739-754.
- Ibáñez, S. J., Pérez-Goye, J. A., Courel-Ibáñez, J., y García-Rubio, J. (2018). The impact of scoring first on match outcome in women's professional football. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(2), 318-326.
- Iglesias, X., Rodríguez-Zamora, L., Chaverri, D., Clapés, P., Rodríguez, F. A., & Anguera, M. T. (2015). Diversificación de patrones en rutinas de solo en natación sincronizada de alto nivel. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 89-98.
- Iglesias, X., Rodríguez-Zamora, L., Clapés, P., Barrero, A., Chaverri, D., & Rodríguez, F. A. (2014). Análisis multidimensional de la estructura de las rutinas competitivas en natación sincronizada. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 173-180.
- Isaacson, W. (2018). *Leonardo da Vinci: la biografía*. Navarra: DEBATE
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., y Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133.
- Jones, P. D., James, N., y Mellalieu, S. D. (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4, 98–102. doi: 10.1080/24748668.2004.11868295
- Kempe, M., y Memmert, D. (2018). “Good, better, creative”: the influence of creativity on goal scoring in elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2419-2423.
- Kirkendall, D. T. (2007). Issues in training the female player. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 64–67. <http://doi.org/10.1136/bjism.2007.036970>
- Kirkendall, D. T. y Urbaniak, J. R. (2020). Evolution of soccer as a research topic, *Progress in Cardiovascular Diseases* <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.06.011>
- Kjær, J. B., y Agergaard, S. (2013). Understying women's professional soccer: the case of Denmark y Sweden. *Soccer y Society*, 14(6), 816-833.

- Krane, V., y Baird, S. (2005). Using ethnography in applied sport psychology. *Journal of Applied Sport Psychology*, 17, 87-107.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., y Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: Importance of training status. *Medicine & Science in Sport Exercise*, 37(7), 1242–1248.
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., y Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal of Strength & Conditional Research*, 24(2), 437-441.
- Kuhn, T. (1989). *¿Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos*. Barcelona: Paidós.
- Kuhn, T. (2001). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo Económico.
- Lago-Peñas, C. (2000). *La acción motriz en los deportes de equipo de espacio común y participación simultánea* (tesis doctoral). Universidade da Coruña: A Coruña
- Lago-Peñas, C. (2008). El análisis del rendimiento en los deportes de equipo. Algunas consideraciones metodológicas. *Acción motriz*, (1), 41-58.
- Lago-Peñas, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, y match status on possession strategies in professional association football. *Journal of Sports Science*, 27(13), 1463-1469.
- Lago-Peñas, C. y Anguera, M. T. (2002). Use of the polar coordinates technique to study interactions between professional soccer players. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2(4), 21-40.
- Lago-Peñas, C., y Martín-Acero, R. (2007). Determinants of possession of the ball in soccer. *Journal of Sports Sciences*. 25(9), 969-974.
- Lago-Peñas, C., Martín-Acero, R., Lalín, C., y Seirul-lo, F. (2013). Causas objetivas de planificación en DSEQ (II): La Microestructura (Microciclos). *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 27(2). Recuperado de <https://revistadeentrenamientodeportivo.com/articulo/causas-objetivas-de-planificacion-en-dseq-ii-la-microestructura-microciclos1599-sa-Y57cfb272330d8/>

- Lakatos, N. (1998). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Lames, M., y McGarry, T. (2007). On the search for reliable performance indicators in game sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(1), 62-79.
- Lapresa, D., Alsasua, R., Arana, J., Anguera, M. T., y Garzón, B. (2014). Analisis observacional de la construcción de las secuencias ofensivas que acaban en lanzamiento en baloncesto de categoría infantil. *Revista de Psicología del Deporte* 23(23), 365-376.
- Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M. T., y Garzón, B. (2013). Comparative analysis of the sequentiality using SDIS-GSEQ y THEME: a concrete example in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1687-1695.
- Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M. T., Pérez, J. I., y Amatria, M. (2016). Application of logistic regression models in observational methodology: game formats in grassroots football in initiation into football. *Anales de Psicología*, 32(1), 288-294.
- Lapresa, D., Camerino, O., Cabedo, J., Anguera, M. T., Jonsson, G. K., y Arana, J. (2015). Degradación de T-patterns en estudios observacionales: Un estudio sobre la eficacia en el ataque de fútbol sala. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 71-82.
- LeFeuvre, A. D., Stephenson, E. F., y Walcott, S. M. (2013). Football frenzy: The effect of the 2011 world cup on women's professional soccer league attendance. *Journal of Sports Economics*, 14(4), 440-448.
- Little, T. y Williams, A. (2005) Specificity of acceleration, maximum speed, y agility in professional soccer players. *Journal of Strength y Conditional Research*, 19(1), 76-78.
- Longa, V. M. (2005). Filosofía de la Ciencia y ciencia no lineal. *Teorema: Revista internacional de filosofía*, 19-33.
- López, J., Valero, A., Anguera, M. T., y Díaz, A. (2016). Disruptive behavior among elementary students in physical education. *SpringerPlus*, 5, 1154.

- López-García, S., Maneiro, R., Ardá, A., Rial, A., Losada y Casal, C. (2018). Tiros libres indirectos en fútbol de alto nivel: Identificación de variables explicativas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 18(70), 247-268.
- López-González, E., y Ruiz-Soler, M. (2011). Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Una aplicación con R. *Revista Española de Pedagogía*, 248, 59-80.
- López-López, J. A., Menescardi, C., Estevan, I., Falcó, C., y Hernández-Mendo, A. (2015). Análisis técnico-táctico en Taekwondo con coordenadas polares a través del software HOISAN. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15, 131-142. doi: 10.4321/S1578-84232015000100013
- Lorenz, E. N. (1960). Maximum simplification of the Dynamic equations. *Tellus*, 12, 243-254.
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), 130-141.
- Losada, J. L., y López-Feal, R. (2003). *Métodos de investigación en ciencias humanas y sociales*. Barcelona: Thomson-Paraninfo.
- Losada, J. L., y Manolov, R. (2014). The process of basic training, applied training, maintaining the performance of an observer. *Quality & Quantity*. 49:339. doi: 10.1007/s11135-014-9989-7
- Magnusson, M. S. (1996). Hidden real-time patterns in intra- y inter-individual behavior. *European Journal of Psychological Assessment*, 12(2), 112-123.
- Magnusson, M. S. (2000). Discovering hidden time patterns in behavior: T-patterns y their detection. *Behavior Research Methods, Instruments y Computers*, 32(1), 93-110.
- Magnusson, M. S. (2020) T-Pattern Detection y Analysis (TPA) With THEME<sup>TM</sup>: A Mixed Methods Approach. *Frontiers in Psychology*, 10:2663. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02663

- Magnusson, M. S., Burgoon, J. K., y Casarrubea, M. (2016). *Discovering hidden temporal patterns in behavior y interaction*. New York: Springer.
- Maneiro, R. (2014). *Análisis de las acciones a balón parado en el fútbol de alto rendimiento: saques de esquina y tiros libres indirectos: un intento de identificación de variables explicativas* (tesis doctoral). Universidade da Coruña. A Coruña.
- Maneiro, R., y Amatria, M. (2018) Polar Coordinate Analysis of Relationships With Teammates, Areas of the Pitch, y Dynamic Play in Soccer: A Study of Xabi Alonso. *Frontiers in Psychology*, 9:389. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00389
- Maneiro, R., Amatria, M. y Anguera, M. T. (in press). Diachronic analysis application for the detection of soccer performance styards: a case study. *International Journal of Computer Science in Sport*
- Maneiro, R., Amatria, M., y Anguera, M. T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: A vectorial study through polar coordinate analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering y Technology*, 1-13. doi: 10.1177/1754337119830472
- Maneiro, R., Amatria, M., Moral, J.E., y López, S. (2018). Análisis observacional de las relaciones interlíneas de la Selección Española de Fútbol, mediante coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 18(2), 18-32.
- Maneiro, R., Ardá, A., Losada, J. L., Casal, C., y Rial, A. (2017). El saque de esquina como indicador de rendimiento en fútbol. Una revisión empírica. *E-balonmano. com: Revista de Ciencias del Deporte*, 13(3), 273-286.
- Maneiro, R., Ardá, T., Rial, A., Losada, J. L., Casal, C., y López-García, S. (2017). Análisis descriptivo y comparativo de los saques de esquina. UEFA Euro 2012. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(3), 95-99.
- Maneiro, R., Blanco-Villaseñor, Á. y Amatria, M. (2020) Analysis of the Variability of the Game Space in High Performance Football: Implementation of the Generalizability Theory. *Frontiers in Psychology*, 11:534. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00534

- Maneiro, R., Casal, C., Álvarez, I., Moral, J. E., López, S., Ardá, A. y Losada, J. L. (2019). Offensive Transitions in High-Performance Football: Differences Between UEFA Euro 2008 y UEFA Euro 2016. *Frontiers in Psychology*, 10:1230. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01230
- Maneiro, R., Casal, C., Ardá, A., Losada, J. L. (2019) Application of multivariant decision tree technique in high performance football: The female y male corner kick. *PLOS ONE* 14(3): e0212549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212549>
- Maneiro, R., Losada, J. L., Casal, C. y Ardá, A. (2017). Multivariate análisis of indirect free kick in the FIFA World Cup 2014. *Anales de Psicología*, 33(3), 461-470.
- Maneiro, R., Losada, J. L., Casal, C. y Ardá, A. (2020) The Influence of Match Status on Ball Possession in High Performance Women's Football. *Frontiers in Psychology*, 11:487. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00487
- Mara, J. K., Wheeler, K. W., y Lyons, K. (2012). Attacking strategies that lead to goal scoring opportunities in high level women's football. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 7(3), 565-577.
- Martín-Acero, R. y Lago-Peñas, C. (2005). *Deportes de equipo: comprender la complejidad para elevar el rendimiento*. Barcelona: INDE.
- Martinez-Lagunas, V., Niessen, M., y Hartmann, U. (2014). Women's football: Player characteristics y demys of the game. *Journal of Sport Health Science*. 3(4), 258-272
- Maxwell, J., Chmiel, M., Rogers, S.E. (2015). Designing integration in multimethod y mixed methods research. In S.N. Hesse-Biber y R.B. Johnson (Eds.), *The Oxford Hybook of multimethod & mixed methods research inquiry* (pp. 223-239). Oxford: Oxford University Press.
- McGarry, T. (2009). Applied y theoretical perspectives of performance analysis in sport: Scientific issues y challenges. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 128-140.



- McGarry T., y Franks, I. M. (1996). In search of invariant athletic behaviour in sport: an example from championship squash match-play. *Journal of Sports Sciences*, 14(5), 445-456.
- McGarry, T., Khan, M.A. y Franks, I.M. (1999). On the presence y absence of behavioural traits in sport: an example from championship squash match-play. *Journal of Sports Sciences*, 17, 297-311.
- McGarry, T., Yerson, D. I., Wallace, S., Hughes, M. D. y Franks, I. (2002). Sport competition as a dynamical self-organizing system. *Journal of Sports Science*, 20(10), 771-781.
- Meier, H. E., Konjer, M., y Leinwather, M. (2016). The demy for women's league soccer in Germany. *European Sport Management Quarterly*, 16(1), 1-19.
- Mombaerts, E. (2000). *Fútbol. Del análisis del juego a la formación del jugador*. Barcelona: INDE.
- Moran, A.P., Matthews, J.J., y Kirby, K. (2011). Whatever happened to the third paradigm? Exploiting mixed methods research design in sport and exercise psychology. *Qualitative Research in Sport, Exercise y Health*, 3 (3), 362-369. <https://doi.org/10.1080/2159676X.2011.607843>
- Morente, J., y Fradua, L. (2012). Aplicación de la teoría de los sistemas dinámicos al entrenamiento deportivo: fútbol. *EFDeportes. com, Revista Digital*, (165).
- Morillo-Baro, J. P., Reigal, R. E., y Hernández-Mendo, A. (2015). Análisis del ataque posicional de balonmano playa masculino y femenino mediante coordenadas polares. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 41, 226-244. doi: 10.5232/ricyde2015.04103
- Morris, T. (1999). The message of methods: developing research methodology in sport psychology. *Journal of Wuhan Institute of Physical Education*, 33, 20- 27.
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. Editorial huemul.

- Moura, F., Santana, J., Vieira, N., Santiago, P., y Cunha, S. (2015). Analysis of soccer players' positional variability during the 2012 UEFA European Championship: a case study. *Journal of Human Kinetics*, 47, 225–236. doi: 10.1515/hukin-2015-0078
- Mutz, M., y Meier, H. E. (2016). Successful, sexy, popular: Athletic performance y physical attractiveness as determinants of public interest in male y female soccer players. *International Review for the Sociology of Sport*, 51(5), 567-580.
- Nelder, J. y Wedderburn, R. (1972) Generalized Linear Models, *Journal of the Royal Statistical Society (A)*, 135, pp. 370-384.
- Newell, K.M. (2003). Schema theory: retrospectives y prospectives. *Research quarterly for exercise y sport*, 74, 383-388.
- Newman, G. D. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12, 180-205.
- Nilstad, A., Yersen, T. E., Bahr, R., Holme, I., y Steffen, K. (2014). Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 42(4), 940-948.
- Nunes, H. A. P. (2020). *Análisis del bloqueo directo en baloncesto de alto nivel*. (tesis doctoral). Universidad de Barcelona: Barcelona.
- O'Cathain, A., Murphy, E., y Nicholl, J. (2007). Integration y publications as indicators of "yield" from mixed methods studies. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 147-163.
- O'Cathain, A., Murphy, E., y Nicholl, J. (2010). Three techniques for integrating data in mixed methods studies. *British Medical Journal*, 341, c4587. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.c4587>
- Onwuegbuzie, A.J., Hitchcock, J., Natesan, P., y Newman, I. (2018). Using fully integrated thinking to address the 1+1=1 integration challenge. *International Journal of Multiple Research Approaches*, 10(1), 666-678.

- Ordóñez, L.E. (1996). *Evaluación de un programa de Educación Física en un contexto educativo escolar* (tesis doctoral). Universidad de Barcelona: Barcelona.
- Ordóñez, L.E. (1999). Evaluación de un programa de Educación Física en el contexto educativo escolar. La importancia del contenido y las actuaciones del profesor de educación física. En M. T. Anguera (Coord.), *Observación en deporte y conducta cinésico-motriz: Aplicaciones* (pp. 161-197). Barcelona: Ediciones Universidad de Barcelona.
- Ortega y Gasset, J. (1999). *La rebelión de las masas*. Barcelona: Austral.
- Östenberg, A., y Roos, H. (2000). Injury risk factors in female European football. A prospective study of 123 players during one season. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(5), 279-285.
- Passos, P., Araújo, D., Davids, K., Gouveia, L., Serpa, S., Milho, J., et al (2009). Interpersonal pattern dynamics y adaptive behavior in multiagent Neurobiological systems: Conceptual model y data. *Journal of Motor Behavior*, 41, 445-459.
- Passos, P., Davids, K., y Chow, J. Y. (Eds.). (2016). *Interpersonal coordination y performance in social systems*. Routledge.
- Pfister, G. (2001). 'Must Women play Football?' Women's Football in Germany, Past y Present. *Football Studies*, 4(2), 41-57.
- Poincaré, H. (1881). Mémoire sur les courbes définies par une équation différentielle. *Journal of Mathematics*, 7, 375-442
- Poincaré, H. (1944). *Science y Method*. Buenos Aires: Espasa-Calpe, S.A.
- Polderman, T. J., Benyamin, B., De Leeuw, C. A., Sullivan, P. F., Van Bochoven, A., Visscher, P. M., y Posthuma, D. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics*, 47(7), 1-11.
- Popper, K. R. (1991). *Conjeturas y refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico*. Paidós Ibérica.

- Portell, M., Anguera, M. T., Chacón, S. y Sanduverte, S. (2015). Guidelines for Reporting Evaluations based on Observational Methodology (GREOM). *Psicothema*, 27(3), 283-289.
- Portell, M., Anguera, M. T., Hernández-Mendo, A. y Jonsson, G.K. (2015). Quantifying biopsychosocial aspects in everyday contexts: an integrative methodological approach from the behavioral sciences. *Psychology Research y Behavior Management*, 8, 153-160.
- Preciado, M., Anguera, M. T., Olarte, M. y Lapresa, D. (2019) Observational Studies in Male Elite Football: A Systematic Mixed Study Review. *Frontiers in Psychology*, 10:2077. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02077
- Punset, E. (2012). *Adaptarse a la marea: Cómo tener éxito gracias a la selección natural*. España: Planeta.
- Quera, V. (2018). Analysis of interaction sequences. In E. Brauner, M. Boos, y M. Kolbe (Eds.), *The Cambridge Hybook of Group Interaction Analysis* (pp. 295-322). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ramírez, A. (2009). La teoría del conocimiento en investigación científica: una visión actual. *Anales de la Facultad de Medicina*, 70(3), 217-224.
- Ramón y Cajal, S. (1941). *Reglas y consejos sobre investigación científica*. Barcelona: Austral.
- Ramos, F. J.; Hernández-Mendo, A.; Pastrana, J. L., y Blanco-Villaseñor, A. (2012). *SAGT: Software para la Aplicación de la Teoría de la Generalizabilidad*. Proyecto fin de carrera para la titulación: Ingeniería Técnica en Informática de Gestión de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Universidad de Málaga (España). (Registro Safe Creative Código: 1209202373502)
- Rave, G., Fortrat, J. O., Dawson, B., Carre, F., Dupont, G., Saeidi, A., Boullosa, D. y Zouhal, H. (2018). Heart rate recovery y heart rate variability: use y relevance in European professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18, 168–183. doi: 10.1080/24748668.2018.1460053

- Reep, C., y Benjamin, B. (1968). Skill y chance in association football. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 131(4), 581-585.
- Reichardt, Ch.S. y Cook, T.D. (1986). Hacia una superación del enfrentamiento entre los métodos cualitativos y los cuantitativos. En T.D. Cook y Ch. S. Reichardt (Coords.), *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa* (pp. 25-58). Madrid: Morata.
- Reilly, T. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Human Movement Studies*, 2, 87-97.
- Rhodes, E.C. y Mosher, R.E. (1992). Aerobic y anaerobic characteristics of elite female university soccer players. *Journal of Sports Science*, 10, 143-144.
- Riera, J. (2005) *Habilidades en el Deporte*. Barcelona: Inde.
- Rist, R.C. (1977). On the relations among educational research paradigms: from disdain to detente. *Anthropology y Education Quartely*, 8, 42-49.
- Riveiro-Bozada, A., García-García, O., Serrano-Gómez, V., Morales-Sánchez, V., López-Lopez, J. A., y Hernández-Mendo, A. (2016). Influencia del nivel de competición en las acciones técnicas de punto realizadas en Shiai Kumite femenino de karate. Análisis de coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(1), 51-68.
- Rodríguez-Medina, J., Arias, V., Arias, B., Hernández-Mendo, A., y Anguera, M. T. (2019). *Polar Coordinate Analysis, from HOISAN to R: A Tutorial Paper*. Unpublished manuscript. Retrieved from: [https://jairodmed.shinyapps.io/HOISAN\\_to\\_R/](https://jairodmed.shinyapps.io/HOISAN_to_R/)
- Roffé, M., De la Vega, R., García-Mas, A y Linás, J. (2007). Las crisis durante el juego: el gol psicológico en el fútbol. *Revista de Psicología del Deporte*, 16(2), 227-240.
- Russell, B. (1975). *Fundamentos de filosofía*. Barcelona: Plaza y Janes.

- Sackett, G.P. (Ed.) (1978). *Observing Behavior, Vol. 2: Data collection y analysis methods*. Baltimore: University of Park Press.
- Sackett, G.P. (1980). Lag Sequential Analysis as a data Reduction Technique in Social Interaction Research. En D.B. Sawin, R.C. Hawkins, L.O. Walker y J.H. Penticuff (Eds.), *Exceptional infant. Psychosocial risks in infant-environment transactions* (pp. 300-340). New York: Brunner/Mazel.
- Sandelowski, M., Voils, C. I., y Knafel, G. (2009). On quantitizing. *Journal of Mixed Methods Research, 3*, 208-222.
- Sánchez-Algarra, P., y Anguera, M. T. (2013). Qualitative/quantitative integration in the inductive observational study of interactive behaviour: Impact of recording y coding among predominating perspectives. *Quality & Quantity, 47*(2), 1237-1257.
- Sánchez-Cuenca, I. (2009). *Teoría de Juegos*. Centro de Investigaciones Sociológicas, Colección Cuadernos Metodológicos. Madrid.
- Santos, R., Duarte, R., Davids, K., y Teoldo, I. (2018). Interpersonal coordination in soccer: interpreting literature to enhance the representativeness of task design, from dyads to teams. *Frontiers in Psychology, 9*, 2550.
- Sarmiento, H., Bradley, P., Anguera, M. T., Polido, T., Resende, R. y Campaniço, J. (2016) Quantifying the offensive sequences that result in goals in the elite futsal matches. *Journal of Sports Sciences, 33*. doi: 10.1080/02640414.2015.1066024.
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Gonçalves, E., Harper, L. D., Dias, D., y Figueiredo, A. (2020). Analysis of the offensive process of AS Monaco professional soccer team: A mixed-method approach. *Chaos, Solitons y Fractals, 133*, 109676.
- Schlotzhauer, S. D. y Littell, R. C. (1997). *SAS system for elementary statistical analysis* (2nd ed.). Cary, NC: SAS Institute.
- Schmidt, R. A. (1975) A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review, 82*, 225-260.

- Scholotzhaver, S., y Littell, R. C. (1997). *SAS System for Elementary Statistical Analysis*. Cary, NC: SAS Inst.
- Seifert, L., Komar, J., Araújo, D., y Davids, K. (2016). Neurobiological degeneracy: A key property for functional adaptations of perception y action to constraints. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *69*, 159-165.
- Seirul-lo, F. (1994). *Preparación física aplicada a los deportes colectivos: Balonmano*. Santiago de Compostela: Lea.
- Seirul-lo, F. (2001). Entrevista de metodología y planificación. *Training Fútbol*, *65*, 8-17.
- Seiru.lo, F. (2003). *Sistemas Dinámicos y Rendimiento en Deportes de Equipo*. 1st Meeting of Complex Systems y Sport. INEFC-Barcelona.
- Seirul-lo, F. (2010). Estructura sociafectiva. Documento INEFC – Barcelona. Tomado de: [http://www.motricidadhumana.com/estructura\\_socioafectiva\\_doc\\_seirul\\_lo\\_Outline\\_drn.pdf](http://www.motricidadhumana.com/estructura_socioafectiva_doc_seirul_lo_Outline_drn.pdf)
- Sherwood, D. E y Lee, T. D (2003). Schema theory: critical review y implications for the role of cognition in a new theory of motor learning. *Research quarterly for Exercise & Sport*. *74*, 376-382.
- Slovic, P., Fischhoff, B., y Lichtenstein, S. (1977). Behavioral decision theory. *Annual Review of Psychology*, *28*(1), 1-39.
- Small, M.L. (2011) How to Conduct a Mixed Methods Study: Recent Trends in a Rapidly Growing Literature. *Annual Review of Sociology*, *37*, 57–86.
- Sousa, D. J., Prudente, J. N., Sequeira, P., López-López, J. A., y Hernández-Mendo, A. (2015). Análisis de las situaciones de juego 2vs2 en el campeonato europeo masculino de balonmano 2012: Aplicación de la técnica de coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, *15*, 181-194. doi: 10.4321/S1578-84232015000100018

- Sparkes, A.C. (2015). Developing mixed methods research in sport and exercise psychology: Critical reflections on five points of controversy. *Psychology of Sport & Exercise*, 16, 49-59.
- Staats, A.W. (1987). Unified positivism: Philosophy for uninomic Psychology. In W.J. Baker, M.E. Hyland & H.V. Rappard (Eds.), *Current issues in theoretical Psychology*. Amsterdam: North-Holland.
- Steiner, G., & Ladjali, C. (2005). *Elogio de la transmisión: maestro y alumno* Madrid: Siruela.
- Stoeber, J., y Becker, C. (2008). Perfectionism, achievement motives, y attribution of success y failure in female soccer players. *International Journal of Psychology*, 43(6), 980-987.
- Sumpter, D. (2016). *Fútbol y matemáticas*. Barcelona: Ariel.
- Talbot, M., Haag, H., y Keskinen, K. (2013). *Directory of Sport Science* (6ª Ed.). Berlín: Human Kinetics.
- Tarragó, R., Iglesias, X., Lapresa, D., Anguera, M. T., Ruiz-Sanchís, L., y Arana, J. (2017). Analysis of diachronic relationships in successful y unsuccessful behaviors by world fencing champions using three complementary techniques. *Anales de Psicología*, 33(3), 471-485.
- Tarragó, R., Iglesias, X., Michavila, J. J., Chaverri, D., Sanchis, L. R., & Anguera, M. T. (2015). Análisis de patrones en asaltos de espada de alto nivel. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 15(1), 151-160.
- Tarragó, R., Massafred-Marimón, M., Seirul-lo, F., y Cos, F. (2019). Training in Team Sports: Structured Training in the FCB. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 137, 103-114. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es. (2019/3).137.08
- Tashakkori, A., y Teddlie, C. (1998). *Applied social research methods series, Vol. 46. Mixed methodology: Combining qualitative y quantitative approaches*. Sage Publications, Inc.



- Taylor, J. B., Mellalieu, S. D., y James, N. (2005). A comparison of individual y unit tactical behaviour y team strategy in professional soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5, 87-101.
- Teddlie, C. y A. Tashakkori. (2003). Major issues y controversies in the use of mixed methods in the social y behavioral sciences. *Research in the Schools*, 13(1), 12-28.
- Tenga, A., Zubillaga, A., Caro, O., y Fradua, L. (2015). Explorative Study on Patterns of Game Structure in Male y Female Matches from Elite Spanish Soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 411-423.
- Teodorescu, L. (1984). *Problemas de teoría e metodología nos desportos colectivos*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2001). *Research methods in physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Thelwell, R. C., Greenlees, I. A., y Weston, N. J. (2006). Using psychological skills training to develop soccer performance. *Journal of Applied Sport Psychology*, 18(3), 254-270.
- Thompson, J. A., Tran, A. A., Gatewood, C. T., Shultz, R., Silder, A., Delp, S. L., y Drago, J. L. (2017). Biomechanical effects of an injury prevention program in preadolescent female soccer athletes. *American Journal of Sports Medicine*.45(2), 294-301.
- Torrents, C. (2005). *Teoría de los sistemas dinámicos y el entrenamiento deportivo*. (tesis doctoral). Universitat de Barcelona: Barcelona.
- Unschuld, P. U., & Tessenow, H. (2011). *Huang Di nei jing su wen*. California: Universidad de California Press.
- Vázquez-Diz, J. A., Morillo-Baro, J. P., Reigal R. E., Morales-Sánchez, V. y Hernández-Mendo, A. (2019). Mixed Methods in Decision-Making Through Polar Coordinate Technique: Differences by Gender on Beach Hyball Specialist. *Frontiers in Psychology*, 10:1627. Doi: 10.3389/fpsyg.2019.01627

- Veá, J. J. (1990). Variabilidad conductual y comportamiento adaptativo. . *Revista de Psicología General y Aplicada*, 43(4), 443-449.
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K. y Button, C. (2012). The role of ecological dynamics in analysing performance in team sports. *Sports Medicine*, 42(1), 1-10.
- Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., y Bar-Yam, Y. (2012). Science of winning soccer: Emergent pattern-forming dynamics in association football. *Journal of Systems Science y Complexity*, 1-13.
- Watson, A., Brickson, S., Brooks, A., y Dunn, W. (2017). Subjective well-being y training load predict in-season injury y illness risk in female youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*.51(3), 194-199.
- Whaley, D., y Krane, V. (2011). Now that we all agree, let's talk epistemology: a commentary on the invited articles. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 3(3), 394-403.
- Wiemeyer, J. (2003). Who should play in which position in soccer? Empirical evidence y unconventional modelling. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 3(1), 1-18.
- Withagen, R., y van Wermeskerken, M. (2010). The role of affordances in the evolutionary process reconsidered: A niche construction perspective. *Theory & Psychology*, 20(4), 489-510.
- Yerson, H., Krstrup, P. y Mohr, M. (2007). Differences in movement pattern, heart rate y fatigue development in international versus national league matches of Swedish y Danish elite female soccer players. *Journal of Sport Science y Medicine*, (10), 106-110.
- Yersson, H., Ryers, M., Heiner-Møller, A., Krstrup, P., y Mohr, M. (2010). Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength y Conditional Research*, 24(4), 912-919.

Ziman, J. (1981). *La credibilidad de la Ciencia*. Madrid: Alianza

Zubillaga, A., Gabbett, T. J., Fradua, L., Ruiz-Ruiz, C., Caro, Ó., y Ervilla, R. (2013). Influence of ball position on playing space in Spanish elite women's football match-play. *International Journal of Sports Science y Coaching*, 8(4), 713-722.

Zurloni, V., Cavallera, C., Diana, B., Elia, M., y Jonsson, G.K. (2014). Detecting regularities in soccer dynamics: A T-pattern approach. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 157-164.