TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Curso Académico 2014/2015

DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE OBSERVACIÓN CUALITATIVO DE LA TÉCNICA DEL TIRO LIBRE EN BALONCESTO

Design and application of a qualitative analysis model to evaluate the free throw technique in basketball

Autor/a: Eva García Varela

Tutor/a: Juan García López

Fecha: 27 de Julio del 2015

VºBº TUTOR/A VºBº AUTOR/A

Índice

Resumen 3

1 Introducción 4

2 Objetivos y competencias 8

3 Metodología 9

3.1 Sujetos 9

3.2 Procedimiento 9

3.2.1 Elaboración modelo de observación 9

3.2.1 Aplicación del modelo de observación 14

3.3 Análisis estadístico 16

4 Resultados 20

5 Discusión 24

6 Conclusiones 26

7 Limitaciones y perspectivas futuras 27

8 Bibliografía 28

Anexos 30

Resumen

El objetivo general del presente estudio fue diseñar un modelo de observación cualitativo de la técnica del tiro libre en baloncesto y aplicarlo para comprobar su sensibilidad al nivel de rendimiento deportivo y a la eficacia del tiro. El estudio se realizó en dos fases diferenciadas, una de elaboración de un cuestionario basándose en opiniones de entrenadores y otra de aplicación del modelo de observación resultante. Participaron 6 sujetos (3 de categoría EBA y 3 de categoría sénior provincial) que realizaron 120 lanzamientos (20 por jugador), los cuales se grabaron desde el plano frontal y sagital para poder observar cualitativa y completamente la técnica de tiro libre. El modelo ha demostrado una buena objetividad inter-observador y ha sido sensible para diferenciar entre niveles de técnica de tiro libre, sin embargo, no ha sucedido lo mismo con la sensibilidad para detectar entre tiros libres acertados y fallados de un jugador, ni ha habido correspondencia directa con el porcentaje de acierto. Futuros trabajos deberían incluir algunas variables que no fueron observadas en este estudio tales como la coordinación del movimiento, la capacidad de repetición y los aspectos psicológicos para mejorar la sensibilidad del modelo de observación utilizado.

Palabras clave: Baloncesto, biomecánica, tiro libre, técnica, análisis cualitativo

Abstract

The aim of this study was to design a model to evaluate the free throw technique in basketball and apply it to test their sensitivity to the sportive efficiency level and the effectiveness of the shot. The study was performed in two distinct phases, one based on a questionnaire according to coaches opinions and another by applying the resulting evaluation model. 6 individuals took part (3 of EBA category and 3 of provincial senior category) doing 120 throws (20 each player) which were recorded from a frontal and sagittal plane to be able of to evaluate completely and qualitatively the free throw technique. The model has demonstrated good inter-observer objectivity and has been proved to differentiate between levels of free throw technique. However, it has not been the same about the sensitivity to detect between succesful and missed free throws of a player. There has not been direct correspondence with the success rate either. Future studies should include some variables that has not been observed in this study such as the coordination of movement, repetition and psychological aspects to improve the acuracy of the evaluation model used.

Keywords: Basketball, biomechanics, free throw, technical, qualitative analysis

1 Introducción

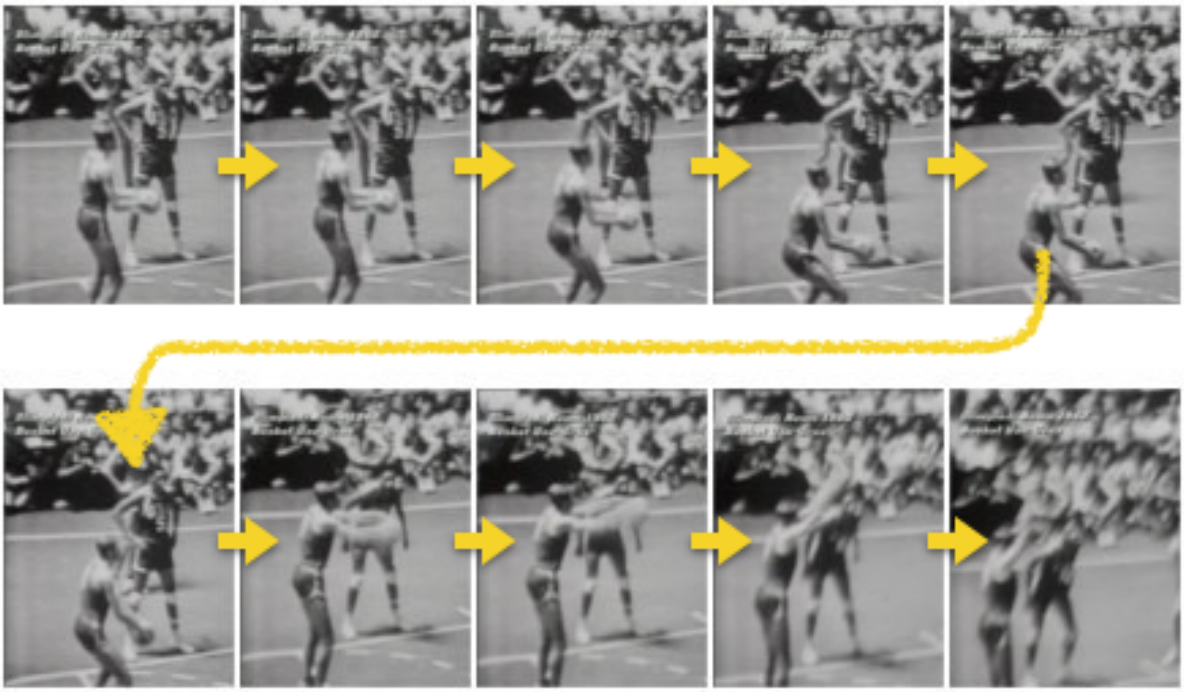
En el transcurso de un partido de baloncesto, las acciones defensivas que son señalizadas con falta, bien porque el atacante se encuentra en situación de tiro o bien porque el equipo defensor ha realizado más de 4 faltas, son penalizadas con lanzamiento de tiro libre. También las faltas antideportivas o técnicas con las que se sancione a un jugador o entrenador durante cualquier fase del partido. Un tiro libre es una acción técnica sin oposición que se realiza desde detrás de una línea situada a 5,80 m de la línea de fondo (línea de tiro libre) y dentro del semicírculo. El jugador puede utilizar cualquier método para lanzar antes de que pasen 5 segundos desde que el árbitro le da el balón, sin amagar el tiro ni pisar la línea antes de que el balón toque el aro (FIBA, 2014). Esta acción técnica de juego puede constar de una serie entre 1 (falta con canasta previa o falta técnica) y 3 tiros (falta sin canasta previa durante el lanzamiento desde detrás de la línea de 6.75 m o triple), siendo lo más común que se lancen 2 tiros (situaciones distintas a las anteriores).

El tiro libre es una parte muy importante del juego, ya que muchos partidos se pueden ganar o perder en función del acierto en el mismo, sobre todo en partidos igualados (Tran y Silverberg, 2008; Gutiérrez y Torres, 2013). Garzón, Lapresa, Angera y Arana (2011) apoyan esa teoría, añadiendo que en un partido, del 20 a 25% de los puntos son de tiros libres, así como que es un aspecto técnico muy importante para todos los jugadores de baloncesto, sin importar la categoría ni su posición de juego. De forma más específica, el tiro libre ha demostrado ser una acción técnica determinante en el rendimiento de equipos de baloncesto femenino españoles (Gómez y Lorenzo, 2005), donde tener un porcentaje de acierto más cercano al 70 que al 65% puede ser la diferencia entre ganar o perder un partido igualado, tanto en equipos masculinos como femeninos. Esto es debido a que, en partidos que finalizan con una diferencia menor a 10 puntos, en los últimos 5 minutos el 48% de los puntos se obtienen a través de los tiros libres, y en el último minuto ese porcentaje se eleva al 69% (Garzón, 2011; Gutiérrez y Torres, 2013). Gutiérrez y Torres (2013) citan en su estudio que en un partido, el equipo que más porcentaje de acierto obtiene, gana en un 80% de las veces. De ahí la importancia de tener una mecánica de tiro que te permita que el lanzamiento se realice con la máxima precisión en cualquier situación.

A lo largo de la historia han coexistido dos técnicas básicas de lanzamiento de tiro libre. En el baloncesto anterior a los años 60 se podía observar a varios jugadores lanzando el balón a dos manos, por debajo de los hombros (Figura 1), con los dos brazos extendidos y las palmas hacia arriba (técnica antigua o *a cuchara*). En los últimos tiempos la técnica más

utilizada se basa en lanzar el balón por encima de los hombros (Figura 2), con una sola mano (empleando la otra de apoyo) y con la palma de la mano del brazo ejecutor dirigida hacia la canasta (técnica moderna). La primera de ellas raramente puede encontrarse en la actualidad, de forma que hoy día se puede hablar casi de una única técnica de tiro libre (la técnica moderna). Garzón (2011) describe el patrón técnico correcto de tiro libre a partir de cuatro fotogramas clave (Figura 2), que son: a-Fotograma clave "preparación"; b-Fotograma clave "subida del balón"; c-Fotograma clave "antes del despegue"; d-Fotograma clave "finalización".

Figura 1.- *Tiro libre "a cuchara" de la Final Olímpica en Roma de 1960 que enfrentaba a la USSR contra EEUU.*



En la Tesis Doctoral de Garzón (2011) se describe minuciosamente la técnica de tiro libre moderna. Así, en el fotograma "preparación", señala que los pies deben estar separados aproximadamente a la anchura de los hombros y alineados de manera que el pie correspondiente al brazo ejecutor se coloque ligeramente adelantado al pie de correspondiente a la mano de apoyo, estos dos parámetros le darán al jugador el equilibrio necesario para toda la acción de lanzamiento. En referencia a la orientación de los pies, cita diversas opiniones: algunos autores aseguran que las dos punteras deben apuntar al aro y otros, que la puntera del pie correspondiente al brazo ejecutor debe apuntar hacia el aro y el otro situarse de forma relajada y natural hacia el exterior. También es importante que las

rodillas estén ligeramente flexionadas y que el tronco esté recto y ligeramente inclinado hacia delante, con la cabeza erguida y la mirada dirigida al aro desde el inicio del lanzamiento hasta el final. El fotograma de "subida del balón" se caracteriza por ser un movimiento coordinado de flexión del tren inferior y del tren superior, acompañado por la subida del balón y un posicionamiento de todas las articulaciones del brazo ejecutor en una angulación de 90º (manteniendo el codo debajo del balón y perpendicular al suelo, sin abrirse, y los dedos de la mano ejecutora apuntando hacia atrás, excepto el pulgar), que va seguido de un movimiento coordinado de extensión de todas las articulaciones de forma simultánea, pasando así al fotograma "antes del despegue" , en el que se produce la suelta del balón. Una vez que el jugador pierde el contacto con el balón, debe darle continuidad al gesto acabando en el fotograma "finalización", en el cual las piernas deben alcanzar una extensión completa, al igual que el hombro y el codo correspondientes al brazo ejecutor. La muñeca y los dedos se encargan de dirigir el lanzamiento mediante una flexión palmar completa, también conocida vulgarmente como "golpe de muñeca". Los tobillos, al extenderse, pueden producir que los talones se eleven, pero los pies deben estar en contacto con el suelo durante todo el lanzamiento. El balón debe describir una trayectoria arqueada e ir rotando hacia atrás (señal de que el "golpe de muñeca" se ha efectuado correctamente).

Figura 2.- *Tiro libre ejecutado con la "técnica moderna" o actual, así como las fases que lo constituyen.*

A- Preparación B- Subida del balón C- Suelta del balón D- Finalización

Fundamentalmente se han realizado estudios cuantitativos que analizan el tiro libre a partir de la suelta del balón, bien experimentales (Button, Macleod, Sanders y Coleman, 2003; Mullineaux y Uhl, 2010; Schmidt, 2012) o incluso de simulación (Okubo y Hubbard, 2006; Tran y Silverberg, 2008). Las variables que estos estudios suelen analizar son (Tabla 2): a-

Altura de suelta de balón; b-Velocidad de liberación del balón; c-Ángulo de lanzamiento del balón; d- Ángulos de codo y muñeca; e-Velocidades angulares de las articulaciones de hombro, codo y muñeca. Son menos los estudios que analizan variables cualitativas (Schmidt, 2012; Garzón et al., 2011; Lonsdale y Tam, 2008; Shoenfelt, Snyder, Maue, McDowell y Woolard, 2002), y todavía menos los que han basado su estudio en la observación del patrón de movimiento (Schmidt, 2012; Garzón et al., 2011). Actualmente se está debatiendo la posibilidad de que el proceso de tiro sea cambiante y que todo lo que sucede antes de la suelta del balón sea una sucesión de variables compensatorias que se producen para evitar errores en la técnica, aumentando dicha variabilidad de proximal a distal a lo largo de la cadena cinemática (Button et al., 2003; Schmidt, 2012; Mullineaux y Uhl; 2010). Mullineaux y Uhl (2010) añaden que la mayor variabilidad se hace evidente los últimos 0,016 s antes de la liberación del balón en los tiros fallados, como un intento de corregir el tiro en el último instante. Por este motivo, las variables cinemáticas muestran una gran variabilidad intra- e inter-individual. A nivel inter-individual, se sugiere que los jugadores utilizan diferentes técnicas de movimientos y posición de las piernas, del tronco y del brazo, que son movimientos de requisito previo para alcanzar una velocidad de liberación adecuada, mientras que los movimientos relacionados con la muñeca al soltar la pelota determinan el éxito.

Tenemos conocimiento de una Tesis Doctoral de una autora española, basada en un estudio plenamente cualitativo del tiro libre (Garzón, 2011). Para ello emplea 3 cámaras (frontal, lateral y cenital), y realiza una observación directa no participante que permite analizar, fotograma a fotograma, el tiro libre en su totalidad en un grupo de niños de categoría alevín que forman parte de la Selección de La Rioja. En el presente Trabajo Fin de Grado se pretende revisar y, en su caso, modificar el modelo de observación de Garzón (2011), para aplicarlo a categorías sénior (jugadores mayores de 18 años). El modelo de observación resultante se aplicará para conocer su sensibilidad para detectar un mayor nivel del deportista y una mayor eficacia del tiro.

2 Objetivos y competencias

El objetivo general del trabajo es diseñar un modelo de observación de análisis de la técnica del tiro libre en baloncesto y aplicarlo para comprobar su sensibilidad al nivel deportivo y a la eficacia del tiro. Para ello, se persiguen los siguientes objetivos específicos: a-Diseñar una metodología de observación a partir de los modelos anteriores, utilizando un software libre (Kinovea v0.8.21) y 2 cámaras de alta velocidad (Casio Exilim); b-Aplicar la metodología en el análisis cualitativo del tiro libre de jugadores de diferente nivel de rendimiento, para comprobar su sensibilidad; c-Comprobar la objetividad del método, comparando los resultados obtenidos por dos observadores diferentes; c-Realizar un análisis biomecánico cualitativo del tiro libre en baloncesto.

Las competencias generales a desarrollar en este Trabajo de Fin de Grado (FCAFD, 2015) buscan el equilibrio entre el aprendizaje de conocimientos disciplinares básicos, de los conocimientos aplicados y de las destrezas instrumentales y son: a-Adquirir la formación científica básica aplicada a la actividad física y al deporte en sus diferentes manifestaciones; b-Conocer y comprender los efectos y los factores biomecánicos que condicionan la práctica de la actividad física y del deporte; c-Conocer y comprender los fundamentos, estructuras y funciones de habilidades, patrones y manifestaciones de la motricidad humana y del deporte; d-Aplicar los principios biomecánicos a los diferentes campos de la actividad física y del deporte; e-Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y del deporte; f-Desarrollar competencias para el aprendizaje autónomo y la adaptación a las nuevas situaciones; g-Desarrollar hábitos de excelencia y calidad en el ejercicio profesional, actuando con respeto a los principios éticos necesarios.

Así mismo, entre las competencias específicas vinculadas a las destrezas necesarias para llevar a cabo el análisis biomecánico del tiro libre en baloncesto, destacan: a-Identificar y saber utilizar los principios biomecánicos del movimiento (cinemática), y aplicarlos para maximizar el rendimiento físico; b-Aplicar los principios biomecánicos al entrenamiento; c-Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición en campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en grupos de población de entrenamiento y rendimiento deportivo; d-Seleccionar y saber utilizar los recursos, instrumentos, herramientas y equipamientos adecuados para cada tipo de persona y de actividad.

3 Metodología

3.1 Sujetos

En el estudio han participado 6 jugadores de categoría sénior masculina del Club Baloncesto Agustinos Eras (edad 21,0 ± 1,7 años, peso 77,0 ± 12,9 Kg, talla 187,0 ± 12,2 cm y experiencia en el entrenamiento del baloncesto 11,0 ± 3,8 años). Tres de ellos forman parte del primer equipo (campeones de liga EBA y finalistas en la Fase de Ascenso a LEB Plata) y los otros 3 del equipo sénior provincial (menor nivel). En cada uno de los equipos se ha seleccionado un jugador que compite en la posición de base, un alero y un pívot. Los participantes han sido informados de los objetivos del estudio, dando su consentimiento para ser grabados y utilizados como sujetos de observación.

3.2 Procedimiento

El estudio se ha llevado a cabo en 2 fases diferenciadas, una de elaboración y entrega de un cuestionario sobre los aspectos cualitativos del tiro libre a entrenadores experimentados que entrenan o han entrenado alguna vez a categorías sénior con la intención de desarrollar un modelo de observación. La segunda fase ha consistido en aplicar ese modelo de observación para valorar la técnica de tiro libre, comprobando su fiabilidad y sensibilidad.

3.2.1 Elaboración modelo de observación

A partir de la Tesis Doctoral de Garzón (2011), que realiza un análisis cualitativo del tiro libre dividiéndolo en 4 fases (Figura 2) se realizó un modelo inicial de lo que sería la mecánica de tiro perfecta englobando todos los ítems observados en su Tesis Doctoral y simplificando el contenido, resultando finalmente un modelo dividido en 3 fases: " preparación", "subida del balón" y "suelta del balón" (esta última fase también contemplada y valorada por Button et al., 2003; Hamilton y Reinschmidt, 1997; Mullineaux y Uhl, 2010; Okubo y Hubbard, 2006; Schmidt, 2012; Tran y Silverberg, 2008) y añadiendo "otros aspectos" en los que se incluyen 3 ítems: "coordinación del gesto", "capacidad de repetición" y "aspectos psicológicos" (este último muy importante para Zabala (2001) y para Kearns y Grossman (1992)).

Ese modelo se transformó en un cuestionario abierto (Cuestionario 1) que se entregó a 3 entrenadores con la intención de que hicieran sugerencias de mejora (Anexo I). En base a sus respuestas, se elaboró un cuestionario cerrado (Cuestionario 2) dejando con respuesta abierta aquellos parámetros no contemplados por Garzón (2011). Este cuestionario fue enviado por correo electrónico a 11 entrenadores, con la siguiente indicación: *"Marque con una X las opciones que coincidan con sus pensamientos a cerca de la mecánica del tiro*

libre, si considera que ninguna de las opciones se corresponden, escriba su opinión en la columna de "COMENTARIOS". Puede marcar más de una opción por parámetro. En la columna "PUNTUACIÓN", valore cada parámetro del 0 al 10, siendo 0 nada importante y 10 muy importante. Al finalizar el cuestionario envíemelo a la misma dirección de correo electrónico. Si le surge alguna duda o sugerencia, póngase en contacto conmigo a través de ese correo. Muchas gracias por su colaboración" (Anexo II). Se recibieron correctamente todos los cuestionarios enviados, a partir de los que se obtuvieron las puntuaciones y órdenes de importancia que otorgaron los 11 entrenadores a los diferentes ítems del cuestionario cerrado (Tabla 1).

Cuestionario 1.- *Cuestionario abierto para valoración de las diferentes fases del tiro libre, con indicación de los aspectos más relevantes, puntuación, orden de importancia y otros comentarios.*

CUESTIONARIO						
FASES	**PARÁMETROS**		**¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERAS RELEVANTES?**	**PUNTUACIÓN (0-10)**	**ORDEN IMPORTANCIA (1-14)**	**COMENTARIOS**
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN				
		ALINEACIÓN				
		SEPARACIÓN				
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS				
		POSICIÓN TRONCO				
		CABEZA Y MIRADA				
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA					
	POSICIÓN DEL BALÓN					
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO					
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA					
	ACOMPAÑAMIENTO MANO APOYO					
	VUELO DEL BALÓN (parábola, rotación…)					
COORDINACIÓN DEL GESTO						
CAPACIDAD REPETICIÓN						
OTROS ASPECTOS NO REFLEJADOS ANTERIORMENTE						

Cuestionario 2.- *Cuestionario cerrado y definitivo que contiene la misma estructura que el Cuestionario 1, añadiendo al inicio del test la importancia otorgada a la mecánica del tiro libre del 1 al 10 y el parámetro de aspectos psicológicos*

CUESTIONARIO SOBRE EL TIRO LIBRE

NOMBRE Y APELLIDOS: EQUIPO AL QUE ENTRENAS:

Del 1 al 10, ¿qué importancia le das a la mecánica del tiro libre?

FASES	PARÁMETROS		¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERAS RELEVANTES?	PUNTUACIÓN (0-10)	ORDEN IMPORTANCIA (1-15)	COMENTARIOS*
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	Los dos pies orientados hacia la canasta			
			Pie correspondiente a mano dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera			
			Pie correspondiente a mano no dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera			
			Los dos pies orientados hacia un lado			
			Es indiferente			
		ALINEACIÓN	Pie correspondiente a mano dominante ligeramente adelantado			
			Pie correspondiente a mano no dominante ligeramente adelantado			
			Los dos pies a la misma altura			
			Pie correspondiente a mano dominante muy adelantado			
			Pie correspondiente a mano no dominante muy adelantado			
			Es indiferente			
		SEPARACIÓN	Pies separados a la altura de los hombros			
			Pies juntos			
			Pies más separados que la altura de los hombros			
			Pies menos separados que la altura de los hombros			
			Es indiferente			
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS	Ligeramente flexionadas			
			Muy flexionadas			
			Rodillas extendidas			
			Es indiferente			
		POSICIÓN TRONCO	Ligeramente inclinado hacia delante			
			Recto, sin ninguna inclinación			
			Basta con que el jugador esté relajado			
			Es indiferente			
		CABEZA Y MIRADA	Cabeza erguida			
			Cabeza inclinada/relajada			
			Mirada dirigida hacia el balón			
			Mirada dirigida hacia el aro			
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		Codo a 90º y hombro/muñeca de forma confortable			
			Codo y hombro a 90º y muñeca de forma confortable			
			Hombro, codo y muñeca a 90°			
			Es indiferente			
	POSICIÓN DEL BALÓN		Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor			
			Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo de apoyo			
			Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor			
			Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo de apoyo			
			Por delante de la cabeza			
			Por detrás de la cabeza (haciendo palanca al tirar)			
			Es indiferente			
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO		Es importante que no haya salto (planta de los pies pegada al suelo durante todo el tiro)			
			Es importante que no haya salto, pero que el jugador/a finalice el lanzamiento de puntillas			
			Debe haber salto para que el lanzamiento sea lo más parecido posible a un tiro de campo			
			Es indiferente			
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		Brazo completamente extendido y prácticamente vertical			
			Brazo completamente extendido y dirigido hacia el aro			
			No es necesario que el brazo esté completamente extendido			
			Es indiferente			
			Es importante que haya golpe de muñeca			
			No es importante que haya golpe de muñeca			
	MANO APOYO		Debe quedarse en la posición inicial sin acompañar el movimiento para no afectar al tiro			
			Debe acompañar el movimiento del tiro colaborando en su impulso			
			Debe acompañar el movimiento del tiro sin colaborar en su impulso			
			Es indiferente			
			Debe finalizar completamente extendido			
			Debe finalizar ligeramente flexionado y relajado			
			Es indiferente			
	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)		Trayectoria del balón arqueada o bombeada			
			Trayectoria del balón recta			
			Rotación del balón hacia atrás			
			Sin rotación del balón			
OTROS ASPECTOS*	COORDINACIÓN DEL GESTO					
	CAPACIDAD REPETICIÓN					
	ASPECTOS PSICOLÓGICOS					

ASPECTOS NO REFLEJADOS ANTERIORMENTE

**respuesta abierta*

Tabla 1.- *Resultados de Cuestionario 2. Media y moda de las puntuaciones obtenidas por los 11 entrenadores, así como el orden de importancia que le dieron a cada parámetro.*

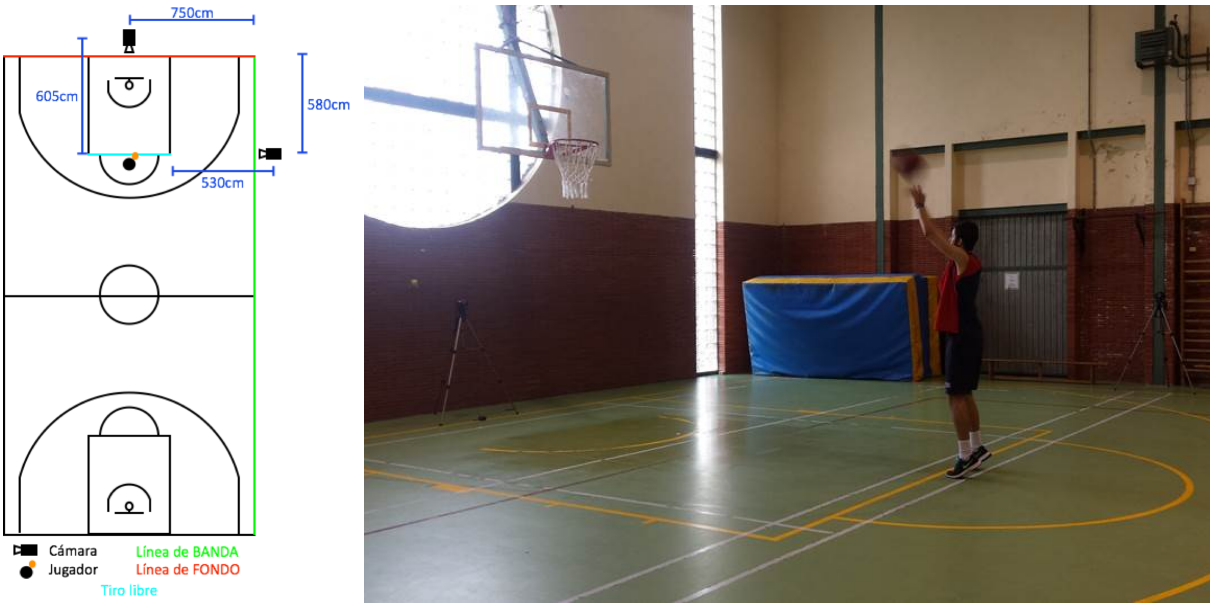
FASES	PARÁMETROS		¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERAS RELEVANTES?		PUNTUACIÓN		ORDEN IMPORTANCIA	
					MODA	MEDIA	MODA	MEDIA
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	11	**Los dos pies orientados hacia la canasta**	8	7,80	6	7,22
				Pie correspondiente a mano dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera				
				Pie correspondiente a mano no dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera				
				Los dos pies orientados hacia un lado				
				Es indiferente				
		ALINEACIÓN	10	**Pie correspondiente a mano dominante ligeramente adelantado**	7	6,50	13	10,11
				Pie correspondiente a mano no dominante ligeramente adelantado				
			3	*Los dos pies a la misma altura*				
				Pie correspondiente a mano dominante muy adelantado				
				Pie correspondiente a mano no dominante muy adelantado				
				Es indiferente				
		SEPARACIÓN	9	**Pies separados a la altura de los hombros**	7	7,20	13	8,56
				Pies juntos				
			2	*Pies más separados que la altura de los hombros*				
			1	Pies menos separados que la altura de los hombros				
				Es indiferente				
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS	10	**Ligeramente flexionadas**	8	8,10	7	7,78
			1	*Muy flexionadas*				
				Rodillas extendidas				
				Es indiferente				
		POSICIÓN TRONCO	6	*Ligeramente inclinado hacia delante*	7	6,70	14	11,44
				Recto, sin ninguna inclinación				
			8	**Basta con que el jugador esté relajado**				
				Es indiferente				
		CABEZA Y MIRADA	3	*Cabeza erguida*	8	6,90	15	11,33
			5	**Cabeza inclinada/relajada**				
			3	*Mirada dirigida hacia el balón*				
			9	**Mirada dirigida hacia el aro**				
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		2	*Codo a 90º y hombro/muñeca de forma confortable*	9	8,11	10	7,78
			2	*Codo y hombro a 90º y muñeca de forma confortable*				
			6	**Hombro, codo y muñeca a 90°**				
			1	Es indiferente				
	POSICIÓN DEL BALÓN		7	**Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor**	8	8,44	9	7,75
				Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo de apoyo				
			3	*Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor*				
				Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo de apoyo				
				Por delante de la cabeza				
				Por detrás de la cabeza (haciendo palanca al tirar)				
			1	Es indiferente				
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO		4	**Es importante que no haya salto (planta de los pies pegada al suelo durante todo el tiro)**	5	6,13	15	11,78
			4	**Es importante que no haya salto, pero que el jugador/a finalice el lanzamiento de puntillas**				
			1	Debe haber salto para que el lanzamiento sea lo más parecido posible a un tiro de campo				
			2	Es indiferente				
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		4	*Brazo completamente extendido y prácticamente vertical*	8	8,70	5	6,33
			7	**Brazo completamente extendido y dirigido hacia el aro**				
				No es necesario que el brazo esté completamente extendido				
				Es indiferente				
			9	**Es importante que haya golpe de muñeca**				
			1	No es importante que haya golpe de muñeca				
	MANO APOYO		2	*Debe quedarse en la posición inicial sin acompañar el movimiento para no afectar al tiro*	7	7,33	12	10,63
				Debe acompañar el movimiento del tiro colaborando en su impulso				
			9	**Debe acompañar el movimiento del tiro sin colaborar en su impulso**				
				Es indiferente				
			3	*Debe finalizar completamente extendido*				
			4	**Debe finalizar ligeramente flexionado y relajado**				
			1	Es indiferente				
	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)		11	**Trayectoria del balón arqueada o bombeada**	10	9,38	4	4,56
				Trayectoria del balón recta				
			9	**Rotación del balón hacia atrás**				
			1	Sin rotación del balón				
OTROS ASPECTOS	COORDINACIÓN DEL GESTO				10	9,11	1	3,22
	CAPACIDAD REPETICIÓN				10	9,11	2	5,33
	ASPECTOS PSICOLÓGICOS				9	8,56	1	4,89

PUNTUACIÓN MECÁNICA TIRO LIBRE	
MODA	MEDIA
8	8,1

3.2.1 Aplicación del modelo de observación

Se realizó una primera grabación de prueba para situar las cámaras, de forma que pudieran filmarse todos los ítems a observar. En la grabación final, se tomaron las referencias del jugador más alto para poder filmar a todos los participantes sin mover las cámaras ni el enfoque. El tiro libre se grabó con 2 cámaras de alta velocidad (Casio Exilim EX – ZR1000, Casio Inc, Europe) con la situación espacial que se muestra en la Figura 3: una cámara en el plano frontal, con un zoom de 49 mm, a 750 cm de la línea de banda (por detrás de la línea de fondo), a 605 cm de la línea de tiro libre y a una altura de ~130 cm; la otra cámara en el plano sagital, con un zoom de 33 mm, a 580 cm de la línea de fondo, a 530 cm de la línea de tiro libre (aproximadamente a 775 cm del jugador) y a una altura de ~130 cm.

Figura 3.- *Esquema de la situación espacial cámaras y jugador en el campo (izquierda). Jugador realizando un tiro libre (derecha).*



En la Figura 4 pueden observarse las dos grabaciones realizadas con cada una de las cámaras, a partir de las cuales se aplicaría el modelo de observación.

Figura 4.- *Fotogramas de las cámaras frontal (izquierda) y sagital (derecha) utilizados para realizar el análisis cualitativo del tiro libre.*

Para realizar las filmaciones se disponía de una hora de pista. Una vez que los jugadores llegaban a la cancha se les explicaba el procedimiento a seguir, tras lo cual, realizaban su calentamiento habitual y lanzamientos de práctica (Mullineaux y Uhl, 2010). Mientras tanto, se colocaban las cámaras en las zonas indicadas anteriormente. Cuando los jugadores estaban preparados para iniciar los lanzamientos, se comenzaba la toma de datos. Se pidió a los jugadores que realizaran 20 tiros libres (Smidth, 2003; Mullineaux y Uhl, 2010) lanzados en series de 2 tiros (Shoenfelt et al., 2002), con la intención de que esta secuencia se asemejara lo máximo posible a una situación de juego real. El número de tiros y la situación de entrenamiento son habitualmente utilizados en estudios previos de análisis cualitativo y cuantitativo del tiro libre (Tabla 2). Los jugadores utilizaron un balón talla 7, correspondiente a la categoría sénior masculina (Spalding, Russell Brands LLC, Estados Unidos).

Los 20 tiros libres fueron grabados, pero para el análisis se seleccionaron aleatoriamente sólo 5 tiros (Mullineaux y Uhl, 2010), en función del porcentaje de acierto del tirador (ej. para un jugador con un 80% de éxito se seleccionaron 4 lanzamientos con resultado de canasta y 1 lanzamiento fallado). Para ello, cada uno de los tiros seleccionados se calificó del 1 al 5, siguiendo indicaciones de estudios previos reflejados en la Tabla 2 (Smidth, 2003; Mullineaux y Uhl, 2010; Button et al., 2003; Kinnunen, Colon, Espinoza, Overby y Lewis, 2001), donde: 1-el balón no entra y no toca ni aro ni tablero; 2-el balón toca el aro por fuera sin entrar; 3-el balón toca el aro por dentro sin entrar; 4-el balón toca el aro y entra; 5-entra "limpia" (Smidth, 2003). Los tiros considerados como aciertos (puntuación 5) y fallo (puntuación 2, porque no hubo puntuación 1) fueron finalmente seleccionados. En el caso de

los jugadores que no tenían suficientes tiros con puntuación 2, se seleccionó la puntuación 3.

La valoración de los lanzamientos fue llevada a cabo por dos personas con experiencia en el entrenamiento del tiro libre, con el objetivo de valorar el posible error inter-sujeto. Para ello se utilizaron las filmaciones de ambas cámaras (Figura 4). En un intento de simplificarlo, además de la indicación de las diferentes fases y parámetros a evaluar, a los observadores se les indicaba desde qué cámara (de frente o perfil) podían observar mejor ese ítem (Tabla 3). En el modelo de observación se contemplan un total de 15 ítems, dividiendo el gesto en 3 fases (preparación, subida del balón y suelta) y otros aspectos a valorar. Finalmente sólo se tuvieron en cuenta 12 ítems (todos a excepción de los aspectos psicológicos, la coordinación del gesto y la capacidad de repetición). Los observadores debían marcar con 0 (ítem mal ejecutado), 1 (ítem regular ejecutado) y 2 (ítem bien ejecutado) los 12 ítems objeto de observación (Cuestionario 3, Anexo III). De esta forma, un tiro libre perfecto podía tener una puntuación máxima de 24 puntos, lo que se convirtió a base 10, para su mejor comprensión. Aún así, se planteaba una doble vía de análisis, que era darle una puntuación absoluta a cada ítem (de 0 a 2), o una relativa al mismo (multiplicando esa puntuación por la relevancia de 0 a 10 puntos que le dieron los entrenadores al ítem, y volviéndola a dividir por 10 puntos, que es la máxima calificación). El ajuste entre ambas metodologías fue muy bueno ($r= 0.997$ y $p<0.001$), por lo que se decidió utilizar la primera de ellas, dada su mayor simplicidad.

3.3 Análisis estadístico

Los resultados se muestran como media y desviación estándar de la media. El análisis gráfico y estadístico se llevó a cabo con los software Microsoft Excel v.2010 y SPSS-v16.0. La correlación entre variables se obtuvo mediante el coeficiente de correlación de Pearson. La diferencia entre tiros libres encestados y fallados se realizó mediante la t-student para muestras apareadas.

Tabla 2.- *Sujetos, número de lanzamientos, situación (real, de entrenamiento o de simulación), evaluación del lanzamiento, variables analizadas, metodología utilizada y fases de lanzamiento contempladas por los diversos autores en sus estudios*

AUTOR/ES	SUJETOS	Nº LANZAMIENTOS	SITUACIÓN	EVALUACIÓN LANZAMIENTO	VARIABLES ANALIZADAS	METODOLOGÍA UTILIZADA	FASES DEL LANZAMIENTO
Button, Macleod, Sanders y Coleman (2003)	N= 6 estudiantes universitarios de diversa experiencia en el baloncesto, diestros, de 18 a 21 años	30 (3 bloques, 10 tiros en cada bloque)	Entrenamiento	Escala de 1 (no toca aro) a 5 (encesta limpio)	Variabilidad asociada al tiro libre en baloncesto: a-Altura de liberación de la pelota; b-Desplazamiento lineal y velocidad del codo y el ángulo del codo y la muñeca; c-Velocidades angulares correspondientes	Cuantitativo; Análisis bidimensional con una cámara situada a la derecha de la posición de tiro del jugador utilizando un proyector de 1250W como iluminación adicional y una pantalla en negro para el fondo; Digitalización de todos los ensayos utilizando el software Ariel Performance Analysis System (APAS), los datos fueron analizados con el programa SPSS para Windows; Lanzamientos con 2 restricciones: a-Lanzar con las dos mano; b-Mantener los pies en contacto con el suelo	-
Garzón, Lapresa, Anguera y Arana (2011)	N= 9 jugadores de categoría alevín (11-12años)	10 (canasta minibasket, balón Baden 5)	Entrenamiento	Encesta/Falla	Patrón de lanzamiento observando ítem a ítem	Cualitativo; 3 cámaras: frontal, lateral y cenital; Utilización sistemas: AD HOC y ThemeCoder	1-Preparación; 2-Subida del balón: 3-Antes del despegue; 4-Finalización; + Fotograma no clave
Hamilton y Reinschmidt (1997)	-	-	SIMULACIÓN	-	Trayectoria óptima para el tiro libre en baloncesto	Cuantitativo	-
Kearns y Grossman (1992)	N=3 jugadores del equipo universitario de 22, 20 y 24 años	15 minutos de tiros 5 días a la semana, registrandose en grupos de 10	Entrenamiento	Encesta/Falla	Aspectos psicológicos de la rutina de lanzamiento	Cualitativo; 3 fases de procedimiento: 1-(a)establecimiento buena relación entre entrenador y jugador, (b)discusión de posibles razones de malos resultados, (c)descripción del lanzamiento por parte del jugador, (d)visualización de lanzamientos de atletas antes de la práctica; 2-Entrenamiento de técnicas de relajación de la respiración profunda y de visualización del lanzamiento; 3-Fase de ejecución + autoinforme	-
Kinnunen, Colon, Espinoza, Overby y Lewis (2001)	N= 33; 15 niñas de Michigan y 18 de Puerto Rico, de 8 a 11 años	60 [10 tiros por cada condición (6 condiciones)]	Entrenamiento	Escala de 0 (no toca aro) a 4 (encesta limpio)	Influencias antropométricas en el tiro libre en baloncesto	Cuantitativo; Realización de 5 medidas antropométricas; Diferentes condiciones de lanzamiento: a-Alta/normal/baja altura de la canasta: b-Pequeño/mediano/grande tamaño del balón	-
Lonsdale y Tam (2008)	N= jugadores de los que se recogieron 10 ó más tiros libres en 7 partidos	10 ó más	Real	-	Rutina: a-Duración; b-Comportamientos; c-Influencia en el resultado del tiro libre	Cualitativo; Observación de 14 partidos de la NBA por la televisión	-
Mullineaux y Uhl (2010)	N= 15 jugadores de baloncesto colegial que han jugado durante al menos 4 años	20 (balón reglamentario para cada género, seleccionaron al azar 3 fallos y 3 aciertos de cada participante)	Entrenamiento	Escala de 5 puntos: 1-Falló sin tocar ni aro; 2-Golpeó el aro y se salió; 3-Golpeó el aro, rebotó en el tablero y entró; 4-Dio en el aro sin rebotar en el tablero y entró; 5-Entró sin tocar el aro ("limpia).	a-Variabilidad de la cordinación en conjunto con la cinemática; b-Magnitudes de cinemática de la articulación; c-Parámetros de liberación de la bola entre fallos y aciertos; d-Velocidad de liberación de la bola; e-Ángulos	Cuantitativo; Diseño tridimensional (12 cámaras colocadas a intervalos iguales en un círculo de 6m de radio desde el punto medio de la línea de TL y el aro); Utilizó el programa SPSS para realizar el análisis estadístico	-
Okubo y Hubbard (2006)	-	-	SIMULACIÓN	-	Condiciones de liberación: a-Velocidad de liberación; b-Ángulo de liberación; c-Velocidad angular; d-Ángulo de desviación	Cuantitativo; Utilización de un modelo dinámico con 5 submodelos: 1-Vuelo puramente gravitatorio; 2-Bola-aro; 3-Bola-tablero; 4-Bola-puente; 5-Bola-puente-tablero	-
Shoenfelt, Snyder, Maue, McDowell y Woolard (2002)	N= 94 (64 hombres y 30 mujeres) con edad media de 20,1 años; se valora la experiencia pero no se requiere	120 (40 en cada prueba)	Entrenamiento	Encesta/Falla	a-Mejora del rendimiento; b-Influencia del sexo	Cualitativo; 1ºInstrucción de la mecánica de tiro correcta; 2ºPráctica por su cuenta durante 2 días; 3ºPrueba previa (40 tiros libres lanzados **de dos en dos**); 4ªDivisión en 4 grupos que lanzan 40 tiros (en bloques de 10) en cada sesión de práctica: a-Grupo cte (desde la línea de TL); b-c-d-Grupos de combinación variable (dos pies más alante, 2 pies más atrás de la línea de TL); 5ºCompletan una prueba después de cada semana de práctica (3 en total) que consiste en 40 tiros libres en **bloques de dos**	-
Smidth (2012)	N= 21 deportistas estudiantes universitarios (7 principiantes, 7 avanzados y 7 expertos)	20	Entrenamiento	Escala de 5 puntos: 1-El balón no entra y no toca ni aro ni tablero; 2-El balón toca el aro por fuera sin entrar; 3-El balón toca el aro por dentro sin entrar; 4-El balón toca el aro y entra; 5-Entra "limpia"	a-Patrón de movimiento en el lanzamiento; b-Ángulos articulares; c-Velocidad angular; d.Trayectoria del balón	Cualitativo y cuantitativo; Diseño tridimensional (4 cámaras); Grabación fuera de las características del brazo de tiro; Utilización sistema Dycon	1-De pie, con la pelota en "bajo poder"; 2-Elevamiento inicial de la bola; 3-Genuflexión y elevación de la bola; 4-Flexión de rodillas más pronunciada y elevación de la bola; 5-Interfase que parece casi ineficaz; 6-Posición "listo para tirar"; 7-Ejecución acción de tiro; 8-Realización acción de tiro
Tran y Silverberg (2008)	-	-	SIMULACIÓN	-	Variables de liberación: a-Altura de suelta; b-Velocidad de liberación; c-Ángulo de lanzamiento; d-Ángulo lateral; e-Rotación	Simulaciones realizadas utilizando un modelo desarrollado por Silverberg et al. (2003)	-

Tabla 3.- *Modelo de observación que indica las fases del lanzamiento, la cámara en la que se puede observar mejor cada ítem (frente o perfil) y en el que se tienen en cuenta los aspectos que obtuvieron más X (puntuación 2) y los segundos con más X (puntuación 1) de la Tabla 1 (Resultados del Cuestionario 2).*

FASES	PARÁMETROS		CÁMARAS		PUNTUACIÓN					
			FRENTE	PERFIL	2		1		0	
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	X		Los dos pies orientados hacia la canasta		Pie correspondiente a mano dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera (Garzón, 2011)		Resto	
		ALINEACIÓN		X	Pie correspondiente a mano dominante ligeramente adelantado		Los dos pies a la misma altura		Resto	
		SEPARACIÓN	X		Pies separados a la altura de los hombros		Pies más separados que la altura de los hombros		Resto	
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS		X	Ligeramente flexionadas		Muy flexionadas		Resto	
		POSICIÓN TRONCO		X	Relajado		Tenso, inclinado hacia delante		Resto	
		CABEZA Y MIRADA	X		CABEZA	MIRADA	CABEZA	MIRADA	CABEZA	MIRADA
					Cabeza inclinada/relajada	Mirada dirigida hacia el aro	Cabeza erguida	Mirada dirigida hacia el balón	Resto	Resto
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA			X	Hombro, codo y muñeca a 90°		Dos a 90° y el otro de manera confortable		Resto	
	POSICIÓN DEL BALÓN		X	X	Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor		Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor		Resto	
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO		X	X	No hay salto		Término medio		Hay salto	
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		X	X	FINALIZ. BRAZO	GOLPE MUÑECA	FINALIZ. BRAZO	GOLPE MUÑECA	FINALIZ. BRAZO	GOLPE MUÑECA
					Brazo completamente extendido y dirigido hacia el aro	Hay golpe de muñeca	Brazo completamente extendido y prácticamente vertical	Término medio	Resto	No hay golpe de muñeca
	MANO APOYO		X		PARTICIPACIÓN	FINALIZACIÓN	PARTICIPACIÓN	FINALIZACIÓN	PARTICIPACIÓN	FINALIZACIÓN
					Acompaña el movimiento del tiro sin colaborar en su impulso	Ligeramente flexionado y relajado	Se queda en la posición inicial sin acompañar el movimiento para no afectar al tiro	Completamente extendido	Resto	Resto
	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)			X	PARÁBOLA	ROTACIÓN	PARÁBOLA	ROTACIÓN	PARÁBOLA	ROTACIÓN
					Ángulo suelta mayor mayor o igual a 52º (Tran y Silverberg, 2008)	Rotación hacia atrás	Ángulo suelta menor 52º	Rotación de balón hacia otra dirección	Sin parábola	Sin rotación
OTROS ASPECTOS	COORDINACIÓN DEL GESTO		-							
	CAPACIDAD REPETICIÓN		-							
	ASPECTOS PSICOLÓGICOS		-							

Cuestionario 3.- *Cuestionario utilizado por los 2 observadores en el análisis de los tiros libres, siguiendo las indicaciones de la Tabla 3. La zona sombreada de la columna de puntuación es la suma de los parámetros de la columna de puntuación individual.*

FASES	PARÁMETROS			CÁMARAS		PUNTUACIÓN			PUNTUACIÓN INDIVIDUAL					
				FRENTE	PERFIL	2	1	0	1	0,5	0	1	0,5	0
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	SUJETO 1	X										
		ALINEACIÓN			X									
		SEPARACIÓN		X										
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS			X									
		POSICIÓN TRONCO			X									
		CABEZA Y MIRADA		X					CABEZA			MIRADA		
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA				X									
	POSICIÓN DEL BALÓN			X	X									
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO			X	X									
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA			X	X				FINALIZACIÓN BRAZO			GOLPE DE MUÑECA		
	MANO APOYO			X					PARTICIPACIÓN			FINALIZACIÓN		
	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)				X				PARÁBOLA			ROTACIÓN		

4 Resultados

La Tabla 4 refleja la puntuación y orden de importancia que los 11 entrenadores dieron a los diferentes ítems preseleccionados. En ella se puede observar que el vuelo del balón, coordinación del gesto, capacidad de repetición y aspectos psicológicos ocupan 4 de los 5 primeros lugares de máxima puntuación y orden de importancia. Cuatro de los últimos cinco ítems son la alineación de los pies, cabeza y mirada, posición del tronco y contacto de los pies con el suelo.

Tabla 4.- *Ranking de puntuación y orden de importancia que los 11 entrenadores dieron a cada parámetro, ordenados según la puntuación media.*

PUNTUACIÓN				ORDEN IMPORTANCIA			
POSICIÓN	PARÁMETROS	MODA	MEDIA	POSICIÓN	PARÁMETROS	MODA	MEDIA
1º	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)	10	9,38	1º	COORDINACIÓN DEL GESTO	1	3,22
2º	COORDINACIÓN DEL GESTO	10	9,11	2º	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)	4	4,56
3º	CAPACIDAD REPETICIÓN	10	9,11	3º	ASPECTOS PSICOLÓGICOS	1	4,89
4º	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA (suelta)	8	8,70	4º	CAPACIDAD REPETICIÓN	2	5,33
5º	ASPECTOS PSICOLÓGICOS	9	8,56	5º	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA (suelta)	5	6,33
6º	POSICIÓN DEL BALÓN	8	8,44	6º	ORIENTACIÓN	6	7,22
7º	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA (subida)	9	8,11	7º	POSICIÓN DEL BALÓN	9	7,75
8º	FLEXIÓN RODILLAS	8	8,10	8º	FLEXIÓN RODILLAS	7	7,78
9º	ORIENTACIÓN	8	7,80	9º	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA (subida)	10	7,78
10º	MANO APOYO	7	7,33	10º	SEPARACIÓN	13	8,56
11º	SEPARACIÓN	7	7,20	11º	ALINEACIÓN	13	10,11
12º	CABEZA Y MIRADA	8	6,90	12º	MANO APOYO	12	10,63
13º	POSICIÓN TRONCO	7	6,70	13º	CABEZA Y MIRADA	15	11,33
14º	ALINEACIÓN	7	6,50	14º	POSICIÓN TRONCO	14	11,44
15º	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO	5	6,13	15º	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO	15	11,78

En la Tabla 5 se ilustra el resultado de cada uno de los 20 lanzamientos de cada jugador (del 1 al 5), así como el porcentaje de acierto global. El acierto medio de los jugadores del Equipo A (78.3 ± 14.3 %) fue mayor que el de los jugadores del Equipo B (50.0 ± 17.8 %). Aunque un jugador del Equipo A (Sujeto 5) tuvo un acierto igual o inferior a dos jugadores del Equipo B (Sujeto 3 y Sujeto 4), los jugadores del Equipo A, por posiciones de juego (Base, Alero o Pívot), siempre tuvieron mayor porcentaje de acierto que los del Equipo B. También se puede observar que los 3 sujetos que tienen mayor porcentaje de acierto son los que más años de experiencia tienen en la práctica del baloncesto.

Tabla 5.- *Puntuación de los 20 lanzamientos, porcentaje de acierto, posición de juego, años de experiencia en el baloncesto y tiros seleccionados de cada sujeto.*

	EQUIPO A						EQUIPO B					
TIROS	SUJETO 5		SUJETO 1		SUJETO 2		SUJETO 6		SUJETO 4		SUJETO 3	
	PUNT	ACIERT	PUNT	ACIERT	PUNT	ACIERT	PUNT	ACIERT	PUNT	ACIERT	PUNT	ACIERT
1º	4	1	5	1	5	1	3	0	4	1	5	1
2º	3	0	5	1	2	0	3	0	5	1	2	0
3º	5	1	5	1	5	1	2	0	3	0	5	1
4º	3	0	4	1	4	1	3	0	5	1	2	0
5º	4	1	4	1	4	1	3	0	3	0	5	1
6º	3	0	5	1	5	1	4	1	5	1	3	0
7º	5	1	3	0	2	0	3	0	5	1	4	1
8º	3	0	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1
9º	5	1	4	1	4	1	3	0	3	0	5	1
10º	3	0	5	1	4	1	3	0	5	1	5	1
11º	4	1	5	1	5	1	3	0	5	1	3	0
12º	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	3	0
13º	5	1	5	1	5	1	3	0	3	0	4	1
14º	4	1	5	1	4	1	3	0	3	0	5	1
15º	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	3	0
16º	3	0	5	1	5	1	3	0	3	0	2	0
17º	3	0	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
18º	3	0	5	1	4	1	3	0	3	0	5	1
19º	5	1	5	1	2	0	2	0	3	0	4	1
20º	5	1	4	1	3	0	2	0	5	1	4	1
ACIERTO	12	20	19	20	16	20	5	20	12	20	13	20
%	60%		95%		80%		25%		60%		65%	
POSICIÓN	BASE		ALERO		PÍVOT		BASE		ALERO		PÍVOT	
AÑOS DE EXPERIENCIA	9		15		18		8		8		10	
TIROS A ANALIZAR	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F
	3	2	4	1	4	1	1	4	3	2	3	2

TIROS A ANALIZAR SEGÚN PORCENTAJE					
>20	20-39	40-59	60-79	80-99	100
0	1	2	3	4	5

ACERTADOS	1
FALLADOS	0

SELECCIONADOS CON UN 5	5
SELECCIONADOS CON UN 2	2
SELECCIONADOS CON UN 3	3

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos en cada tiro libre, que fueron evaluados por 2 observadores independientes, así como el porcentaje de acierto de cada jugador. Se obtuvo una alta y significativa correlación ($p<0.001$) entre las puntuaciones asignadas por ambos observadores para los tiros 1, 2, 3, 4 y 5 ($r= 1.00$, 0.90, 0.97, 0.92 y 0.88, respectivamente). De igual forma, la puntuación media obtenida por el Observador 1 y el 2 fue bastante similar, sin diferencia significativas entre ambos (Gráfico 1), y con una correlación muy alta ($r= 0.98$ y $p<0.001$) (Gráfico 2).

Tabla 6.- *Puntuación sobre 10 que cada uno de los dos observadores otorgó a los 5 tiros que realizó cada sujeto (Tiro 1…Tiro 5), puntuación media y porcentaje de acierto de los 20 lanzamientos. Los sujetos sombreados se corresponden con jugadores del Equipo A.*

	SUJETO	TIRO 1	TIRO 2	TIRO 3	TIRO 4	TIRO 5	PUNTUACIÓN	% ACIERTO
Observador 1	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	**7.3**	95%
	2	9.4	9.2	9.4	9.4	9.2	**9.3**	80%
	3	6.0	6.9	8.5	7.7	6.9	**7.2**	65%
	4	6.9	6.0	6.7	6.9	6.7	**6.6**	60%
	5	8.5	8.5	9.0	8.5	8.5	**8.6**	60%
	6	7.5	7.7	8.5	7.7	6.9	**7.7**	25%
Observador 2	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	**7.3**	95%
	2	9.4	8.8	9.2	9.4	9.2	**9.2**	80%
	3	6.0	6.9	8.3	8.3	7.9	**7.5**	65%
	4	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	**6.9**	60%
	5	8.3	9.4	9.4	8.3	9.4	**9.0**	60%
	6	7.5	7.9	8.3	8.3	7.9	**8.0**	25%

Gráfico 1.- *Relación entre la puntuación media obtenida por cada observador en cada tiro.*

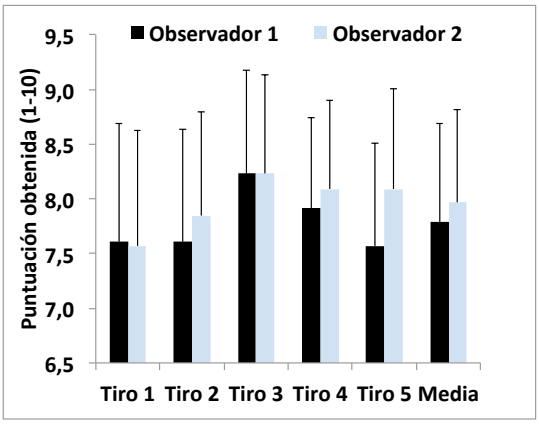
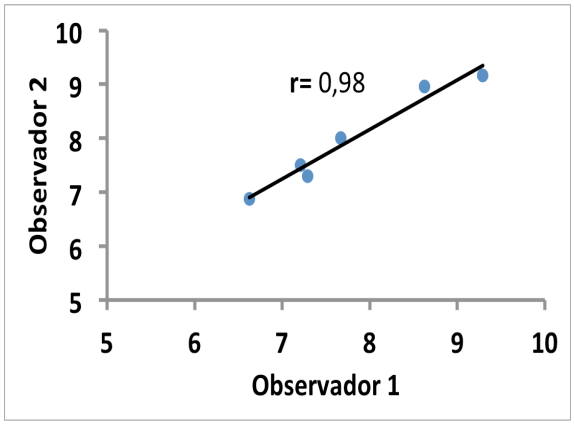


Gráfico 2.- *Correlación entre las puntuaciones obtenidas por ambos observadores.*



No se obtuvieron correlaciones entre las puntuaciones obtenidas por los jugadores y el porcentaje de acierto (Gráfico 3), si bien las puntuaciones obtenidas por los jugadores del Equipo A fueron superiores a las del Equipo B, como también lo fueron sus porcentajes de acierto en el tiro (Gráfico 4).

Gráfico 3.- *Correlación entre la puntuación obtenida por los jugadores y el porcentaje de acierto.*

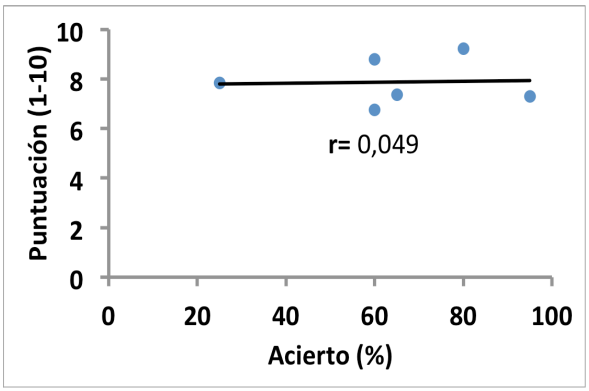
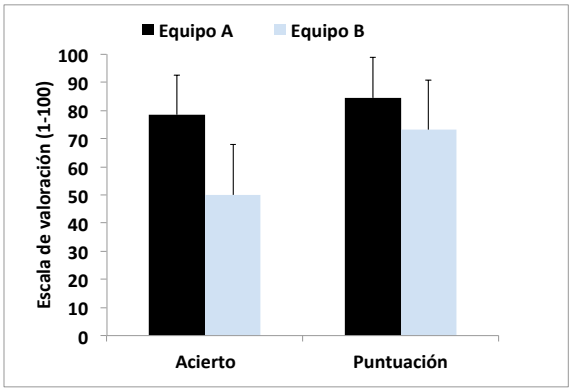
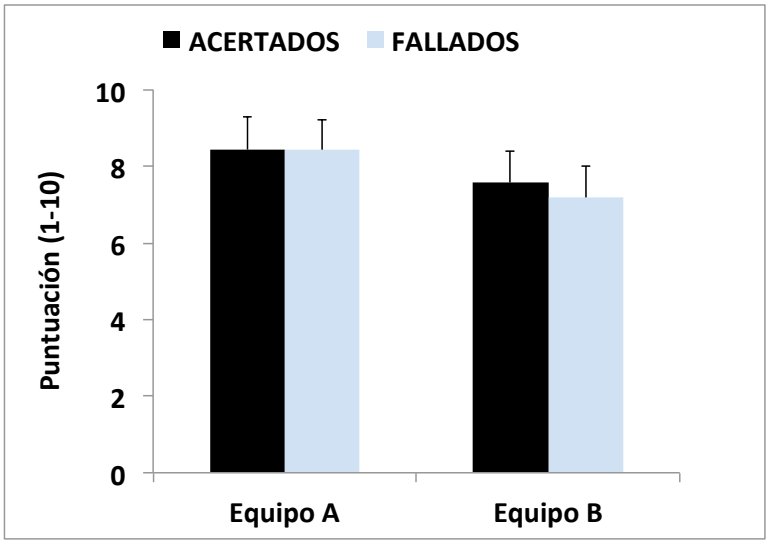


Gráfico 4.- *Acierto (%) y puntuación (escalada a 100 puntos para facilitar su representación) de los Equipos A y B.*



Por último, se puede observar en el Gráfico 5 que el sistema de observación utilizado no es sensible para detectar entre aciertos y fallos, independientemente del Equipo en el que haya sido aplicado (A ó B).

Gráfico 5.- *Puntuación media obtenida por los tiros libres acertados y fallados en cada uno de los equipos (A y B).*



5 Discusión

Analizando las puntuaciones medias que los entrenadores han otorgado a cada ítem (Tabla 4) nos hemos percatado que de los 5 aspectos que ellos consideran más importantes nosotros no hemos evaluado 4. Es cierto que la coordinación del gesto y la capacidad de repetición son ítems difíciles de evaluar desde una perspectiva cualitativa, y para hacerlo deberíamos utilizar metodologías cuantitativas como el análisis funcional de datos (en inglés "functional data analysis"). Igualmente, los aspectos psicológicos no son el motivo central del presente trabajo. Llama la atención que el hecho de saltar durante la ejecución tiro libre no es valorado negativamente por los entrenadores, y posiblemente esto sea debido a que dicho criterio se deriva de la Tesis Doctoral de Garzón (2011), realizada en jugadores en formación, y no en jugadores seniors. Futuros trabajos sobre análisis de la técnica del tiro libre deberían tener en cuenta estas opiniones de los entrenadores.

La Tabla 5 ilustra la importancia del nivel de práctica y la experiencia en el porcentaje de acierto del tiro libre. Por lo general, en todos los deportes, cuanto más se practica un aspecto técnico o táctico, mejor se realiza. Los sujetos 1, 2 y 3 tienen más años de experiencia en el baloncesto que los sujetos 4, 5 y 6, lo que podría ser una de las causas de su mayor porcentaje de acierto. La teoría de la práctica deliberada indica que cuanto más próximo se está a las 10.000 horas de práctica, hay un mayor dominio de la habilidad técnica (Tucker y Collins, 2012), y lógicamente esto está facilitado por un mayor número de años de práctica. Por otro lado, el equipo que compite a mayor nivel (Equipo A) ha obtenido un mayor porcentaje de acierto que el de menor nivel (Equipo B), coincidiendo con los hallazgos de García, Ibáñez y Feu (2010), que aseguran que los jugadores de mayor nivel realizan mejor las destrezas específicas que los más inexpertos.

El modelo de observación utilizado, a pesar de ser cualitativo, es objetivo, ya que no se han detectado diferencias entre las puntuaciones otorgadas por dos observadores independientes (Gráfico 1), de la misma forma que dichas puntuaciones han obtenido una correlación muy alta (Gráfico 2). Es importante asegurar la objetividad de observaciones realizadas de forma cualitativa, de la misma forma que se ha realizado en otros estudios, donde para garantizar la fiabilidad inter-observador se han obtenido valores de correlación iguales o superiores a 0.95 (Krustrup y Bangsbo, 2001).

A pesar de lo anterior, las puntuaciones medias obtenidas al aplicar el modelo de observación no han guardado relación con el porcentaje de acierto (Gráfico 3), de la misma forma que la puntuación media obtenida por los tiros acertados y fallados ha sido similar en los Equipos A y B, lo que alerta sobre una falta de sensibilidad del modelo utilizado. Tal y

como hemos comentado en la introducción, las adaptaciones finales del gesto de tiro se realizan en los últimos 16 milisegundos del mismo (Mullineaux y Uhl, 2010). Esto hace imposible que exista una correspondencia entre la puntuación obtenida y el porcentaje de acierto, ya que esta última variable depende de ajustes finales durante el tiro. Sin embargo, tal y como se ilustra en el Gráfico 4, el porcentaje y las puntuaciones obtenidas por los jugadores del Equipo B son menores, con mayor distancia en el porcentaje de acierto que en la puntuación. A nuestro entender, esto quiere decir que el modelo de observación utilizado sí es capaz de detectar entre niveles de técnica de lanzamiento de tiro libre, aunque hay más factores que explican el resultado final, y que o bien no han sido incluidos en la observación (ej. psicológicos, coordinación del gesto, capacidad de repetición, etc.), o bien no son fácilmente observables (ej. ajustes finales en los 16 últimos milisegundos del tiro).

6 Conclusiones

En el presente Trabajo Fin de Grado se ha diseñado un modelo de observación cualitativo para analizar la técnica del tiro libre en baloncesto. Este modelo ha partido de estudios anteriores y de la opinión de entrenadores expertos en la materia.

Al aplicar el modelo detectamos que es sensible para diferenciar entre niveles de técnica de tiro libre, aunque no explica completamente las diferencias entre los niveles. Sin embargo, no es sensible para detectar entre tiros libres acertados y fallados de un mismo jugador, ni guarda ninguna correspondencia directa con el porcentaje de acierto. Futuros trabajos deberían incluir algunas variables que no han sido tenidas en cuenta aquí (coordinación, capacidad de repetición y aspectos psicológicos, fundamentalmente), para poder mejorar la sensibilidad del mismo.

El modelo ha mostrado una buena objetividad, ya que la correspondencia entre las puntuaciones de dos observadores independientes que han seguido los mismos criterios de observación ha sido buena. Futuros trabajos deberían comprobar también la fiabilidad intra-observador (es decir, correspondencia entre valoraciones de un mismo observador con un intervalo de tiempo suficientemente amplio para no recordar la valoración).

7 Limitaciones y perspectivas futuras

En el presente trabajo, como en la mayoría de los estudios de la Tabla 2, los tiros libres fueron realizados en situación de entrenamiento, y no en situación real de juego. Esto implica que no había estrés físico ni psicológico de los jugadores, lo que puede condicionar los resultados del estudio. Futuros trabajos deberían intentar hacer una observación en circunstancias más parecidas a la competición.

El modelo de observación utilizado no ha incluido 3 de los 4 aspectos que los entrenadores consideraron más importantes para el análisis del tiro libre, como son la coordinación del gesto, capacidad de repetición y aspectos psicológicos. Esto debería ser tenido en cuenta por posteriores estudios sobre el análisis de la técnica de este gesto específico de baloncesto.

Aunque las grabaciones se hicieron de forma que la trayectoria del balón podía observarse, la rotación del mismo no se distinguió bien, posiblemente por una combinación entre lejanía de la grabación y falta de resolución espacial de la cámara (formato de grabación de 640x480 píxeles ó ~0.25 megapíxeles). Una posible solución a este problema sería utilizar cámaras de menos velocidad pero mayor resolución espacial (ej. alta definición a 1920x1080 píxeles ó ~2.0 megapíxeles).

8 Bibliografía

Button, C., Macleod, M., Sanders, R. y Coleman, S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 257-269.

García, J., Ibáñez, S. J., y Feu, S. (2010). Estadísticas de juego que discriminan las selecciones participantes en los Campeonatos del Mundo de 2006 de Baloncesto, en función del nivel y género de los equipos. *Revista Kronos*, *9*(17).

Garzón Echevarría, B. (2011). *Adaptando el baloncesto al niño de 12-13 años: análisis observacional del lanzamiento de tiro libre*. (Tesis Doctoral). Universidad de la Rioja

Garzón, B., Lapresa, D., Anguera, M. T. y Arana, J. (2011). Análisis observacional del lanzamiento de tiro libre en jugadores de baloncesto base. *Psicothema*, 23(4), 851-857.

Gómez, M. Á. y Lorenzo, A. (2005). Diferencias entre equipos ganadores y perdedores en el rendimiento de competición en baloncesto femenino. *Kronos*, 4(7), 16-22.

Gutiérrez, J. L., y Torres, M. G. J. (2013). El tiro libre en baloncesto: aciertos en cada minuto de juego. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte*, (50), 7-21

Hamilton, G. R. y Reinschmidt, C. (1997). Optimal trajectory for the basketball free throw. *Journal of Sports Sciences*, 15(5), 491-504.

Kearns, D. W. y Grossman, J. (1992). Effects of a cognitive intervention package on the free-throw performance of varsity basketball players during practice and competition. *Perceptual and motor skills*, 75(3f), 1243-1253.

Kinnunen, D. A., Colon, G., Espinoza, D., Overby, L. Y. y Lewis, D. K. (2001). Anthropometric correlates of basketball free-throw shootings by young girls. *Perceptual and motor skills*, 93(1), 105-108.

Krustrup, P., y Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 881-891.

Lonsdale, C. y Tam, J. T. (2008). On the temporal and behavioural consistency of pre-performance routines: An intra-individual analysis of elite basketball players' free throw shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 26(3), 259-266.

Mullineaux, D. R. y Uhl, T. L. (2010). Coordination-variability and kinematics of misses versus swishes of basketball free throws. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 1017-1024.

Okubo, H. y Hubbard, M. (2006). Dynamics of the basketball shot with application to the free throw. *Journal of Sports Sciences*, 24(12), 1303-1314.

Schmidt, A. (2012). Movement pattern recognition in basketball free-throw shooting. *Human movement science*, 31(2), 360-382.

Shoenfelt, E. L., Snyder, L. A., Maue, A. E., McDowell, C. P. y Woolard, C. D. (2002). Comparison of constant and variable practice conditions on free-throw shooting. *Perceptual and motor skills*, 94(3c), 1113-1123.

Tran, C. M. y Silverberg, L. M. (2008). Optimal release conditions for the free throw in men's basketball. *Journal of Sports Sciences*, 26(11), 1147-1155.

Tucker R, Collins M. (2012). What makes champions? A review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *British Journal of Sports Medicine,* 46(8), 555-561.

Zabala, E. L. (2001). Entrenamiento de variables psicológicas para los tiros libres. *Revista de Psicología del Deporte*, 10(1), 89-97.

FIBA (2014). Official Basketball Rules. <http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/Official_Basketball_Rules_2014_Y.pdf> [Consulta: 02/06/2015]

FCAFD (2015). Competencias. <http://www.unileon.es/estudiantes/estudiantes-grado/oferta-de-estudios/grado-en-ciencias-actividad-fisica-y-deporte/competencias> [Consulta: 02/06/2015]

Anexos

Anexo I

EJEMPLO DE CUESTIONARIO ABIERTO CUBIERTO POR UNO DE LOS 3 ENTRENADORES

CUESTIONARIO						
FASES	**PARÁMETROS**		**¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERAS RELEVANTES?**	**PUNTUACIÓN (0-10)**	**ORDEN IMPORTANCIA (1-14)**	**COMENTARIOS**
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	Apuntar al aro	8	10	
		ALINEACIÓN	Pie dominante ligeramente adelantado	7	14	
		SEPARACIÓN	Alineados con hombros	9	5	
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS	Ligera flexión que permite el impulso coordinado de todas las palancas	9	2	
		POSICIÓN TRONCO	Recto	8	11	
		CABEZA Y MIRADA	Cabeza alta, mirando el aro	8	12	
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		Lo más próximo a 90º	9	4	
	POSICIÓN DEL BALÓN		Los pulgares hacen una T sobre el balón	8	13	
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO		Se produce una extensión coordinada sin salto	8	8	
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA		Al hacer la extensión mantenemos el gesto arriba, tras el tiro	9	7	
	ACOMPAÑAMIENTO MANO APOYO		La mano de apoyo sujeta el balón para permitirle que se deslice por los dedos	8	9	
	VUELO DEL BALÓN (parábola, rotación...)		El balón rota hacia atrás y describe una parábola con suficiente altura	9	3	
COORDINACIÓN DEL GESTO			Es una acción motriz compleja, simultánea y coordinada	10	1	
CAPACIDAD REPETICIÓN			Automatizamos el gesto y lo convertimos en rutina	9	6	
OTROS ASPECTOS NO REFLEJADOS ANTERIORMENTE						
Considero importante la concentración y relajación antes de que se produzca el lanzamiento así como que se realice siempre la misma rutina						

Anexo II

EJEMPLO DE CUESTIONARIO CERRADO CUBIERTO POR UNO DE LOS 11 ENTRENADORES

CUESTIONARIO SOBRE EL TIRO LIBRE

NOMBRE Y APELLIDOS: [redacted] EQUIPO AL QUE ENTRENAS: BALONCESTO BADAJOZ LIGA EBA

Del 1 al 10, ¿qué importancia le das a la mecánica del tiro libre? 10

FASES	PARÁMETROS		¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERAS RELEVANTES?		PUNTUACIÓN (0-10)	ORDEN IMPORTANCIA (1-15)	COMENTARIOS*
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	X	Los dos pies orientados hacia la canasta	6	14	
				Pie correspondiente a mano dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera			
				Pie correspondiente a mano no dominante orientado hacia la canasta y el otro hacia fuera			
				Los dos pies orientados hacia un lado			
				Es indiferente			
		ALINEACIÓN	X	Pie correspondiente a mano dominante ligeramente adelantado	6	13	
				Pie correspondiente a mano no dominante ligeramente adelantado			
				Los dos pies a la misma altura			
				Pie correspondiente a mano dominante muy adelantado			
				Pie correspondiente a mano no dominante muy adelantado			
				Es indiferente			
		SEPARACIÓN	X	Pies separados a la altura de los hombros	7	11	
				Pies juntos			
				Pies más separados que la altura de los hombros			
				Pies menos separados que la altura de los hombros			
				Es indiferente			
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS	X	Ligeramente flexionadas	8	7	
				Muy flexionadas			
				Rodillas extendidas			
				Es indiferente			
		POSICIÓN TRONCO	X	Ligeramente inclinado hacia delante	7	12	
				Recto, sin ninguna inclinación			
				Basta con que el jugador esté relajado			
				Es indiferente			
		CABEZA Y MIRADA		Cabeza erguida	7	15	
			X	Cabeza inclinada/relajada			
				Mirada dirigida hacia el balón			
			X	Mirada dirigida hacia el aro			
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA			Codo a 90º y hombro/muñeca de forma confortable	9	3	
				Codo y hombro a 90º y muñeca de forma confortable			
			X	Hombro, codo y muñeca a 90°			
				Es indiferente			
	POSICIÓN DEL BALÓN		X	Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor	10	6	
				Por encima de la altura de la cabeza y en el lado del brazo de apoyo			
				Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo ejecutor			
				Por debajo de la altura de la cabeza y en el lado del brazo de apoyo			
				Por delante de la cabeza			
				Por detrás de la cabeza (haciendo palanca al tirar)			
				Es indiferente			
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO			Es importante que no haya salto (planta de los pies pegada al suelo durante todo el tiro)	5	11	
			X	Es importante que no haya salto, pero que el jugador/a finalice el lanzamiento de puntillas			
				Debe haber salto para que el lanzamiento sea lo más parecido posible a un tiro de campo			
				Es indiferente			
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA			Brazo completamente extendido y prácticamente vertical	10	2	
			X	Brazo completamente extendido y dirigido hacia el aro			
				No es necesario que el brazo esté completamente extendido			
				Es indiferente			
			X	Es importante que haya golpe de muñeca			
				No es importante que haya golpe de muñeca			
	MANO APOYO			Debe quedarse en la posición inicial sin acompañar el movimiento para no afectar al tiro	7	8	
				Debe acompañar el movimiento del tiro colaborando en su impulso			
			X	Debe acompañar el movimiento del tiro sin colaborar en su impulso			
				Es indiferente			
				Debe finalizar completamente extendido			
			X	Debe finalizar ligeramente flexionado y relajado			
				Es indiferente			
	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)		X	Trayectoria del balón arqueada o bombeada	9	4	
				Trayectoria del balón recta			
			X	Rotación del balón hacia atrás			
				Sin rotación del balón			
OTROS ASPECTOS*	COORDINACIÓN DEL GESTO		Consolidación de la mecánica de ejecución, velocidad de ejecución y fuerza…		10	1	
	CAPACIDAD REPETICIÓN		Número de serie de repeticiones, precisión y variabilidad de las condiciones del tiro…		10	5	
	ASPECTOS PSICOLÓGICOS		nivel de activación, atención y autoconfianza…		6	9	

ASPECTOS NO REFLEJADOS ANTERIORMENTE

** respuesta abierta*

Anexo III

EJEMPLO DE CUESTIONARIO CUBIERTO POR UNO DE LOS 2 OBSERVADORES

FASES	PARÁMETROS			CÁMARAS		PUNTUACIÓN			PUNTUACIÓN INDIVIDUAL					
				FRENTE	PERFIL	2	1	0	1	0,5	0	1	0,5	0
PREPARACIÓN	COLOCACIÓN DE LOS PIES	ORIENTACIÓN	SUJETO 6	X			1							
		ALINEACIÓN			X		1							
		SEPARACIÓN		X		2								
	POSICIÓN DEL CUERPO	FLEXIÓN RODILLAS			X	2								
		POSICIÓN TRONCO			X	2								
		CABEZA Y MIRADA		X		2			CABEZA			MIRADA		
									1			1		
SUBIDA DEL BALÓN	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA				X		1							
	POSICIÓN DEL BALÓN			X	X	2								
SUELTA DEL BALÓN	CONTACTO DE LOS PIES CON EL SUELO O SALTO			X	X		1							
	ANGULACIÓN CODO-HOMBRO-MUÑECA			X	X	2			FINALIZACIÓN BRAZO			GOLPE DE MUÑECA		
									1			1		
	MANO APOYO			X		1	0,5		PARTICIPACIÓN			FINALIZACIÓN		
									1				0,5	
	VUELO DEL BALÓN (parábola y rotación)				X		0,5		PARÁBOLA			ROTACIÓN		
										0,5				