



**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y DEL DEPORTE

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del  
Deporte

Análisis del comportamiento visual y del  
rendimiento logrado en la salida de regatas  
simuladas: diferencias en función de la experiencia

Aarón Manzanares Serrano

Directores:

Dr. D. Francisco Segado Segado

Dr. D. Ruperto Menayo Antúnez

Murcia a 12 de Junio 2013





**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD  
FÍSICA Y DEL DEPORTE

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del  
Deporte

Análisis del comportamiento visual y del  
rendimiento logrado en la salida de regatas  
simuladas: diferencias en función de la experiencia

Aarón Manzanares Serrano

Directores:

Dr. D. Francisco Segado Segado

Dr. D. Ruperto Menayo Antúnez

Murcia a 12 de Junio de 2013





**AUTOR:** D. Aarón Manzanares Serrano, Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Máster de Investigación en Educación Física y Salud.

**TÍTULO DEL PROYECTO DOCTORAL:** Análisis del comportamiento visual y del rendimiento logrado en la salida de regatas simuladas: diferencias en función de la experiencia. **DIRECCIÓN TESIS DOCTORAL:** Dr. D. Francisco Segado Segado y Dr. D. Ruperto Menayo Antúnez

Por el presente documento se acredita la idoneidad del presente proyecto de investigación y se otorga el Vº Bº a su contenido para llevar a cabo el presente proyecto de investigación.

Murcia, a 12 de Junio de 2013

**DIRECTORES TESIS DOCTORAL**

**Fdo.:** Dr. D. Francisco Segado  
Segado

**Fdo.:** Dr. D. Ruperto Menayo  
Antúnez.



---

A mis padres Miguel Ángel y Celeste, por su sacrificio.

A Paco y Ruper, por su apoyo

A Marina, por el futuro

La experiencia no tiene valor ético  
alguno, es simplemente el nombre  
que damos a nuestros errores.

**(Oscar Wilde)**

Solo posees aquello que no puedes  
perder en un naufragio.

**(Proverbio hindú)**

En el fondo los científicos somos  
gente con suerte, podemos jugar a lo  
que queremos durante toda la vida.

**(Lee Smolin)**





## AGRADECIMIENTOS

Por fin llega el momento en el que tanto he pensado durante estos años. Siempre me gusta leer los agradecimientos de los libros y Tesis Doctorales que han caído en mis manos, porque realmente en ellos conoces el esfuerzo que le ha supuesto al autor y la gente en la que se ha apoyado, sabiendo que sin ellos no hubiese sido posible. Si no es así, este sí es mi caso. Para mí este es el apartado del documento en el que tengo la posibilidad de decir a todos los que me habéis sufrido durante este largo proceso, lo que ya os he dicho en ocasiones o lo que aún no he tenido el valor de deciros. Este proceso me recuerda a las fotos que se realizan los montañeros cuando suben una gran cima. Solamente salen ellos, en lo alto del mundo. Una cosa queda clara, ellos han estado allí. Pero no lo han conseguido solos, siempre hay un equipo de experimentados serpas que cargan con su comida, equipaje y oxígeno. Pues este es mi caso, ahora parece que en la foto estoy yo solo, pero ni mucho menos esto es así. Esta Tesis Doctoral es de mucha gente y me gustaría darles las gracias de uno en uno a todos mis serpas.

En primer lugar, doy las gracias a mis directores de Tesis, los doctores Francisco Segado y Ruperto Menayo, por su esfuerzo como tutores y directores durante estos casi tres años de trabajo. Me gustaría empezar por Paco, debido a que hace ya más de seis años que nos conocemos. Nunca olvidaré el día que estampé uno de los barcos en el pantalán, cosas de novato. Tras el golpe, que no fue pequeño, Paco sin mostrar un poco de asombro, ni un gesto de reproche, me dijo: "¿Aarón, vas a coger la asignatura de vela el año que viene?", a lo que yo contesté: "Paco, había pensado que sí", a lo que él respondió de forma rotunda, "me alegro, porque así tendré quien arregle este barco". Esa reparación nunca llegó, pero gracias a esos momentos, Paco ha calado mucho en mí, por su amor al mar, por su paciencia al enseñar y por su exigencia en los momentos más necesarios. En cuanto a Ruper, menos son los años que nos unen, pero mucho me temo que para él han sido muy intensos, ya que sacar lo mejor de mí no es fácil. Pero gracias a su constancia, su metodología impecable y sus incansables ganas de conocer, ha conseguido que yo sea un poco "Ruper", tal y como dice Paco. Ruper me ha transmitido la esencia de la investigación, preguntarme siempre el "por qué" de las cosas, me siento orgulloso de ser un poco "Ruper".

A los dos me gustaría darles las gracias por su amistad, porque gracias a ésta, he podido hablar con sinceridad y transmitirles mis inquietudes tanto a nivel profesional como personal. No puedo olvidarme de sus familias, en especial de Sonia y Amelia, ya que soy el responsable de haberles robado mucho tiempo y seguramente, de haberles causado algún que otro dolor de cabeza durante estos tres años.

Me gustaría seguir agradeciendo al personal del CAR Infanta Cristina de los Narejos, representado en aquel momento por su director D. Francisco Montoya, por la posibilidad de realizar el proceso de toma de datos en sus instalaciones. No puedo olvidarme del personal de la instalación, por su amabilidad y su enorme predisposición a ayudar siempre que nos hacía falta algo, que no fueron pocas las veces. En especial a Jesús y Alberto, personal de mantenimiento, que siempre tienen una buena solución para cualquier imprevisto.

Sin duda, dar las gracias al personal del Centro de Investigación del Deporte, de la Universidad Miguel Hernández, por el préstamo del sistema de seguimiento de la mirada, ya que sin éste, la investigación no hubiera existido. En especial a Tomás Urbán, Carla Caballero, Rafael Sabido por el tiempo que dedicaron en explicarme el funcionamiento del instrumental, por haber venido a la primera prueba que realizamos del mismo y por haberme recibido siempre con mucho agrado en sus instalaciones. Y, por supuesto, a Francisco Javier Moreno, director del grupo “Aprendizaje y Control Motor”, por gestionar la cesión del sistema y confiar en nuestro buen hacer y en dar un adecuado tratamiento a un material tan delicado.

Dar las gracias a los matemáticos Juan Antonio Cano y Diego Salmerón, por el esfuerzo que han realizado al comprender nuestro problema de investigación y adaptarlo a sus análisis matemáticos. Sin su trabajo no podríamos haber mostrado una partes muy importante en esta investigación, la secuencia de fijación.

Continúo dando las gracias a la Universidad Católica San Antonio de Murcia, por la increíble predisposición que han tenido a la hora de investigar en la vela deportiva. Sin ellos, no habría sido posible la adquisición del simulador de vela, el cual ha sido la base de esta investigación.

A todos los miembros del grupo GISAFFCOM, me gustaría darles las gracias por abrirme la puerta a investigar y seguir formándome con ellos. También agradecerles la actitud siempre cercana y positiva que han mostrado a la hora de ayudarme y animarme durante este proceso.

También muestro mis agradecimientos a los diseñadores del simulador de vela, en especial a Mark Habgood, por toda la ayuda totalmente desinteresada que nos han prestado cuando hemos tenido problemas con el simulador.

A Mike Ryan, trabajador de ASL, gracias por su enorme predisposición a ayudarme con el análisis de los vídeos del comportamiento visual y por el interés que ha mostrado a lo largo del proceso.

También me gustaría agradecer a todos los regatistas que han participado en el estudio, junto con sus entrenadores, por estar tardes enteras en el CAR esperando su turno. Por la buena predisposición ante la investigación y por todos los conocimientos que nos han transmitido.

Me gustaría continuar con mis compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias del Deporte. En primer lugar a Salva Romero, por su amistad incondicional y por el cariño que nos une. Porque él siempre ha estado cerca para poder hacer esa parada para almorzar, tan necesaria y en las que hablábamos sobre cómo podía cambiar el mundo con pequeñas cosas. Por todas las horas que hemos pasado juntos tanto dentro, como fuera de la universidad y por las risas que nos hemos echado y que nos seguiremos echando. A Asun Martínez, porque apareció en el momento oportuno para aportar la idea oportuna, por las largas horas que hemos pasado juntos en el “aula de investigación” y porque aparte de compartir el interés por la ciencia aplicada al deporte, ahora compartimos una amistad.

No me puedo olvidar de mi compañero de trabajo, Marcos Meseguer, por todas las horas que pasamos juntos al día, por las horas que me ha cubierto cuando yo dedicaba más tiempo a la Tesis que al trabajo y porque cuando yo he estado solamente al 50%, él ha estado al 150% y aun así, seguir aguantándome.

A una persona muy grande, a Haydée Agras. Comenzamos juntos saltando en los charcos y, previsiblemente, acabamos mojados hasta las cejas. Porque ya

perdí la cuenta de todas las que le debo y porque ha hecho muchas funciones dentro de mi vida, la de compañera de universidad, la de secretaria forzosa, la de consejera y la más importante, la de amiga. Porque hemos vivido muchos momentos juntos y podría recordar más de uno, pero ahora mismo el que más recuerdo es el de “él de amarillo y la de al lado, a la calle”.

Finalmente, me gustaría dar las gracias a mi familia, aunque ellos no hayan sido conscientes de que esta Tesis; también ha sido su trabajo, son los que han hecho que sea como soy.

A mis padres, Miguel Ángel y Celeste, porque ellos siempre han creído en mí, me han apoyado y me han inculcado el afán de luchar por lo que uno realmente quiere, sin la necesidad de pisar a nadie por el camino. Siempre tengo presente una frase que me decían de pequeño para que sacara buenas notas en el colegio “Aarón, tienes que ser el mejor”, frase que con el tiempo se convirtió en “Aarón, tienes que ser el mejor, en lo que tú quieras, pero el mejor”, y en eso estoy. Sinceramente, no sé cómo agradecer a mis padres todas las oportunidades que me han dado y lo mucho que se han esforzado para dárme las. Y sobre todo por el amor incondicional que me han dado, tanto a mí, como a mis hermanos.

A mis hermanos Miguel y Óscar, por todos los buenos momentos que me han hecho pasar y los que aún quedan por venir. Sin ellos, la infancia, la adolescencia y el momento que ahora vivo, que suelo denominar como mi etapa Tesis, no hubiesen sido lo mismo. Siempre que recuerdo momentos como los de “el amigo marciano de Óscar”, me hacen reír sin parar, pensando en lo bien que lo hemos pasado. A Miguel tengo que agradecerle su visión profesional de la Tesis, ya que compartimos la misma etapa en este momento. Sólo puedo decirle, que hay luz al final del túnel, así que no desistas.

A mi abuelos Conchi y Pepe, por su cariño ilimitado y por enseñarme a disfrutar de las pequeñas cosas que tiene la vida, que son las más importantes.

A mis tías Conchi y Nuria, por haberme roto ese plato de lentejas en la cara, porque falta me hacía espabilar. Gracias a ellas he tenido una infancia que cualquier niño querría.

A Juan y Cele, por entender la importancia que tiene este proceso para mí y preguntar cada día.

Por último, me gustaría dar las gracias a la que más se lo merece, a Marina, mi chica. Ella sí que ha sufrido esta Tesis más que nadie y a pesar de eso siempre ha tenido una sonrisa, un abrazo y unas palabras de apoyo, que me han ayudado a seguir adelante. Le doy las gracias por estar siempre a mi lado, por haber hecho todo lo que ha podido para quitarme trabajo, aunque a ella le supusiera trabajar el doble. Por no exigir el tiempo que le he dedicado a la Tesis, a pesar de habérselo quitado a ella. Por su amor, su enorme paciencia y por entender que, como ella dice, “soy así”, un millón de gracias. Cada día me haces más feliz.

Gracias a todos ellos, me gustaría que la foto en la cima de esta montaña, que para mí ha sido la Tesis Doctoral, sea en compañía de toda esta gente que ha estado a mi lado durante todo el camino; mis serpas.



## ÍNDICE

<b>GLOSARIO</b>	<b>19</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>25</b>
PRESENTACIÓN	25
ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	29
<b>I-FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>35</b>
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	35
1.2. COMPORTAMIENTO VISUAL EN EL DEPORTE	37
1.2.1. Estructura anatómica y fisiológica del sistema visual humano	37
1.2.2. Perspectiva de estudio de las habilidades visuales en el deporte	48
1.2.2.1. Planteamiento desde el Control Motor	50
A). Perspectiva Ecológica	54
B). Teoría de los sistemas dinámicos complejos	58
1.3. FACTORES DE RENDIMIENTO EN LA PRÁCTICA DE LA VELA DEPORTIVA	64
1.4. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA VISUAL EN EL DEPORTE	68
1.4.1. Concepto de estrategia de búsqueda visual	68
1.4.2. Situación actual de la investigación y antecedentes	69
1.4.2. Evolución metodológica y tecnológica en la medida del comportamiento visual	80
1.5. EL PARADIGMA EXPERTO-NOVEL	85
<b>II-OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	<b>91</b>
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	91
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN	93
2.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	94
2.3.1. Comportamiento visual	94
2.3.2. Comportamiento motor	94
<b>III-MÉTODO</b>	<b>99</b>
3.1. PARTICIPANTES	99
3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	102
3.2.1. Variables dependientes (V.D.)	102
3.2.1.1. V.D. Comportamiento visual	102
3.2.1.2. V.D. Comportamiento motor	109
3.2.1.3. V.D. Éxito en la salida	110
3.2.2. Variables Independientes (V.I.)	111
3.2.3. Variables de control	111
3.3. INSTRUMENTAL	114
3.2.1. Instrumental para la simulación de la regata	114

3.2.1.1. <i>Hardware</i>	115
3.2.1.2. <i>Software</i>	118
3.2.1.3. <i>Imagen proyectada</i>	121
3.2.2. <i>Instrumental para el registro del comportamiento visual</i>	125
3.2.2.1. <i>Hardware</i>	125
3.2.2.2. <i>Software</i>	130
3.2.3. <i>Dispositivos de registro complementarios</i>	130
3.4. <i>DISEÑO</i>	133
3.5. <i>PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</i>	134
3.5.1. <i>Temporalización</i>	134
3.5.2. <i>Antes de la toma de datos</i>	138
3.5.2.1. <i>Contexto de la investigación</i>	139
3.5.2.2. <i>Estudio piloto</i>	142
3.5.2.3. <i>Captación de la muestra</i>	143
3.5.2.4. <i>La situación de estudio</i>	144
a. <i>Protocolo de familiarización</i>	145
b. <i>Protocolo de medición</i>	146
3.5.2.6. <i>Edición del video de formación de regatistas</i>	147
3.5.2.7. <i>Creación de rivales</i>	149
3.5.3. <i>Durante la toma de datos</i>	149
3.5.3.1. <i>Recepción, calibración y familiarización</i>	150
3.5.3.2. <i>Medición</i>	153
3.5.4. <i>Posterior al proceso de medida</i>	155
3.5.4.1. <i>Extracción de datos del comportamiento visual</i>	155
3.5.4.2. <i>Extracción de datos del control de la embarcación</i>	158
3.6. <i>PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS</i>	161
<b>IV-RESULTADOS</b>	<b>167</b>
4.1. <i>COMPORTAMIENTO VISUAL</i>	167
4.1.1. <i>Análisis descriptivo</i>	167
4.1.2. <i>Análisis de probabilidad</i>	175
4.1.3. <i>Análisis inferencial</i>	184
4.1.3.1. <i>Análisis intra-grupo</i>	185
4.1.3.2. <i>Análisis inter-grupo</i>	186
4.1.3.2.1. <i>Minuto -2 a -1</i>	186
4.1.3.2.2. <i>Minuto -1 a 0</i>	189
4.2. <i>COMPORTAMIENTO MOTOR / MANEJO DE LA EMBARCACIÓN</i>	194
4.2.1. <i>Análisis descriptivo</i>	194
4.2.1.1. <i>Velocidad de navegación y distancia recorrida</i>	194
4.2.1.2. <i>Trayectoria de navegación</i>	196
4.2.2. <i>Análisis inferencial</i>	201
4.2.2.1. <i>Análisis intra-grupo</i>	202



ÍNDICE	17
4.2.2.2. <i>Análisis inter grupo</i>	202
4.3. ANÁLISIS CORRELACIONAL ENTRE EL COMPORTAMIENTO VISUAL Y MOTOR	204
4.3.1. <i>Correlaciones entre las VD regatistas experimentados</i>	205
4.3.1.1. <i>Minuto 2-1</i>	207
4.3.1.2. <i>Minuto 1-0</i>	208
4.3.2. <i>Correlaciones entre las VD en regatistas noveles</i>	209
4.3.2.1. <i>Minuto 2-1</i>	211
4.3.2.2. <i>Minuto 1-0</i>	211
<b>V-DISCUSIÓN</b>	<b>217</b>
5.1. COMPORTAMIENTO VISUAL	217
5.1.1. <i>Dimensionalidad de la escena</i>	217
5.1.2. <i>Resultados generales de comportamiento visual</i>	218
5.1.3. <i>Fijaciones visuales: cantidad y duración</i>	221
5.1.3.1. <i>Cantidad de fijaciones visuales</i>	222
5.1.3.2. <i>Duración de las fijaciones visuales</i>	233
5.1.4. <i>Movimientos sacádicos</i>	239
5.2. COMPORTAMIENTO MOTOR / MANEJO DE LA EMBARCACIÓN	241
5.2.1. <i>Velocidad de la embarcación y distancia recorrida</i>	242
5.2.2. <i>Trayectoria de la embarcación</i>	243
5.2.3. <i>Posicionamiento final de la embarcación en el instante de salida</i>	248
5.3. <i>Relación entre el comportamiento visual y el comportamiento motor</i>	249
5.3.1. <i>Relación entre el comportamiento visual y motor: grupo de expertos</i>	249
5.3.1.1. <i>Minuto 2-1</i>	249
5.3.1.2. <i>Minuto 1-0</i>	253
5.3.2. <i>Relación entre el comportamiento visual y motor: grupo de noveles</i>	256
5.3.2.1. <i>Minuto 2-1</i>	256
5.3.2.2. <i>Minuto 1-0</i>	258
<b>VI-CONCLUSIONES</b>	<b>265</b>
6.1. HIPÓTESIS DE ESTUDIO	265
6.1.1. <i>Comportamiento visual</i>	265
6.1.2. <i>Comportamiento motor</i>	267
6.2. IMPLICACIONES PRÁCTICAS	269
<b>VII-LIMITACIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO</b>	<b>273</b>
7.1. LIMITACIONES	273
7.2. PROPUESTAS DE FUTURO	274
<b>VIII-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>277</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>299</b>



---

## GLOSARIO

- Amollado de la vela: se considera que se amolla la vela, cuando el regatista va soltando la escota, con la intención de abrir el ángulo que forma la botavara con el mástil. Es la acción contraria a cazar y tiene la finalidad de contralar la velocidad de la embarcación.
- Arriar: término contrario a izar, consiste en bajar ciertos elementos de la embarcación, como por ejemplo las velas.
- Bañera: parte interior del casco de las embarcaciones de vela ligera, desde donde se maneja la embarcación y se sitúa el regatista.
- Barlovento: lugar desde donde sopla el viento, con respecto al observador.
- Calado: es la distancia que existe entre la línea de flotación y la parte baja de la orza o quilla.
- Campo de regata: es el espacio donde se desarrolla la competición. Dentro del campo de regatas, se colocan unas balizas que delimitan el recorrido que deben realizar los regatistas. El recorrido puede ser de diferentes formas, dependiendo de las características de competición, los más utilizados suelen ser el triángulo y el trapecio.
- Casco: se trata del cuerpo de una embarcación, sin contar maquinaria y aparejo.
- Cazado de la vela: se considera que se caza la vela, cuando el regatista tira de la escota, con la intención de cerrar el ángulo que forma la botavara con el mástil. Esta acción se utiliza para controlar la velocidad de la embarcación dependiendo del rumbo de navegación
- Cincha: son las bandas que se colocan en el centro del casco de la embarcación. La función de estos elementos es servir de sujeción a los regatistas cuando controlan los pesos de la embarcación o sacan cuerpo.

- Clase de navegación o embarcación: se denomina clase cada uno de los tipos de embarcación a vela que cumplen unas características concretas de dimensiones y diseño.
- Clase *Optimist*: es una clase de embarcación reconocida como internacional, ya que está muy extendida y se navega en ella a nivel mundial. Las características de esta embarcación son las siguientes: 2.30 m. de eslora, 1.13 m. de manga y 35 kg. de peso, con una superficie vélica de 3.5 m<sup>2</sup>.
- Correr líneas: es una acción realizada durante el protocolo de salida, donde los regatistas realizan rumbos paralelos a las balizas de salida y próximos a éstas, a fin de buscar la mejor posición en el instante de la salida.
- Escora: es la inclinación que toma la embarcación con respecto a la vertical. En vela, la escora influye en la velocidad de la embarcación y por ésto, los regatistas realizan la maniobra de sacar cuerpo.
- Escota de la mayor: se trata del cabo que controla el cazado y amollado de la vela mayor de la embarcación.
- *Expertise*: palabra de origen inglés, utilizada para definir el proceso mediante el cual un deportista se convierte en experto.
- Izar: hace referencia a subir un elemento de la embarcación por medio de un cabo. Normalmente se izan las velas.
- Línea de flotación: es la línea que se forma en la intersección de la superficie del agua con el casco de la embarcación.
- Orza: es una pieza, normalmente abatible, situada bajo el casco de la embarcación. Su función es evitar la deriva de la embarcación causada por la fuerza del viento.
- Popa: parte trasera de la embarcación.
- Proa: parte delantera de la embarcación.

- Regata: es una competición deportiva de velocidad o una carrera entre embarcaciones. Se considera regata a las competiciones de embarcaciones a vela y a remo.
- Role de viento: se considera role a un cambio en la dirección del viento, es decir, si el viento viene de dirección norte y en un instante cambia y viene de noreste, esto es considerado como un role de viento.
- Rumbo de navegación: es la dirección considerada en un plano de horizonte cualquier dirección de la rosa de los cuatro vientos es considerado un rumbo.
- Sacar cuerpo o hacer banda: es la acción de sacar el peso por uno de los lados de la embarcación con la intención de controlar la escora de la embarcación y, por consiguiente, la velocidad de la misma.
- Salida favorecida: sucede cuando la dirección del viento no es perpendicular a la línea de salida, haciendo que la salida tenga un mayor beneficio a aquellos regatistas que la realizan por la baliza más cercana a la dirección del viento.
- Salida no favorecida: esta situación se da cuando la dirección del viento es perpendicular a las balizas de salida. Cuando la salida no está favorecida, todas las posiciones de salida tienen las mismas ventajas e inconvenientes.
- Sotavento: lugar hacia donde sopla el viento.
- Spinnaker: es una vela especial de las embarcaciones de competición, diseñada para navegar con vientos portantes, que son aquellos que soplan desde atrás (largo y popa).
- Superficie vélica: es el área o superficie de la vela.
- Timón a la vía: es la posición del timón cuando se deja centrado, sin que pueda interferir en el rumbo de la embarcación.
- Trasluchada: es el cambio de rumbo de navegación, cuando la embarcación cruza el viento por la popa.

- Trimado de la embarcación: hace referencia a la colocación y a los ajustes que se hacen de cada uno de los elementos de la embarcación, normalmente, dependiendo de las condiciones ambientales.
- Viraje: se denomina al cambio de rumbo, cuando se cruza el viento por la proa de la embarcación.
- VMG (Velocity Made Good): este concepto hace referencia al rumbo y velocidad de navegación, indicando el grado de efectividad que tiene la trayectoria en cada instante, en relación a la dirección del viento.



# INTORDUCCIÓN

PRESENTACIÓN

ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN



UCAM  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO





## INTRODUCCIÓN

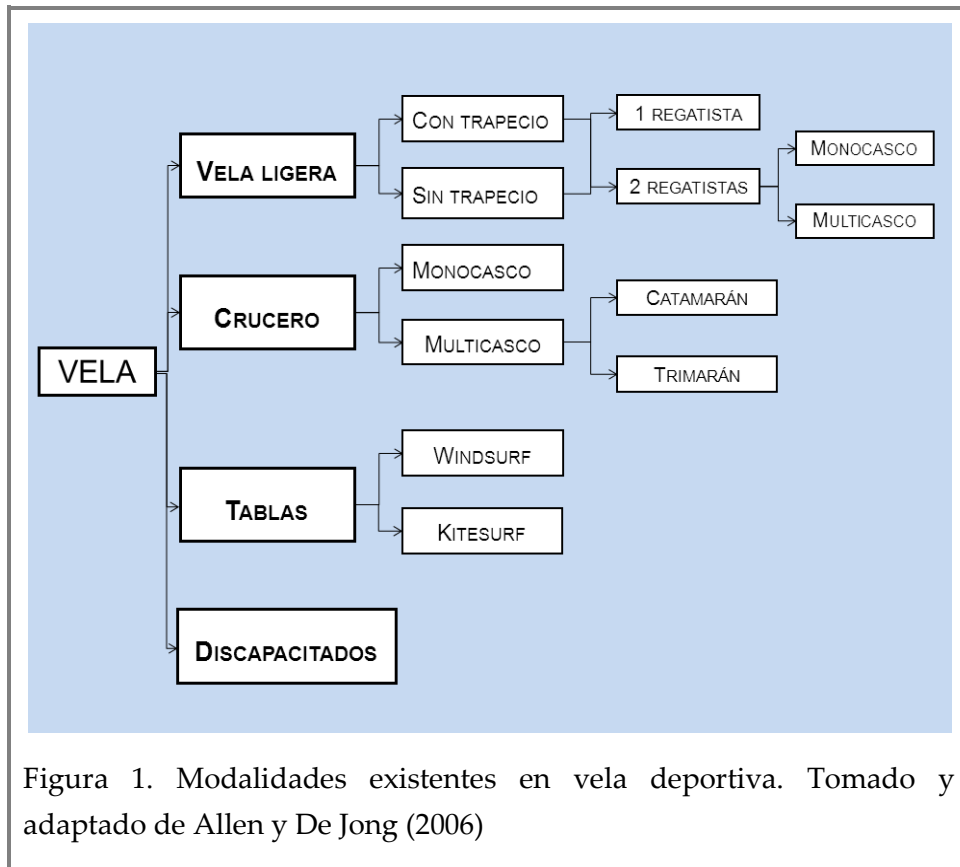
### PRESENTACIÓN

La creciente importancia que tiene el deporte en la sociedad actual, junto con la profesionalización del mismo, hacen que éste sea uno de los principales pilares sobre los que gira el tiempo de ocio de la población. Los deportes, desde los más mayoritarios y seguidos, hasta los más desconocidos, están viviendo un momento de auge en la actualidad. La vela deportiva es uno de estos deportes que ha incrementado su práctica en los últimos 10 años. Esta disciplina deportiva nació con carácter recreativo y de ocio, el cual sigue manteniéndose en la actualidad, aunque de manera progresiva ha ido adquiriendo carácter competitivo y de alto rendimiento.

La vela es una de las modalidades deportivas que fue incluida en los Juegos Olímpicos de París en el año 1900 y que desde entonces se ha incluido en todas las celebraciones, excepto en los Juegos de San Luís (1904). Desde estos inicios, la vela ha experimentado un gran avance en cuanto a su profesionalización, y muchas son las competiciones a nivel mundial que se realizan de cada una de las clases de navegación que componen este deporte. Tal es su importancia en nuestro país que, con 19 medallas, es el deporte que más medallas olímpicas ha proporcionado en la historia del deporte español.

La vela es un deporte practicado por gran cantidad de personas en la actualidad, desde niños de 6 años hasta personas con discapacidad funcional y psíquica. Se pretende hacer de la vela un deporte carente de barreras para su práctica.

El deporte de la vela, está compuesto por un gran número de clases o tipos de embarcaciones diferentes, distribuidas en tres grandes grupos (Allen y De Jong, 2006; Renom y Violán, 2002): vela ligera, crucero y tablas (Figura 1). Dentro de cada grupo, existen diferentes tipos de embarcaciones que navegan bajo reglamentos específicos establecidos por la Federación Internacional de Vela (ISAF).



En la actualidad, la iniciación deportiva en general es cada vez más temprana, y muchos son los programas de detección de talentos que se presentan en diferentes deportes con la finalidad de predecir qué deportista puede desarrollar las cualidades necesarias para el éxito en ciertos deportes (Williams y Reilly, 2000; Phillips, Davids, Renshaw y Portus, 2010). Desde el punto de vista de la vela, la iniciación en este deporte comienza entre los 6 y 8 años, edad en la cual se puede competir en la clase *Optimist*. La embarcación *Optimist*, es una clase internacional creada en 1947 y está diseñada para navegantes de entre 8 y 15 años. Rápidamente, esta embarcación se convirtió en la clase de iniciación por excelencia, por utilizar una embarcación simple, estable y competitiva. Es un barco ideado para un solo tripulante, con la finalidad de que el aprendiz vaya adquiriendo seguridad en sí mismo y desarrolle las habilidades necesarias para la navegación. Esta cualidad de clase de iniciación, nos ha motivado a investigar a

los regatistas que navegan en esta clase de embarcación, con la finalidad de conocer sus características desde su iniciación.

A pesar de ser un deporte muy extendido, desde el área de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, no se ha dedicado demasiada atención a la vela deportiva desde un enfoque científico, al menos, en nuestro país.

En la actualidad, muy pocas son las investigaciones realizadas en el campo de la navegación deportiva (Cunningham y Hale, 2007; Legg, Mackie y Slyfield, 1999; Marchetti, Figura y Ricci, 1980; Parals, 1993; Spurway, Legg y Hale, 2007; Vangelakoudi, Vogaitzis y Geladas, 2007), y la mayoría de ellas se dirigen hacia el estudio de la condición física de los regatistas. A pesar de esto, entre las investigaciones existentes, también se encuentran algunas que estudian aspectos como la nutrición (Tan y Sunarja, 2007), la técnica (Walls, Bertrans, Gale y Saunders, 1998), la táctica (Araújo y Serpa, 1998) y las características psicológicas de los regatistas (Renom y Violán, 2002), tal y como se recoge en el estudio llevado a cabo por Manzanares, Segado y Menayo (2012).

Un menor número de investigaciones se centran en la detección de las diferencias existentes entre los regatistas experimentados y los noveles, o en el análisis de las estrategias de búsqueda de información y las características de la toma de decisiones relacionadas con el éxito en la regata (Araújo y Serpa, 1995; Araújo y Serpa, 1998; Araújo, Davids y Serpa, 2005).

En esta línea se enmarca esta Tesis Doctoral, dentro del área de la Motricidad Humana y, más concretamente, en el cuerpo de conocimientos del área del Control y del Aprendizaje Motor.

Dentro de este cuerpo de conocimiento, se enfoca la investigación del estudio del comportamiento visual y motor de los regatistas. La finalidad de este trabajo, es aportar conocimiento científico sobre las acciones acontecidas en la situación concreta de salida de regata, aplicando la metodología procedente del ámbito del Control y Aprendizaje Motor. A partir del conocimiento que se genere, se pretende dar a conocer a los entrenadores y deportistas el comportamiento que deben perseguir para obtener el mayor rendimiento en la situación de salida de

regata, a la vez que mejorar la eficacia en dicha situación de los regatistas noveles en un intervalo de tiempo reducido.

Las estrategias de búsqueda visual realizadas en deportes abiertos como es el caso de la vela, son un factor determinante del éxito deportivo. Ésto se debe a la influencia que tiene la información captada por el sentido de la vista sobre la toma de decisiones y el posterior comportamiento motor de los deportistas.

A través del análisis del comportamiento visual y motor en una situación simulada de salida de regata, se realiza un análisis de las estrategias de búsqueda visual empleadas por regatistas en función del nivel de experiencia y se estudia la capacidad de manejo de la embarcación atendiendo a dicha experiencia.

De este modo, este trabajo se encuentra enmarcado dentro de las líneas de investigación desarrolladas por el grupo de investigación en Salud, Actividad Física, Fitness y Comportamiento Motor (GISAFFCOM), vinculado a la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Católica San Antonio de Murcia .

---

## ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

Seguidamente se exponen de forma general y concisa cada uno de los apartados que se desarrollan en este documento, dirigidos hacia el análisis del comportamiento visual y del rendimiento en la acción de salida de regata simulada en regatistas con diferente nivel de *expertise*.

Para dicha finalidad, el proceso de toma de datos fue realizado en el Laboratorio “Aula del Mar”, ubicado en las instalaciones del Centro de Tecnificación Deportiva Infanta Cristina de Los Narejos (Murcia). En esta instalación, los regatistas acudían para el proceso de toma de datos, el cual consistía en la ejecución de una salida de regata simulada, con el fin de conocer la estrategia de búsqueda visual más efectiva en relación al éxito en dicha situación.

Con el objetivo de detallar el procedimiento que se ha llevado a cabo en esta Tesis Doctoral y fundamentarla adecuadamente, este documento se estructura en los siguientes siete capítulos:

El primer capítulo que se presenta es el **marco teórico** de la investigación. Se aborda la importancia del comportamiento visual y las estrategias de búsqueda de información que utilizan los deportistas, junto con la exposición de las funciones que desempeñan el sentido de la vista y los órganos oculares. Seguidamente, se presentan los modelos teóricos de referencia para la presente investigación, en base a las teorías procedentes de la psicología ecológica que estudian la visión en las acciones deportivas desde el paradigma de los sistemas dinámicos complejos. A continuación, se repasan las investigaciones más relevantes dentro de la vela deportiva y la importancia que tiene la percepción dentro de este deporte. Tras los detalles de las características específicas del deporte, se expone la tendencia que han seguido las investigaciones dentro del área del comportamiento visual, junto con las diferencias existentes en diversos deportes y las metodologías e instrumental utilizado en ellas. Se finaliza este capítulo analizando las principales investigaciones dentro del paradigma experto/novel en el deporte.

En el segundo de los capítulos, se identifica el **problema de investigación**, mostrándose los objetivos e hipótesis del estudio.

En el tercer capítulo, se expone la **metodología** empleada durante el procedimiento de toma de datos, los pasos seguidos durante todo el proceso de medida y la extracción y análisis de los datos obtenidos tras la fase de medición. Del mismo modo, en este capítulo se describe el instrumental de medida utilizado, al igual que su ubicación y distribución en el laboratorio. En este apartado de la Tesis Doctoral se definen las variables de investigación y de control que se han establecido en el estudio.

El capítulo cuatro muestra los **resultados** de investigación relacionados con el comportamiento visual y con el rendimiento de los regatistas.

En el quinto capítulo, se presenta la **discusión** de los resultados obtenidos, considerando las investigaciones anteriores presentes en la literatura científica revisada, que evaluaron las variables de estudio que se han presentado en esta investigación.

Las **conclusiones** se exponen en el sexto capítulo, definiendo las aportaciones de la presente Tesis Doctoral al ámbito científico dentro del campo de las Ciencias del Deporte en general, y el contexto de la vela deportiva en particular.

El séptimo y último capítulo de esta Tesis Doctoral, muestra las limitaciones y las **futuras líneas de investigación** que han quedado abiertas tras este estudio y sobre las que se pretende seguir investigando con el desarrollo de nuevos proyectos.

<b>ESQUEMA GENERAL DE LA TESIS DOCTORAL</b>	
<i>Objetivo general</i>	
<b>Analizar el comportamiento visual y el rendimiento logrado en la acción de salida de regatas simuladas en regatistas con diferente nivel de experiencia.</b>	
<i>Variables de investigación</i>	
<i>De intervención</i>	<i>De estudio</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Salida de regata en situación simulada.</li> <li>➤ Experiencia en la práctica de la vela</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Comportamiento visual.</li> <li>➤ Posición de la embarcación en la salida.</li> <li>➤ Velocidad en la salida.</li> <li>➤ Distancia recorrida.</li> <li>➤ Variabilidad en la trayectoria de la embarcación.</li> </ul>
<i>Sujetos</i>	<i>Técnicas y material de recogida de datos</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 10 regatistas experimentados.</li> <li>➤ 10 regatistas principiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistema de seguimiento de la mirada Eye Tracking System ASL SE5000®.</li> <li>➤ Simulador virtual de vela VSail-Trainer®.</li> <li>➤ Sistema de proyección audiovisual.</li> <li>➤ Software del simulador de vela VSail-Trainer®.</li> </ul>





# CAPÍTULO 1

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA



UCAM  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO



## I-FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta el marco teórico de la investigación, mostrando aquellos aspectos relacionados con el objetivo de este estudio y detallando todos los conceptos sobre los que se han fundamentado la investigación.

Esta investigación se desarrolla desde el área científica del Control y Aprendizaje Motor. Este área a su vez, se ubica dentro del ámbito del Comportamiento Motor (Oña, Martínez, Moreno y Ruiz, 1999). Dentro de este ámbito científico se estudian, entre otros aspectos, los procesos relacionados con el aprendizaje y el control de la conducta motora, incluyendo procesos subyacentes a la acción motriz, como la percepción de estímulos, la atención o la toma de decisiones.

Para iniciar el estudio del comportamiento visual de los regatistas, es necesario conocer la estructura fisiológica del órgano receptor de los estímulos visuales y comprender su funcionamiento dentro del sistema complejo, que es el ser humano y su entorno.

En este capítulo, se explican los procesos relacionados con el comportamiento visual de los deportistas, desde las diferentes teorías existentes dentro del ámbito del Control y Aprendizaje Motor (perspectiva cognitiva, teoría ecológica y sistemas dinámicos complejos). El tópico de visión y deporte (Rodríguez, Gallego y Zarco, 2011; Solé, Quevedo y Massafret, 1999), en el cual se ubica esta Tesis Doctoral, ha generado una gran cantidad de investigaciones en diferentes deportes, tal y como se mostrará a lo largo de este capítulo.

Una vez introducidos en la fisiología ocular y los diferentes movimientos oculares que permiten la captación de información, se exponen las diferentes investigaciones que se han realizado en la vela deportiva, con la finalidad de mostrar el punto sobre el que partimos en el ámbito de la investigación en vela.

Conociendo la situación actual de las investigaciones en el deporte de la vela, se hace referencia al concepto de habilidades visuales y la situación actual de las investigaciones realizadas en diversos deportes, junto con los antecedentes de

las mismas que aporten el soporte teórico y científico a este estudio. Seguidamente, se presentan las diferentes metodologías que se han empleado junto con la evolución del instrumental de medida y las posibilidades existentes en la actualidad.

Por último, se explica el paradigma experto-novel aplicado al deporte y la importancia que este nivel de *expertise* tiene sobre el rendimiento del deportista, junto con diversas metodologías empleadas para distinguir entre deportistas expertos y noveles.

## 1.2. COMPORTAMIENTO VISUAL EN EL DEPORTE

### 1.2.1. Estructura anatómica y fisiológica del sistema visual humano

El ser humano está en continua interacción con el medio que lo rodea, empleando los sentidos como canales a través de los cuales capta la información del entorno (Clark, 1995).

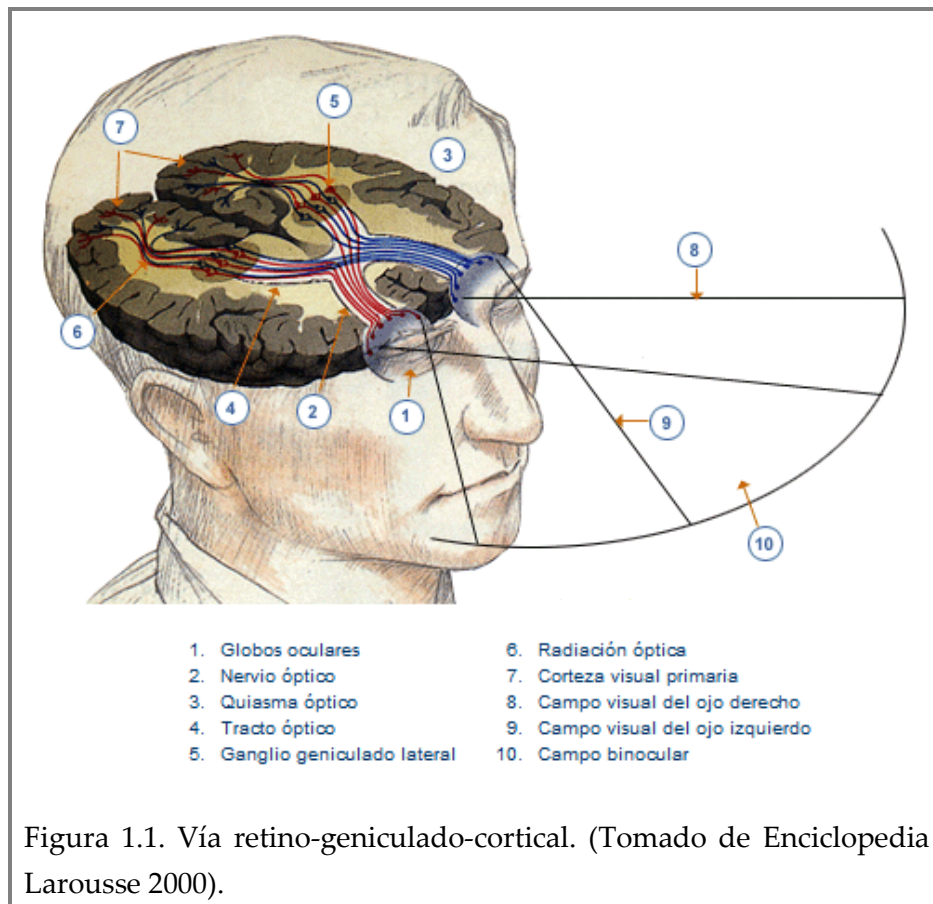
La investigación identifica el sentido de la vista como el órgano receptor más eficaz del cuerpo humano para captar la información de todo lo que acontece a nuestro alrededor (Devore y Devore, 1981; Gregg, 1987; Kerr, 1982; Kovner y Dusky, 1987; Magill, 1993; Mayoral, 1982; MacLeod, 1991; Palmi, 2007; Pérez y Pérez, 1991; Revien y Gabor, 1981; Rosenbaum, 1991; Schmidt, 1988; Seiderman y Schneider, 1985). Los ojos son los principales órganos sensoriales del cerebro, ya que entre el 60% y el 80% de la información diaria que recibimos del entorno se capta través del sistema visual (Plou, 2007). Ambos ojos actúan conjuntamente captando la luz que es reflejada en los objetos que nos rodean.

La información visual en el deporte es esencial para que se produzcan los procesos de aprendizaje y control motor, debido a que la vista es el principal sistema que capta información aferente en cualquier actividad cotidiana y/o deportiva (Vickers, 2007).

El ojo es el organismo encargado de recoger la luz que está proyectada sobre los objetos presentes en el campo óptico del sujeto. Para que suceda este proceso, es necesario que se cree una imagen fija del objeto en la retina, estimulando los fotorreceptores y que dicha información se transmita al área encargada de procesar la información visual, situada en la corteza cerebral. El ojo humano está diseñado para que los estímulos luminosos lleguen a las células fotorreceptoras en las mejores condiciones posibles, siendo capaz de modificar su óptica con el único fin de focalizar el objeto en la zona central de la retina, con la mejor calidad posible (Plou, 2007).

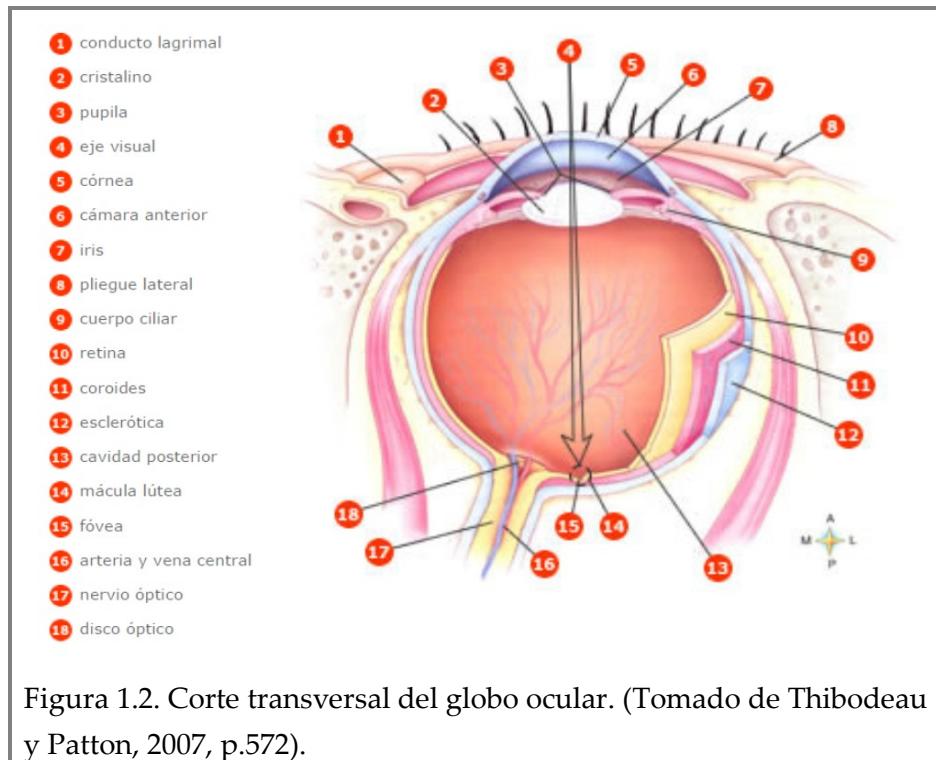
La información visual se transmite a través de la vía retino-geniculado-cortical, la cual está formada por el globo ocular, las células foto receptoras, llamadas conos y bastones, de los cuales se hablará más adelante, y una vía de

transmisión neuronal, que recibe el nombre de células ganglionares de retina. Dichas células forman el nervio óptico, el quiasma y las cintillas ópticas. Esta estructura se encarga de que la información llegue a la corteza cerebral, que se conoce como cuerpo geniculado lateral, situado en el tálamo. Éste, es el lugar donde la información visual se hace consciente y se interpreta. (Figura 1.1.).



El ojo humano está constituido por diversas estructuras dispuestas dentro y fuera de la cavidad orbitaria. Dicha cavidad tiene forma piramidal, está recubierta por siete huesos del cráneo y alberga en su interior el globo ocular, junto con sus músculos, nervios y vasos.

Al observar el globo ocular, se diferencian tres capas: la capa externa o esclerótica, la capa media o coroides y la capa interna o retina (Figura 1.2.).

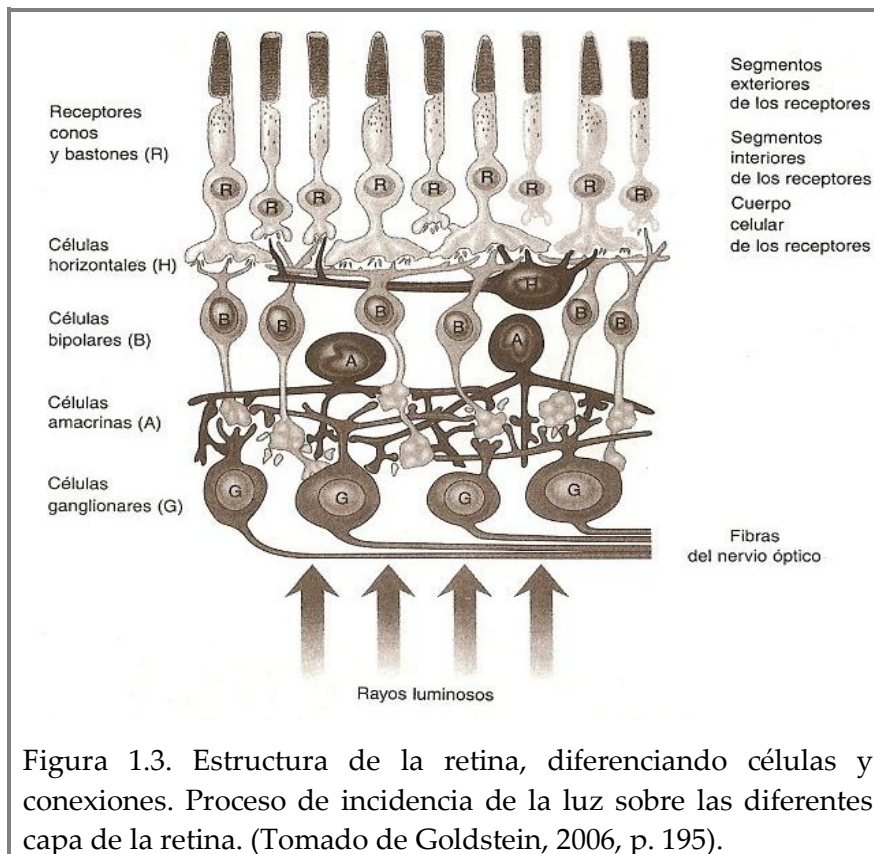


La esclerótica está formada por tejido conectivo denso y no vascularizado casi en la totalidad de la circunferencia del ojo, dando el característico color blanco a éste. Esta capa es resistente, siendo la parte más fuerte y protectora del órgano. La parte por donde la esclerótica deja pasar la luz, recibe el nombre de córnea, es transparente y está situada sobre la zona coloreada del ojo, el iris.

El iris es una de las partes que forman la capa coroides, junto con el cuerpo ciliar. La coroides está muy vascularizada y es la responsable de la pigmentación del órgano, su principal función es nutrir al resto de capas. El cuerpo ciliar es el encargado de modificar la forma del iris para la acomodación del mismo a la visión cercana o distante. Mientras que el iris es la parte más delgada y anterior del cuerpo ciliar, el cual presenta un agujero central llamado pupila. Es el iris, el responsable del color del ojo, de protegerlo y de controlar el paso de la luz, modificando la dilatación de la pupila.

La retina es la capa que recubre la cavidad interna del globo ocular y la encargada de recibir y transmitir la información visual.

Desde un punto de vista macroscópico, la retina está dividida en dos partes diferenciadas: una central y otra periférica. En la parte central de la retina está situada la mácula, donde encontramos una depresión del tejido que recibe el nombre de fovea. Éste, es el lugar por donde entra la luz para llegar a las células fotorreceptoras. La característica de la fovea es, que en esta zona, los tejidos que forman la retina están desplazados hacia los lados, es decir, recubren todo el globo ocular excepto esta pequeña zona, con la finalidad de facilitar la entrada de la luz. Desde un punto de vista microscópico, la retina está compuesta por la disposición de diferentes células (Figura 1.3.).



Las células fotorreceptoras son las encargadas de transformar la información lumínica en impulsos nerviosos, proceso que recibe el nombre de fototransducción (Córdova, 2003). En el ojo humano podemos encontrar dos tipos: i) conos, los cuales son los encargados de la percepción de los colores y responsables de la resolución de los objetos y ii) bastones, que se encargan de la



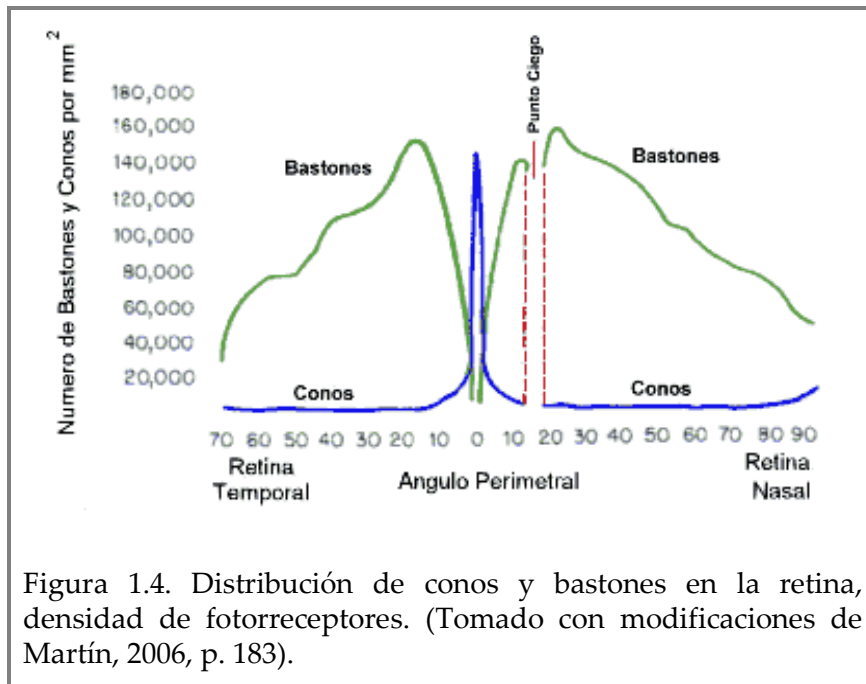
visión bajo condiciones de poca luminosidad y de la detección de movimientos (Vickers, 2007).

Las células bipolares son la primera neurona de la vía óptica. Existen dos tipos, las despolarizantes y las hiperpolarizantes. Éstas conectan por un lado con el extremo de los conos y los bastones y, por el otro, con las células ganglionares. La conexión que realizan con los conos y los bastones es diferente, ya que cada uno de los conos conecta directamente con una sola célula bipolar, y ésta, a su vez, con una sola ganglionar. Al contrario sucede con los bastones, debido a que cada célula bipolar conecta con hasta 300 bastones a la vez, y ésta, con una sola célula ganglionar.

Las células ganglionares forman la segunda neurona de la vía óptica y sus axones son los que forman el nervio óptico. La función de estas células es informar al sistema nervioso central del acontecimiento de una acción, en cualquier parte del campo visual, para mover los ojos en esa dirección y obtener información de dicho evento.

Otras células que se encuentran en la retina son las células horizontales y amacrinas, encargadas de maximizar la información que se obtiene de los objetos captados.

La fisiología ocular es compleja, debido a que la distribución de las células anteriormente citadas no es uniforme en toda la retina. Las células fotorreceptoras (unos 5,5 millones de conos y 125 millones de bastones en cada retina), están distribuidas de forma irregular, debido a que los conos están ubicados en su mayoría en la fovea, mientras que los bastones se concentran en la periferia de la retina (Plou, 2007). Debido a esta disposición que tienen dichas células en la retina (Figura 1.4.), los conos son los encargados de proporcionar agudeza visual, la cual está asociada a una visión central, mientras que los bastones son los encargados de la localización de estímulos externos del campo visual, asociado a la visión periférica.



El diseño de nuestra investigación se centra en la información que se recoge en la fóvea, debido a que es la zona de mayor agudeza visual (Quevedo y Solé, 1990). Para que sea posible conseguir los objetivos de estudio perseguidos en esta investigación, se ha empleado un instrumental muy específico y gracias a éste, es posible obtener la imagen focalizada en la fóvea de manera objetiva (Abernethy, 1991).

A pesar de que la presente Tesis Doctoral está centrada en el estudio de la imagen en fóvea, la visión del ser humano es mucho más amplia, y aunque la información más relevante es la focalizada en fóvea, el órgano de la visión está diseñado para recoger información de todo el campo visual. Se define como la porción de espacio, medida en grados, que se percibe manteniendo fija la cabeza e inmóviles los ojos. Está compuesto por el campo visual monocular, el cual hace referencia a la visión de un solo ojo y por el campo visual central, que es el resultante de la unión de los campos visuales de los dos ojos o punto donde los campos visuales monoculares de ambos ojos comparten un mismo rango. El campo de visión central se conoce como campo de visión binocular y abarca un ángulo de 60° en cada dirección. Dentro de este rango, se discriminan los colores, las profundidades y las formas. En el campo monocular, entre 10° y 20° a partir

de la línea de visión central, se reconocen palabras y símbolos, mientras que en el campo binocular sucede entre los 5° y 30°, una vez superados estos límites, tienden a desvanecerse. Al igual sucede con las tonalidades cromáticas, que empiezan a desaparecer entre los 30° y 60° de la línea visual central (Panero y Zelnik, 1996).

En el plano medio-sagital, se observa que la línea visual no se encuentra en 0° con respecto a la horizontal, sino 10° por debajo de dicho plano. Cuando el sujeto está sentado, la línea desciende hasta los 15°. Por encima de la línea, el ser humano es capaz de captar información hasta los 50°, mientras que por debajo, abarcaría hasta los 70°. (Figura 1.5.).

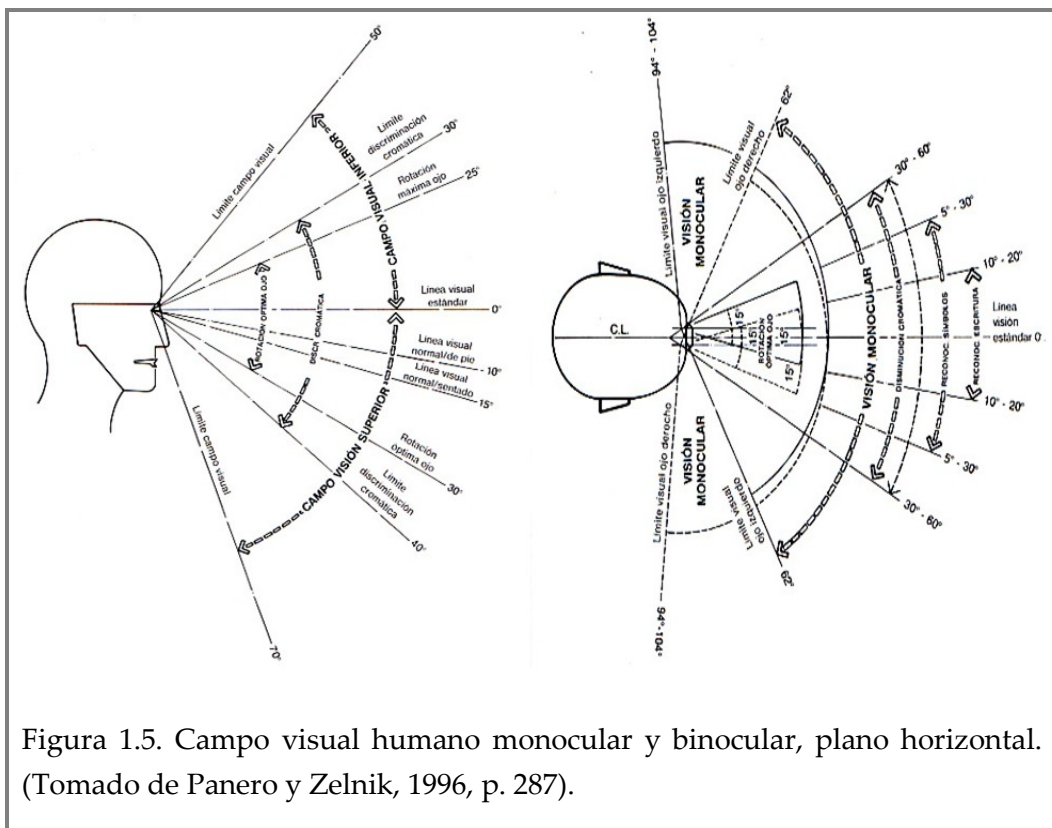


Figura 1.5. Campo visual humano monocular y binocular, plano horizontal. (Tomado de Panero y Zelnik, 1996, p. 287).

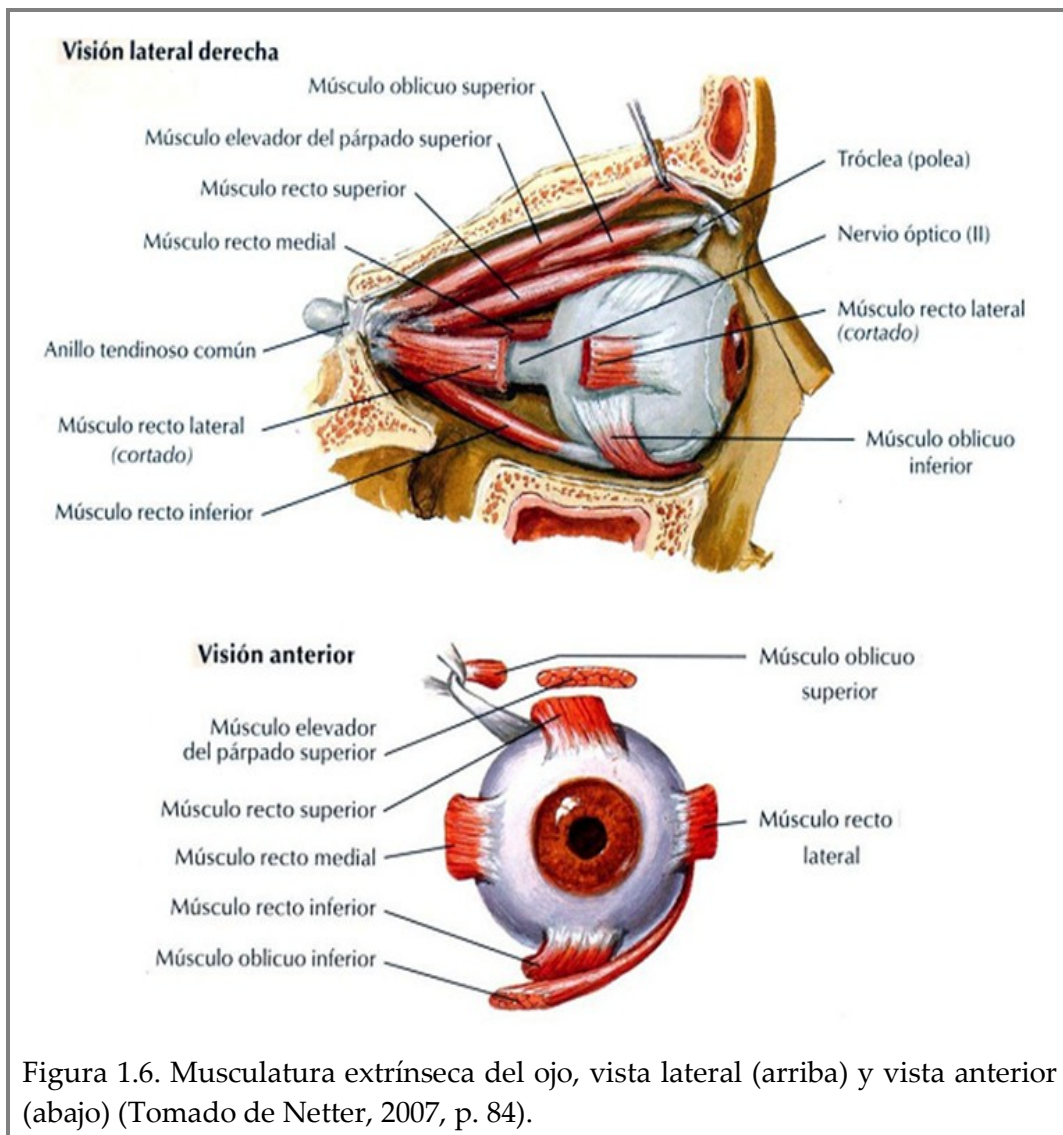
En el deporte, la visión periférica tiene una importancia relevante, ya que Williams, Davids y Williams (1999) afirmaron que este área del campo visual proporciona tanto información sobre acontecimientos externos a la acción, como orientación espacial. La retina periférica es muy sensible a los movimientos,

siendo su principal función la captación de desplazamientos, considerando crucial esta función en los deportes de equipo (Quevedo y Solé, 2007).

Debido a que el ser humano posee un amplio campo visual, la reducida zona donde la imagen es percibida de forma clara obliga al individuo a mover los ojos para realizar fijaciones en los elementos que están fuera de la fovea.

Como se ha expuesto, el ser humano posee un amplio campo visual, pero el comportamiento visual típico de un deportista suele comenzar con la detección de un objeto en periferia. A través de la visión periférica, el deportista identifica "dónde está" el objeto. Seguidamente, orienta la vista en dirección al objeto sobre el que desea obtener información, hasta focalizarlo en fovea, consiguiendo identificar "qué es" mediante los movimientos oculares que se explican a continuación.

Los movimientos que realizan los ojos para captar los estímulos del entorno están controlados por tres pares diferentes de músculos, los *rectos interno y externo*, los *rectos superior e inferior* y los *oblicuos superior (mayor) e inferior (menor)* (Figura 1.6.). Los rectos interno y externo, se ocupan de los movimientos laterales del globo ocular. Esta musculatura se contrae de forma recíproca dependiendo del lado hacia el que se mueva el órgano. Los rectos superior e inferior, controlan los movimientos de forma recíproca en el eje vertical, hacia arriba o hacia abajo. Y la musculatura oblicua se encarga de la rotación del globo ocular para mantener el campo visual centrado y estable (Thibodeau y Patton. 2007).



En la presente investigación, los movimientos oculares estudiados son los que se realizan de forma voluntaria, es decir, los que permiten explorar en todas las direcciones gracias a la activación de la musculatura responsable del movimiento ocular, también conocida como *Motilidad ocular*, ya estudiada en otras investigaciones (Chaveleraud, 1986; Moreno, Ávila y Damas, 2001 y Plou, 1995, 2007). Por ese motivo, se procede a la diferenciación de cada uno de los músculos extrínsecos o externos y cada una de sus funciones. Dicha musculatura se encuentra insertada en el exterior del globo ocular y en los huesos de la órbita, facilita la capacidad de movimiento del globo ocular en 4 ejes: vertical, horizontal,

oblicuo y transversal. Gracias a esta musculatura, el ojo puede fijar objetos dentro de un campo de visión circular, de un diámetro próximo a los 100° de ángulo visual (Williams et al., 1999). Esta musculatura permite tres tipos diferentes de movimientos oculares: i) movimientos de fijación, ii) movimientos de seguimiento y iii) movimientos sacádicos. Asociados a los movimientos sacádicos, existe un cuarto tipo de movimiento que es denominado como iv) reflejo vestibulo-ocular. Este movimiento tiene como finalidad situar en fovea la imagen del elemento de la escena, del cual el sujeto desea obtener información.

Los *movimientos de fijación* permiten a los sujetos estabilizar el área de información en fovea para la obtención de la mayor información posible. Dicha estabilización en fovea recibe el nombre de *fijación*. Tal y como explicaron Moreno, Ávila y Damas (2001), una fijación visual es considerada como el tiempo que transcurre desde que finaliza un movimiento sacádico, para realizar una fijación en fovea de un área de la escena que se está visualizando, hasta que da comienzo otro movimiento sacádico. Según Williams, et al. (1999), para considerar un movimiento ocular como fijación, el tiempo que ha de transcurrir focalizando en fovea un mismo punto de la escena debe de ser mayor a 100 milisegundos (ms), tiempo considerado como válido en la presente investigación. En este sentido, Singer, Williams, Frehlich, Janelle, Radlo, Barba y Bouchard, (1998), en su investigación tomaron como tiempo de referencia 120 ms, que equivalían a 3 fotogramas de la grabación de la estrategia visual realizada por los deportistas. A pesar de esto, estudios recientes como los de Seung-Ming Lee (2010) o Vila-Maldonado (2011), toman como tiempo mínimo de fijación 180 ms. En este sentido, Vickers (2007), manifestó que 100 ms es el tiempo mínimo para reconocer el estímulo, pero si además se requiere de la realización de un movimiento, son necesarios 180 ms. El conjunto, número, distribución y localización de las fijaciones y sacádicos realizados por un sujeto sobre una misma escena, se consideran como la estrategia de búsqueda visual (Williams, et al., 1999), y se expondrá con más detenimiento en sucesivos apartados.

El tiempo de fijación es una de las variables que se ha considerado de alta relevancia en las investigaciones sobre el comportamiento visual. Es útil para mostrar la complejidad del área de la escena para el observador (Gould, 1973; en Williams et al., 1999), siendo mayor la información procesada, cuando las

fijaciones visuales son de mayor duración (Just y Carpenter, 1976). El número de fijaciones y la duración de las mismas realizadas por un sujeto, pueden representar la incertidumbre presente en la escena y las fuentes de información que el sujeto considera relevantes para la tarea presentada (Williams et al., 1999).

En la literatura analizada, existe controversia en cuanto al concepto de fijación visual y tiempo que se emplea en esta acción ocular. Just y Carpenter (1976) afirmaron que, cuanto más duradera es la fijación, más información es procesada por parte de los sujetos. Sin embargo, otros autores afirman que la orientación visual podría no implicar una fijación visual, ya que sería posible fijar la mirada en un objeto sin extraer información de éste (Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1993). Ésta sería la diferencia entre “mirar”, que es la acción de fijar en fovea un elemento de la escena, y “ver”, que implica la recogida activa de información y su procesamiento. (Abernethy, 1988a). Así, se puede fijar la visión en una zona de la escena, mientras se presta atención y se recoge información de otra zona del campo visual. A efectos prácticos, se crearon términos como *orientación visual y recogida de información* (Abernethy, 1987) u *orientación visual y atención visual* (Shulman, Remington y McLean, 1979). Desde este punto de vista, Williams et al. (1999), valoran con prudencia el análisis de las fijaciones visuales y la extracción de la información. De este modo, proponen contrastar la información obtenida en los registros de movimientos oculares con la información extraída mediante otras técnicas de investigación. En este sentido, existen ejemplos de algunas técnicas como son, la verbalización de los puntos de fijación durante el proceso de medición (Araújo y Serpa, 1998), o con cuestionario gráfico donde el sujeto explica las localizaciones sobre las que fijó la mirada durante la acción de medida, una vez terminada (Reina, 2004).

Cuando el sujeto realiza una fijación siguiendo una localización en su movimiento a través de la escena, focalizándola en fovea, dicha acción se denomina *movimiento de seguimiento*. La velocidad máxima de seguimiento de una acción está estimada alrededor de 100°/s., aunque tal y como afirmó Rosenbaum (1991), la habilidad de seguimiento del ojo empieza a disminuir a partir de los 30°/s. La naturaleza de los deportes, y a las elevadas velocidades de ciertos objetos presentes en el entorno de práctica, hacen que esta acción sólo sea útil en

deportes en los que aparecen móviles en los que la velocidad no sea elevada (Haywood, 1984).

Los *movimientos sacádicos* son movimientos rápidos que se realizan para dirigir la atención de un punto a otro de la escena, permitiendo al sistema visual fijar en fóvea un objeto y obtener la mayor cantidad de información de éste (Rosenbaum, 1991). Dichas acciones son consideradas como movimientos balísticos. Estos movimientos son realizados por los dos ojos a la vez y son los movimientos oculares más frecuentes en el deporte. Durante los movimientos sacádicos, existe un declive de la sensibilidad visual de los sujetos (Ditchburn, 1973; Festinger, 1971; Massaro, 1975), lo que sugiere que, durante dichos movimientos, no hay captación de información visual. Ésto adquiere el nombre de supresión sacádica. Contrariamente a lo que opinan los anteriores autores, Williams y Davids (1998) consideran que, a altas velocidades de los móviles, los deportistas experimentados no emplean movimientos de seguimiento, sino que realizan movimientos sacádicos con la finalidad de predecir posiciones futuras del objeto (Lenoir, Crevits, Goethals, Wildenbeest y Musch, 2000; Ripoll, 1991).

El último movimiento ocular es el *reflejo vestibulo-ocular*, que tiene como única función la estabilización de la mirada para una visión clara y nítida durante los movimientos de la cabeza. La estructura controladora de este reflejo está emplazada en el oído interno, desde el cual se registran los movimientos de la cabeza dentro de cada plano de movimiento (Rosenbaum, 1991). Esta estructura permite a los deportistas realizar movimientos compensatorios del ojo cuando hay un movimiento de la cabeza mucho más rápido que el sistema visual, permitiendo que la cabeza, el cuerpo y el sistema óculo-motor del sujeto actúen como un único sistema (Kouler, 2011).

### **1.2.2. Perspectiva de estudio de las habilidades visuales en el deporte**

Tal y como se ha expuesto anteriormente, la vista es uno de los sentidos más relevantes en el deporte, suscitando interés por el estudio de los procesos perceptivos en situaciones deportivas. En las tres últimas décadas se han producido los mayores avances en investigación sobre la percepción de los estímulos visuales en diferentes deportes. Este desarrollo, fue el motor para la



creación del tópico “Visión y Deporte” por el International Council of Sport Science and Physical Education (ICSSPE) en el año 2000, entidad que estableció su principal objetivo: “buscar y establecer relaciones entre el nivel de desarrollo de las habilidades visuales de los deportistas y su rendimiento deportivo” (Arteaga, 1999).

En la actualidad el tópico “Visión y Deporte” ha sido estudiado por diversos autores (Abernethy, Neal, Engston y Koning, 1993; Afonso, Garganta, McRobert, Williams y Mesquita, 2012; Araújo, Davids y Serpa, 2005; Mann, Williams, Ward y Janelle, 2007; Moreno, Reina, Sanz y Ávila, 2002; Quevedo y Solé, 2007; Reina, Moreno y Sanz, 2007; Ruiz, Sánchez, Durán y Jiménez, 2006; Seung-Min, 2010; Vickers, 2007; Vila-Maldonado, Sáez, Abellán y Contreras, 2012; Ward, Williams y Bennett, 2002; Wilson, Vine y Wood, 2009; Williams, Ford, Eccles y Ward, 2011). Dichas investigaciones han seguido dos vías diferentes para el planteamiento de este problema de investigación, la perspectiva Optométrica y la del Control y el Aprendizaje Motor. Aunque ambas perspectivas surgen de cuerpos de conocimiento diferentes, en la actualidad comparten puntos de interés comunes dentro de este tópico.

La Optometría estudia la fisiología de los órganos visuales, junto con sus patologías, desde un punto de vista biomédico. Dentro del deporte, se han cuantificado y valorado las habilidades visuales requeridas en cada deporte (Plou, 1995) y las desarrolladas por los deportistas (Williams et al., 1999) mediante test optométricos. Los primeros estudios que investigaron acerca de las características de hardware vinculadas a la visión dentro del ámbito deportivo, estudiaron la percepción por medio de la Optometría, midiendo algunas características optométricas como la agudeza visual, el campo visual o la sensibilidad al contraste (Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1992). A pesar de esto, otros investigadores (Abernethy, 1987; Blundell, 1985; Starkes y Deakin, 1984) afirmaron que los estudios basados en medidas optométricas guardan una relación equivocada entre las habilidades visuales del deportista y el rendimiento que este obtiene, debido a la descontextualización de la investigación, ya que el análisis del estado y funcionamiento de la estructura del sistema visual no se realiza en una situación real de juego o lo más cercana a ésta. Debido a que en esta

investigación no se estudian las variables optométricas del comportamiento visual, no profundizaremos en la explicación de esta perspectiva de estudio.

Desde el Control y el Aprendizaje Motor se han interesado por las habilidades visuales desde una perspectiva comportamental y analizando la relación entre la percepción de estímulos visuales y las acciones motrices, a partir de la perspectiva cognitiva y de la psicología ecológica.

Entre los estudios sobre comportamiento visual de los deportistas, se pueden distinguir dos tipos de objetivos de investigación tal y como definió Williams (2000): i) los que estudian el “hardware” (la Optometría) y ii) los que tratan de comprender el “software” (Control y Aprendizaje Motor). Considerando como hardware a la estructura del sistema visual, la parte física, más relacionada con el proceso de recepción de la información, y como software, a los posteriores procesos de percepción y toma de decisiones.

#### **1.2.2.1. Planteamiento desde el Control Motor**

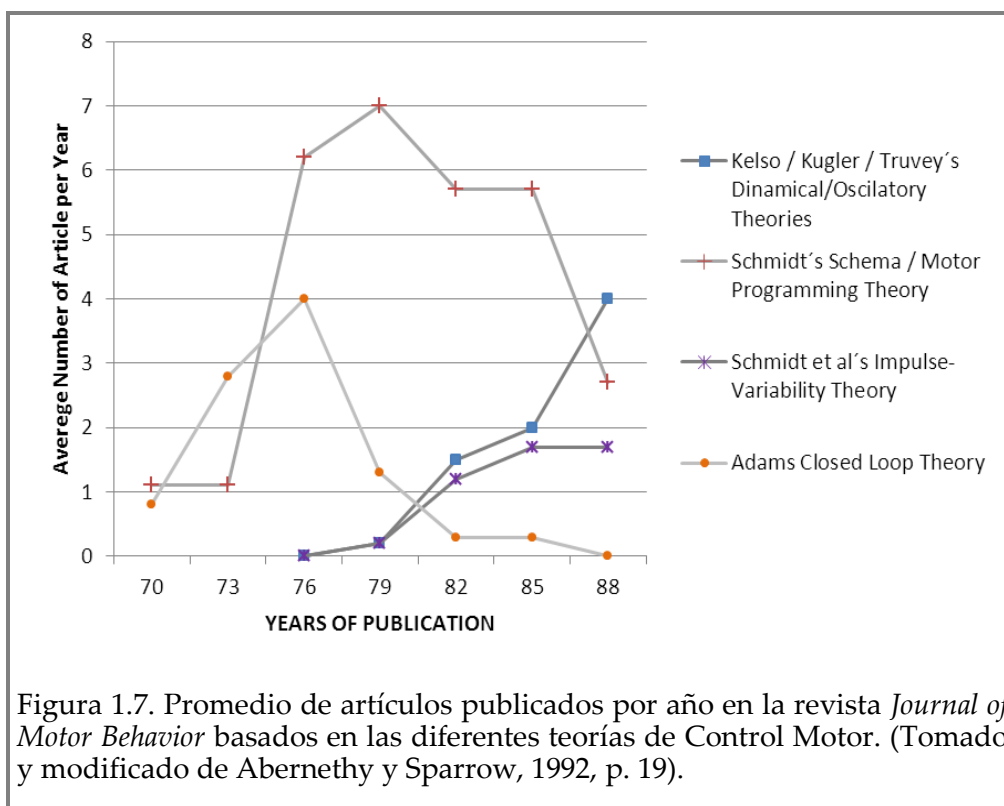
Muchas son las investigaciones que se han realizado dentro del paradigma “Visión y Deporte” desde la perspectiva del Control y del Aprendizaje Motor, ratificando la importancia que tiene la percepción sobre el éxito deportivo (Abernethy, 1991; Araújo, Ripoll y Raab, 2009; Damas, 2012; Moreno, Reina, Sanz y Ávila, 2002; Reina, Moreno y Sanz, 2007; Vila-Maldonado, 2011; Williams et al., 1992; Williams et al., 1999).

Dos son las principales perspectivas teóricas que sustentan la mayoría de las investigaciones dentro del Control y del Aprendizaje Motor: la fundamentada en la psicología cognitiva y la basada en la Teoría Ecológica (para una revisión más profunda, ver Araújo y Davids, 2011).

Dentro de la perspectiva Ecológica la Teoría de los Sistemas Dinámicos (Kugler, Kelso y Turvey, 1980) justifica el comportamiento del sujeto a través de la expresión de sus capacidades y de los recursos que ofrece el medio.

Abernethy y Sparrow (1992), en su revisión de la literatura sobre las teorías de conocimiento empleadas en los artículos publicados en la revista científica *Journal of Motor Behavior*, durante la década de los 70 y 80, hallaron que la teoría

dinámica experimentó un aumento de manera exponencial en número de publicaciones, llegando a ser la más empleada a finales de los 80 (Figura 1.7). Pese a la gran cantidad de seguidores que tiene la teoría cognitiva y el interés que despierta actualmente el modelo de procesamiento de la información (Schmidt y Lee, 2011; Vickers, 2007), muchas son las investigaciones actuales que basan sus estudios en el marco de la teoría dinámica, tal y como se muestra en la Figura 1.7. (Abernethy, Neal y Koning, 1994; Araújo, Davids y Serpa, 2005; Rocha, 2003).



Estos mismos autores, (Abernethy y Sparrow, 1992), mostraron algunas de las dimensiones de la teoría ecológica en relación con la perspectiva cognitiva (Tabla 1.1.).

Tabla 1.1.

Aspectos básicos de la perspectiva ecológica en el estudio del Control y del Aprendizaje Motor (tomado con modificaciones formales de Abernethy y Sparrow, 1992, p. 28-29).

DIMENSIONES	PERSPECTIVA COGNITIVA	PERSPECTIVA ECOLÓGICA-DINÁMICA
Otras denominaciones	Procesamiento de la información. Perspectiva del movimiento. Perspectiva computacional.	Perspectiva "emergente", "directa" o de "acción".
Origen filosófico	Metáfora "hombre-máquina". Dualismo "Actor-ambiente".	Basado en el "realismo ecológico" y un soporte implícito en la sinergia "agente-entorno".
Origen del modelo y explicación teórica	Informática e ingeniería.	Física moderna y teórico/comparativa procedente de la biología.
Dirección de la lógica explicativa	Añadiendo inteligencia y sofisticación al modelo computacional.	Aumento del poder explicativo por medio de descubrimiento de nuevos procesos fundamentales.
Sub-disciplina psicológica más próxima	Psicología cognitiva.	Psicología ecológica.
Organización del movimiento y modo de control	Control jerárquico, actuando sobre prescripciones. De "arriba hacia abajo".	Control jerárquico, actuando sobre estructuras coordinativas. De "abajo hacia arriba".
Solución de control de múltiples grados de libertad	Programas motores generados, estructurados y almacenados centralmente.	Estructura coordinativa que aprovecha las propiedades dinámicas del sistema motor.
Relación entre el modo de control y la cinemática	Planificación a priori que resulta de la cinemática deseada.	La cinemática es una consecuencia a posteriori de la auto-organización.
Representaciones centrales del movimiento	Presentes	Ausentes.
Mecanismo de traducción	Esenciales, transforma el lenguaje abstracto en "lenguaje muscular".	No es necesario. Todo el control está en unidades ambientales comunes.

<b>Papel del músculo</b>	Efectúa las órdenes del control central.	Determinar la forma del movimiento y la fase de interacción a través de la dinámica.
<b>Organización temporal del movimiento</b>	Características temporales de acción "dictadas" por un mecanismo central.	Las características temporales de la cinemática surgen como una propiedad emergente a través de la perseverancia de la relación invariante de la fase angular entre efectores.
<b>Relación con la percepción</b>	Proceso en serie, donde la percepción precede a la acción.	Acoplamiento inseparable entre percepción y acción, tanto funcional como evolutivamente.
<b>Modelo perceptivo de ayuda</b>	Computacional (Marr, 1982).	Modelo de percepción directa (Gibson, 1979).
<b>Explicación del aprendizaje</b>	Mejora de las estrategias de planificación individuales.	Mejora de la sintonía con los invariantes esenciales y control sobre la variabilidad del contexto.
<b>Papel de la memoria en el aprendizaje</b>	Fundamental en la mejora de la estrategia y en la adquisición de habilidades a largo plazo.	Mínimo. Se niegan los procesos de memoria "per se" debido a la necesidad de requerir de representación.
<b>Paradigma experimental</b>	Movimientos artificiales. Trabajo de laboratorio.	Esencial a la variación ecológica. Estudio de acciones naturales.
<b>Unidades de medida</b>	Información medida matemáticamente con respecto a la dificultad y/o previsibilidad de la relación estímulo-tarea.	Información esencial descrita en unidades acordes con el agente.

Para fundamentar teóricamente el estudio del comportamiento visual y motor de los regatistas participantes en este estudio, la presente investigación se ubica dentro de la perspectiva de la Psicología Ecológica, desde la cual se desarrolla la Teoría de la Percepción Directa (Gibson, 1979) y la Teoría de los Sistemas Dinámicos Complejos, a través de la que se exponen las habilidades del sujeto para asimilar la información y efectuar una respuesta motriz (Kugler, Kelso y Turvey, 1980). A continuación se exponen sus principales características.

### A). Perspectiva Ecológica

Para entender la “Psicología Ecológica”, habría que comenzar recordando a los mentores de este paradigma de conocimiento. Heft (2001), identificó a Roger Barker (1903-1991), Egon Brunswik (1903-1956), Jame Gibson (1904-1979) y Urie Bronfenbrenner (1917-2005) como los padres de la psicología ecológica (Araujo, 2009a). La psicología ecológica está basada en la teoría de la evolución de las especies de Darwin (1809-1882), según la cual, la supervivencia de las especies es debida a procesos de evolución, mutación y adaptación ante una nueva realidad, siendo la percepción esencial para la supervivencia (Rocha, 2003).

Tal y como explican Araújo y Davids (2009), la influencia de dicho modelo/paradigma de conocimiento, llega a la psicología del deporte y a la literatura deportiva a principios de los años 80. Desde que la psicología ecológica entró en el ámbito deportivo, se ha relacionado con autores como Gibson, acuñándose el término de corriente *Gibsoniana* (algunos ejemplos los podemos ver en Abernethy, 1993; Fajen, Riley y Turvey, 2009; Lee, Lishman y Thomson, 1982; Oudejans, Michaels y Bakker, 1997; Salomon, Carello y Turvey, 1984). La corriente “Gibsoniana” es la que mayor impacto ha causado en la psicología deportiva. Las otras tres corrientes (Barker, 1979, Bronfenbrenner, 1979; Brunswik 1966), también han realizado aportaciones al estudio de la conducta humana. La corriente/doctrina de Barker (1903-1991) realizó una pronta incursión (Kaminski, 1982) pero con escaso reconocimiento o al menos pocas investigaciones en lengua inglesa. Recientemente, la corriente ecológica de Bronfenbrenner (1979), ha influido en algunas de las investigaciones (Bengoechea y Johnson, 2000; Krebs, 2009; Spence y Lee, 2002) relacionadas con el área de la psicología deportiva (Araújo, 2009a).

Esta investigación se desarrolla bajo la corriente *Gibsoniana*, más concretamente bajo la teoría de la *Percepción Directa*. Esta teoría ha tenido una influencia notoria en las investigaciones actuales dentro del área del Control y del Aprendizaje Motor y a través de ella se explicará el comportamiento de los regatistas durante la situación de salida.

Gibson, desde su perspectiva ecológica pretende presentar una alternativa radical al concepto tradicional de percepción (teoría del procesamiento de la

información) que ha estado presente durante gran parte de la historia de la percepción (Lillo, 1987). Tal y como definió Lillo (1987), una de las diferencias fundamentales entre el enfoque tradicional o cognitivo y el enfoque ecológico radica en la forma en la que se considera la información que el sujeto percibe. Tradicionalmente se ha considerado que el sujeto partía de una información ambigua y considerando la imagen de la retina como punto de partida en el análisis de la percepción visual. El paradigma ecológico considera que la información es específica y que el punto de partida para el análisis de la percepción visual radica en el *patrón óptico* (Gibson, 1979).

El concepto de *patrón óptico*, es uno de los más relevantes en la ecología perceptiva. El *patrón óptico* es la percepción de la luz por parte de observador, este patrón es específico a las propiedades del entorno y al desplazamiento del observador. En este sentido, cuando el observador está en movimiento, percibe diversos patrones ópticos, dependiendo de la posición que ocupe en cada momento. La teoría del procesamiento de la información considera la percepción del movimiento como una sucesión de imágenes retinianas, mientras que la ecológica considera la percepción como un flujo óptico continuo, siendo la consecuencia de un patrón de luz fluctuante que llega al observador en movimiento.

Para entender el proceso perceptivo desde la teoría de la *percepción directa*, se definen dos conceptos muy relevantes (Gibson, 1979): las *invariantes* y los *affordances*.

Las *invariantes* son definidas como propiedades de orden más elevado del sistema visual, que se mantienen constantes durante los cambios generados por el sujeto o el entorno dando lugar a la estructura del escenario visual (Gibson, 1979). A diferencia de la perspectiva cognitiva, la *percepción directa*, considera que la información que capta el sistema visual no es ambigua, ya que existen una serie de *invariantes* que especifican diferentes propiedades del medio. Así, la labor del observador sería percibir y responder a estos estímulos del entorno. Por tanto, se considerarían las *invariantes* como los estímulos presentes en el entorno. En términos *Gibsonianos* la tarea del observador es la de “resonar” las *invariantes* del entorno y formar una imagen en la retina. Las *invariantes* del entorno son las que nos proporcionan la información de la forma y tamaño del objeto que se observa,

al igual que la distancia que lo separa del observador, siendo definidas éstas como “invariantes estructurales del patrón óptico” (Lillo, 1987).

Según Gibson (1979), la percepción del entorno por parte del sujeto es directa y continua (Kugle y Turvey, 1987), es decir, no es necesario ningún mecanismo compensatorio y por lo tanto, no tiene sentido hablar de procesamiento de la información o representaciones internas, siendo éstas una de las grandes diferencias con el paradigma cognitivo. En el paradigma ecológico, la información controla directamente la locomoción, mientras que la función de los mecanismos neuronales es la de detectar, extraer o resonar las *invariantes* del entorno (Lillo, 1987). En este sentido, Abernethy (1990, p. 214) afirmó que “*la información es para la acción y la acción genera información*”, indicando con esto que, tras cada acción que realiza el sujeto, el entorno proporciona nueva información para las sucesivas acciones, generando así un ciclo de información y acción.

Los *affordances* fueron introducidos por Gibson a partir de un derivado de la palabra inglesa “to afford”. La traducción es ofrecer o permitir. En este sentido, cuando se habla de los *affordances* del entorno, Gibson se refiere a lo que el ambiente ofrece al sujeto. Estos ofrecimientos hacen referencia a las posibilidades conductuales y necesarias para la supervivencia que recibe cada ser vivo del medio en el que se desarrolla. Para la perspectiva ecológica, el sistema perceptivo por una necesidad de supervivencia, tiene que haberse especializado en detectar las propiedades fundamentales del medio respecto al animal, o lo que es lo mismo, tiene que haberse especializado en localizar los *affordances* del entorno. Es decir, cada ser vivo está especializado en percibir los *affordances* que son relevantes para sobrevivir, presentes en el *patrón óptico* (Greeno, 1994).

Cuando se aplica este concepto de *affordances* al deporte, se interpreta como la información que se percibe y sobre la que se toma una decisión. Concretamente, en la vela, cuando un regatista percibe que el viento está cambiando de dirección (role de viento), puede decidir modificar el rumbo de navegación o realizar una maniobra, dependiendo de si el cambio es beneficioso o no. Los *affordances* representan las posibilidades de acción que tiene el deportista dentro de un ambiente determinado (Fajen, Riley y Turvey, 2009). La toma de decisiones se produce a partir de la exploración que realiza el deportista del medio y a la selección de sus posibilidades de acción (Araujo, 2009b). Ésto hace



que dichas posibilidades de acción sean individuales, ya que las *affordances* para la acción, son específicas para cada sujeto. De esta forma, existe una estrecha relación entre la intencionalidad, la percepción y la acción dentro de un marco de referencia propio de cada sujeto.

El concepto de aprendizaje y reconocimiento perceptivo (memoria y representación), son los conceptos donde claramente la psicología ecológica muestra sus limitaciones. En este sentido, y posterior a la muerte de Gibson, E.J. Gibson (1984) concibe el aprendizaje perceptivo como una mejora progresiva en la capacidad de extraer información del entorno o, lo que es lo mismo, *invariantes*.

Proponemos un ejemplo en una acción específica de la vela deportiva para un mejor entendimiento de estos conceptos. El regatista va navegando durante un protocolo de salida, como el que se ha planteado en este estudio, y la imagen de todo lo que percibe forma parte del *patrón óptico* que le proporciona el entorno, gracias a la proyección de la luz sobre los objetos. Si el sujeto navega en un rumbo de ceñida y observa que los catavientos no van paralelos, siendo éste un *invariant*, el sujeto tiene varias opciones de acción, siendo éstos los *affordances*: i) modificar su rumbo para que la embarcación navegue en las mejores condiciones ii) regular el tensión que está realizando sobre la escota de la mayor (cazado de la vela), para así ajustar la tensión de la vela al rumbo que navega y a la dirección del viento. En este caso y dependiendo de muchas otras variables que pueden estar sucediendo en el mismo momento en el entorno, el sujeto optará por el *affordance* que más beneficio le ofrezca para su posicionamiento frente a la salida y en relación con los rivales.

Para comprender el comportamiento humano, es necesario considerar dicho comportamiento como un sistema global en interacción con el ambiente. De este modo, y debido a que la psicología ecológica se basa en el modelo heterojerárquico, donde rechazan el dualismo mente-cuerpo y enfatizan la reciprocidad individuo-ambiente, donde el control reside en el acoplamiento de las funciones percepción-acción (Abernethy, Neal y Koning, 1994).

Este comportamiento perceptivo puede explicarse desde la Teoría de los Sistemas Dinámicos Complejos, enmarcada dentro de la perspectiva ecológica, teoría que ha realizado importantes aportaciones al área del Control y del

Aprendizaje Motor. Por ello, a continuación, se exponen sus características más relevantes, aplicando sus propiedades a la práctica de la vela.

### **B). Teoría de los sistemas dinámicos complejos**

El paradigma ecológico considera al individuo como un sistema dinámico complejo, formado por una gran cantidad de elementos que interactúan entre sí, dando lugar a una diversidad de conductas.

Tanto los procesos perceptivos, como el control del movimiento para el manejo de la embarcación y el aprendizaje de las habilidades motrices necesarias para ello, pueden explicarse desde la perspectiva de los sistemas dinámicos. De hecho, en relación con el deporte, se han realizado numerosas investigaciones bajo este paradigma (e.g. Abernethy, Neal y Koning, 1994; Chow, Davids, Button y Koh, 2006; Dicks, Button y Davids, 2010; Helsen y Starkes, 1999; Hristovski, Davids, Araújo y Button, 2006; Sternad, 2006; Lebed, 2006; Menayo, 2010; Reilly y Gilbourne, 2003; Starkes, 1987).

De manera concreta y por ser el deporte objeto de estudio en esta Tesis Doctoral, en vela deportiva también se han desarrollado investigaciones, que analizaron bajo esta perspectiva procesos de toma de decisión en diferentes situaciones características de este deporte (Araújo, Davids y Serpa, 2005, Araújo y Serpa, 1998; Rocha, 2003; Rocha, Araújo y Serpa, 1995).

La Teoría de los Sistemas Dinámicos (TSD), muestra ciertos elementos comunes con la Psicología Ecológica, anteriormente descrita, y se fundamenta en la Teoría del Caos (Capra, 1985), tomando como referencia algunas leyes de la Termodinámica (Kelso y Engström, 2006). Tal y como mostraron Kugler, Kelso y Turvey (1980), sus postulados están basados en la certeza de que el binomio ser humano-entorno, forma parte de un sistema dinámico complejo en interacción mutua. Se entiende por sistema dinámico, al conjunto de características que no pueden explicarse de manera completa a partir de la comprensión cada una de sus partes de manera aislada.

La perspectiva de los sistemas dinámicos, puede ser aplicada a los procesos de control y de aprendizaje motor y al análisis de las estrategias de búsqueda

visual de los regatistas. La finalidad de esta teoría es investigar la interacción existente entre el deportista y su entorno, enfocando el interés en la evolución que éste tiene mediante la práctica deportiva (Davids, Glazier, Araújo y Bartlett, 2003).

En el Tabla 1.2. se muestra un resumen de las características básicas de los sistemas dinámicos complejos y su aplicación a la vela deportiva (Davids, Button y Bennett, 2008; Moreno y Ordoño, 2009).

Tabla 1.2.

Características básicas de los sistemas dinámicos complejos (Tomado con modificaciones de Davids, Button y Bennett, 2008).

1. Un sistema posee varios grados de libertad, entendidos como la cantidad de potenciales configuraciones que pueden suceder entre las partes del sistema. La cantidad de grados de libertad determinan la complejidad del sistema (Newell y Villancourt, 2001).

En un regatista, los grados de libertad, son considerados como la cantidad de movimientos que puede llegar a realizar con cada una de sus articulaciones en relación con los condicionantes del entorno y que influyen en el control de la embarcación. Como todas las acciones están ejecutadas por los miembros superiores e inferiores del sujeto, el sistema posee una gran cantidad de grados de libertad.

2. El comportamiento de un sistema es potencialmente no lineal, mostrando diferentes formas de relación entre sus componentes.

Debido a la gran cantidad de acciones que realiza un regatista en una situación de aprendizaje y/o de competición, puede considerarse que la interacción entre el deportista y el medio es muy diversa en cuanto a sus relaciones con los elementos del entorno, y este comportamiento puede tener una estructura no lineal.

3. Un sistema puede estar compuesto de varios subsistemas.

En el caso del deporte, considerando a Newell (1986), son tres los subsistemas que componen un sistema dinámico: regatista, entorno y tarea.

4. Los componentes de un subsistema pueden influir o limitar el comportamiento de otros subsistemas.

En la vela, un cambio en el entorno afecta el comportamiento que tiene el sujeto con el mismo, un cambio en la dirección del viento, hace que el regatista ajuste su rumbo de navegación y por consiguiente la estrategia a seguir.

5. Los patrones de comportamiento de un sistema son resultado de la auto-organización entre sus partes y este comportamiento puede mostrar distintos niveles de estabilidad.

El regatista está continuamente realizando acciones que permitan obtener el mayor rendimiento ante las condiciones que le proporciona el entorno, necesitando en todo momento re-organizar sus acciones dentro de la embarcación, con el fin de propiciar la aparición de nuevos patrones motores que faciliten la adaptación continua a los cambios del medio.

6. Un sistema modifica su estado de organización en función de los parámetros de control de su entorno. Esta dependencia de los parámetros de control y la permanencia de los cambios experimentados, incluso sin la exposición a éstos, se denomina histéresis del sistema.

En vela, si un regatista siempre hace una salida nula, adelantándose a la señal de salida, tras un entrenamiento específico de esta situación, el regatista mejora este aspecto, realizando una salida más eficaz. Este cambio en la conducta adquiere el nombre de histéresis si el regatista consigue mantener el comportamiento exitoso sin la presencia de las cargas de entrenamiento.

Bajo la perspectiva de los sistemas dinámicos, se considera al organismo como un sistema energéticamente abierto y organizativamente cerrado. Energéticamente abierto, debido al continuo intercambio de energía que se produce entre el organismo y el entorno, permitiendo llegar a un estado de equilibrio, reduciendo la entropía. Se considera un organismo organizativamente cerrado, debido a la auto-organización de los subsistemas que lo componen, los cuales son responsables del comportamiento del mismo y el cambio hacia estados de equilibrio. Se define el estado de equilibrio como el estado óptimo del funcionamiento estable del sistema (Kelso, 2000). En este sentido, Kelso (1995), afirmó que el proceso de auto-organización, por el cual el orden surge de manera espontánea, pasa de forma obligatoria por fases o periodos de desequilibrio que provocan fluctuaciones y saltos a diferentes estados de organización. La aplicación de este concepto dentro de la vela deportiva, puede vincularse a las acciones que realizan los regatistas. Se consideraría un estado de equilibrio a la ejecución de acciones que proporcionan un rendimiento óptimo, como puede ser la ejecución de una técnica para el manejo de la embarcación con el fin de realizar la aproximación a la línea de salida en el momento de la señal de inicio. Para llegar a

realizar esta acción con éxito, es necesario pasar por situaciones que produzcan una reducción del rendimiento, quizás derivadas de las perturbaciones producidas por el entorno u oponentes, obligando al regatista a realizar adaptaciones en su comportamiento perceptivo-motor para superar el efecto –desequilibrio– de dichos elementos, y lograr nuevos estados de equilibrio u óptimo funcionamiento.

Los sistemas dinámicos no sólo se identifican por las características anteriormente citadas, sino por algunos factores como son: la estabilidad, la adaptabilidad, los parámetros de control y orden y los atractores:

- Estabilidad: es la cualidad que tiene un organismo de mantener un comportamiento ante modificaciones que aparecen en el entorno, que afectan a su comportamiento o al de alguno de sus componentes. Puede explicarse como la capacidad de mantener un rendimiento óptimo ante estímulos que pueden modificar su acción. En el caso de la vela, un regatista puede lograr un comportamiento estable cuando, tras una regata en condiciones muy duras de viento y que requieren de un gran esfuerzo físico y por consiguiente, un elevado cansancio, en la parte final de la regata mantiene el rendimiento que estaba ofreciendo durante la prueba.
- Adaptabilidad: es una capacidad del organismo que le permite lograr un comportamiento óptimo cuando las características del entorno varían. En una situación de regata, cuando un regatista percibe que ha sucedido un cambio del estado del viento, ya sea un cambio de dirección o de intensidad, y realiza una maniobra con la que sacará un mejor rendimiento, se estará adaptando al medio.
- Parámetros de control: son los encargados de mover el sistema a lo largo de los múltiples patrones de coordinación, es decir, serían elementos o variables manipuladas que producen cambios entre los diferentes estados (Kelso, 2000). Un parámetro de control es aquel mediante el cual el sujeto realiza un ajuste en su comportamiento y aumenta la eficacia de la acción. En el aprendizaje de la vela deportiva, si al realizar un viraje o una trasluchada, el aprendiz acompaña el movimiento de la embarcación con el peso del cuerpo,

la acción se realiza en un menor tiempo y la velocidad de la embarcación no se vería tan mermada.

- Atractores: un atractor es un comportamiento interiorizado o una tendencia de comportamiento que suele ser repetida por el sistema. Para Magill (1998) se consideran como “estados de comportamiento preferidos”, mientras que para Corbetta y Vereijken (1999) son “los modos preferidos de coordinación”. En la vela, podemos considerar un atractor una acción que el regatista repite de forma natural, por ejemplo, un regatista siempre que realiza un viraje o una trasluchada, deslía la escota de manera sistemática, para estar preparado para sucesivas acciones y que no le cause problemas.

Todos los factores mencionados se utilizan para la descripción del comportamiento del sistema y, cualquier cambio que se produzca en cada una de sus partes, puede afectar al resto de componentes. Además de ellos, para entender el funcionamiento de un sistema dinámico y la interacción entre sus partes o subsistemas, se suele emplear el concepto de *constraints* o condicionantes (Newell, 1986).

Los *constraints* fueron definidos por Newell (1986) como los factores que condicionan la dinámica de la respuesta del sistema (Figura 1.8.). El funcionamiento del sistema queda influido por tres tipos de condicionantes: sujeto, entorno y tarea.

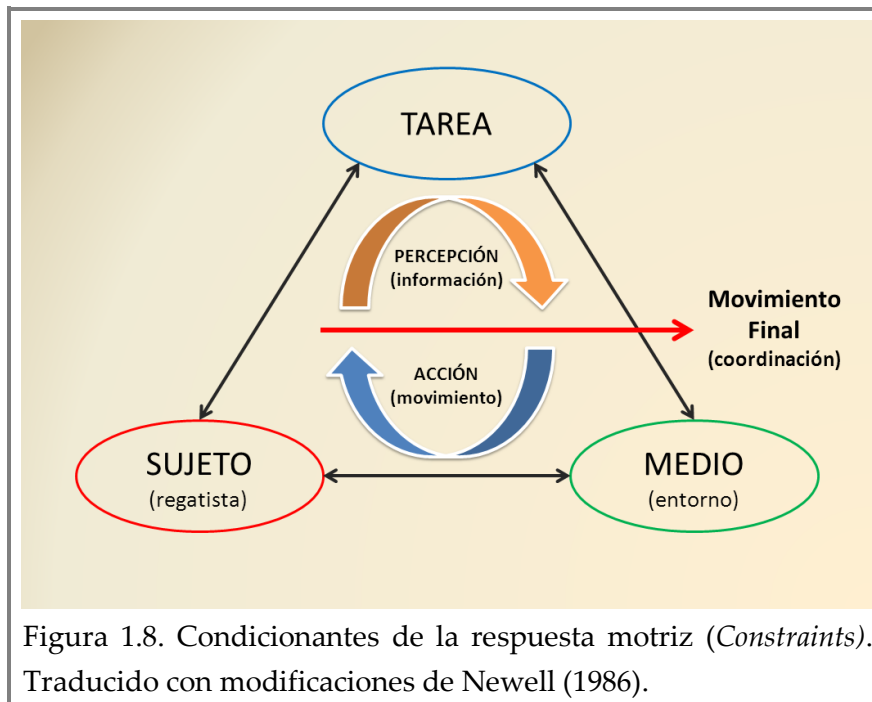


Figura 1.8. Condicionantes de la respuesta motriz (*Constraints*). Traducido con modificaciones de Newell (1986).

Con respecto al sujeto, el concepto de *constraints* hace referencia a las características individuales del deportista, como pueden ser características físicas o psicológicas tales como: la condición física, las características antropométricas, el estado emocional o los niveles de estrés y/o ansiedad. Para cada deporte, los condicionantes del sujeto son diferentes y presentan distinto nivel de importancia. En el caso de la vela deportiva, las habilidades perceptivas tienen una relevancia muy elevada, característica común en participantes de los deportes abiertos.

Los condicionantes de la tarea son específicos de cada deporte y en la vela se pueden encontrar los siguientes: el reglamento, el campo de regata, el trimado de la embarcación, el tipo de embarcación o los rivales.

Por último, los condicionantes del entorno son las características ambientales o climatológicas que rodean al deportista y a la tarea, como pueden ser la temperatura ambiental, el viento, el oleaje o las corrientes. Todos estos condicionantes presentan una relación directa con las respuestas motrices y con el rendimiento del deportista.

### 1.3. FACTORES DE RENDIMIENTO EN LA PRÁCTICA DE LA VELA DEPORTIVA

La vela es un deporte compuesto por modalidades diferentes. Se desarrolla en el medio acuático y, al igual que sucede con el resto de deportes que se practican en un entorno inestable como es el mar, los deportistas están sujetos a los cambios continuos que se producen en el medio. En este deporte, dichas variaciones provienen de las continuas modificaciones de los elementos naturales como el viento y el mar, unidas a las acciones que realizan los rivales. La actuación de los regatistas está condicionada por las alteraciones de estos elementos, requiriendo una percepción y toma de decisiones óptimas, acompañadas de continuos ajustes en el manejo de la embarcación, con el fin de adaptarse y anticiparse a dichos cambios (Rocha, Araújo y Serpa, 1995).

Las investigaciones en el ámbito de la vela deportiva se encuentran en un estado embrionario, lo que ofrece muchas posibilidades de estudio. La mayoría de los estudios actuales tratan este deporte desde la perspectiva de la competición y, más concretamente, estudian algunas de las variables determinantes del rendimiento de los regatistas, principalmente centradas en el análisis de parámetros fisiológicos.

Como afirmaron Spurway, Legg y Hale (2007), la condición física de un regatista juega un papel importante para su rendimiento durante las regatas. Por ello, una de las líneas de mayor interés científico ha sido el estudio de las capacidades físicas de los regatistas. Dentro de las investigaciones sobre las capacidades físicas, se han estudiado parámetros fisiológicos como el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), la frecuencia cardiaca (FC), el lactato en sangre, la presión sanguínea o la potencia del tren inferior. Todos estos aspectos se han analizado en diferentes regatistas, clases y rumbos, siendo el rumbo de ceñida el más estudiado, debido a la exigencia física que demanda la posición de sacar cuerpo.

La mayoría de las investigaciones en este área han analizado variables físicas y fisiológicas que ya fueron presentadas por Allen y De Jong (2006), en su propuesta sobre las características físicas más relevantes del rendimiento de un regatista (Figura 1.9.).



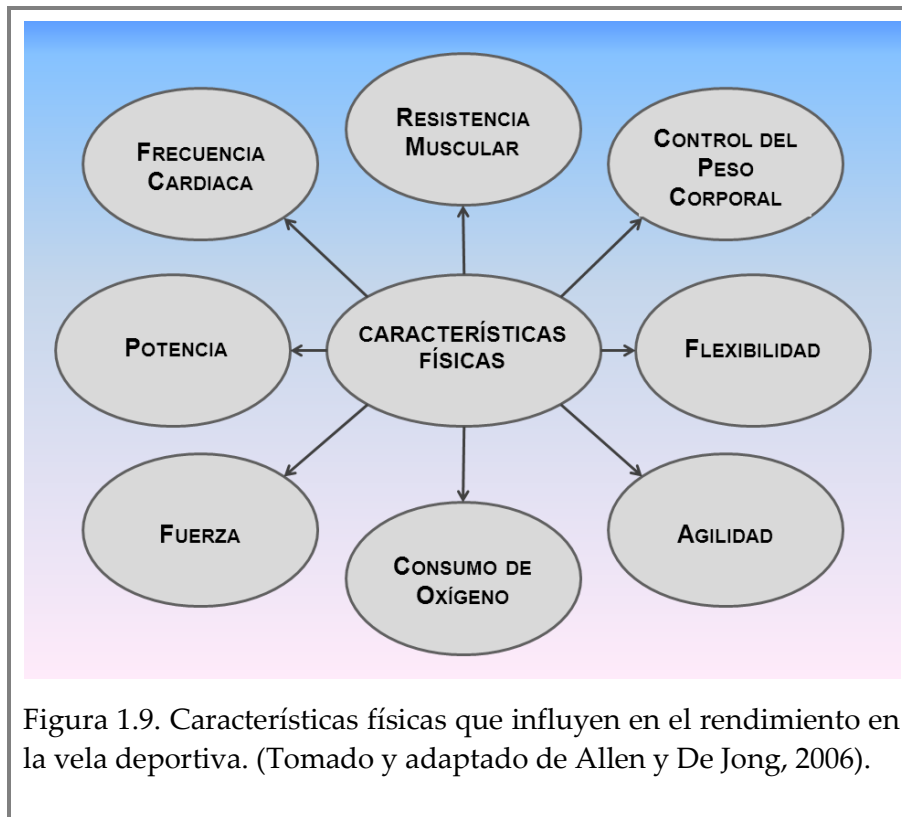


Figura 1.9. Características físicas que influyen en el rendimiento en la vela deportiva. (Tomado y adaptado de Allen y De Jong, 2006).

A pesar de que las investigaciones de las características físicas han tenido un mayor interés, no son las únicas variables influyentes en el rendimiento de los regatistas. De hecho, Thill (1983), afirmó que, el éxito deportivo está muy condicionado por la capacidad de asimilar las variables ambientales y llevar a cabo la mejor acción acorde con las condiciones existentes en el entorno. Según Bertrand (1993), la aptitud física, la velocidad de la embarcación y la inteligencia táctica son los factores principales de rendimiento competitivo en vela ligera. Spurway, Legg y Hale (2007), afirmaron que el viento y el estado del mar influyen en el rendimiento de los regatistas. Pero no son sólo los factores ambientales los que afectan al rendimiento, sino también el diseño del casco de la embarcación, las velas, las características fisiológicas, las capacidades físicas, la técnica, la táctica, la mentalidad del regatista (psicología), las lesiones, la nutrición y la experiencia del regatista, siendo el rendimiento óptimo el resultado de todas las variables (Araujo y Serpa, 1998; Brandt, Da Silveira, Segato y Andrade, 2012; Fernandez y Ezquerro, 2005; Oliveira, Polato, Alves, Fraga y Macelo, 2011; Renom y Violán, 2002; Shephard, 1997; Spurway, Legg y Hale, 2007; Tan y Sunarja, 2007).

Es tal la disparidad de criterios en cuanto al protagonismo de los factores determinantes del rendimiento, que autores como Walls, Bertrand, Gale y Saunders (1998), determinan que la habilidad de procesar la información rápidamente, elegir la mejor opción táctica y llevarla a cabo, es probablemente lo que diferencia a un buen regatista de uno mediocre. Estos autores defienden que la toma de decisiones es el criterio de mayor relevancia para valorar el éxito en la regata.

En este sentido, y en relación con estas capacidades, se entiende que este deporte no requiere únicamente una excelente condición física, sino que además, precisa de una óptima capacidad para extraer la información relevante del entorno, anticiparse a la aparición de los estímulos principales y toma de decisiones que faciliten la adaptación continua a los condicionantes del entorno (*constraints*), generando patrones de comportamiento más optimizados.

Sin embargo, no se han encontrado demasiadas investigaciones que hayan tratado de estudiar estas variables (Araújo, Davids y Serpa, 2005; Araújo y Serpa, 1995; Araújo, y Serpa, 1998; Rocha, Araujo y Serpa, 1995; Rocha, 2003).

Autores como Rocha, Araujo y Serpa (1995), definen la vela como un deporte condicionado por el medio en el que se desarrolla (el estado del mar y la dirección e intensidad del viento) y por las acciones de los adversarios. Por tanto, el regatista debe evaluar las relaciones entre el estado del mar, los cambios de dirección e intensidad del viento, las posiciones y acciones de los adversarios, el ángulo de su embarcación con respecto al viento y la velocidad de la misma, para anticiparse, decidir y establecer la mejor estrategia posible y que ésta sea lo suficientemente flexible como para ser alterada cuando sea necesario.

Estos condicionantes son los causantes de que el regatista tome una decisión u otra durante la regata. En la presente investigación, nuestro interés se centra en los condicionantes que se presentan en el medio (las condiciones del viento, del mar, del crono y de los adversarios) y en el regatista (el comportamiento visual, el éxito en la salida y la experiencia). El reglamento sería un condicionante común y conocido por todos los participantes de una regata (Rocha, 2003).

Algunos de estos condicionantes están en continuo cambio durante toda la regata, requiriendo que los regatistas estén constantemente controlando la

embarcación y ajustando su actuación de acuerdo a la dirección e intensidad del viento, o las posiciones de los rivales.

Así, durante una regata, los deportistas están captando constantemente información del medio que los rodea a través de los sentidos. El sentido más determinante en un regatista es la vista, tal y como se muestra a continuación.

Dentro del deporte de la vela solo se han realizado dos investigaciones que hayan tratado de identificar el comportamiento visual de los regatistas y la relación que éste tiene con la toma de decisiones (Araújo, Davids y Serpa, 2005; Araújo y Serpa, 1998;). Estas investigaciones han estudiado el comportamiento visual mediante la técnica de la verbalización, pero no se ha hallado ningún estudio que midiese la estrategia de búsqueda visual en regatistas mediante algún sistema tecnológico que permita el registro de los movimientos oculares, tal y como sí se ha hecho en estudios previos (Damas, 2012; Reina, Moreno y Sanz, 2007; Savelsbergh, Van Der Kamp, Williams, Mark y Ward, 2005; Scheiter, Van Gog, 2009; Vila-Maldonado, Sáez, Abellán y Contreras, 2012; Wilson, Vine y Wood, 2009). Muy pocas han sido las investigaciones que se han realizado en vela en una situación simulada parcialmente inmersiva (Mooney, Saunders, Habgood y Binns, 2009), que es de las situaciones más cercanas a la realidad del deporte de la vela. Si combinamos ambos instrumentos, simulador y sistema de seguimiento de la mirada, obtenemos un amplio campo de investigación, pudiendo ser lo más cerca que ha llegado a estar la investigación del comportamiento visual de regatistas a una situación de competición real.

#### 1.4. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA VISUAL EN EL DEPORTE

##### 1.4.1. Concepto de estrategia de búsqueda visual

En este apartado se definen los conceptos de estrategia de búsqueda visual y los términos asociados a ésta. A continuación, se presenta una revisión de estudios que han investigado las estrategias de búsqueda visual en diferentes situaciones.

Según Ripoll (1988), existen tres aspectos que determinan la estrategia de búsqueda visual: i) el lugar de fijación (localización), ii) el tiempo de fijación en cada lugar (duración) y iii) el orden en el que el sujeto mira a cada uno de los lugares (secuencia). Tal y como afirmaron Williams, et al. (1999), la localización de las fijaciones determina las áreas de información relevantes para el sujeto y la toma de decisiones, mientras que el número y el tiempo de fijación, muestran la importancia de la información que el sujeto extrae de cada localización. Del mismo modo, Abernethy (1988b), establece que los movimientos oculares y las estrategias de búsqueda visual empleadas forman las características de los patrones de fijación visual del ojo, siendo éstas las que muestran las estrategias perceptivas subyacentes del sujeto.

En este sentido, muchas son las investigaciones que afirman que la estrategia de búsqueda visual de los deportistas expertos es más eficaz y apropiada a la situación deportiva que la realizada por los regatistas noveles (Abernethy, 1990; Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyny y Philippaerts, 2007; Vickers, 1992). Más concretamente, el meta-análisis realizado por Mann et al. (2007) describe la estrategia visual del deportista experto, diciendo que realiza un menor número de fijaciones y de mayor duración. Este concepto de estrategia visual propia de un deportista experto es defendido por diversos autores (Abernethy, 1988b; Abernethy, 1990; Ávila y Moreno, 2003; Helsen y Starkes, 1999; Mann et al., 2007; Piras, Lobietti y Squatrio, 2010; Reina, Moreno y Sanz, 2007; Ripoll, 1989; Singer, Cauraugh, Chen, Steinberg y Frehlich, 1996; Vickers, 1988; Vickers, 1996; Williams et al., 1999). Sin embargo, existen resultados recientes que contradicen esta teoría (Afonso et al., 2012; Bard, Fleury y Goulet, 1994; Bertrand y Thullier, 2009; Goulet, Bard y Fleury, 1989; McRobert, Williams,

Ward y Eccles, 2009; North, Williams, Hodges, Ward y Ericsson, 2009; Roca, Ford, McRobert y Williams, 2011; Williams, Davids, Burwitz y Williams, 1994; Williams y Davids, 1998), ya que afirman que los deportista con mayor nivel de experiencia realizan un mayor número de fijaciones visuales y de menor duración sobre distintas localizaciones.

La mayoría de las investigaciones encontradas dentro del tópico “Visión y Deporte”, han investigado sobre las variables número de fijaciones, duración y localización de las mismas, en diversos deportes. Pero a día de hoy, no se han encontrado investigaciones que hayan determinado cuál es la secuencia del comportamiento visual durante una acción deportiva. Consideramos que la estrategia de búsqueda visual no está completa si se desconoce la secuencia de fijación, debido a la importancia que tiene el orden en el que se mira cada una de las localizaciones. Sin este parámetro, podemos obtener similar número de fijaciones o duración de éstas sobre algunas localizaciones en expertos y noveles, sin darnos cuenta de que la secuencia de fijación es diferente, aspecto que determinaría una estrategia de búsqueda visual distinta. Esta diferencia podría afectar al comportamiento motor, modificando la ejecución por parte de los deportistas, y finalmente, la consecución del éxito. Es decir, si nos quedamos en el estudio del número y la duración de las localizaciones visuales sobre cada localización, no podemos considerar que estemos estudiando el comportamiento visual en su totalidad, ya que la secuencia de fijación es un aspecto muy relevante dentro del concepto de estrategia de búsqueda visual.

En este sentido, en la presente Tesis Doctoral, se ha empleado un procedimiento estadístico que podría permitir conocer la estrategia de búsqueda visual completa (localización, duración, número y secuencia/orden de las fijaciones), con la finalidad de determinar un patrón de comportamiento visual completo en función del nivel de experiencia de los regatistas.

#### **1.4.2. Situación actual de la investigación y antecedentes**

La estrategia visual determina los procesos de atención (Tenebaum, 2003), y de captación de información en el entorno, posibilitando la respuesta motriz a partir de la información extraída.

En los deportes en los que se practican habilidades abiertas, caracterizados por desarrollarse en medios inestables donde el tiempo de reacción del que disponen los deportistas suele ser reducido, como es el caso de la vela, el deportista tiene que decidir con rapidez, anticipándose a los acontecimientos externos. Podemos definir anticipación como la habilidad de percibir un evento antes de que éste aparezca. Según Ward, Williams y Bennett (2002), dicha habilidad consiste en captar información de las acciones de los rivales y emplearlas para determinar una sucesiva actuación. Zwierno (2006), afirma que, una buena lectura de las acciones que acontecerán se debe a la práctica de acciones concretas dentro del deporte, de modo que el entrenamiento específico mejoraría la habilidad de anticipación. La habilidad de percibir un evento antes de que aparezca es fundamental en los regatistas, debido a que las condiciones climatológicas y las acciones de los oponentes son cambiantes e inestables.

Se han encontrado numerosas investigaciones realizadas dentro del marco perceptivo-cognitivo que han estudiado aspectos concretos del deporte, con características predominantemente visuales, tanto dentro, como fuera del laboratorio, intentando recrear situaciones de juego real (Ruiz, Sánchez, Durán y Jiménez, 2006). Normalmente, las investigaciones que estudian procesos cognitivos en el deporte están ligadas a una consecuente acción, es decir, estudian el proceso de "toma de decisión". Pero al igual que ocurre en la presente investigación, algunos estudios separan este proceso, centrandose su interés en uno de los dos aspectos, percepción o acción (Williams et al., 1999). La mayoría de dichas investigaciones centran su interés en comparar las habilidades visuales que diferencian a deportistas expertos y noveles.

Las conclusiones de los estudios demuestran que las diferencias entre expertos y noveles en el ámbito perceptivo-cognitivo, suceden en situaciones relacionadas con el deporte que dominan (Araújo, Davids y Serpa, 2005; Baker, Côté y Abernethy, 2003; Moreno, Moreno, Iglesias, García y del Villar, 2006; Reina, Moreno y Sanz, 2007; Robins, Davids, Bartlett y Wheat, 2008). En este sentido, en la investigación llevada a cabo por Abernethy, Neal y Koning (1994), se realizaron test optométricos, específicos y generales a jugadores de billar de nivel experto, intermedio y novel. En dicho trabajo no se encontraron diferencias entre los tres grupos en los test generales y optométricos, pero si en los específicos, ratificando,

de este modo, que la experiencia es la causa determinante del éxito y no una mejor capacidad visual.

En este sentido, el estudio llevado a cabo por Kioumourtzoglou, Michalopoulou, Tzetzis y Kourtessis (2000), comparó las habilidades perceptivas, cognitivas y motoras de deportistas experimentados de vóleybol y practicantes sin experiencia. Los resultados mostraron que no existían diferencias en las habilidades cognitivas entre ambos grupos, pero sí las hubo cuando se presentaban estímulos específicos del deporte que dominaban los deportistas de élite.

Siguiendo ésta línea, Ripoll (1991), ya afirmaba con anterioridad que, las diferencias entre expertos y novatos aparecen cuando se investiga en situaciones donde el entorno es lo más similar posible a la tarea real, alcanzando niveles similares de presión temporal e idénticos estímulos. No obstante, sigue sin conocerse con exactitud en qué nivel de complejidad de procesamiento, los regatistas novatos alcanzan su límite, y en qué punto el factor experiencia es significativo para establecer diferencias (González y Casáis 2011).

En contraposición a las afirmaciones anteriores, existen estudios que demostraron que los deportistas expertos, concretamente los jugadores de vóleybol, poseen mejores cualidades como son: al extraer pre-índices de áreas periféricas junto con una mayor facilidad de acomodación y movimientos sacádicos, en test optométricos no específicos del deporte, frente a jugadores novatos, intermedios y no jugadores (Azeneder y Bösel, 1998; Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri, 2007).

Del mismo modo, en la investigación llevada a cabo por Du Toit, Krüger, Mahomed, Kleynhans, Jay-Du Preez, Govender y Mercier (2011), con estudiantes universitarios, se concluye que el trabajo específico de procesos perceptivos en el deporte, no sólo mejora las habilidades motoras y la toma de decisiones en el propio deporte, sino que puede mejorar el rendimiento y el aprendizaje motor en general.

En la revisión que se presenta a continuación (Tabla 1.3.), se observa que la línea sobre el estudio más recurrida en las investigaciones sobre el

comportamiento visual en el deporte, es la comparación entre expertos y noveles, que se expondrá con mayor detenimiento en un posterior epígrafe de este capítulo. Como se puede observar, se han realizado investigaciones comparando deportistas de diversos niveles: élite Vs. novel, élite Vs. intermedios, élite Vs. no deportistas y élite Vs. intermedio Vs. novel. Incluso, se ha comprobado si la experiencia en un deporte puede tener algún efecto de transferencia hacia otros.

Tabla 1.3.

Resumen de las principales investigaciones que han analizado las estrategias de búsqueda visual en deporte.

Deporte y Autor/es	Breve resumen de la investigación
<b>Bádminton</b> <b>Abernethy y Russell</b> <b>(1987)</b>	<p><b>Participantes.</b> 20 jugadores expertos y 35 noveles.</p> <p><b>Objetivo.</b> Comparar las características espaciales y temporales en la anticipación entre expertos y noveles.</p> <p><b>Medidas.</b> Utilizando una grabación de video, los deportistas realizaron dos pruebas. El primero de ellos se llevó a cabo mediante el método de oclusión temporal de la visión, donde se medía la predicción que realizaban los sujetos en cuanto a los movimientos del móvil. En el segundo, se midió la localización espacial que tenían los sujetos, utilizando la misma técnica de medida.</p> <p><b>Resultados.</b> Los deportistas expertos son capaces de captar más información relevante en menor tiempo que los noveles. También son capaces de utilizar la información captada de una forma más eficaz.</p>
<b>Billar</b> <b>Abernethy, Neal y Koning</b> <b>(1994)</b>	<p><b>Participantes.</b> 7 jugadores expertos, 7 jugadores intermedios y 15 noveles.</p> <p><b>Objetivo.</b> Determinar la naturaleza de las ventajas/superioridades que tienen los jugadores de billar expertos.</p> <p><b>Medidas.</b> Los deportistas se sometieron a diversos test optométricos, utilizando el test de visión de Bausch y Lomb (Lafayette Instruments Co., Lafayette, IN). Las pruebas realizadas</p>



se dividieron en generales y específicas del deporte.

**Resultados.** No se encontraron diferencias entre los diferentes grupos en la estructura y capacidad física del ojo. Pero si demostraron que los expertos eran superiores a los noveles en la estrategia de captación y procesamiento de información en los test específicos.

Vela  
Araújo y Serpa  
(1998)

**Participantes.** Tres grupos: 10 regatistas expertos, 10 regatistas semi-expertos y 23 sujetos que no eran regatistas (no practicantes).

**Objetivo.** Estudiar la toma de decisiones dinámica de regatistas de diferentes niveles frente a una situación simulada.

**Medidas.** Los sujetos debían controlar el rumbo de la embarcación durante una regata simulada, a la vez que verbalizaban las localizaciones donde fijaban la atención visual. Al mismo tiempo se grabaron los ajustes que realizaron sobre el rumbo de la embarcación durante la regata.

**Resultados.** Los no practicantes realizaron mayor número de intervenciones en el sistema, sobre todo ajustes de la embarcación. Cuanto mejor es el regatista, mejor es el proceso de toma de decisiones dinámicas.

Kárate  
Williams y Elliott  
(1999)

**Participantes.** 8 karatecas expertos y 8 noveles.

**Objetivo.** Conocer el efecto de la ansiedad y la experiencia en la estrategia de búsqueda de información visual en kárate.

**Medidas.** Los deportistas debían enfrentarse a diferentes situaciones técnicas administradas mediante una proyección (2D). La evaluación del comportamiento visual fue llevada a cabo mediante un sistema de seguimiento de la mirada, concretamente el ASL 4000SU. Los deportistas se enfrentaron a esta situación en distintos estados de ansiedad.

**Resultados.** No se encontraron diferencias entre expertos y noveles en cuanto a número de fijaciones y tiempo de fijación. Los participantes mostraron mejores resultados con alto nivel de estrés. Se observaron diferencias en el número de fijaciones ante diferentes niveles de estrés. Existía diferencia en la estrategia visual de noveles y expertos, siendo los noveles los que realizan

una búsqueda desde localizaciones centrales hacia periféricas.

<p><b>Tenis</b></p> <p><b>Moreno, Reina, Sanz y Ávila</b></p> <p><b>(2002)</b></p>	<p><b>Participantes.</b> 6 tenistas en silla de ruedas expertos, pertenecientes a los 10 primeros del ranking nacional.</p> <p><b>Objetivo.</b> Contrastar el patrón visual para la obtención de información y compararlo entre el patrón del resto de jugadores expertos, así como las diferentes estrategias utilizadas cuando se observa un oponente realizando un servicio.</p> <p><b>Medidas.</b> Los tenistas debían visualizar una proyección (2D) en la que se realizaba la acción de saque en dos situaciones diferentes: en silla de ruedas y de pie. Se analizó el comportamiento visual de los sujetos durante la visualización a través del sistema de seguimiento de la mirada (ASL SE5000) y mediante un cuestionario, una vez finalizado el proceso, donde los deportistas definían las localizaciones visualizadas durante la acción visualizada.</p> <p><b>Resultados.</b> No existen diferencias entre la estrategia visual empleada en situación de servicio en silla de ruedas y de pie. No se encontró relación entre la estrategia visual y la información verbal obtenida mediante el cuestionario.</p>
<p><b>Fútbol</b></p> <p><b>Savelsbergh, Williams, Van Der Kamp y Ward</b></p> <p><b>(2002)</b></p>	<p><b>Participantes.</b> 7 porteros expertos y 7 porteros noveles.</p> <p><b>Objetivo.</b> Determinar las diferencias en el comportamiento visual y la anticipación entre porteros expertos y noveles frente a un tiro de penalti.</p> <p><b>Medidas.</b> Los sujetos debían visualizar lanzamientos de penalti en una situación de proyección (2D), el comportamiento visual se obtuvo a través del sistema de seguimiento de la mirada (ASL 4000SU). La predicción de la dirección del lanzamiento, fue evaluada mediante los movimientos que realizaban los sujetos con un joystick, con el cual indicaban la dirección hacia la que ellos consideraban que iría el lanzamiento.</p> <p><b>Resultados.</b> Los porteros expertos fueron más precisos a la hora de predecir la dirección del lanzamiento, esperaron más tiempo antes de realizar un movimiento y realizaron menor número de correcciones con el joystick. Los expertos realizaron una estrategia visual más eficiente, con menor número de fijaciones y de mayor duración. Los noveles tuvieron un comportamiento</p>

visual más disperso, fijando la mirada en localizaciones poco relevantes, mientras que los expertos focalizaban la mirada sobre ambas piernas (de apoyo y de golpeo) y el balón. No se obtuvieron diferencias entre las acciones de acierto y las de fallo en cuanto al comportamiento visual.

<p>Vela Araújo, Davids y Serpa (2005)</p>	<p><b>Participantes.</b> 23 sujetos no regatistas y 35 regatistas divididos en 3 grupos diferenciados por su nivel de experiencia y su posición en el ranking: 12 expertos (competidores de nivel mundiales y juegos olímpicos), 11 habilidosos (asiduos competidores internacionales nivel medio) y 12 intermedios (con una competición internacional).</p> <p><b>Objetivo.</b> Estudiar los efectos que tiene la experiencia sobre la toma de decisiones en vela, siguiendo un enfoque ecológico.</p> <p><b>Medidas.</b> Los regatistas se enfrentaron a una regata simulada, en la cual debían controlar las acciones técnicas y los ajustes de la embarcación, a la vez que verbalizaban las localizaciones donde fijaban la mirada (adversario, espacio, maniobra y viento).</p> <p><b>Resultados.</b> El tiempo en completar la regata fue inversamente proporcional a la experiencia, cuanto mayor era la experiencia, en menor tiempo se finalizaba la regata. Los sujetos no experimentados, no utilizaban de igual modo la información de viento y adversario que los experimentados, pero no se encontraron diferencias entre los 3 grupos de regatistas. Los no regatistas realizaron un mayor número de ajustes en la embarcación que los regatistas. Se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a las fijaciones que realizaron los no regatistas sobre los rivales y el viento y las efectuadas por los grupos de expertos. No se encontraron diferencias significativas entre las fijaciones realizadas entre los diferentes grupos de regatistas sobre las mismas localizaciones (rivales y viento).</p>
<p>Fútbol Savelsbergh, Van Der Kamp, Williams, Mark y Ward (2005)</p>	<p><b>Participantes.</b> 16 porteros de fútbol que juegan en las tres mejores ligas de Holanda. Los deportistas fueron divididos en dos grupos, a partir de un test previo donde se determinó el nivel de éxito que tuvieron en la predicción del lanzamiento de penalti (grupo de éxito y grupo de no éxito).</p> <p><b>Objetivo.</b> Conocer las diferencias en el comportamiento visual y la anticipación frente al lanzamiento de penalti entre los porteros</p>

que tienen éxito al parar el balón y los que no lo tienen.

**Medidas.** Los sujetos debían visualizar lanzamientos de penalti en una situación de proyección (2D), el comportamiento visual se obtuvo a través del sistema de seguimiento de la mirada (ASL 4000SU). La predicción de la dirección del lanzamiento, fue evaluada mediante los movimientos que realizaban los sujetos con un joystick, con el cual indicaban la dirección hacia la que ellos consideraban que iría el lanzamiento.

**Resultados.** Los porteros del grupo que tienen éxito son mejores acertando la dirección del lanzamiento y esperan más tiempo para elegir la dirección del mismo antes de que se lance el balón. Los sujetos del grupo de éxito realizan mayor tiempo de fijación en la pierna de que no golpea en comparación con el grupo menos exitoso. Esto muestra que la diferencia entre los porteros que tienen éxito y los que no está en esperar más tiempo antes de que se lance el penalti y las fijaciones que realizaban a la pierna que no golpea.

<p><b>Beisbol</b></p> <p><b>Ranganathan y Carlton</b></p> <p><b>(2007)</b></p>	<p><b>Participantes.</b> 10 jugadores expertos y 10 noveles, todos ellos bateadores.</p> <p><b>Objetivo.</b> Conocer la capacidad que tienen los bateadores expertos y noveles para diferenciar un lanzamiento de bola rápida y bola ascendente en una situación simulada.</p> <p><b>Medidas.</b> Los lanzadores debían realizar dos test, el primero de ellos consistió en verbalizar el tipo de lanzamiento en las imágenes presentadas (2D) en 6 vídeos. En el segundo test, los sujetos, debían golpear un lanzamiento virtual, con la finalidad de predecir la dirección del lanzamiento.</p> <p><b>Resultados.</b> Los expertos son más eficaces y rápidos en la detección de información relevante, a la vez que tienen una mayor capacidad para apreciar la dirección de la pelota durante su fase de vuelo.</p>
<p><b>Baloncesto</b></p> <p><b>Wilson, Vine y Wood</b></p> <p><b>(2009)</b></p>	<p><b>Participantes.</b> 10 jugadores de baloncesto de equipo universitario.</p> <p><b>Objetivo.</b> Examinar la influencia de la ansiedad en el comportamiento visual y la precisión de los jugadores de baloncesto en el tiro libre.</p>

**Medidas.** Los jugadores realizaron 10 tiros libres en dos condiciones diferentes, en situación normal y en condiciones de ansiedad. Para el analizar el comportamiento visual, fue utilizado el sistema *Eye Tracking System* de ASL.

**Resultados.** La ansiedad produce una disminución en los periodos de tiempo de fijación y el éxito en el tiro libre. La ansiedad afecta a la atención sobre el objetivo, realizando un mayor número de fijaciones con menor tiempo de duración de las mismas.

**Vóleybol**  
**Seung-Min**  
**(2010)**

**Participantes.** 6 jugadores de vóleybol expertos y 6 noveles.

**Objetivo.** Estudiar las diferencias en el comportamiento visual entre los deportistas expertos y noveles en una situación de defensa ante una acción de saque.

**Medidas.** Los jugadores se enfrentaban a una situación de saque real ante la que debían realizar una acción de defensa. El análisis de los resultados se dividió en dos fases: fase de lanzamiento del balón y fase de vuelo. El comportamiento visual fue registrado mediante un sistema de seguimiento de la mirada de la compañía ASL.

**Resultados.** Los resultados mostraron que los jugadores expertos realizan un mayor número de fijaciones que los jugadores noveles en localizaciones como el hombro y el brazo del sacador durante la fase de lanzamiento. Durante la fase de vuelo, los expertos eran más rápidos fijando la mirada en el balón que los noveles.

**Fútbol**  
**Dicks, Button y**  
**Dauids**  
**(2010)**

**Participantes.** 8 porteros expertos.

**Objetivo.** Conocer las diferencias en la estrategia de búsqueda visual y comportamiento motor realizada por los porteros en situación real y simulada ante un lanzamiento de penalti.

**Medidas.** Los porteros se enfrentaron a la situación de lanzamiento de penalti en situación real y simulada. En ambas situaciones debían de verbalizar la dirección del lanzamiento en el momento de la ejecución e intentaban detenerlo. En situación simulada, el control de la dirección de la para, se realizaba mediante un joystick. Durante la situación de media, se utilizó el sistema de seguimiento de la mirada (ASL), para contrastar la

estrategia de búsqueda visual con la verbalización y el éxito en la parada.

**Resultados.** Los resultados muestran que los porteros realizan un comportamiento visual diferente dependiendo de las limitaciones de la situación. Concretamente, los porteros mostraron un mayor tiempo de fijación y sobre localizaciones más relevantes en situación real.

**Balonmano**  
**González y**  
**Casáis**  
**(2011)**

**Participantes.** 36 deportistas experimentados y 24 deportistas sin experiencia.

**Objetivo.** Contrastar las diferencias en el campo visual entre deportistas con experiencia y deportistas amateurs, comprobar la tasa de éxito o fracaso en una tarea de doble atención y comprobar si existen diferencias en los tiempos de reacción visual en el reconocimiento de estímulos periféricos.

**Medidas.** Los jugadores debían fijar la mirada en un objeto colocado frente a ellos. A ambos lados del sujeto se colocaban dos colaboradores que seguían un protocolo de actuación situándose en una marca prevista, mientras que el sujeto debían percibir los movimientos que realizaban éstos e indicarlos. Se variaron los grados a los que se colocaban los colaboradores con respecto al sujeto. Los movimientos oculares fueron registrados mediante una la grabación del sujeto frontalmente, y este indicaba de viva voz cuando percibía el movimiento.

**Resultados.** Los resultados afirman que los deportistas expertos obtienen menores errores en la tarea atencional que los deportistas no expertos y menor tiempo de reacción visual al percibir movimientos en la periferia del campo visual.

**Hockey hierba**  
**Wimshurst,**  
**Swoden y**  
**Cardinali**  
**(2012)**

**Participantes.** 21 jugadores de hockey de diferentes puestos específicos.

**Objetivo.** Analizar la mejora de las habilidades visuales después de un programa de entrenamiento de 10 semanas.

**Medidas.** Los jugadores se sometieron a 11 tareas visuales antes y después de un programa de entrenamiento basado en ejercicios visuales.

**Resultados.** No había diferencias en las habilidades visuales medidas previamente al programa de entrenamiento entre los

jugadores que ocupaban diferentes posiciones. Tras el programa de entrenamiento visual, todos los jugadores obtuvieron mejoras en sus habilidades visuales, especialmente los porteros. Este estudio sugiere que las habilidades visuales pueden ser mejoradas incluso en los deportistas de élite.

**Vóleybol**  
**Vila-Maldonado,**  
**Sáez, Abellán y**  
**Contreras**  
**(2012)**

**Participantes.** 7 jugadores expertos que juegan en categoría absoluta de liga nacional (española).

**Objetivo.** Analizar el comportamiento visual y la toma de decisiones empleada por los jugadores de vóleybol expertos en la acción de bloqueo ante dos acciones diferentes de colocación (en salto y en apoyo).

**Medidas.** Los sujetos debían visualizar 88 colocaciones, ante las cuales debían tomar una decisión acerca del lugar donde iría el balón en cada ensayo. Esta decisión quedaba registrada mediante un panel que el sujeto llevaba en la mano. Se utilizó el Sistema *Eye Tracking System* de ASL para el análisis del comportamiento visual y el *software* Superlab 4.0 para analizar la toma de decisiones.

**Resultados.** Los jugadores realizan diferente comportamiento visual en ambas situaciones. La localización balón-muñeca es la más repetida en cuanto a número de fijaciones. No se encontraron diferencias en la toma de decisiones entre las dos situaciones presentadas.

**Taekwondo**  
**Ruiz, Peñaloza,**  
**Navia, Rioja**  
**(2013)**

**Participantes.** Taekwondistas de diferentes niveles (17 expertos, 7 experimentados y 8 noveles).

**Objetivos.** Comparar el comportamiento visual de taekwondistas de diferente nivel en situación simulada de combate.

**Medidas.** Los deportistas colocados en posición de combate, visionaban una situación de ataque, ante la que debían de verbalizar tres posibles situaciones de defensa ante dicha situación. El comportamiento visual fue medido mediante el sistema de seguimiento de la mirada (*ASL Mobile Eye*).

**Resultados.** Los deportistas con mayor nivel de experiencia realizaban un comportamiento visual centrado en una localización que hace de pivote visual. Estos mismos deportistas realizan un menor número de fijaciones visuales y de mayor

duración, en comparación con los de menor experiencia.

<p style="text-align: center;"><b>Fútbol</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Luis, Canelo, Morenas, Gómez- Valadés y Gómez</b></p> <p style="text-align: center;">(En prensa)</p>	<p><b>Participantes.</b> 8 árbitros de fútbol de nivel intermedio.</p> <p><b>Objetivos.</b> Analizar el comportamiento visual y el porcentaje de acierto de los árbitros de fútbol en la situación de fuera de juego, dependiendo del ángulo y la distancia.</p> <p><b>Medidas.</b> Los participantes debían visualizar 24 situaciones de juego real y que concluyen con una posible situación de fuera de juego. Las imágenes se reproducían desde diferentes ángulos, siendo esta la dificultad que se les presentaba. Los sujetos debían identificar la situación de fuera de juego. Se registró el comportamiento visual de los árbitros durante la visualización de las acciones, mediante el Sistema <i>Eye Tracking SE5000</i>.</p> <p><b>Resultados.</b> Los resultados muestran la importancia de la distancia y el ángulo de visión del árbitro, ya que éstos tienen un mayor éxito en la detección de situaciones de fuera de juego más cercanas y con ángulos reducidos. El comportamiento visual de estos sujetos, se caracteriza por realizar un mayor número de fijaciones y de mayor duración sobre el jugador con balón antes del pase y sobre el receptor del balón y último defensa, después del pase.</p>
---	---

#### 1.4.2. Evolución metodológica y tecnológica en la medida del comportamiento visual

Las metodologías utilizadas desde que se comenzó a estudiar el comportamiento visual de los deportistas, han cambiado drásticamente, debido a la evolución tecnológica que han tenido los instrumentos de medida a lo largo del tiempo.

Los primeros estudios realizados en el ámbito del comportamiento visual en deportistas datan de la década de los 70 y 80. Estas investigaciones pioneras, planteaban situaciones con imágenes estáticas en laboratorio, comparando el número de fijaciones entre expertos y noveles en algunos deportes como el fútbol (Tyldesley, Bootsma y Bomhoff, 1982) y el baloncesto (Bard y Fleury, 1976), llegando a la conclusión de que los deportistas experimentados realizaban menor número de fijaciones. Estos trabajos fueron criticados, debido a la falta de realidad



que tiene dicha situación, ya que un deportista en una situación real nunca se enfrenta a una imagen estática, sino dinámica. Esta diferencia puede afectar a la estrategia de búsqueda visual empleada en dicha situación y a la respuesta.

De la crítica de los estudios anteriores y de la evolución tecnológica surgieron investigaciones con proyecciones de imágenes dinámicas en diferentes deportes entre los que se encuentran los siguientes: fútbol (Helsen y Pauwels, 1988; Williams et al., 1993), bádminton (Abernethy y Russell, 1987), gimnasia (Vickers, 1988), tenis (Moreno, Reina, Sanz, y Ávila, 2002; Reina, 2004), vóleibol (Damas, 2012; Seung-Min, 2010), vela (Araújo, Serpa y Davids, 2005), tiro con arco (Beham y Wilson, 2008), Taekwondo (Ruiz, Peñaloza, Navia y Rioja, 2013), baloncesto (Al-Abood, Bennett, Moreno, Ashford y Davids, 2002; Sousa y Pereira, 2013) o tenis de mesa (Ripoll, 1989) obteniendo resultados del comportamiento visual que diferenciaban a los deportistas y entrenadores expertos de los noveles en el número y localización de las fijaciones realizadas.

Con el transcurso del tiempo, se plantea que el comportamiento visual de los deportistas en una situación simulada (dos dimensiones) puede diferir del que realizan durante una situación de juego real (tres dimensiones). Por ello surge la necesidad de comparar los resultados de comportamiento visual en ambas situaciones. Estos estudios no son muy numerosos, debido a su dificultad metodológica, al requerir aislar una situación muy específica del deporte, que pueda reproducirse en las dos situaciones (Ávila, 2002; Damas, 2012; Dicks, Button y Davids, 2010; Harle y Vickers, 2001; Luis, 2008; Moreno, Reina, Luis, Damas y Sabido, 2003; Reina, 2004; Williams, Ward y Chapman, 2002). En estos estudios aparecen resultados dispares, ya que unos muestran un mayor número de fijaciones durante la situación de 2D y otros en situación de 3D.

Para la correcta realización de un estudio en el que se comparen situaciones simuladas y reales, es necesario controlar el tiempo de proyección de la imagen, ya que en una situación real, el deportista dispone de un tiempo limitado para la elaboración de una respuesta. Tradicionalmente, en la proyección de imágenes, se ha utilizado el tiempo que el deportista consideraba necesario, creando así una situación lejana a la real (Ripoll, 1991). En este sentido, algunos autores (Moreno, Luis, Salgado, García y Reina, 2005; Reina, 2004; Reina, Moreno y Sanz, 2007;

Reina, Moreno, Sanz, Damas y Luis, 2006) sugieren que durante una situación simulada, la velocidad de la imagen debe ser igual que en una situación real.

Otro aspecto determinante en la situación de proyección de imagen en 2D, es el tamaño de la proyección. El trabajo realizado por Reina, Luis, Moreno y Sanz (2004), muestra que el tamaño de la imagen influye en la estrategia visual empleada, alterando el tiempo dedicado a determinadas localizaciones espaciales. Por ello, la tendencia actual en las investigaciones en laboratorio es la de realizar montajes audiovisuales que presenten una imagen lo más próxima al tamaño percibido por el sujeto en una situación real. Se debe tener en cuenta que es importante considerar el tamaño de la imagen proyectada, intentando alcanzar una imagen lo más cercana posible a la de situación de juego real. En este mismo sentido, se debe reproducir el sonido de la situación real de competición, sabiendo que el sentido del oído influye en el comportamiento de los deportistas. Si no se reproduce una información visual y auditiva lo más real posible, el comportamiento del regatista en la situación simulada diferirá del realizado durante una situación real (Reina, Moreno, Sanz, Damas y Luis, 2006).

Pero la tecnología no sólo ha avanzado en lo que respecta al instrumental para el acercamiento a la situación real. También se ha ido mejorando el instrumental y surgiendo nuevos sistemas para facilitar el registro de los movimientos oculares y conocer la estrategia visual empleada.

El primer instrumento que permitía grabar los movimientos oculares fue creado por Delabarre en 1898, el cual fue mejorado posteriormente por Dodge y Cline en 1901, introduciendo un método que fotografiaba la reflexión de la córnea (Land, 2006). Este método no permitía movimientos de la cabeza, debido a la falta de calibración del instrumento, pero en el año 1950, Ratliff y Riggs, realizaron ciertas mejoras que permitían pequeños movimientos. Sin embargo, a pesar de estas mejoras, el instrumental seguía limitando mucho los movimientos de los sujetos.

Mackworth y Thomas en 1969 fueron los primeros que crearon un dispositivo que permitía realizar grabaciones durante una acción en movimiento, utilizando una cámara montada sobre la cabeza (Land, 2006). De este último aparato, han evolucionado los sistemas de seguimiento de la mirada que se

utilizan actualmente, gracias a los avances tecnológicos y la posibilidad que ofrecen las microcámaras de video.

En la actualidad, existen varios sistemas que permiten grabar la mirada y que se utilizan en las investigaciones de carácter deportivo: NAC *Eye Mark Recorder*, los *Eye Tracking System* de ASL y el sistema creado por TOBBI (Para más información se recomienda consultar Land, 2006; Williams et al., 1999 y Vila-Maldonado, García y Conteras, 2012).

Estos instrumentos han permitido avanzar en las investigaciones, superando los límites de aquellas que se realizaban mediante la verbalización de las localizaciones en las cuales el deportista fijaba la mirada (Araújo, Davids y Serpa, 2005).

Sin embargo, las desventajas que presentan estos instrumentos es la inexistente discriminación entre “ver” y “mirar” (Abernethy, 1988a; McPherson y Vickers, 2004), junto con el desconocimiento de la información que se capta por visión periférica, ya que sólo capta la imagen que se presenta en fóvea (Vila-Maldonado et al., 2012). Otra de las desventajas que presentan es el tiempo que requiere el instrumento para la calibración y sobre todo, el posterior análisis de los vídeos con la información que se ha obtenido, ya que éste debe realizarse fotograma a fotograma.

De acuerdo con todos los criterios anteriormente expuestos, y manteniendo la evolución seguida por las investigaciones más recientes (Damas, 2012; Seung-Ming, 2010; Vila, 2011), la presente investigación plantea un estudio en laboratorio partiendo de las metodologías empleadas en anteriores investigaciones aplicadas a otros deportes como el tenis (Reina, 2004 y Luis, 2008) o el vóleybol (Damas, 2012 y Vila-Maldonado, 2011). En esta investigación se ha empleado instrumental de medida que no había sido utilizado anteriormente en estudios relacionados con la vela deportiva, como el simulador de situación parcialmente inmersivo y el sistema de seguimiento de la mirada. Del mismo modo se ha llevado a cabo un análisis estadístico del comportamiento visual, que no se realizado anteriormente y que muestra un patrón de secuencia de fijación sobre cada una de las localizaciones. Así, gracias al empleo de este instrumental y a la metodología desarrollada, consideramos que la presente investigación sigue

la línea de los estudios más actuales en el ámbito del paradigma “Visión y Deporte”.

### 1.5. EL PARADIGMA EXPERTO-NOVEL

En este apartado del marco teórico, se expone uno de los paradigmas más comunes sobre el que se ha investigado en los estudios con deportistas de diferente nivel de *expertise*.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el comportamiento visual en el deporte se ha estudiado siguiendo diferentes corrientes. Una de las que ha tenido mayor importancia ha sido la que busca diferencias entre deportistas expertos y noveles, o también conocida como paradigma experto-novel (Vila-Maldonado, García y Contreras, 2012). A través del estudio de este paradigma se ha comparado el comportamiento visual de estos dos grupos de deportistas.

Retomando uno de los puntos tratados anteriormente, y haciendo referencia a las palabras de Starkes y Deakin (1984) y Helsen y Pauwels (1988), respecto a las diferencias entre expertos y noveles en deporte, los expertos no se distinguen por sus características de “hardware”, pero sí por sus características de “software”. En este momento existe un debate abierto en el cual se diferencian, por un lado, las capacidades cognitivas y mentales, (software), frente a las capacidades físicas y fisiológicas (hardware). Es decir, un regatista experto no se diferenciaría de un novel exclusivamente por sus características físicas, sino también por sus capacidades perceptivas (Araújo y Serpa, 1998).

Según Abernethy (1994), el experto no sólo obtiene una mejor selección de la información, sino que asociada a dicha información, se desencadenan patrones familiares de respuestas, siendo automáticamente controlados. En este sentido, Vickers (2007), identifica la existencia de diferencias en el comportamiento visual experto y novel, afirmando que los deportistas con mayor experiencia son más rápidos detectando y reconociendo objetos dentro del campo visual y presentan patrones de búsqueda visual más eficientes, a la vez que tienen una elevada capacidad para captar información avanzada, en especial sobre la posición del oponente, siendo éstas las diferencias en cuanto al comportamiento visual del deportista experto frente al novel.

Bajo este tópico, se han propuesto investigaciones desde el paradigma experto-novel, en diversos deportes como: bádminton (Abernethy y Russell,

1987), tenis (Reina, 2004), billar (Williams, Singer y Frehlich, 2002), baloncesto (Harle y Vickers, 2001), kárate (Williams y Elliott, 1999), balonmano (Robins, Davids, Bartlett y Wheat, 2008), fútbol (Savelsbergh, Van der Kamp, Williams y Ward, 2005; Williams y Reilly, 2000), vóleybol (Moreno, Moreno, Iglesias, Garcia y del Villar, 2006) tiro con pistola (Seung-Min, Seonnjin y Park, 2009), waterpolo (Kioumourtzoglou, Kourtessis, Michalopoulou y Derri, 1998), Taekwondo (Ruiz et al., 2013), vela (Araújo, Davids y Serpa, 2005), o incluso comparando a jugadores de diferentes deportes (Baker, Côté y Abernethy, 2003).

A pesar de que existe una amplia variedad de estudios centrados en este paradigma, existen ciertos aspectos de discusión sobre la metodología empleada a la hora de realizar investigaciones comparando deportistas expertos y noveles.

En primer lugar, destacar que algunos de los estudios realizados, dónde se comparan deportistas con muchas horas de entrenamiento frente a sujetos que no centran su actividad sobre ese mismo deporte (Williams, et al., 1999). En las investigaciones que emplean este tipo de muestra, es evidente que existen diferencias en cuanto al comportamiento de ambos grupos en una situación deportiva concreta.

El segundo aspecto metodológico a mejorar es la cantidad de sujetos que forman la muestra, ya que se encuentran investigaciones en las cuales el número de sujetos es muy escaso y los resultados no pueden ser extrapolados a la realidad (Tenenbaum, Levy-Kolker, Bar-Eli y Weinberg, 1994).

El tercer matiz metodológico es el referente a la metodología empleada en la investigación, puesto que existen estudios donde los test empleados no son específicos del deporte o están muy alejados de la situación real de juego (Abernethy, Neal, Engston y Koning, 1993).

Gracias a la modernización de los instrumentos de medida y a la reflexión sobre los aspectos citados, las investigaciones actuales han suplido en gran medida estas deficiencias presentes en las investigaciones más tempranas que abordaron este paradigma. A pesar de esto, aún existen ciertas controversias dentro de este paradigma.

Uno de los principales problemas que se han planteado, ha sido: ¿Qué criterios determinan quién es, o no, experto en un determinado deporte o modalidad? (Abernethy, 1989; Kioumourtzoglou, Derri, Tzetzis y Theodorakis, 1998, Williams y Ericsson, 2008; Williams y Ford, 2008). Algunos de los criterios que se han utilizado para diferenciar expertos y noveles han sido los siguientes: número de partidos jugados, volumen y frecuencia de entrenamientos, nivel de las competiciones en las que participó, posición en el ranking o años de práctica deportiva. A pesar de todos estos intentos por determinar qué deportistas son considerados expertos y quiénes no lo son, éste es un tema que actualmente sigue presente en la literatura, y sobre el que existe una gran controversia y disparidad de opiniones.

La determinación de qué deportista es experto o no, también incluye el debate genético. ¿Un deportista nace o se hace? Tal y como expusieron Singer y Janelle (1999), la genética puede influir en ciertas características que determinan el rendimiento de los deportistas como la personalidad, la composición corporal, las habilidades motrices, la adaptabilidad hacia la tarea, la rapidez cognitiva y/o mental o la salud. Tal y como afirman Singer y Janelle (1999), la genética puede ser un aspecto importante a la hora de determinar el éxito deportivo de los sujetos en determinados deportes.

Sin embargo, no podemos olvidar que un deportista que presente condiciones genéticas idóneas para un deporte, sin un entrenamiento adecuado, no alcanzará el rendimiento óptimo en ese deporte. Por lo tanto, la predisposición genética, no es el factor más relevante a la hora de determinar a un deportista como experto o novel. En este sentido, Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) afirman que un deportista, para ser experto, debe tener un número de años de práctica deportiva en su disciplina o especialidad. Estos autores establecieron una barrera de 10 años de práctica de una disciplina para considerar experto a un deportista, o el equivalente definido por Moran, (2004) de 10.000 horas de práctica deportiva.

En contraposición, Sternberg (1996), no acepta la propuesta anterior, exponiendo que la relación entre la cantidad de práctica y el rendimiento deportivo, no es lineal. Ésto hace referencia a que la evolución deportiva de un sujeto puede verse estancada tras unos años de práctica. Este concepto de

experiencia, nos lleva a preguntarnos cuál es la variable más relevante que lleva a un deportista a ser experto: i) la edad o ii) la práctica deportiva. Tal y como afirmaron Abernethy, Thomas y Thomas (1993), la relación que tiene la experiencia con respecto al rendimiento, aumenta con la edad. Dicho concepto se relaciona con la maduración que tienen las estructuras del sistema nervioso con el paso de los años, sobre todo, asociadas a aspectos perceptivos, cognitivos y motrices (Nougier y Rossi, 1999).

Otra forma de diferenciar a los deportistas expertos y noveles se propone a través de los resultados obtenidos en la clasificación en el propio deporte. En este sentido, Araújo, Davids y Serpa (2005), buscaban diferencias entre la toma de decisión entre regatistas expertos y noveles. Su estrategia de división de la muestra se llevó a cabo a partir de la puntuación que tenían los sujetos en el ranking. Los regatistas de la parte alta del ranking fueron considerados como expertos, mientras que a los de la parte media y baja se les consideró con niveles de experiencia inferiores.

Varias han sido las razones por las cuales se han separado a los deportistas de diferente nivel, todas ellas igual de válidas. Gracias a estas razones, existe un concepto que es evidente, un deportista no se puede considerar experto si no se ha enfrentado a todas las situaciones del deporte que practica sin haberlas solventado con éxito.

Por ello, la práctica deportiva puede determinar la experiencia de un deportista, pero sólo en el caso en el que dicha práctica se dé en condiciones óptimas para desarrollar las habilidades determinantes del éxito en ese deporte (Singer y Janelle, 1999).



# CAPÍTULO 2

## OBJETIVOS E HIPÓTESIS



UCAM  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO



## II-OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### 2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo expuesto en el anterior capítulo, desde el área científica de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, y concretamente desde el Control y el Aprendizaje Motor, trataremos de aportar conocimiento científico de interés en los procesos de aprendizaje dentro del deporte de la vela. Para ello, se hace necesario abordar el estudio del comportamiento visual y motor manifestado por regatistas con diferentes niveles de experiencia deportiva, para así identificar aquellos aspectos diferenciadores entre expertos y noveles, con el objetivo de obtener directrices de interés útiles para los procesos de enseñanza y aprendizaje de este deporte. La base del estudio es constatar si, la experiencia en la práctica de la vela, sería un factor determinante del comportamiento visual y motor de los regatistas y del éxito obtenido durante la salida de regata.

Así, el trabajo pretende abordar el estudio de algunos de los tópicos más importantes en los últimos años de la literatura acerca de los procesos perceptivos y motrices en situaciones deportivas predominantemente perceptivas. Gracias al desarrollo y puesta en práctica de una situación experimental que simula la situación de regata (2D), se pretende analizar las posibles diferencias en los comportamientos manifestados entre regatistas con diferentes niveles de experiencia. Ello nos permitirá valorar la conveniencia o viabilidad de tales situaciones, contribuyendo al desarrollo de futuras líneas de investigación y/o programas de entrenamiento perceptivo-motor.

No olvidemos que la eficacia en el rendimiento deportivo es competencia tanto del deportista, como de su entrenador o técnico. La salida en la regata, por la importancia que tiene en este deporte y por su relación con la consecución de un resultado favorable, requiere del desarrollo de un conocimiento y ejecución apropiados de dicha situación, ya que una buena salida, junto con la realización de un buen paso de la baliza de barlovento, son acciones que pueden ser decisivas para el resultado de una regata. El análisis y conocimiento de la salida en la regata, proporciona al entrenador la capacidad de transmitir a los regatistas la importancia de la percepción visual para garantizar la anticipación a las acciones

del oponente, identificar el efecto de las las condiciones ambientales, ejecutar las acciones más oportunas para adaptarse a dichas condiciones y, en definitiva, incrementar su rendimiento en el manejo de la embarcación.

De acuerdo a estas premisas, los objetivos generales establecidos en la presente Tesis Doctoral son los siguientes:

- a. Analizar el comportamiento visual y motor de regatistas con diferente nivel de experiencia en una situación de salida de regata simulada.
- b. Generar conocimiento científico de interés acerca del comportamiento visual de los regatistas y de su relación con el manejo de la embarcación, con el fin de optimizar el rendimiento y los procesos de enseñanza-aprendizaje en el deporte de la vela.
- c. Abrir una línea de investigación en vela deportiva que genere conocimiento científico desde el área del Control y del Aprendizaje Motor, respecto a los procesos perceptivo-motrices inherentes a este deporte.

---

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Conocer la influencia del comportamiento visual de los regatistas en la eficacia de la salida de una regata simulada.
2. Analizar y describir las diferencias en las estrategias de búsqueda visual entre los regatistas experimentados y noveles.
3. Relacionar las estrategias de búsqueda visual con el manejo de la embarcación durante una salida simulada.
4. Comprobar la importancia del comportamiento visual y motor durante el último minuto previo a la señal de salida para el logro del rendimiento.
5. Describir las diferencias existentes en el manejo de la embarcación entre regatistas experimentados con respecto a los noveles, en función de los condicionantes existentes en un protocolo simulado de salida en vela.

### 2.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se exponen las hipótesis de estudio, definidas según el análisis del comportamiento visual y motor.

#### 2.3.1. Comportamiento visual

*Hipótesis 1ª.* La estrategia de búsqueda visual (resultados globales) de los regatistas experimentados será más activa que la realizada por los noveles, realizando un mayor número de fijaciones y de movimientos sacádicos.

*Hipótesis 2ª.* Los regatistas experimentados realizarán fijaciones de menor duración que los regatistas con menor nivel de experiencia.

*Hipótesis 3ª.* Los regatistas experimentados realizarán más fijaciones visuales en las localizaciones consideradas como relevantes que sus homónimos noveles.

*Hipótesis 4ª.* Los regatistas noveles realizarán más fijaciones visuales y de mayor duración en localizaciones que no proporcionan información relevante para la salida.

*Hipótesis 5ª.* La estrategia de búsqueda visual empleada por el grupo de experimentados será menos eficaz durante el minuto -2 a -1 y más eficaz durante el minuto previo a la señal de salida.

*Hipótesis 6ª.* No existirán diferencias en la estrategia de búsqueda visual empleada por el grupo de regatistas noveles entre ambos minutos.

#### 2.3.2. Comportamiento motor

*Hipótesis 7ª.* Los regatistas experimentados estarán situados más cerca de la línea de salida y navegarán a mayor velocidad en el momento de la misma que los noveles.

*Hipótesis 8ª.* Los regatistas noveles recorrerán menos distancia durante el protocolo de salida que los regatistas experimentados.

*Hipótesis 9ª.* La trayectoria que realizarán los regatistas de mayor experiencia con la embarcación será más impredecible que la de los regatistas noveles.

*Hipótesis 10ª.* La trayectoria que realizarán los regatistas experimentados con la embarcación en el minuto previo a la salida será más exploratoria que la llevada a cabo durante el minuto -2 a -1, aspecto que no sucederá en el grupo de regatistas de menor experiencia.





# CAPÍTULO 3

## MÉTODO



**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO



### III-MÉTODO

#### 3.1. PARTICIPANTES

Para la selección de los participantes en el estudio se empleó una técnica de estratificación, manteniendo la proporcionalidad en la formación de los grupos (Pereda, 1988). La muestra seleccionada de la población de regatistas de clase *Optimist* de la Región de Murcia, estuvo compuesta por 20 regatistas de la clase *Optimist*, divididos en dos grupos: experimentados y noveles. La posición que ocupaban los sujetos en el ranking oficial de la Federación de Vela de la Región de Murcia (FVRM), en la clase internacional *Optmist*, junto con los años de experiencia de navegación previa a la presente investigación, han sido los criterios de inclusión de los sujetos en ambos grupos. El motivo de utilizar el criterio de posición en el ranking para la división de los grupos de investigación, es su empleo anterior por parte de otros autores en investigaciones sobre este deporte (Araújo, Davids y Serpa, 2005). Mientras que el criterio de los años de experiencia, se basó en seleccionar a los regatistas que mayor experiencia previa habían tenido dentro de esta clase de navegación, considerando que ninguno de ellos llegaría a acumular 10 años de práctica, tal y como estiman Ericsson, Krampe y Tesch-Römer (1993) o 10.000 horas de práctica, como manifiesta Moran (2004).

Se eligió la clase *Optimist* como embarcación de estudio, debido a que es la clase más utilizada para la iniciación en la vela deportiva. En este tipo de embarcación navegan regatistas de entre 8 y 15 años, pudiendo navegar en ella durante 7 años, aspecto que hace que los regatistas de esta clase tengan un elevado bagaje de navegación. Las características de esta embarcación son las siguientes: 2.30 m. de eslora, 1.13 m. de manga y 35 kg. de peso, con una superficie vélica de 3.5 m<sup>2</sup>.

Dentro de la terminología empleada, hay que considerar que, debido a la edad de los participantes en la investigación, es difícil poder considerar a jóvenes de entre 12 y 15 años como regatistas puramente expertos, pero con la finalidad

de diferenciar a ambos grupos, se utiliza el término experimentado con los regatistas del primer grupo y que poseen mayor grado de experiencia.

El grupo de regatistas experimentados, estaba formado por 10 sujetos (6 chicos y 4 chicas;  $N=10$ ), los cuales estaban clasificados entre los 10 primeros del ranking en el momento en el que se llevó a cabo la investigación. La edad de los sujetos estaba comprendida entre los 12 y los 15 años ( $13,2\pm 0,9$ ). Los regatistas que formaron parte de este grupo, debían tener un mínimo de 4 años de experiencia en la navegación.

El grupo de regatistas noveles, estaba formado por 10 sujetos (9 chicos y 1 chica;  $N=10$ ), los cuales estaban entre la posición 53 y 88 del ranking, en el momento en el que se llevó a cabo la investigación. Los sujetos tenían una edad comprendida entre los 8 y los 12 años ( $10,0\pm 1,3$ ). Los años de experiencia navegando de los regatistas que formaron parte de este grupo fue menor de 2 años.

Las características antropométricas de los sujetos de cada uno de los grupos se presentan en el Tabla 3.1. Como podemos observar, la talla, el peso y la envergadura de los regatistas experimentados mostraron valores superiores a los sujetos principiantes, debido principalmente a la diferencia existente entre las edades medias de los regatistas de ambos grupos.

Los valores de peso y altura de los regatistas experimentados son muy similares al perfil de regatistas juveniles (13 y 14 años) de clase *Optimist*, realizado por Oliveira, Polato, Alves, Fraga y Macedo (2011). Sin embargo, estos mismos valores, no coinciden con los obtenidos por dichos autores en regatistas infantiles (11 y 12 años) y los valores de peso y altura de nuestro grupo de regatistas noveles, pudiendo ser la causa de dichas diferencias, la diferencia de edad de un año.

Tabla 3.1.

Datos de edad, años de experiencia, peso, talla y envergadura de cada grupo.

	EXPERIMENTADO	NOVELES
EDAD (AÑOS)	13,2±0,9	10,0±1,3
EXPERIENCIA (AÑOS)	5,2±1,2	1,3±0,7
PESO (KG)	48,57±4,80	35,16±6,18
TALLA (CM)	156,78±5,38	139,55±7,62
ENVERGADURA (CM)	160,00±6,88	141,00±9,45

Los participantes en la investigación y los tutores legales de los mismos fueron informados del objetivo del estudio. De igual modo, su conformidad en la participación dentro de la investigación quedó plasmada en el informe de consentimiento (Anexo I), que expuso la confidencialidad de los datos facilitados, la participación voluntaria en el estudio y la capacidad para interrumpir y/o abandonar el proceso de medición siempre que lo estimasen oportuno. A su vez, se pidió el visto bueno del Comité Ético de la Universidad Católica San Antonio (Anexo II) y se respetaron los principios expuestos en la Declaración de Helsinki para la investigación con humanos.

### 3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

#### 3.2.1. Variables dependientes (V.D.)

En la presente investigación se definen tres variables dependientes: a) comportamiento visual, b) comportamiento motor y c) éxito en la salida (Figura 3.1).

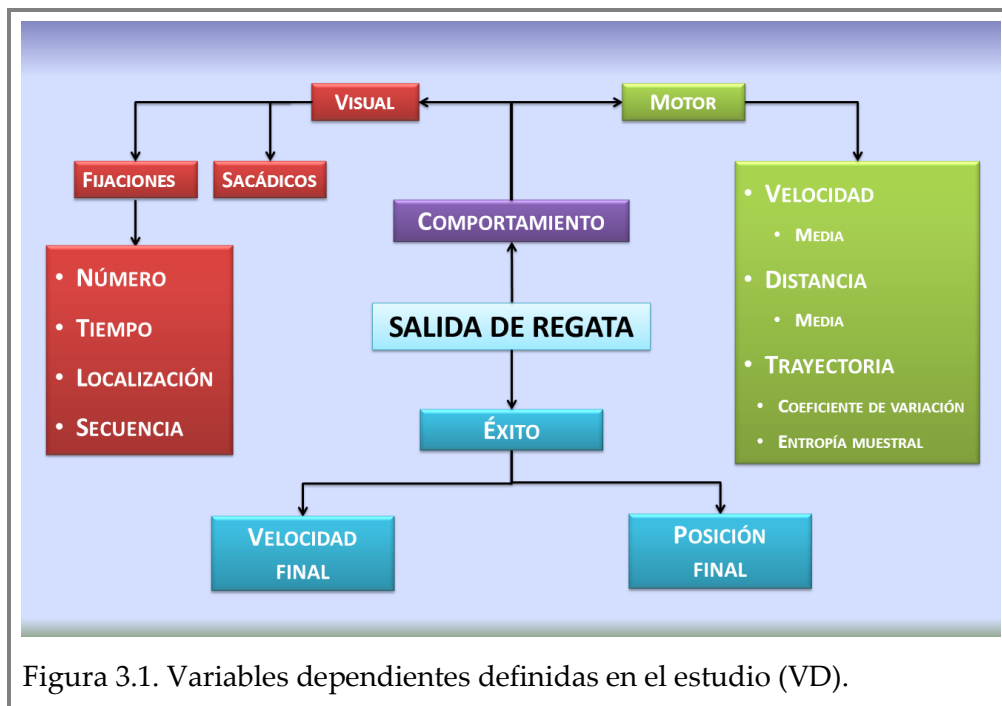


Figura 3.1. Variables dependientes definidas en el estudio (VD).

A continuación, se definen cada una de las variables dependientes que han sido objeto de estudio durante la presente Tesis Doctoral.

##### 3.2.1.1. V.D. Comportamiento visual

Tal y como se expuso en el Capítulo 1, el comportamiento visual no es más que la estrategia que sigue el sujeto para obtener la información de la situación que le rodea. Es decir, los lugares donde fija la mirada, también conocidos como

localizaciones. El sujeto puede obtener información de las localizaciones mediante las fijaciones visuales, mientras que con los movimientos sacádicos, el sujeto busca información y prepara al sistema para realizar fijaciones. Por último, el orden de fijación que realiza el sujeto, junto con la probabilidad de fijar la mirada en cada localización tras mirar sobre cada una de ellas, completa el análisis del comportamiento visual. Así, las variables de estudio de la presente investigación, en relación al comportamiento visual, son las siguientes:

**1.- Número de fijaciones visuales:** se considera una fijación visual al tiempo que transcurre desde que finaliza un movimiento sacádico, deteniéndose el globo ocular, para fijar en fovea la zona de la imagen que más interesa, hasta el momento en el que empieza un nuevo movimiento sacádico (Williams et al., 1992). Para considerar dicha acción como fijación, es necesario que tenga una duración mínima de 99.9 ms (Williams et al., 1999).

**2.- Tiempo de fijación:** es el tiempo, medido en milisegundos (ms.), entre los dos movimientos sacádicos que delimitan una fijación visual. En este estudio se ha considerado la existencia de una fijación siempre que el sujeto mantuviera su visión en fovea sobre una misma localización, un tiempo mínimo de 99.9 ms. A efectos prácticos, ese tiempo equivale a 3 fotogramas registrados por el sistema de vídeo empleado para el análisis. Este sistema permite el análisis de 30 imágenes (fotogramas) por segundo. De esta manera se considera fijación a 3 fotogramas x 33.3 milisegundos/fotograma = 99.9 milisegundos.

**3.- Número de movimientos sacádicos:** son movimientos rápidos de ambos ojos en la misma dirección, responsables de los cambios rápidos necesarios para fijar importantes fuentes de información separadas entre sí (Rosenbaum, 1991). En referencia al análisis del comportamiento visual, se considerará un movimiento sacádico cuando el punto de fijación visual permanezca menos de 3 fotogramas en una misma localización. De esta manera, una localización que recibe un movimiento sacádico sólo podrá obtener valores de tiempo de 33.3 ms (1 fotograma) o 66.6 ms (2 fotogramas), aunque en este caso, sólo se tendrá en cuenta

el número de movimientos oculares de este tipo realizados y no la duración de los mismos.

**4.- Secuencia de fijación:** la secuencia de fijación se define como el orden de fijación que realiza el sujeto sobre las diferentes localizaciones. Dos son los problemas que plantea el análisis de la secuencia de fijación, i) el periodo de tiempo que se analiza durante este estudio (2 minutos), que es demasiado largo para poder mostrar la secuencia de fijación y ii) la dificultad para describir un patrón de secuencia de fijación cuando se analiza el comportamiento visual de un grupo de 10 sujetos (es decir, más de un sujeto). Para obtener la variable secuencia de fijación, se ha realizado un análisis estadístico denominado Cadena de Markov (Ross, 1982; Trivedi, 1982) y, a través del cual, se muestra la probabilidad de fijar la mirada sobre cada una de las localizaciones tras estar mirando a una de ellas. De este modo, se puede describir un patrón de secuencia seleccionando la localización de mayor probabilidad de fijación.

Una vez definidas las acciones oculares que el regatista realiza mediante el comportamiento visual, se especifican todas las localizaciones que se han tenido en cuenta en esta investigación y sobre las que los regatistas realizan dichas acciones oculares.

Las localizaciones se presentan ordenadas según la importancia y la relevancia de la información que ofrecen cada una de las mismas frente a la salida. Este orden ha sido establecido por un grupo de expertos, los cuales han valorado la importancia que tiene cada una de las localizaciones en relación a la información que ofrecen frente a la salida. Así, las primeras localizaciones son consideraras como las de mayor relevancia y las últimas, las menos importantes. Este mismo orden es el que se presenta a continuación y a partir del cual se han diseñado los gráficos expuestos en el apartado de resultados.

El orden de las localizaciones según su relevancia es el siguiente: 1) balizas de salida, 2) mar y viento, 3) proa, 4) puño de amura, 5) reloj, 6) catavientos, 7)



---

rivales, 8) balizas de salida en el mapa, 9) resto del mapa, 10) resto de la vela, 11) botavara, 12) mástil, 13) balizas de recorrido, 14) resto del casco, 15) otras y 16) fuera de pantalla (Figura 3.2.).

El orden de las localizaciones según su relevancia es el siguiente: 1) balizas de salida, 2) mar y viento, 3) proa, 4) puño de amura, 5) reloj, 6) catavientos, 7) rivales, 8) balizas de salida en el mapa, 9) resto del mapa, 10) resto de la vela, 11) botavara, 12) mástil, 13) balizas de recorrido, 14) resto del casco, 15) otras y 16) fuera de pantalla (Figura 3.2.).

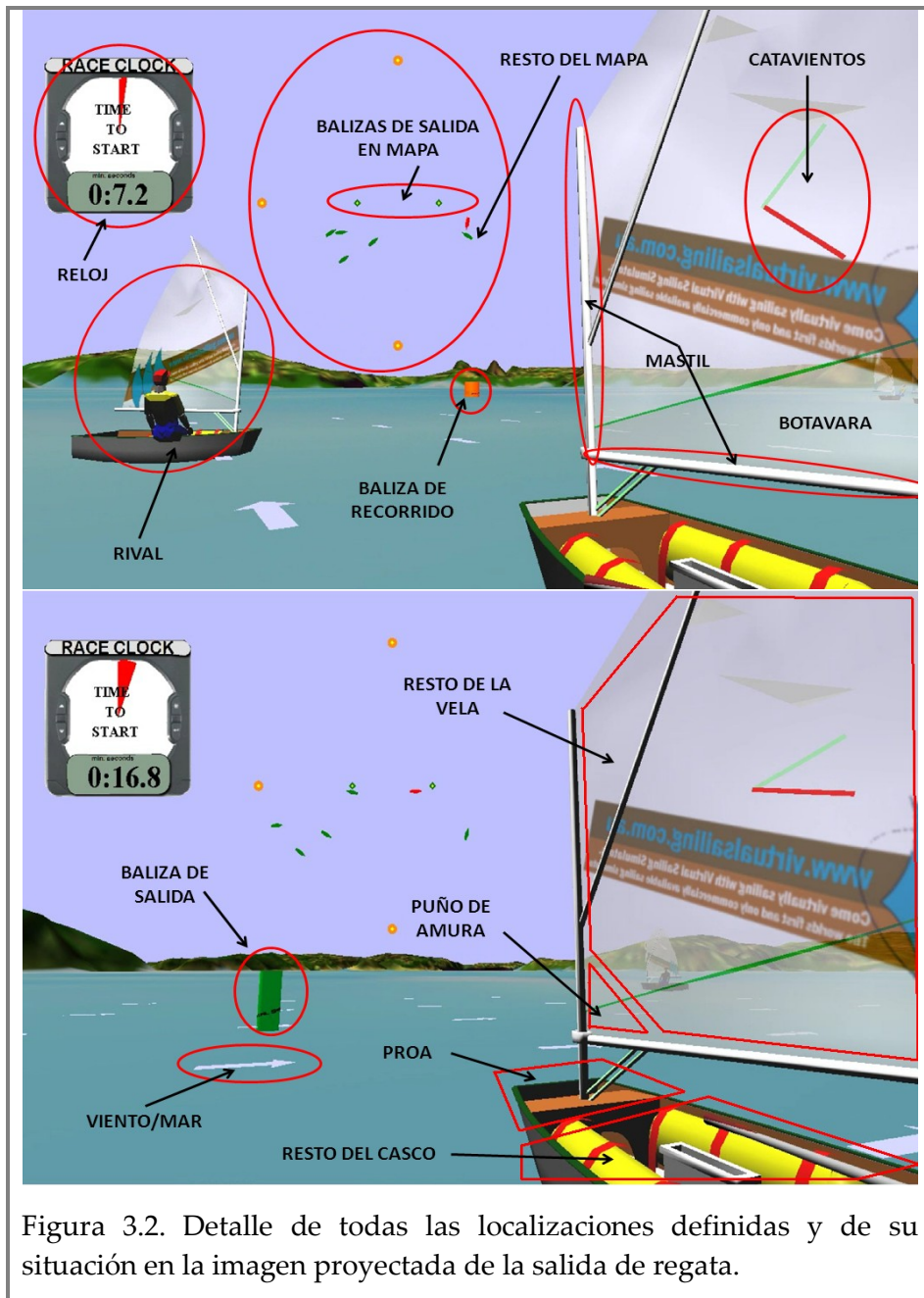


Figura 3.2. Detalle de todas las localizaciones definidas y de su situación en la imagen proyectada de la salida de regata.

A continuación se exponen y explican cada una de las localizaciones y como se presentan en la situación de simulación:

- 1) Balizas de salida: son las dos boyas de color verde que delimitan la línea de salida (imaginaria).
- 2) Viento y mar: superficie sobre la que flota la embarcación y sobre la cual se representan las flechas de dirección del viento.
- 3) Proa: es una parte del casco de la embarcación; se considera proa toda la parte de casco que está por delante del mástil de la embarcación.
- 4) Puño de amura: es la parte de la vela situada sobre la zona de intersección entre el mástil y la botavara, el ángulo de 90° que forma la vela.
- 5) Reloj: es el marcador de cuenta atrás que está presente en la parte superior izquierda de la imagen de proyección.
- 6) Catavientos: son las dos líneas, una de color rojo (babor) y otra de color verde (estribor), situadas en la parte superior de la vela y a cada lado de ésta.
- 7) Rivales: son las 5 embarcaciones que navegan en el mismo campo de regata y que siguen trayectorias prediseñadas.
- 8) Balizas de salida en el mapa: debido a que el simulador solo muestra una imagen frontal de la embarcación (en situación de 2D) y no una de 360°, tal y como sucede en la realidad, para que el regatista pueda orientarse, es necesaria la existencia de un mapa en el cual se muestre en todo momento donde está situado en relación al campo de regata. El mapa siempre está sobre impresionado y de forma

translúcida frente a la embarcación. Este mapa muestra dos puntos de color verde que representan las dos balizas de salida.

- 9) Resto del mapa: al igual que sucede con las balizas de salida, el mapa representa tanto la posición del propio regatista con un triángulo rojo, como la de los 5 rivales con triángulos verdes y las de las balizas de recorrido (un triángulo olímpico) con 3 puntos de color naranja.
- 10) Resto de la vela: se considera toda la superficie de la vela menos la zona de catavientos y de puño de amura.
- 11) Botavara: es el cilindro de color blanco-metálico que está paralelo a la embarcación y sujeta la vela por su parte inferior.
- 12) Mástil: es el cilindro de color blanco-metálico que está formando un ángulo de 90° (perpendicular) con el casco y la botavara y sujeta la vela por su parte anterior.
- 13) Balizas de recorrido: son tres boyas de color naranja de un tamaño superior a las de salida que forman un triángulo como recorrido.
- 14) Resto del casco: se considera toda la parte del interior de la bañera de la embarcación y la parte exterior situada por encima de la línea de flotación, exceptuando la proa.
- 15) Otras: se consideran otras localizaciones los lugares de cielo y el horizonte, junto con cualquier otro lugar dentro de la pantalla que no se ha especificado anteriormente.
- 16) Fuera de pantalla: son localizaciones realizadas fuera de la pantalla.

### 3.2.1.2. V.D. Comportamiento motor

Las variables de comportamiento motor que se han analizado en esta investigación han sido extraídas de los registros proporcionados por el software del simulador de vela. De éste se han escogido las variables representativas del manejo de la embarcación: a) recorrido de la embarcación dentro del campo de regata, b) velocidad de la embarcación, c) distancia recorrida, d) coeficiente de variación de la trayectoria realizada y e) entropía muestral (SampEn) de la trayectoria (ésta última no es proporcionada por el software del simulador). Estas variables se definen a continuación:

**1.- Recorrido de la embarcación (ejes horizontal  $-X-$  y vertical  $-Y-$ ):** es el recorrido realizado por la embarcación, expresada en metros, en un campo de regatas de dos dimensiones y la posición en ambos ejes en cada instante de la salida. Se obtiene mediante el registro de la posición de la embarcación en un plano de dos dimensiones; el simulador captura 6 datos de posicionamiento por segundo, obteniendo 360 datos de posicionamiento sobre cada eje del plano, en cada uno de los minutos analizados.

**2.- Velocidad de la embarcación:** es el espacio recorrido por la embarcación por unidad de tiempo. Se ha calculado la velocidad media de cada uno de los minutos expresada en m/s. Al igual que la variable de recorrido, el simulador aporta 360 valores de velocidad por minuto.

**3.- Distancia recorrida:** es el total de metros recorridos por la embarcación en ambos minutos, antes de la señal de salida.

**4.- Coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación:** en estadística, el coeficiente de variación hace referencia a la relación entre tamaño de la variable, en este caso la trayectoria realizada, y la variabilidad de la misma. La variable de coeficiente de variación se ha medido sobre los valores de posicionamiento de la embarcación de cada uno de los minutos analizados y sobre cada uno de los ejes (horizontal y vertical). El coeficiente de variación nos

aporta información sobre la cantidad de variabilidad de la trayectoria, es decir, cuanto más se aleja de cero el valor de coeficiente de variación, más variable ha sido la trayectoria realizada sobre cada eje. En este sentido, de cada sujeto se obtienen valores de coeficiente de variación sobre cada eje, en ambos minutos.

**5.- Entropía muestral de la trayectoria (SampEn):** informa sobre la predictibilidad de la trayectoria, mostrando la estructura de la variabilidad presente en la serie temporal de datos correspondiente al desplazamiento de la embarcación por el campo de regatas. Este algoritmo, permite indagar acerca de la variabilidad presente en el recorrido realizado por los regatistas con su embarcación, atendiendo a su carácter exploratorio o funcional, de manera que, una trayectoria menos predecible se relaciona con un comportamiento más funcional o exploratorio, mediante el cual los regatistas tendrán más posibilidades de adaptarse a los cambios que puedan producirse en el entorno para obtener un mayor rendimiento o éxito en la salida. Atendiendo a las características de SampEn, se establece que los valores más alejados de 0, indican una trayectoria impredecible, con mayor índice de funcionalidad. o lo que es lo mismo, un comportamiento más exploratorio. Mientras que los valores más próximos a 0, denotan una trayectoria más predecible, poco funcional o poco exploratoria. Los valores de entropía se han analizado sobre la trayectoria de la embarcación en cada eje.

### 3.2.1.3. V.D. Éxito en la salida

Para evaluar el éxito que tienen los regatistas en la salida, se han seleccionado dos aspectos, a) la proximidad a la línea de salida y b) la velocidad de la embarcación en el momento de la salida. Éstos son dos de los aspectos que determinan el éxito de la salida, ya que el objetivo del regatista debe ser situarse lo más próximo a la línea y a la mayor velocidad posible. Ambas variables se definen a continuación:

**1.- Proximidad a la línea de salida:** es la posición en la que están los regatistas en el momento del disparo de salida. Con el posicionamiento podemos obtener la distancia a la que se encuentra la embarcación de la línea de salida y de las balizas de salida (babor o estribor).

**2.- Velocidad en el momento de la salida:** es la velocidad a la que el regatista lleva la embarcación en el momento de la señal de salida.

### 3.2.2. Variables Independientes (V.I.)

En la presente investigación se establecieron las siguientes variables independientes: i) la experiencia de los regatistas en la navegación en clase Optimist, quedando definida en los siguientes niveles: a) regatistas experimentados y b) regatistas noveles y ii) el tiempo de navegación, dividido a su vez en dos periodos: a) minuto de -2 a -1 y b) minuto de -1 a 0 (en el minuto 0 se produce la señal de salida).

En cuanto al tiempo de navegación, se ha separado el análisis de las variables en estos dos periodos de tiempo, debido a las diferencias en la finalidad del regatista en dichos minutos. El minuto -2 a -1, es un periodo de tiempo de carácter más exploratorio, mientras que el minuto -1 a 0, se utiliza para la preparación y elección del lugar de salida.

### 3.2.3. Variables de control

Las variables de control (V.C.) son aquellos factores que se han mantenido estables con el fin de controlar su posible influencia sobre las variables dependientes registradas en la investigación. Si alguna de las variables de control modificase las condiciones ambientales de la sala de investigación o de las características de la regata, se detendría la medición y se eliminaría esa toma de datos junto con la participación de ese sujeto en el estudio.

De este modo, se controlaron las siguientes variables: a) luminosidad, b) temperatura, c) condiciones de simulación d) tiempo de navegación y e) rivales. Todas estas variables se mantuvieron estables desde que el regatista entraba en la sala de investigación hasta que finalizaba la regata.

Cada una de las variables de control presentadas anteriormente se define a continuación:

**1.- Luminosidad:** cantidad de lúmenes por metro cuadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) existentes en la sala durante el proceso de toma de datos. Los valores de luminosidad fueron tomados antes de cada una de las mediciones. La luminosidad de la sala reflejó valores de  $38.2 \pm 4.3 \text{ lm}/\text{m}^2$ .

**2.- Temperatura:** la sala de investigación se mantuvo a una temperatura  $28.8 \pm 1.5 \text{ }^\circ\text{C}$  durante todo el proceso de medida. La unidad de medida se basó en la escala Celsius ( $^\circ\text{C}$ ). No se utilizó un sistema de refrigeración mecánico, con la intención de aproximar las condiciones de temperatura ambiental en una situación real.

**3.- Condiciones de simulación:** la intensidad del viento fue de 12 nudos constantes, sin rachas y sin variación en la dirección. Ésto marcaba una salida no favorecida por ninguna de las balizas. Las condiciones del mar se establecieron sin fuerzas de corriente. El oleaje no se representó, debido a que el simulador carece de movimiento longitudinal o cabeceo.

**4.- Tiempo de navegación:** todos los regatistas realizaron un protocolo de familiarización previo a su participación. Éste se editó con anterioridad en formato audiovisual, por lo que a todos los sujetos se les proporcionó el mismo *feedforward*, con el fin de garantizar que todos recibieran la misma información antes de su participación en el proceso de medida. El protocolo de familiarización tuvo una duración total de 13 minutos y se explicará con más detenimiento en sucesivos epígrafes de este capítulo.



---

5.- *Rivales*: se crearon 5 rivales para que todos los regatistas compitieran en las mismas condiciones de oposición. Éstos se diseñaron con diferentes niveles de pericia, pero iguales para todos los regatistas objeto de estudio.

### 3.3. INSTRUMENTAL

Para la toma de datos de esta investigación se empleó un sistema automatizado de medida, que integra los siguientes dispositivos: a) simulador de vela VSail-Trainer®, b) sistema de seguimiento de la mirada Eye Tracking System®, c) ordenador portátil (Toshiba Satellite, L755-1NT) con sistema operativo Windows Vista®, para reproducir el protocolo de familiarización, d) sistema de reproducción audiovisual compuesto por un proyector (Toshiba, EX21) y por 2 altavoces (Logitech, Z623), desde los cuales se reprodujo la imagen y el sonido de la regata y e) cámara de video (Sony, DCR-SX85EB), para la filmación del proceso de medición, a una frecuencia de 30 hz.

Para el registro del peso y la estatura, se utilizó una báscula mecánica con tallímetro, modelo (Detecto, 439). En cuanto a la medida de la envergadura, se realizó mediante una cinta métrica modelo (Lufkin) colocada en la pared.

#### 3.2.1. Instrumental para la simulación de la regata

El simulador de vela Vsail-Trainer® ha sido diseñado por un grupo de ingenieros australianos dentro del grupo "Virtual Sailing". Éste es el único simulador virtual parcialmente inmersivo (Renom, 2006), en el cual el regatista puede actuar de forma similar a como lo haría en una situación de regata real, con la diferencia de que la imagen se proyecta frente al simulador (2D). Todo el sistema funciona con energía eléctrica, exceptuando el control de la escora, el cual está alimentado mediante un sistema de compresión de aire.

Se trata de un sistema tecnológico de registro, que se basa en la reproducción de situaciones específicas del deporte de la vela, permitiendo la elección de la situación entre un amplio abanico de posibilidades. Respecto al simulador Vsail-Trainer®, podemos diferenciar los elementos de hardware y de software.

### 3.2.1.1. Hardware

El VSail-Trainer®, dispone de dos componentes de hardware. Por un lado, la embarcación (Figura 3.3.) y por otro, un computador que controla el software y las condiciones de navegación, la proyección y el sonido de la situación simulada (Figura 3.5.).

La embarcación está compuesta por un casco de embarcación, sin vela, y un sistema electrónico (Figura 3.3.). El casco está compuesto por la bañera y las bandas. La bañera es la parte más profunda del casco, donde el regatista pone los pies, mientras que las bandas son los laterales de la embarcación, donde se sienta el regatista. El sistema eléctrico, el encargado del control del simulador, a través de éste, se conecta el ordenador, desde el cual se controlan los ajustes del software y las condiciones que se desean reproducir. El compresor de aire que controla la escora, además de ajustar la calibración de los sistemas.

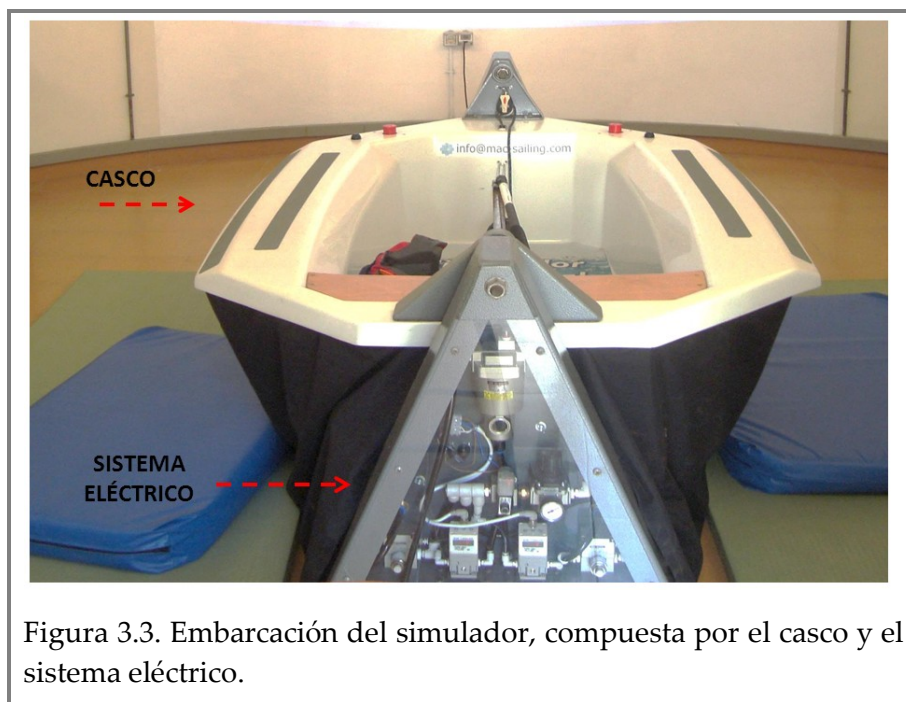


Figura 3.3. Embarcación del simulador, compuesta por el casco y el sistema eléctrico.

La embarcación del simulador se controla del mismo modo que una embarcación de clase *Optimist*. El regatista maneja el timón para dirigir el rumbo de la embarcación y la escota como sistema de control de la vela. Del mismo modo, el sujeto debe controlar la angulación de la escora de la embarcación con los cambios de peso y posición del cuerpo, al igual que en una situación real de navegación. Simulando a una embarcación real, en la bañera hay instalada una cincha que permite colocar los pies bajo ella y utilizarla para el control de la escora, realizando la acción de sacar cuerpo. La única maniobra que no permite realizar el simulador es el control del calado de la orza, ya que no dispone de ningún sistema o instrumento que la represente dentro del casco. En resumen, en el casco de la embarcación se sitúa el timón, la escota y la cincha, junto con dos botones, situados en la proa del mismo (Figura 3.4.). El botón rojo es el de parada y su función es desconectar el sistema de presión que produce la escora en caso de emergencia. El botón negro no es útil cuando simulamos condiciones con la embarcación *Optimist*, ya que solo es útil en cuando se simulan condiciones con embarcaciones que tienen spinnaker, y su función es izar y arriar el mismo.

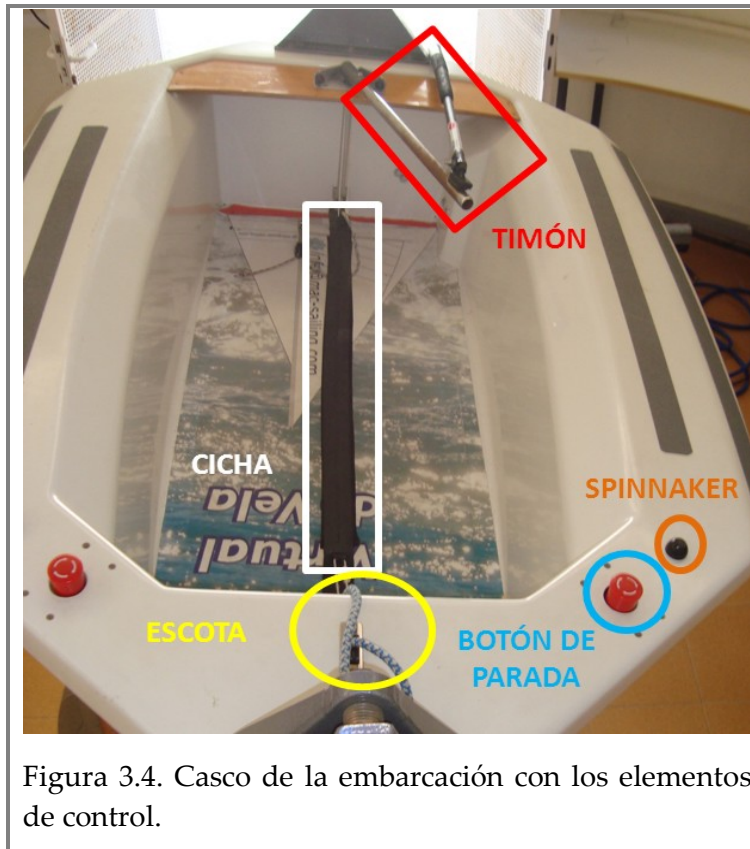


Figura 3.4. Casco de la embarcación con los elementos de control.

El simulador se conecta mediante un conector Universal Serial Bus (USB) al ordenador portátil (Acer Aspire 1690) (Figura 3.5.), al cual se le ajustó la salida de imagen y sonido. Con el ordenador se controla el software del simulador y las condiciones de navegación, tal y como se expone en el siguiente epígrafe.



Figura 3.5. En la imagen de la derecha se muestra la mesa de control y a la izquierda, el computador que controla la simulación, la proyección y el sonido.

### 3.2.1.2. Software

El software del simulador (VSail, versión Cv090) permite controlar y ajustar las condiciones de navegación, como son: la intensidad y estabilidad del viento, la localización del campo de regata, el tipo de campo de regata y su tamaño, el tiempo de salida, el tipo de embarcación, la posibilidad de introducir rivales previamente diseñados y los ajustes de peso del regatista, para la correcta calibración del sistema de escora (Figura 3.6.).

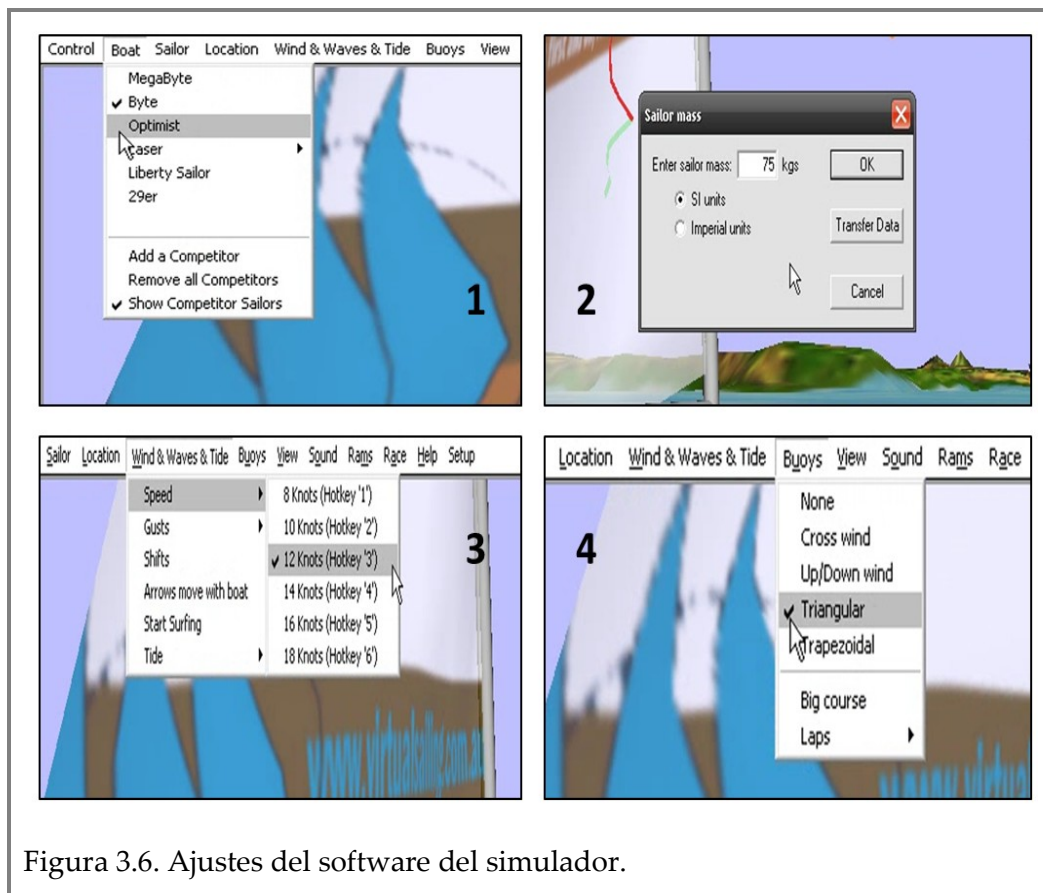


Figura 3.6. Ajustes del software del simulador.

La imagen que presenta el software una vez configurado en las condiciones deseadas para la investigación, representa la acción de regata en 2D, aproximándose a una escena real (Figura 3.7.). Aunque las diferencias respecto a la situación real son evidentes, dos son las principales diferencias que presenta la simulación con respecto a la situación real: i) las flechas del viento presentes en el mar y ii) la imagen del mapa en el centro de la imagen. En el caso de las flechas de dirección del viento, es imprescindible en la simulación, ya que en una situación real, el regatista siente y percibe el viento, lo que no ocurre en la simulación. Con respecto a la proyección del mapa, debido a que la simulación se reproduce en 2D, es necesario representar la visión de posicionamiento que el regatista tendría en una situación de regata (3D).

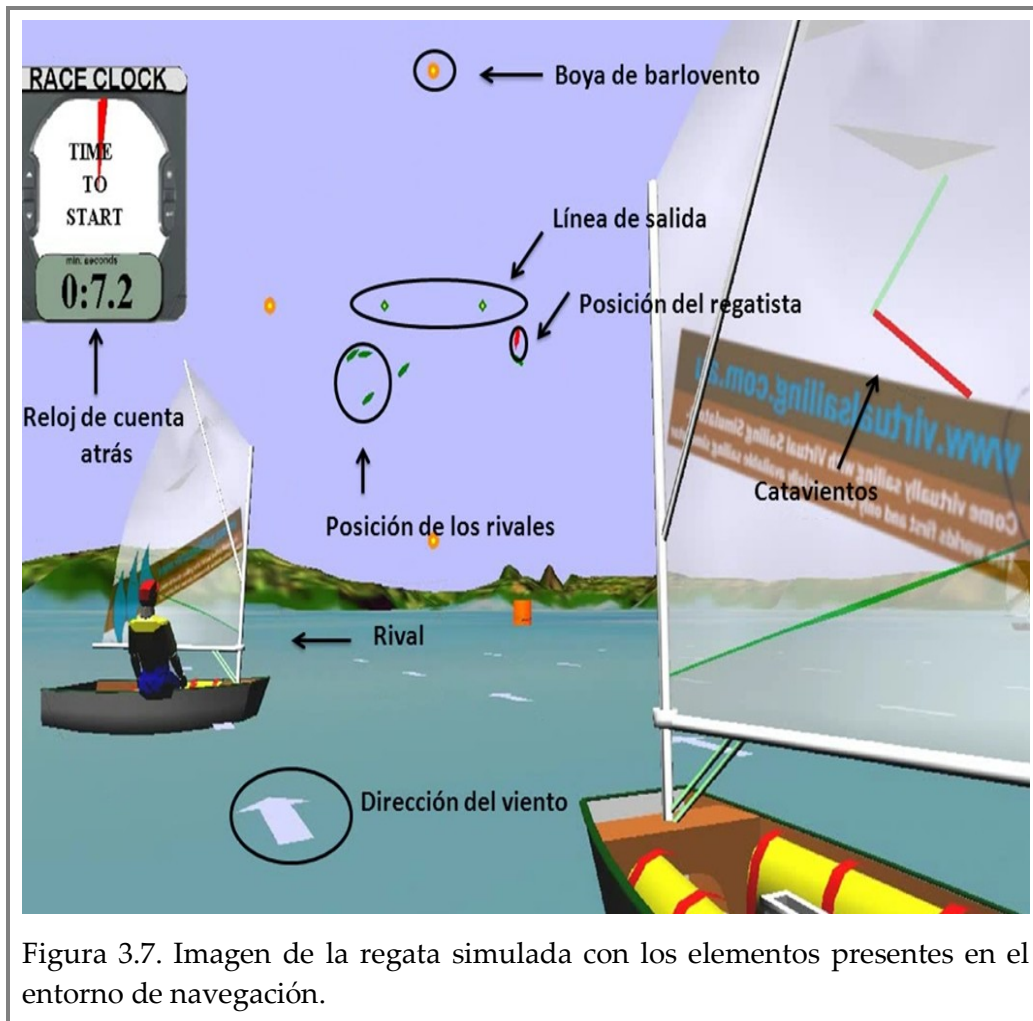


Figura 3.7. Imagen de la regata simulada con los elementos presentes en el entorno de navegación.

Una vez finalizado el proceso de toma de datos con cada uno de los sujetos, el software del simulador, genera un archivo con extensión *.sbp*. Este archivo se exporta a una hoja de cálculo generada en Microsoft Excel® (Figura 3.9.), facilitada por los creadores del simulador, la cual presenta todos los resultados de la navegación del regatista. El archivo generado muestra la velocidad, el posicionamiento, el ángulo del timón, de la botavara y los grados de escora de la embarcación, junto al recorrido realizado por el regatista. A pesar de que el simulador ofrece los datos de todas las variables mencionadas, solamente se han



escogido las variables que están relacionadas con los valores de VMG (Velocity Made Good), velocidad y trayectoria de la embarcación. El VMG es un indicador del éxito en condiciones reales de navegación, extraído a partir del análisis de la trayectoria y de la velocidad en relación a la dirección del viento.

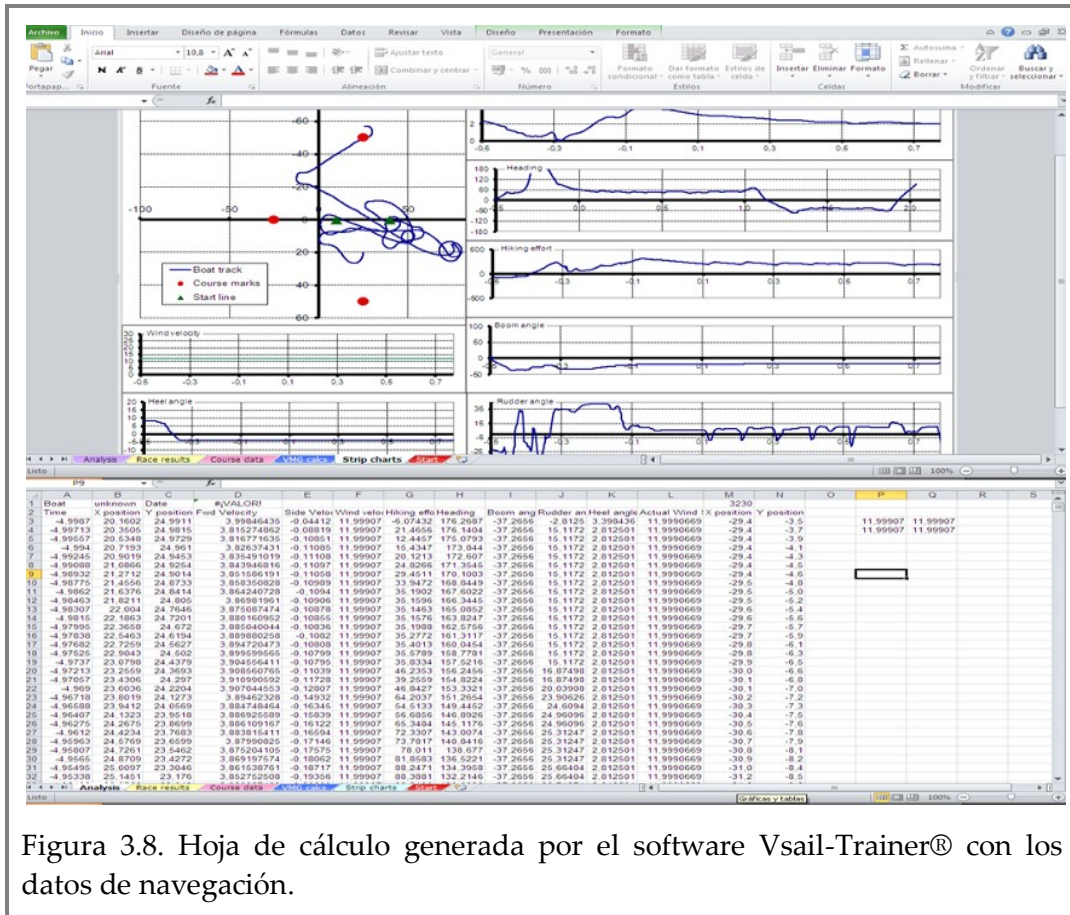


Figura 3.8. Hoja de cálculo generada por el software Vsail-Trainer® con los datos de navegación.

### 3.2.1.3. Imagen proyectada

La imagen de la simulación se proyectó sobre la pared situada enfrente del simulador (Figura 3.9.), a una distancia de 2,25 metros de la posición del regatista. Para la reproducción de la imagen y la distancia a la que debía estar situado el

sujeto frente a la proyección, se intentaron seguir los criterios establecidos por Reina (2004), Reina, Luis, Moreno y Sanz (2004) y Reina, Moreno, Sanz, Damas y Luis, (2006). Debido a que dichos criterios estaban diseñados para una situación muy específica, donde la distancia entre los sujetos que intervienen en la acción es constante o se modifica muy poco, ha sido muy difícil el ajuste. Las pautas establecidas por Reina (2004) indicaban que el tamaño de la imagen de proyección era el resultado de la división de la distancia a la que estaba el sujeto de la pantalla de proyección, dividida entre la distancia entre sujetos en la situación real y multiplicada por el tamaño del oponente. Puesto que la situación objeto de estudio de esta investigación es dinámica y las distancias que separan al sujeto de cada uno de los elementos del entorno cambian continuamente, se descartó el ajuste de dichos criterios. Por este motivo, y considerando el espacio disponible en la sala de investigación y el tamaño del simulador, se determinó que la distancia de 2,25 metros, entre el sujeto y la imagen, era apropiada para desarrollar la toma de datos.

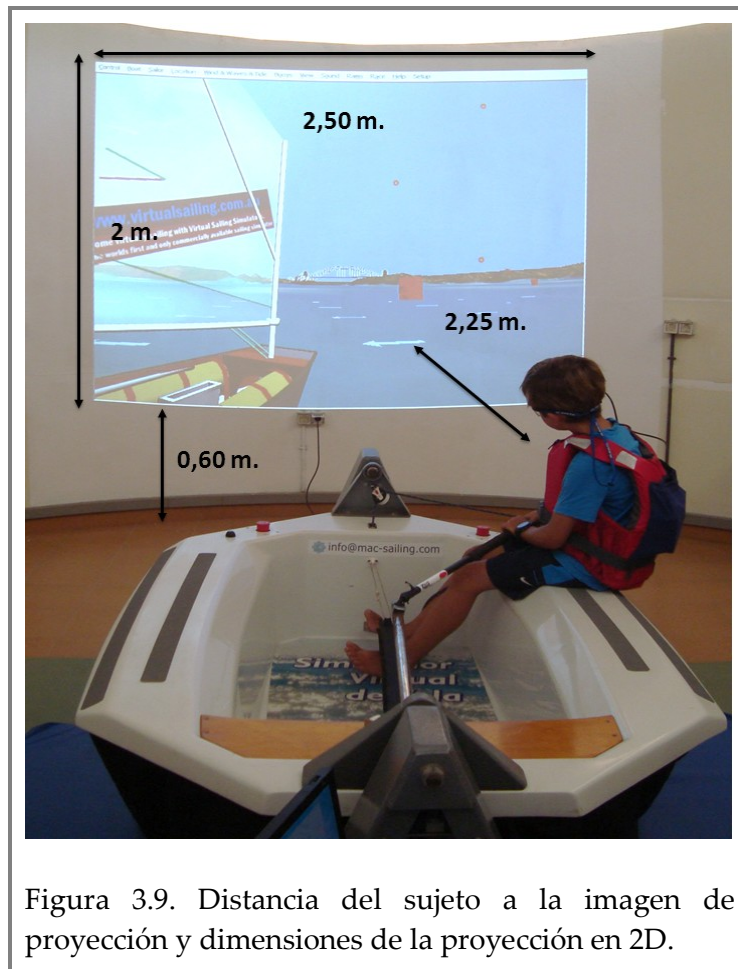


Figura 3.9. Distancia del sujeto a la imagen de proyección y dimensiones de la proyección en 2D.

En cuanto al tamaño de la imagen que se proyecta, tiene unas dimensiones de 2,00 metros de altura y 2,50 metros de anchura. Debido a que los regatistas estaban sentados sobre una banda, se ajustó la altura de proyección de la imagen para que la posición de la cabeza fuese lo más parecida posible a la situación de regata, situando la imagen a una altura de 0,60 metros del suelo (Figura 3.9.). A pesar de no haber podido seguir los criterios del tamaño de la imagen y la distancia al sujeto (Reina, 2004 y Reina, Luis, Moreno y Sanz, 2004), nos hemos ajustado lo máximo posible a estos criterios, coincidiendo en el tamaño de la

imagen que se han proyectado en otras investigaciones más actuales como es la de Damas (2012).

Con respecto al instrumental utilizado para la reproducción de la imagen, se emplearon los siguientes dispositivos:

- *Un proyector multimedia (Toshiba EX21) con tecnología DLP, resolución XGA de 980.000 píxeles (1.2080 horizontales y 768 verticales y proyección de 2.300 lúmenes y lámpara de 270 W (Figura 3.10).*

El proyector estaba situado detrás de la embarcación, a una altura de 2,65 metros del suelo, con el fin de que no produjera sombras sobre la imagen proyectada y a una distancia de 5,90 metros de la imagen proyectada.



Figura 3.10. Ubicación del proyector Toshiba EX21.

- *Sistema de altavoces (Logitech Z623), compuesto por dos altavoces y un subwoofer que reproducían el sonido ambiente de la situación de regata, sonido del mar, la vela y las señales de salida. Los altavoces amplificaban el sonido que proporciona el software del simulador.*

### 3.2.2. Instrumental para el registro del comportamiento visual

Conjuntamente con el simulador de navegación, se utilizó el sistema de seguimiento de la mirada ASL (Applied Sciences Laboratories®) denominado Mobile Eye. El sistema fue cedido para la investigación por el Laboratorio de Aprendizaje y Control Motor (APCOM) del Centro de Investigación del Deporte (CID), de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Esta tecnología es una de las más empleadas en investigaciones que estudian los patrones de observación en el deporte a nivel nacional e internacional (Ávila, 2002; Damas, 2012; Luís, 2008; Reina, 2004; Según-Ming, 2010; Vickers, 1992; 2007).

El Mobile Eye es un instrumento de registro de vídeo monocular que permite la grabación del comportamiento visual del deportista en movimiento. Basado en la filmación del comportamiento de la pupila y la reflexión corneal, indica el lugar donde mira el deportista (localización), en función de la duración de la duración del movimiento visual (sacádico o fijación) y la secuencia de fijaciones realizadas.

#### 3.2.2.1. Hardware

El sistema Mobile Eye está compuesto por un computador, que junto con un *pendrive* USB contienen el software que permite unificar la grabación de las dos cámaras montadas sobre una montura de gafas deportivas. Estas gafas están unidas a una grabadora de vídeo, que es la encargada de almacenar todas las imágenes filmadas por ambas cámaras (Figura 3.11.).



Figura 3.11. Sistema de seguimiento de la mirada ASL Mobile Eye® preparado para su colocación en el regatista.

El sistema de grabación está compuesto por dos videocámaras ancladas sobre una montura de gafas. Éste se coloca al sujeto al igual que unas gafas deportivas y se acomodan al tamaño de la cabeza mediante una banda ajustable (Figura 3.12.). El motivo de ajustar el sistema es evitar movimientos de éste, ya que podría producir un desajuste en la calibración del dispositivo.

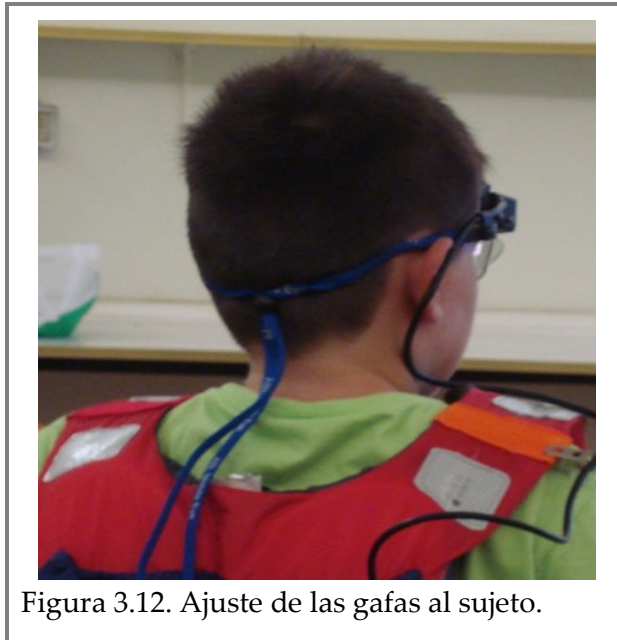


Figura 3.12. Ajuste de las gafas al sujeto.

Una de las videocámaras tiene un sistema de infrarrojos, y es la que está permanentemente grabando el ojo del deportista. Para que la grabación sea correcta, debe ajustarse la cámara y el espejo de reflexión corneal a cada uno de los sujetos, a partir del diámetro de la pupila y el punto de mayor reflexión corneal. El ajuste es posible gracias a que el sistema muestra los tres puntos de mayor reflexión (Figura 3.13.), los cuales deben de situarse dentro de la pupila, siempre que sea posible, ya que cualquier anomalía en la fisiología ocular, tales como miopía o hipermetropía, dificultan la calibración del dispositivo.

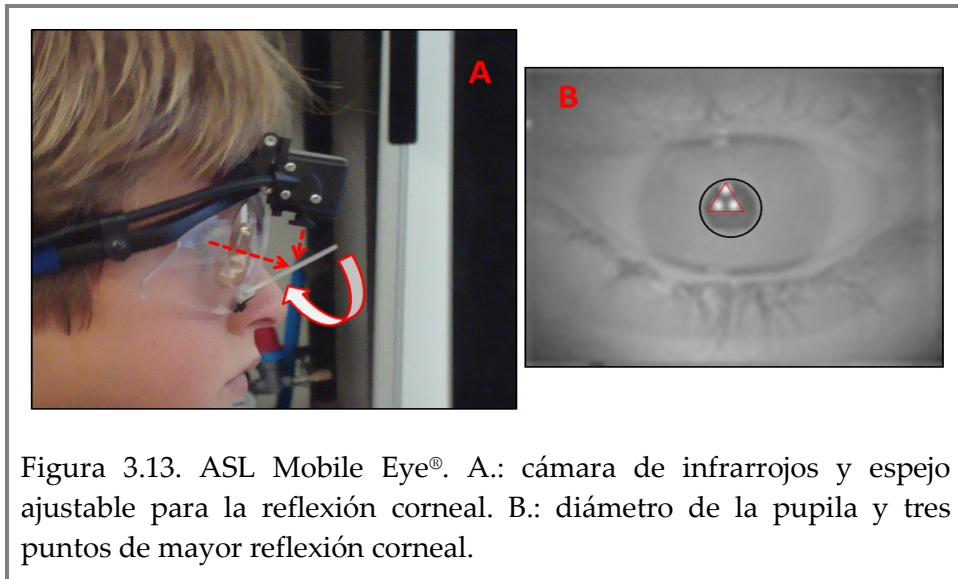


Figura 3.13. ASL Mobile Eye®. A.: cámara de infrarrojos y espejo ajustable para la reflexión corneal. B.: diámetro de la pupila y tres puntos de mayor reflexión corneal.

La segunda videocámara se ocupa de la filmación de la escena (Figura 3.14.). Esta videocámara debe ajustarse a la altura del sujeto y a su posición cuando navega, ya que puede que filme por encima o debajo de la imagen si no se coloca correctamente. La integración de las imágenes de ambas cámaras se realiza a través del software del sistema ASL, el cual superpone las imágenes de las dos filmaciones generando un nuevo vídeo, donde se muestran dos líneas rojas que se cruzan sobre la imagen de la escena, indicando en el lugar de cruce, la localización que está mirando el sujeto (Figura 3.14.).



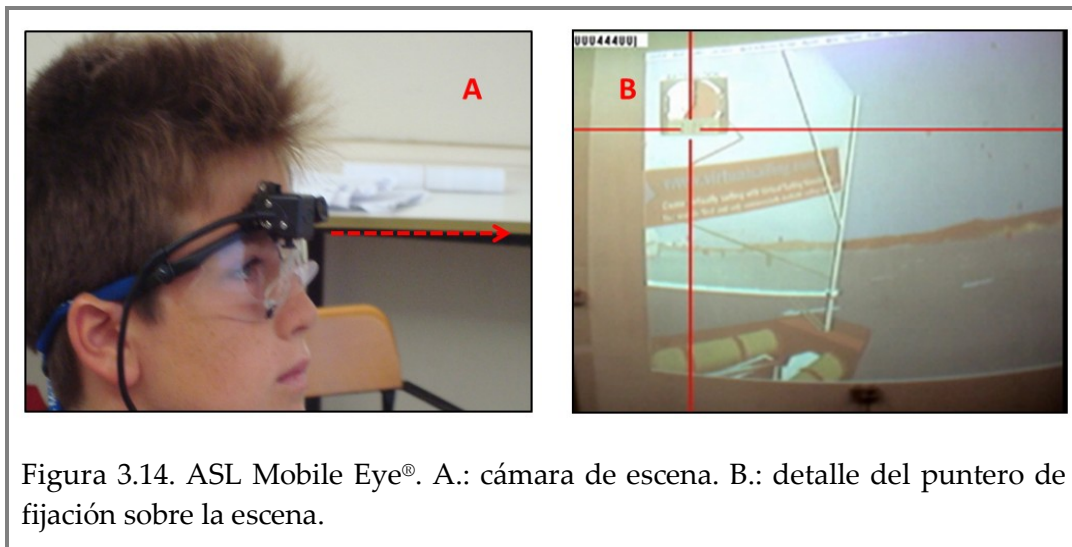


Figura 3.14. ASL Mobile Eye®. A.: cámara de escena. B.: detalle del puntero de fijación sobre la escena.

La información de ambas videocámaras se almacena en un soporte de grabación independiente (video walkman Sony GV-A500E PAL), que graba los vídeos en formato analógico sobre cinta mini DV, con capacidad de 60 minutos cada una de ellas. Este soporte está unido al soporte de ambas cámaras por un cable de 1.5 metros, por lo que no puede estar muy alejado, ya que es posible que dificulte los movimientos de la cabeza del regatista. Por este motivo se decidió introducir dicho dispositivo dentro de un bolsillo que se le hizo a un chaleco salvavidas, del mismo estilo y tamaño con el que los regatistas navegan en situación real (Figura 3.15).



Figura 3.15. Chaleco salvavidas y bolsillo en el que se ubica el soporte de grabación del ASL Mobile Eye®.

### 3.2.2.2. Software

Posteriormente y como se mostrará en el epígrafe 3.5.4.1. *Extracción de los datos del comportamiento visual*, cuando finaliza la toma de datos, con las imágenes de ambas videocámaras y con el software específico del programa ASL, se obtiene el vídeo que permite analizar el comportamiento visual de cada uno de los sujetos. El sistema de grabación aporta un formato de vídeo que presenta 30 fotogramas por segundo.

### 3.2.3. Dispositivos de registro complementarios

Durante el proceso de toma de datos, se han utilizado también los siguientes dispositivos:

- *Videocámara*: todo el proceso de toma de datos fue filmado con una videocámara digital (Sony, DCR-SX85EB) a 30 hz (Figura 3.16.). El motivo de esta grabación fue controlar que la toma de datos con cada uno de los participantes fuese en las mismas condiciones, así como, poder identificar el

motivo de cualquier imprevisto que pudiera suceder en el proceso. Ésta se colocó detrás del sujeto, para filmar toda la escena, a una altura de 1,50 metros del suelo, sobre un trípode.



Figura 3.16. Ubicación de la videocámara para la filmación de la actuación de cada regatista.

- Software para la captura pantalla: se utilizó un software de captura de imagen de pantalla de ordenador (Free Screen to Vídeo, v. 1.0.4.42). Dicho software se empleó con el fin de disponer del vídeo de cada una de las regatas realizadas por los participantes en el estudio, ya que el software del simulador no lo proporciona.
- Ordenador portátil auxiliar: un ordenador (Toshiba Satellite, L755-1NT) con sistema operativo Windows Vista®. La función de éste fue servir de apoyo en caso de fallo del ordenador principal, así como su empleo como reproductor de protocolo audiovisual de familiarización. Estaba situado sobre la mesa de investigación, junto al ordenador principal (Figura 3.17.).

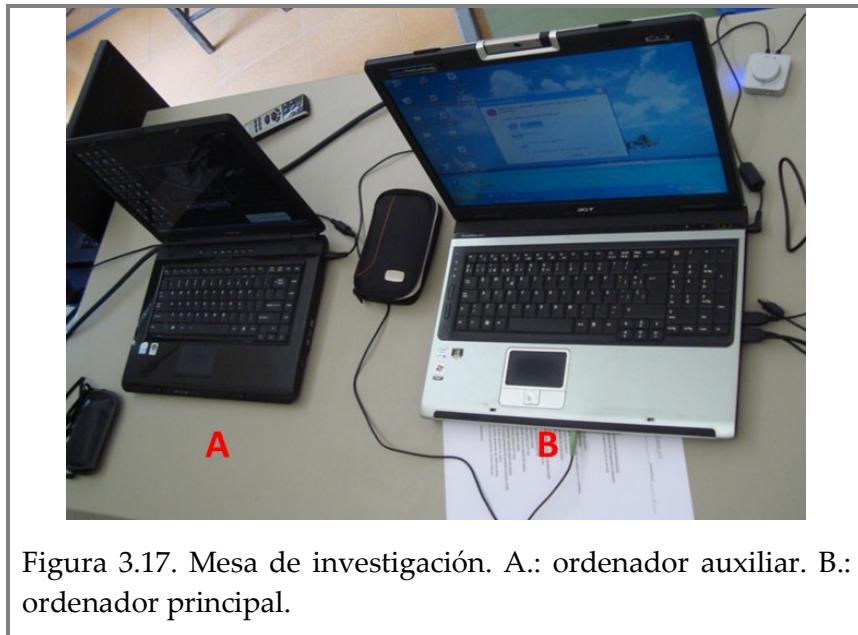


Figura 3.17. Mesa de investigación. A.: ordenador auxiliar. B.: ordenador principal.

- Sensor de luminosidad: para la medida de la luminosidad se utilizó el Sekonic Flashmate (L-308S), un dispositivo que permite captar la cantidad de lúmenes por metro cuadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ).
- Termómetro: para el control de la temperatura de la sala, fue utilizado un termómetro de mercurio convencional, que mostraba la temperatura en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Báscula mecánica con tallímetro: para la medición del peso y la altura de los regatistas, se utilizó una báscula mecánica con tallímetro (Detecto 439), mostrando el peso en Kilogramos (kg.) y la altura en centímetros (cm.).
- Cinta métrica: para la medición de la envergadura, se utilizó una cinta métrica (Lufkin), colocada en la pared, ajustada a la altura de cada sujeto.

## 3.4. DISEÑO

El diseño de la investigación se llevó a cabo a partir de las propuestas de Pereda (1988, p. 263). Se escogió un diseño de experimental, de tipo multivariado-multivariado, ya que se pretende conocer la respuesta visual y motora (variables dependientes) que tienen los sujetos objetos de estudio en función de la experiencia y del periodo analizado en la salida de la regata (variables independientes), mientras se mantienen constantes las variables de control, con el fin de no influyan en los resultados de investigación. Atendiendo al tipo de situación experimental, se seleccionó un diseño mixto, inter e intra-grupo. Respecto a la formación de los grupos, se emplearon criterios intencionados y no aleatorios, optándose por la elección de un diseño apareado, con el fin de lograr grupos claramente diferenciados a partir de la variable experiencia. El diseño de investigación del presente estudio se muestra en la Figura 3.21.

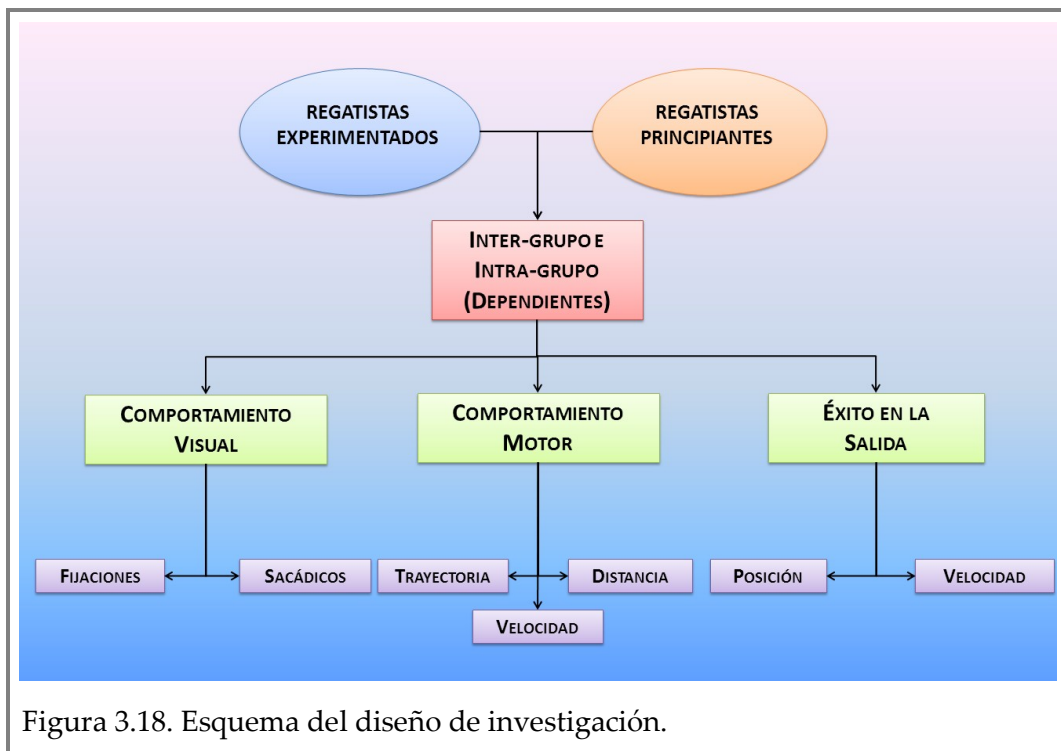


Figura 3.18. Esquema del diseño de investigación.

### 3.5. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

#### **3.5.1. Temporalización**

En este apartado de la Tesis Doctoral se exponen las tareas que se han llevado a cabo durante todo el proceso de investigación. En el Tabla 3.2. se especifican las tres fases de desarrollo del estudio: a) etapa previa a la toma de datos, b) etapa de medición o toma de datos y c) etapa posterior a la medición de las variables anteriormente expuestas.

Tabla 3.2.

Tareas llevadas a cabo para el desarrollo de la investigación.

<b>FASES DE LA INVESTIGACIÓN</b>		
<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>	<b>Temporización</b>
<b>ETAPA 1. PLANIFICACIÓN</b>		
<b>1. Detección y planteamiento del problema de estudio.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación continuada del doctorando en el aprendizaje y entrenamiento de la vela deportiva.</li> <li>• Diseño de la investigación en la línea de Control y Aprendizaje Motor.</li> </ul>	Cursos académicos 2005-2009
<b>2. Revisión documental.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta en la biblioteca de la Universidad Católica de Murcia.</li> <li>• Consulta en bases de datos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sport Discus.</li> <li>○ Medline.</li> <li>○ Isi Web of Knowledge.</li> </ul> </li> <li>• Préstamo inter-universitario.</li> <li>• Revistas de divulgación científica.</li> </ul>	Octubre de 2010 a Enero de 2011
<b>3. Adquisición y pruebas preliminares de los sistemas de medición.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de salida de regata como situación a investigar.</li> <li>• Adquisición de material para el laboratorio "Aula del mar", por parte de la Facultad de Ciencias del Deporte de la UCAM.</li> <li>• Préstamo de material del Laboratorio APCOM del Centro de Investigación del Deporte Universidad Miguel Hernández de Elche.</li> <li>• Pruebas preliminares del instrumental de medición.</li> </ul>	Febrero de 2011 a Marzo de 2011

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboración de personal del CID, del grupo ApCOM.</li> </ul>	
<b>4. Confección de las tareas y protocolos de medida.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de la situación experimental y estructuración del proceso de toma de datos.</li> <li>• Organización de material de medida en la sala de investigación.</li> <li>• Análisis de las posibles molestias que el instrumental pudiera ocasionar o interferir al regatista o a la situación de medida.</li> </ul>	Abril de 2011
<b>5. Gestión de la instalación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamiento del Laboratorio Aula del Mar en el Centro de Alto Rendimiento Infanta Cristina.</li> </ul>	Abril de 2011
<b>ETAPA 2. ESTUDIO PILOTO.</b>		
<b>6. Selección y organización de la muestra de regatistas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elección de los regatistas participantes en el estudio y temporalización de la intervención de cada uno de ellos en el proceso de toma de datos.</li> </ul>	Abril de 2011
<b>7. Elaboración de las aplicaciones informáticas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo del proceso de toma de datos, informatizando el funcionamiento y puesta en marcha de los instrumentos de medición.</li> </ul>	Abril de 2011
<b>8. Desarrollo del estudio piloto.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta en marcha del protocolo experimental en situación simulada 2D.</li> <li>• Definición de funciones y selección del equipo investigador.</li> <li>• Obtención de datos descriptivos.</li> </ul>	Mayo de 2011



<b>9. Análisis y discusión de los resultados del estudio piloto.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de posibles problemas en el protocolo seleccionado.</li> <li>• Mejoras en la automatización de los instrumentos de medida.</li> <li>• Análisis de resultados obtenidos.</li> </ul>	Mayo de 2011
<b>ETAPA 3. TOMA DE DATOS.</b>		
<b>10. Definición del diseño de estudio final.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acotación de las variables objeto de estudio y la metodología a emplear.</li> <li>• Reunión de expertos para valorar la importancia de las variables de investigación.</li> <li>• Optimización del proceso de toma de datos con reorganización de tareas.</li> </ul>	Mayo de 2011
<b>11. Selección de la muestra.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del ranking de la clase <i>Optimist</i> y selección de la muestra, mediante contacto telefónico y entrevista personal con los entrenadores de todos los clubes de la Región de Murcia.</li> <li>• Envío de información sobre la investigación y video informativo.</li> </ul>	Junio de 2011
<b>12. Desarrollo del proceso de toma de datos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de los datos experimentales.</li> <li>• Obtención, almacenamiento y clasificación de los datos.</li> </ul>	De Julio de 2011 a Agosto de 2011
<b>ETAPA 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y REDACCIÓN DE LA TESIS DOCTORAL.</b>		
<b>13. Extracción y preparación de los datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de los datos de comportamiento visual para el análisis estadístico.</li> </ul>	De Octubre de 2011 a Marzo de 2012

<b>experimentales.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de los datos de comportamiento motor para el análisis estadístico.</li> </ul>	
<b>14. Análisis de los datos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis estadístico de los resultados correspondientes a las variables definidas.</li> <li>• Discusión de los resultados obtenidos y extracción de conclusiones.</li> </ul>	De Abril de 2012 a Septiembre de 2012
<b>15. Redacción de la Tesis Doctoral.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración del documento e informe final de investigación.</li> </ul>	De Octubre de 2012 a Junio de 2013.

A continuación, se detallarán las etapas de mayor relevancia para la investigación, como son las concernientes al procedimiento de investigación en tres momentos: antes, durante y después de la toma de datos.

### 3.5.2. Antes de la toma de datos

Tras la definición del problema de investigación y el establecimiento de objetivos e hipótesis de estudio, se llevó a cabo una evaluación de las necesidades para llevar a cabo la puesta en marcha del estudio. Se realizó una puesta en común entre los miembros del equipo investigador de todos los recursos materiales necesarios y la posible obtención de los mismos. En cuanto al simulador de vela, se requirió de la compra del mismo por parte del Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM). Para disponer del sistema de seguimiento de la mirada, fue necesario la colaboración de los investigadores del grupo APCOM, dentro del CID de la Universidad Miguel Hernández de Elche y formalizar un convenio inter-universitario para el préstamo de material de investigación. Para la adquisición de este material, fue necesaria la realización de diversas gestiones con estos centros:

- Centro de Investigación del Deporte (CID). Se gestionó el préstamo de material de investigación, perteneciente al Laboratorio APCOM, a través de su director, el Dr. D. Francisco Javier Moreno Hernández.

- Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Católica San Antonio. Se gestionó la adquisición y el empleo del material de investigación complementario necesario, por medio de su presidente D. José Luis Mendoza Pérez. Se solicitó el instrumental audiovisual a través de su Decano, el Dr. D. Antonio Sánchez Pato, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Tras la obtención del instrumental de medida, fue imprescindible la instalación de éste en una sala acondicionada para la investigación, creándose el Laboratorio “Aula del Mar” en el Centro de Alto Rendimiento Infanta Cristina de los Narejos (Mar Menor, Murcia). Para obtener el uso y disfrute de este emplazamiento, fue necesario contactar con el director del centro.

- Centro de Alto Rendimiento Infanta Cristina (CAR). A través de D. Francisco Montoya Conesa, director del CAR en ese momento, se gestionaron los permisos para la utilización de las instalaciones y del material necesario para la puesta en marcha de la toma de datos.

Una vez instalado el instrumental dentro del laboratorio, se realizó una reunión por parte del grupo de investigación, en la cual se plantearon las dudas y cuestiones que podían ser causa de problemas durante el proceso de toma de datos. Para optimizar la puesta en marcha y definir el protocolo final, se realizó el estudio piloto.

### **3.5.2.1. Contexto de la investigación**

El Centro de Alto Rendimiento Deportivo “CAR Infanta Cristina” es una instalación gestionada por la Comunidad Autónoma de Murcia (Figura 3.19). Este centro está ubicado en el término territorial de Los Alcázares, junto al Mar

Menor. Las instalaciones fueron diseñadas para el desarrollo y la práctica de deportes en general y de los deportes náuticos en particular.



El principal motivo de la elección de esta instalación fue su cercanía de la población objeto de estudio a ella. Ésto muestra la gran tradición de navegación que tiene la zona de Mar Menor, y la afluencia de jóvenes a los clubes de dicha zona.

Durante todo el proceso de toma de datos, se utilizó el Laboratorio "Aula del Mar". Esta instalación tenía unas características idóneas para llevar a cabo la medición, ya que el tamaño (6.48 metros de diámetro y 4.00 metros de altura) junto con su forma circular, tenían las cualidades necesarias para la colocación del simulador en el centro de la sala. Esta sala estaba iluminada por luz natural durante las horas de medición, ya que todo el perímetro de la parte superior de la misma permitía la entrada de luz exterior. La sala de investigación se reformó y acondicionó para realizar la toma de datos en las condiciones idóneas (Figura 3.20.).



Figura 3.20. Sala de investigación. A.: nombre de la sala de investigación, aula del mar. B.: entrada a la sala de investigación. C.: vista de la sala, desde la puerta. D.: vista de la sala desde el fondo. E.: mesa de control.

### 3.5.2.2. Estudio piloto

Una vez ubicado el instrumental en la sala de investigación, se llevó a cabo el ajuste, comprobación y calibración del mismo, procediéndose al desarrollo del estudio piloto para probar la viabilidad del diseño propuesto.

El estudio piloto, se llevó a cabo con 2 regatistas de clase *Optimist* de la Comunidad Autónoma de Valencia y permitió valorar las necesidades requeridas para la puesta en marcha del estudio final. Tras éste, se mejoraron aspectos como la adaptación de los instrumentos de medida a la situación y se planificó y estructuró el proceso de medición, las necesidades de material y de disponibilidad de terceros. Las mejoras y conclusiones que se extrajeron de este proceso fueron las siguientes:

- Colocación del soporte de grabación del sistema de seguimiento de la mirada dentro de un chaleco salvavidas real. Ésto se realizó por dos motivos: i) el regatista en situación de regata, navega con chaleco, por lo tanto, los sujetos estarían acostumbrados a éste y ii) debido a la longitud del cable que une el soporte de grabación y el sistema de grabación (1.50 metros) era necesario que el sujeto lo tuviese cerca y que no le limitase el movimiento, sobre todo al cambiar de banda de la embarcación.

- Definición del protocolo de calibración tanto del simulador como del sistema de seguimiento de la mirada (se explica en el epígrafe 3.5.3.1. *Recepción, calibración y familiarización*). Del mismo modo, se cerró definitivamente el protocolo a seguir, desde que el sujeto entra en la sala, hasta que finaliza la toma de datos.

- Definición del protocolo de familiarización (se explicará en el epígrafe 3.5.2.4. *La situación de estudio*).

- Se optimizó el proceso de toma de datos para que fuera llevado a cabo por una sola persona, sin necesidad de disponer de ayuda por parte de ningún otro investigador.

### 3.5.2.3. Captación de la muestra

Tras el estudio piloto, y habiendo ajustado el tiempo para la medición de cada sujeto a 35 minutos, dada la escasez de tiempo que tenían los regatistas, debido a que estaban en periodo competitivo, se acotó que el número de sujetos que formarían parte de cada grupo a 10 regatistas (10 experimentados y 10 noveles). El tamaño muestral coincide en número con algunas investigaciones realizadas anteriormente dentro de las investigaciones sobre el tópico "Visión y Deporte" (Ranganathan y Carlton, 2007; Savelsbergh, Williams, Van Der Kamp y Ward 2002; Williams y Elliott, 1999).

Una vez definidas las características que debían cumplir los sujetos para pertenecer a cada uno de los grupos, expuestas al inicio de este capítulo, se escogieron a todos aquellos que cumplían las características. Tras seleccionar a cada uno de los sujetos, se contactó con cada uno de los clubes y con la Federación Española de Vela, para presentarles el estudio y pedirles su colaboración.

- Federación Española de Vela. Se contactó con su presidente, D. Gerardo Pombo García, informando de la puesta en marcha de la investigación.
- Clubes de vela de la Región de Murcia. Se contactó con todos los clubes de la Región de Murcia donde entrenasen regatistas de clase *Optimist*, debido a que la muestra seleccionada estaba compuesta por regatistas de todos los clubes. Se les informó de la investigación que se iba a poner en marcha y se les solicitó la colaboración para comunicarlo a los regatistas y a sus tutores legales. Del mismo modo, se les pidió que se ocuparan del transporte de los sujetos desde su club de origen hasta las instalaciones del CAR.

### 3.5.2.4. La situación de estudio

Esta investigación está centrada en la situación concreta de la salida de regata (Rocha, 2003). La salida de una regata está basada en un protocolo de 5 minutos, durante los cuales los regatistas deben buscar la mejor posición para conseguir estar lo más cerca posible de la línea de salida, en el momento de la señal de salida, sin llegar a sobrepasarla. La línea de salida en una regata real, es la línea imaginaria formada entre el barco de comité u organizador de la regata y una baliza o embarcación auxiliar. En la situación simulada, la línea de salida estuvo delimitada por dos balizas de color verde (Figura 3.21.).

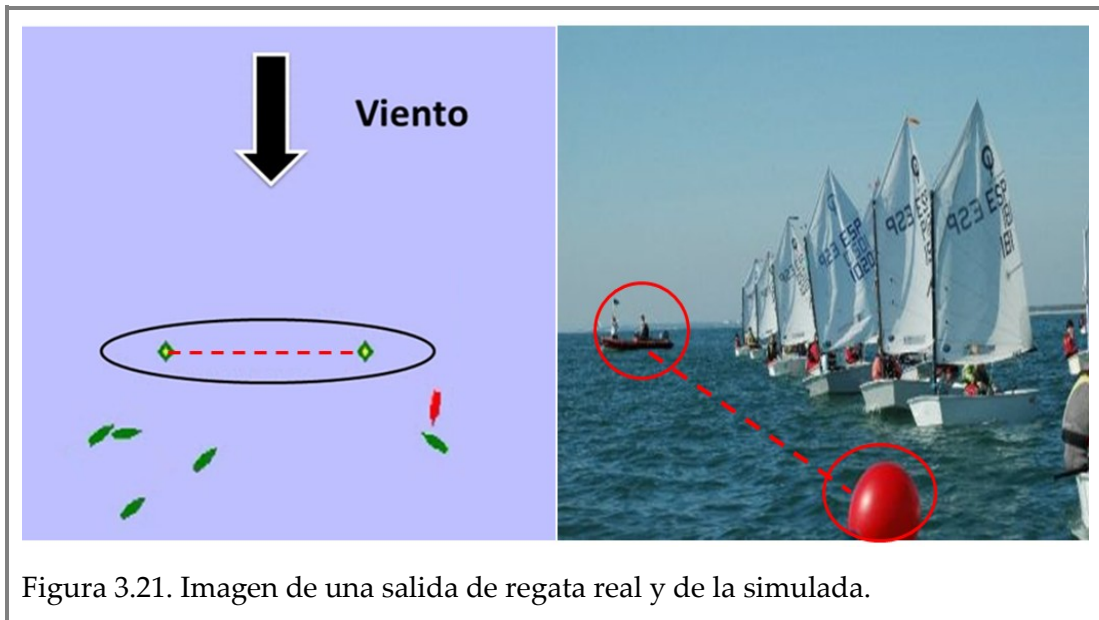


Figura 3.21. Imagen de una salida de regata real y de la simulada.

Dentro de un protocolo de salida de 5 minutos, en esta investigación se han seleccionado los dos últimos minutos (los dos minutos previos a la señal de salida). Esto se debe a que esos dos últimos minutos son los más relevantes en la elección del lugar de salida y el posicionamiento de los regatistas frente a la misma.



Esta decisión fue determinada por el comité de expertos, concluyendo que el minuto previo a la salida, es el más decisivo e importante, y en el cual los regatistas toman las decisiones más determinantes. En una regata, el resultado de la salida marca considerablemente el transcurso de la misma, por lo que si un regatista realiza una buena salida, tiene más posibilidades de obtener un buen resultado al finalizar la misma. En este estudio se han analizado los resultados en dos fases, 1ª Fase) los obtenidos a falta de dos minutos de la salida, es decir, del minuto -2 al -1 y 2ª Fase) los obtenidos en el último minuto de la salida, es decir, del minuto -1 a la señal de salida, que se mostrarán como 2-1 y 1-0, respectivamente.

Tras el estudio piloto, se definió el protocolo a seguir durante la toma de datos. Éste estaba dividido en dos fases: la fase de familiarización y la fase de toma de datos. La duración total del protocolo fue de 21 minutos. El motivo de no prolongar la duración de la situación de medida fue que los regatistas debían portar durante todo el proceso el sistema de seguimiento de la mirada, con la incomodidad que este producía al sujeto. Según Damas (2012), los sujetos que llevaban el sistema de seguimiento de la mirada empezaban a fatigarse transcurridos 35 minutos desde la colocación del mismo. Debido a que dicho estudio se llevó a cabo con sujetos adultos, en la presente investigación consideramos la reducción del tiempo, debido a que los niños pueden fatigarse antes que los adultos y perder así la concentración en el proceso de toma de datos, obteniendo un comportamiento visual diferente al real.

#### **a. Protocolo de familiarización**

El protocolo de familiarización diseñado se distribuyó en dos fases: i) una primera fase de 6 minutos de navegación, donde se combinaron procesos de navegación libre y dirigida y ii) una segunda fase que reprodujese la situación de medida. Este proceso tuvo una duración total de 13 minutos.

i) Primera fase: estaba compuesta por dos periodos de tiempo de tres minutos cada uno. Durante los tres primeros minutos, el regatista podía utilizar libremente el simulador sin ninguna premisa, mientras que durante los 3 siguientes, el regatista debía navegar siguiendo unas directrices, previamente grabadas y reproducidas en forma de audio.

ii) Segunda fase: transcurridos los 6 primeros minutos de familiarización, se introdujeron los datos de trayectoria que debían seguir los rivales virtuales y se realizó una salida de regata con un protocolo de 5 minutos, junto con 2 minutos para llegar a la baliza de barlovento.

#### **b. Protocolo de medición**

Para la toma de datos se diseñó un protocolo de medida en el que el regatista navega durante 7 minutos, de idénticas características al que se realizó durante la segunda fase de la familiarización. En estos 7 minutos, el regatista realiza una salida completa, con un protocolo de salida de 5 minutos de duración y navega hasta la baliza de barlovento tras la señal de salida. Para llegar a la baliza de barlovento, el regatista dispone de un tiempo máximo de 2 minutos. De todo este proceso de medida, sólo se han considerado los datos obtenidos durante los dos minutos previos a la señal de salida.

El motivo de realizar un protocolo de medición de 7 minutos y que tenga como objetivo llegar a la baliza de barlovento lo más rápido posible, y analizar únicamente los datos de los dos últimos minutos de la salida, no fue otro que conseguir que el sujeto se encontrase en una situación próxima a la de competición y que olvidase, en la medida de lo posible, que estaba siendo observado y medido.

### 3.5.2.6. Edición del video de formación de regatistas

Se realizó un vídeo de presentación (Anexo DVD) para los regatistas participantes, explicando el funcionamiento del simulador y el objetivo del estudio, con la finalidad de informar a los tutores legales y a los participantes, reduciendo así la incertidumbre propiciada por el desconocimiento de la situación.

La edición del vídeo fue una parte muy importante de la toma de datos, debido a que éste era la primera toma de contacto que tenían los regatistas con el simulador de vela y su funcionamiento. Fue diseñado para que los entrenadores de cada uno de los clubes, les mostraran el vídeo de forma previa a su llegada a las instalaciones, donde se realizarían las mediciones. El motivo de mostrar el vídeo no fue otro que la visualización del funcionamiento del simulador.

El vídeo de formación constaba de una grabación de imágenes, fragmentos de vídeo y fotografías adaptadas, que iban siendo explicadas mediante una grabación de voz en *off*.

El video comenzaba con una visualización de imágenes de una situación de medida que se realizó en el estudio piloto, donde un regatista realizaba la misma acción que los participantes deberían desempeñar. Posteriormente, mientras se proyectaba el video, la voz en *off* explicaba el funcionamiento del simulador. A continuación, se explicaban mediante imágenes y voz todos los elementos presentes en la escena presentados por el software, para facilitar la adaptación de la situación real a la virtual, seguido de un ejemplo de navegación virtual.

Una vez explicado el funcionamiento del simulador, se prosiguió con la demostración del funcionamiento del sistema de seguimiento de la mirada. Tras esta breve explicación, se exponía un vídeo que explicaba cada uno de los pasos que se seguían una vez daba comienzo la toma de datos, desde la colocación y calibración de los instrumentos de medida, hasta el objetivo que deben perseguir. Una vez explicado el objetivo, se expusieron las reglas de navegación, junto a 3 consejos para que la adaptación al simulador fuese más rápida y fluida.

Este vídeo de formación se reproducía cuando cada participante entraba en la sala de investigación por primera vez, con el objetivo de informarle y que se adaptase a esta nueva situación desde el comienzo de su intervención.

El vídeo fue editado mediante el software VideoPad®.(Figura 3.22.) Este software permite realizar un montaje de vídeo que incluye fotografías y secciones de otros vídeos de diferentes formatos, así como capturar, modificar y adaptar imágenes, incluyendo una grabación de voz en *off* sobre todo el video-montaje.

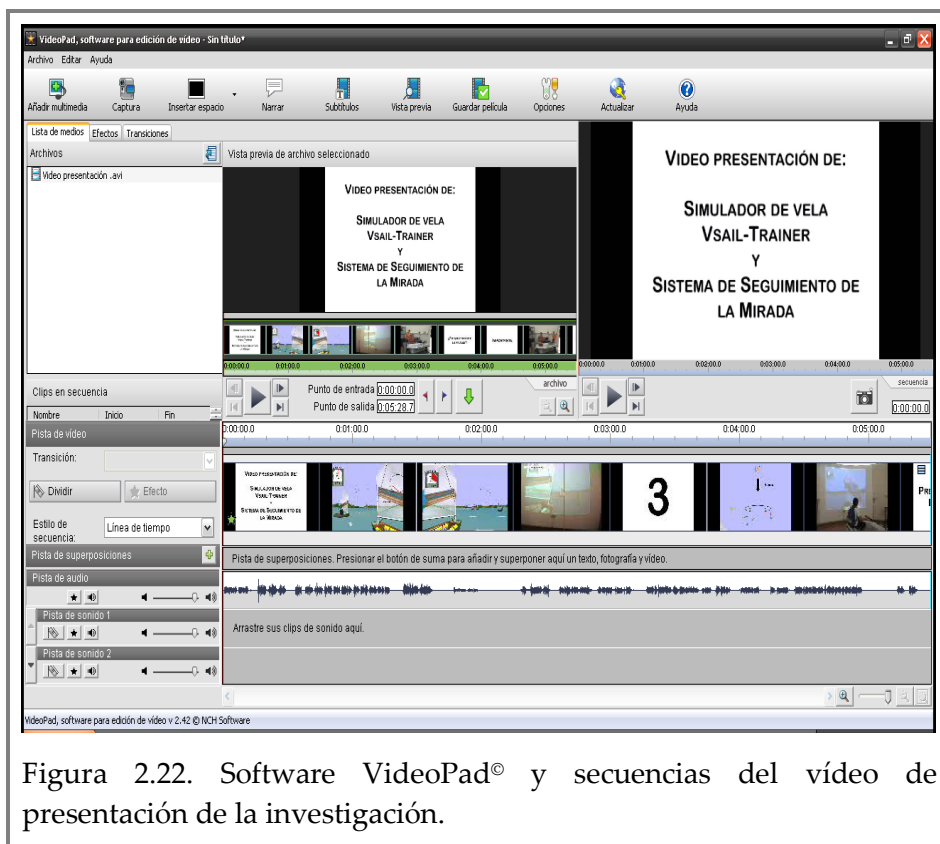


Figura 2.22. Software VideoPad® y secuencias del vídeo de presentación de la investigación.

Las imágenes que formaron parte de dicho vídeo provenían de las extraídas del estudio piloto y de la creación de los rivales que, como ya se explicó anteriormente, se obtuvieron a partir del software de captura de imagen de pantalla Free Screen to Video®.

### 3.5.2.7. Creación de rivales

Previamente a la toma de datos, se diseñaron los recorridos que iban a seguir los rivales de los sujetos, contra los que iban a competir durante la toma de datos. Tal y como se planteó el diseño de investigación, era necesario la creación de 5 rivales virtuales ante los que tenían que enfrentarse todos los regatistas que formaron parte del estudio.

Para el diseño de dichos rivales, se empleó la versión del simulador apta para manejar mediante el teclado de un ordenador. Tras decidir que el nivel de los rivales debía ser, dos de nivel alto, dos de nivel medio y uno de nivel bajo, se diseñaron los recorridos que éstos debían seguir con sus respectivas embarcaciones. Los dos rivales de nivel alto realizarían una salida entre los segundos 0 y 2, siendo ésta una salida muy buena. Los dos rivales de nivel medio, debían salir entre los segundos 2 y 6, aceptando este tiempo como el de una salida normal. El último rival en realizar la salida, lo haría en el segundo 10, siendo éste último un rival de nivel bajo y realizando una salida lenta.

Los recorridos realizados por los rivales serían lo más reales posibles y, por lo tanto, se diseñaron para evitar cruces y posiciones fuera de línea, pese a que éstas últimas no fuesen tenidas en cuenta por el software del simulador.

### 3.5.3. Durante la toma de datos

A continuación, se explicará cómo se llevó a cabo la toma de datos, desde la primera toma de contacto con los regatistas, hasta que finalizó el proceso de registro. Para el correcto funcionamiento de todo el proceso, se creó un listado de verificación (check-list) (Anexo III), de los pasos a seguir para una correcta toma de datos. En un principio, se crearon 3 listados de verificación individualizados para 3 investigadores, donde el investigador principal debía asegurarse del correcto funcionamiento de los otros dos, pero como se ha expuesto

anteriormente, tras el estudio piloto, se rediseñó la toma de datos con el fin de que un solo investigador pudiera controlar todo el proceso.

El protocolo de medida se estructuró en dos etapas: i) desde que se recibe al sujeto, hasta que termina el proceso de familiarización y ii) desde que empieza la toma de datos, hasta que finaliza.

### **3.5.3.1. Recepción, calibración y familiarización**

Previamente a la llegada del regatista a la sala de investigación, todos los instrumentos se conectaron y probaron, a fin de evitar posibles problemas de funcionamiento que pudieran surgir durante el transcurso de la toma de datos.

Lo primero que se hizo cuando llegaron los regatistas y sus entrenadores, fue agradecer su presencia y participación en el estudio. A continuación, se les pidió la ficha de datos personales y deportivos (edad, género, años navegando y club de navegación) (Anexo IV) y el consentimiento informado (Anexo I) firmado por el responsable legal de cada uno de los regatistas.

Una vez que todos los sujetos cumplimentaron correctamente cada uno de los documentos, acto que se realizó en el *hall* del CAR, se procedió a ir llevando a los sujetos hacia el laboratorio.

En la entrada de la sala de investigación, estaba colocado el instrumental para la medición de peso, talla y envergadura. Justo antes de entrar en ella, se realizaba la toma de dichas medidas (Anexo V) y a continuación, el sujeto accedió a la sala.

Una vez que el regatista entraba en la sala de investigación, tomaba asiento frente al panel de reproducción, donde se proyectaba el vídeo de presentación, que ya había visualizado en el club una semana antes de la toma de datos. En el vídeo se le explicaba la situación en la que participaría y el objetivo del estudio.

Seguidamente, en caso de que el regatista lo requiriese, se les aclaraba cualquier duda planteada al efecto. Todas las instrucciones fueron resueltas por el investigador principal, para dar la misma información a todos los sujetos. Ésto se debe a que un exceso de información puede modificar o influir en el comportamiento perceptivo y/o motor (Yarbus, 1967). Tal y como afirmaron Al-Abood et al. (2002), existen evidencias de que el uso de instrucciones verbales específicas, puede alterar la estrategia de búsqueda visual que el deportista realizaría sin las mismas, modificando de esta forma, el comportamiento visual que el sujeto realizaría por sí mismo sin dichas verbalizaciones. Por ello, se estableció de manera muy precisa la información que se les administró a los regatistas, aportando una información neutral y aséptica acerca del proceso perceptivo y la actuación a realizar.

A continuación, el sujeto se sentó en una silla colocada justo enfrente de la pantalla de simulación, se colocó el sistema de seguimiento de la mirada y el chaleco salvavidas, que contenía la unidad de almacenamiento del mismo. Seguidamente, se procedió a la calibración de dicho equipo mediante el ajuste de la reflexión corneal del ojo, seguido de la fijación de la mirada del sujeto sobre 9 puntos proyectados en la pantalla frontal (Figura 3.23) (Damas, 2012; Reina, 2004). Este proceso se llevaba a cabo en un tiempo máximo de 4 minutos.

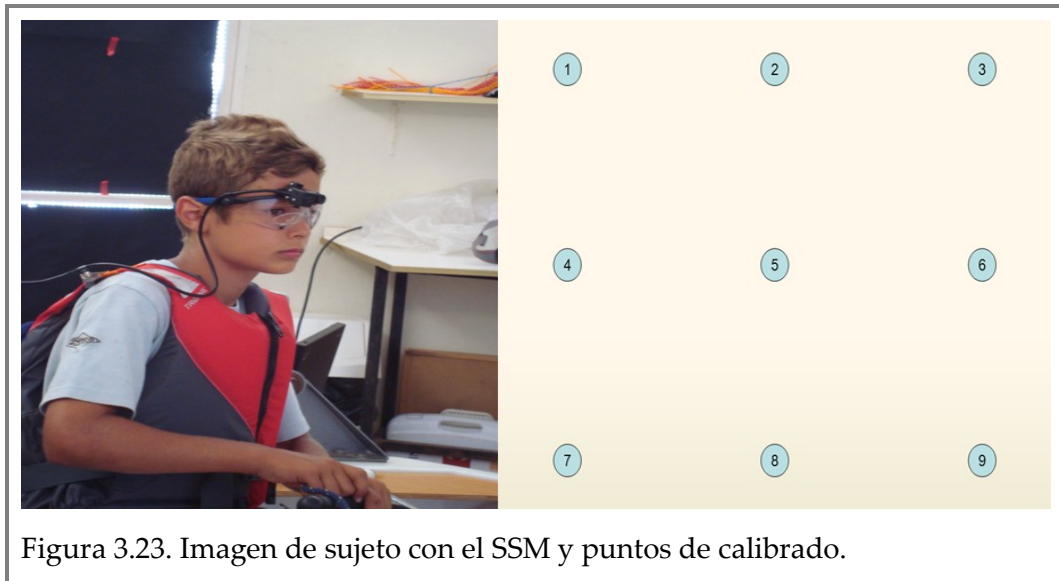


Figura 3.23. Imagen de sujeto con el SSM y puntos de calibrado.

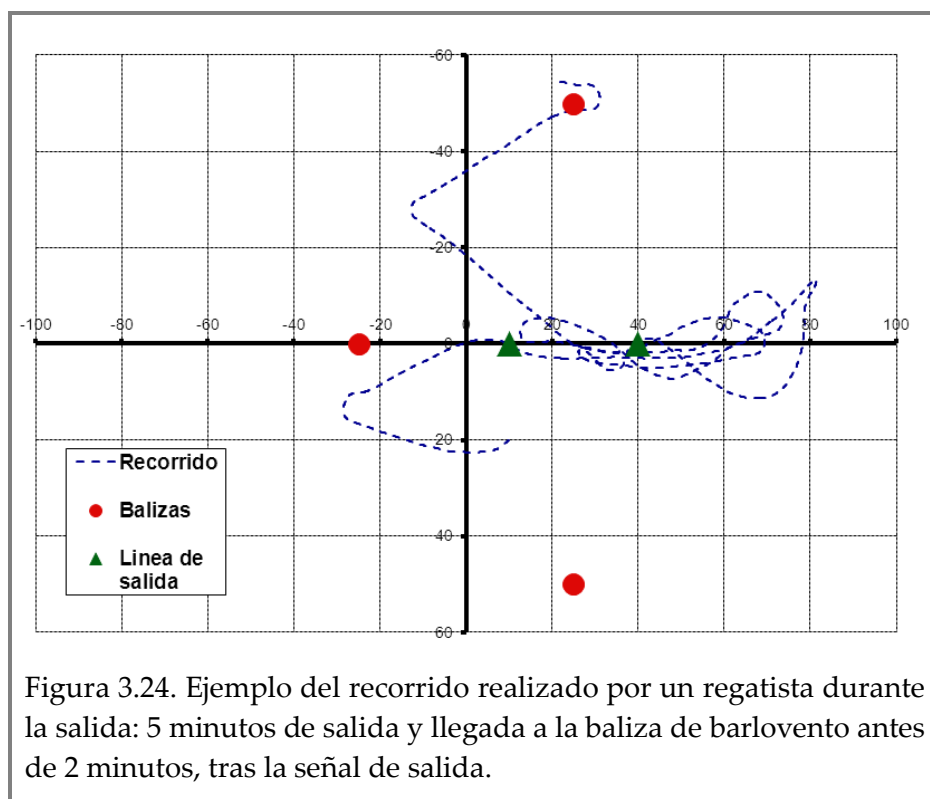
Tras el calibrado del sistema de seguimiento de la mirada, se activaba el software del simulador. Para su funcionamiento, es necesario calibrar al inicio los valores de la escota, timón y escora durante el encendido del mismo. Esto se realizaba pidiendo al sujeto que pusiera el timón a la vía y cazara la escota hasta que encontrase una marca, que previamente se había establecido para un perfecto calibrado. Una vez puesto en marcha el software, se ajustaron los valores de peso del regatista, junto con las condiciones meteorológicas de intensidad de viento diseñadas para la investigación.

Finalizadas las calibraciones, se iniciaba el protocolo de familiarización con el simulador, expuesto anteriormente. Los dispositivos de registro estuvieron activos durante todo este proceso, con el fin de no detener al regatista tras la familiarización y tener que volver a realizar la calibración del software del simulador. Este proceso tuvo una duración total de 13 minutos.



### 3.5.3.2. Medición

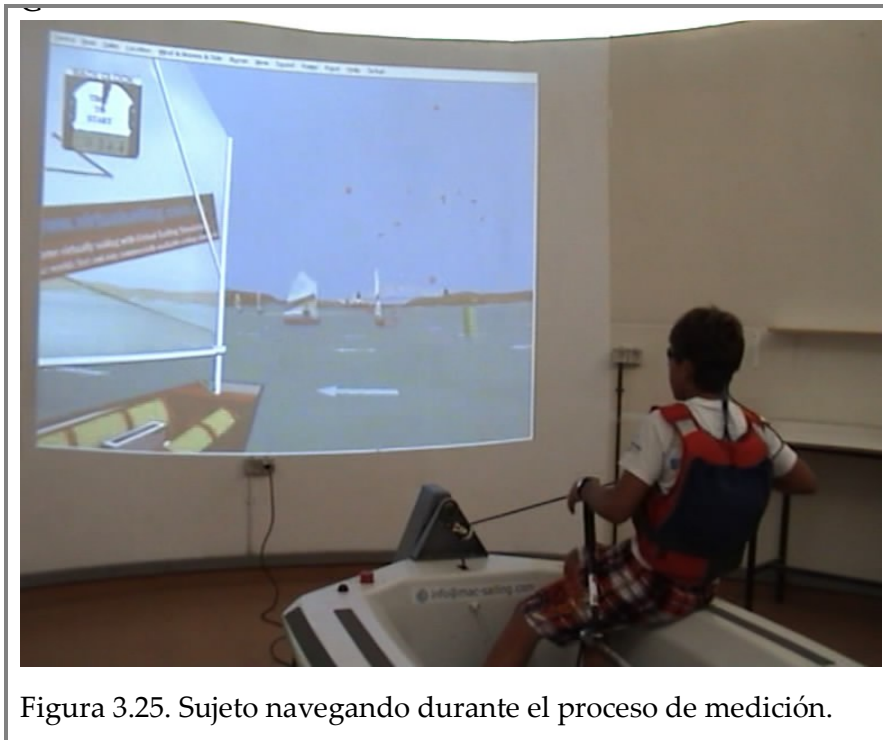
Una vez que el regatista finalizaba el protocolo de familiarización, daba comienzo la toma de datos. Ésta constaba, tal y como se explicó anteriormente, de una salida de regata simulada, la que consistía en un protocolo de salida de 5 minutos, y 2 minutos de navegación tras la salida, con el objetivo de llegar a la baliza de barlovento (Figura 3.24.). Como ya se ha especificado, sólo se analizaron los registros de los dos minutos previos a la señal de salida.



La puesta en marcha del instrumental de medida fue gestionada por el investigador principal, y éste fue el que llevó la dinámica de puesta en marcha de los dispositivos.

Antes de dar comienzo la toma de datos, se comprobó que el sistema de seguimiento de la mirada estuviese grabando y que no se hubiera perdido la calibración previamente realizada. A la misma vez, se ponía en marcha la cámara de filmación externa y el programa de grabación de la regata en la pantalla del computador.

Tras poner en marcha todo el instrumental, se inició la toma de datos, dando comienzo la regata simulada (Figura 3.25.).



Durante este proceso, el investigador principal fue el único presente en la sala de investigación y no se comunicó con el sujeto, para no interferir en sus decisiones, a no ser que sucediese algo fuera de lo normal, lo que conllevaba detener la medición.

Una vez finalizada la toma de datos, se procedía a desactivar todo el instrumental de medida, pidiendo al regatista que bajase del simulador y se sentara en la misma silla donde se calibró el sistema de seguimiento de la mirada. Seguidamente, se guardaban los datos de la regata realizada y se cortaba la captura de pantalla. Una vez que el sujeto estaba fuera del casco de la embarcación, se procedía a detener la grabación del sistema de seguimiento de la mirada y retirarle el chaleco y las gafas.

Tras desactivar todos los instrumentos de medida, se agradecía la presencia del regatista en la toma de datos y daba por concluido el proceso.

### **3.5.4. Posterior al proceso de medida**

Una vez finalizado el proceso de toma de datos con los 20 participantes en la investigación, se procedió a la extracción y preparación de los datos para el posterior análisis estadístico. Esta tarea se expone a continuación en dos epígrafes: i) los datos correspondientes al comportamiento visual y ii) los relacionados con el manejo de la embarcación.

#### **3.5.4.1. Extracción de datos del comportamiento visual**

Para la extracción de los datos de comportamiento visual, fue necesario cambiar el formato de los vídeos que proporcionaba el sistema de seguimiento de la mirada, de un formato mini DV, que genera un archivo con extensión *.vma* a archivos de formato *.avi* de alta calidad (entre 400 y 600 MB). Este formato presentaba los datos en un ratio de 30 fotogramas por segundo. Ya que el instrumental no proporcionaba otra forma de extraer la información del comportamiento visual de los deportistas, se realizó mediante tracking manual la visualización fotograma a fotograma. A pesar de que es una técnica muy laboriosa y que requiere de mucho tiempo, debido al largo periodo de tiempo de navegación que se analizó, fue la técnica a través de la cual no se perdía información de la estrategia de búsqueda visual que llevaba a cabo cada sujeto.

De esta manera, es posible describir, en el espacio y en el tiempo, el comportamiento visual de los regatistas estudiados. El análisis de las películas fue realizado por el investigador principal, para evitar efectos contaminantes procedentes de la variabilidad inter-observadores.

Una vez seleccionado el formato de vídeo y la técnica de extracción, fue necesario el diseño de una plantilla/hoja de registro (Anexo VI), creada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel®, sobre la cual se iban añadiendo los datos extraídos del vídeo. La plantilla estaba compuesta por 5 columnas y, cada vez que el regatista realizaba una acción visual (fijación o sacádico), se rellenaba una fila en cada una de las columnas. Las columnas eran las siguientes (Figura 3.26.):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	minuto 2-1						minutos 1-0				
3	Fot inicio	Fot final	Estr	Acción	Nº fot		Fot inicio	Fot final	Estr	Acción	Nº fot
4											
5											

Figura 3.26. Plantilla de registro del comportamiento visual.

- Fotograma de inicio. Se anotaba el número del fotograma en el que se había iniciado una acción visual.
- Fotograma de final. Se anotaba el número del fotograma en el que se había finalizado una acción visual.
- Estrategia. El tipo de acción visual que realizó el regatista. Fijación, codificado con el número 1 y sacádico, con el número 2. Este valor se

obtenía mediante fórmula (si el valor de la columna número de fotogramas es mayor o igual a 3, se ponía valor 1, si es menor de 3, aparecía valor 2).

- Localización. Lugar de la escena donde se había realizado la acción visual. Cada una de las localizaciones se codificó con un número, con el objetivo de facilitar el posterior análisis (Anexo VI).
- Número de fotogramas. Es el número de veces que el *shuttel* ha avanzado durante una acción visual sobre una localización concreta. Se obtuvo mediante la fórmula “resta” (fotograma de final menos fotograma de inicio). Con el número de fotogramas, se obtenía el tiempo de duración de cada fijación, multiplicando el número de fotogramas por 0,033.

Cada uno de los dos minutos analizados fue guardado en una columna que contenía dichas variables, (Figura 3.27.).

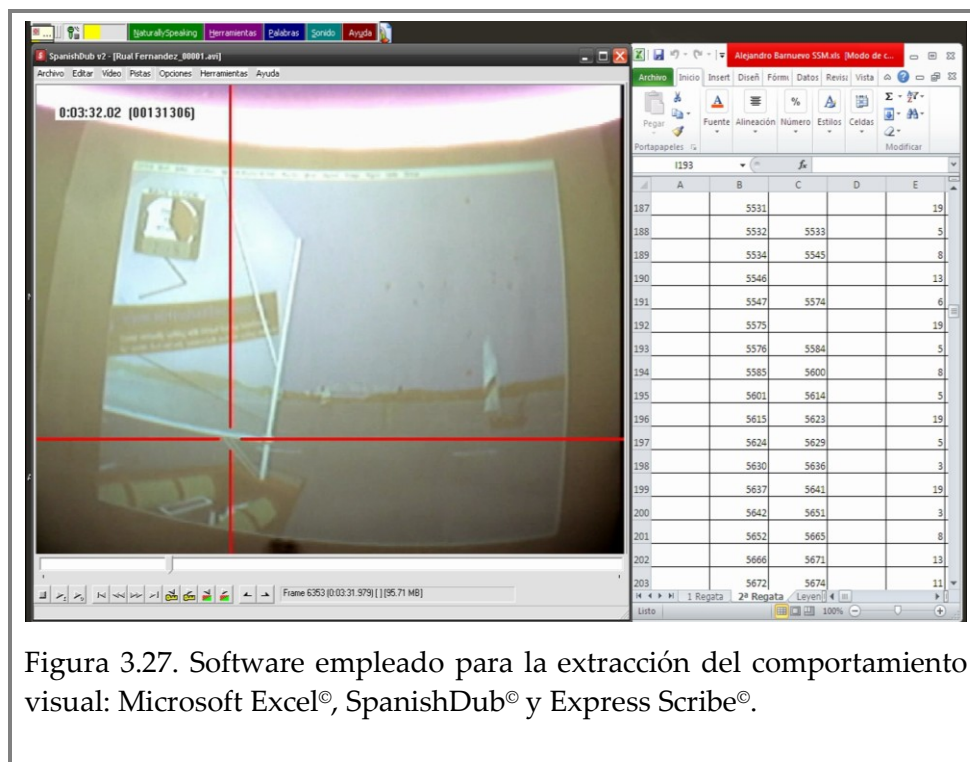


Figura 3.27. Software empleado para la extracción del comportamiento visual: Microsoft Excel®, SpanishDub® y Express Scribe®.

La visualización de vídeos se llevó a cabo mediante el software SpanisDub®, el cual permitía realizar el análisis fotograma a fotograma. Para trasladar la información del vídeo a la plantilla de registro, se decidió que la verbalización sería la opción más rápida y eficaz. Para ésto fue necesario el software Express Scribe®, este programa permite controlar el ordenador mediante la voz. Una vez diseñados los comandos necesarios, para que la verbalización fuese precisa sobre la hoja de registro, se procedió a la extracción de los datos del vídeo sobre dicha hoja (Figura 3.28.).



Figura 3.28. Proceso de extracción del comportamiento visual mediante verbalización, por parte del investigador principal.

#### 3.5.4.2. Extracción de datos del control de la embarcación

Con los datos obtenidos del comportamiento motor (manejo de la embarcación) del regatista, se persigue conocer el posicionamiento (en los ejes horizontal y vertical) del regatista sobre el campo de regatas durante el transcurso

de éstas. Del mismo modo, se busca conocer la velocidad de navegación de los regatistas (m/s) y la distancia recorrida (m).

Todos estos datos se obtuvieron a través de la exportación del archivo, con extensión *.sbp*, que proporciona el simulador (Figura 3.29.), una vez guardada la regata realizada por cada regatista, a una hoja de cálculo diseñada en Microsoft Excel® que facilita la transformación de los datos para su posterior análisis.

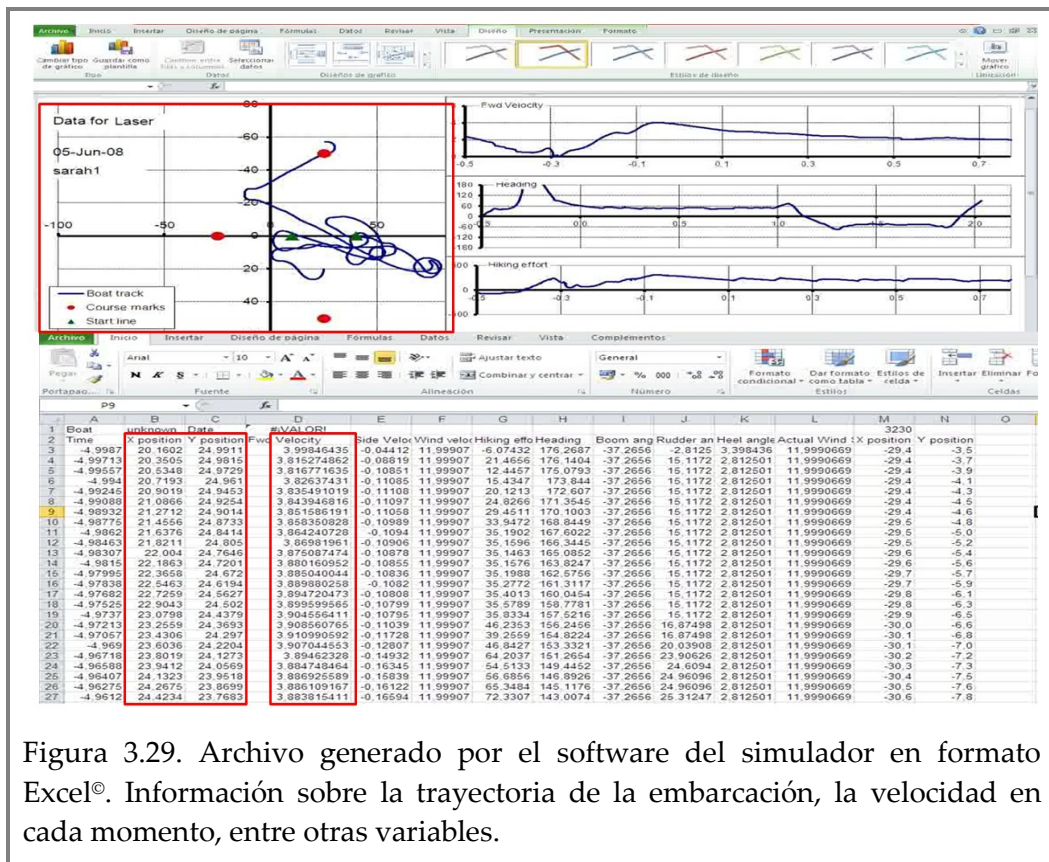


Figura 3.29. Archivo generado por el software del simulador en formato Excel®. Información sobre la trayectoria de la embarcación, la velocidad en cada momento, entre otras variables.

El nuevo archivo generado en Excel® presenta los datos de cada variable en columnas, con una frecuencia de muestreo de 6 datos por segundo. Una vez localizadas las variables objeto de estudio, se seleccionaron los valores de cada una de ellas en los minutos de 2 a 1 y de 1 a 0. Estos datos se exportaron a una

base creada en Microsoft Excel®, separando cada minuto en columnas diferentes y cada sujeto en páginas diferentes (Figura 3.30.). Del mismo modo, los resultados de cada variable se guardaron por separado en archivos con extensión *.txt* para el posterior análisis del coeficiente de variación (CV) y de la entropía muestral (SampEn) (Figura 3.30.).

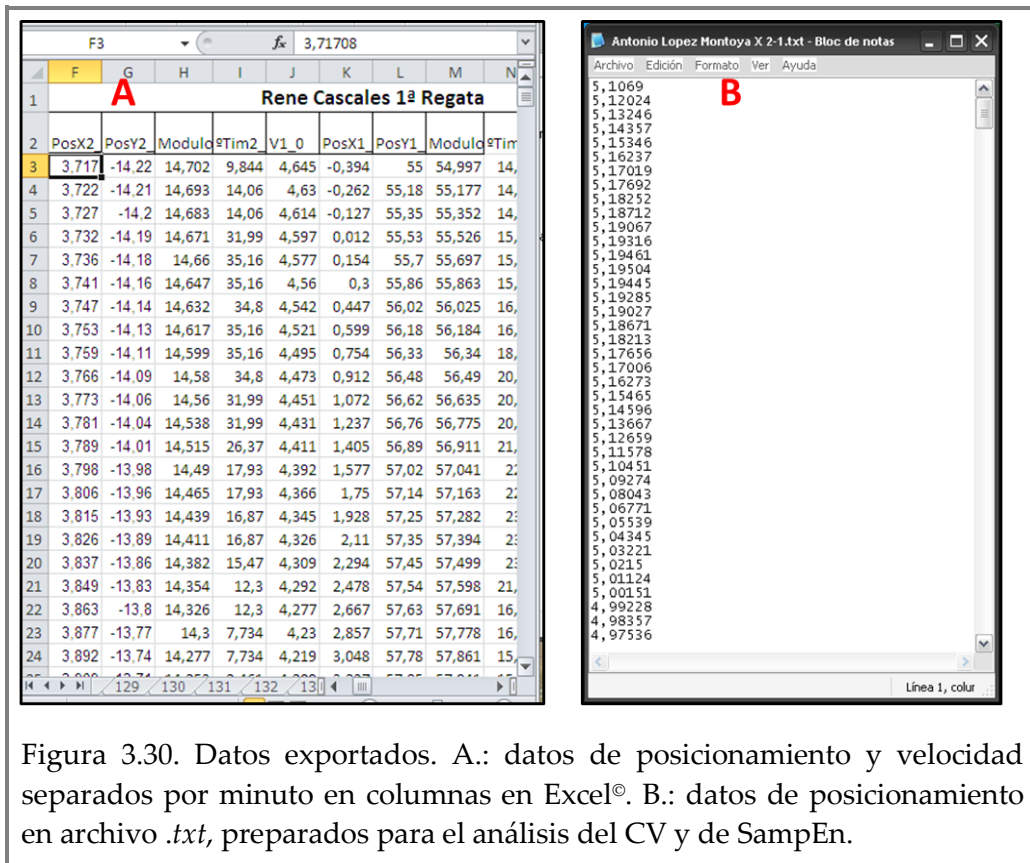


Figura 3.30. Datos exportados. A.: datos de posicionamiento y velocidad separados por minuto en columnas en Excel®. B.: datos de posicionamiento en archivo *.txt*, preparados para el análisis del CV y de SampEn.



### 3.6. PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El proceso de tratamiento estadístico y análisis de datos tiene como objetivo conocer la respuesta de las variables de este estudio. En este apartado se explica, paso a paso, como se han tratado los datos, desde la anotación en las planillas de registro hasta el análisis estadístico realizado.

Una vez finalizado el proceso de extracción de los datos, tanto del comportamiento visual como del manejo de la embarcación, se volcaron a una base confeccionada en Microsoft Excel®, con el fin de unificar ambos resultados para facilitar su posterior análisis estadístico en el paquete de análisis estadístico SPSS®. Se diseñó una hoja de cálculo para cada uno de los sujetos que participó en la toma de datos, en la cual se introdujeron tanto los datos del comportamiento visual, como del motor (Figura 3.31).

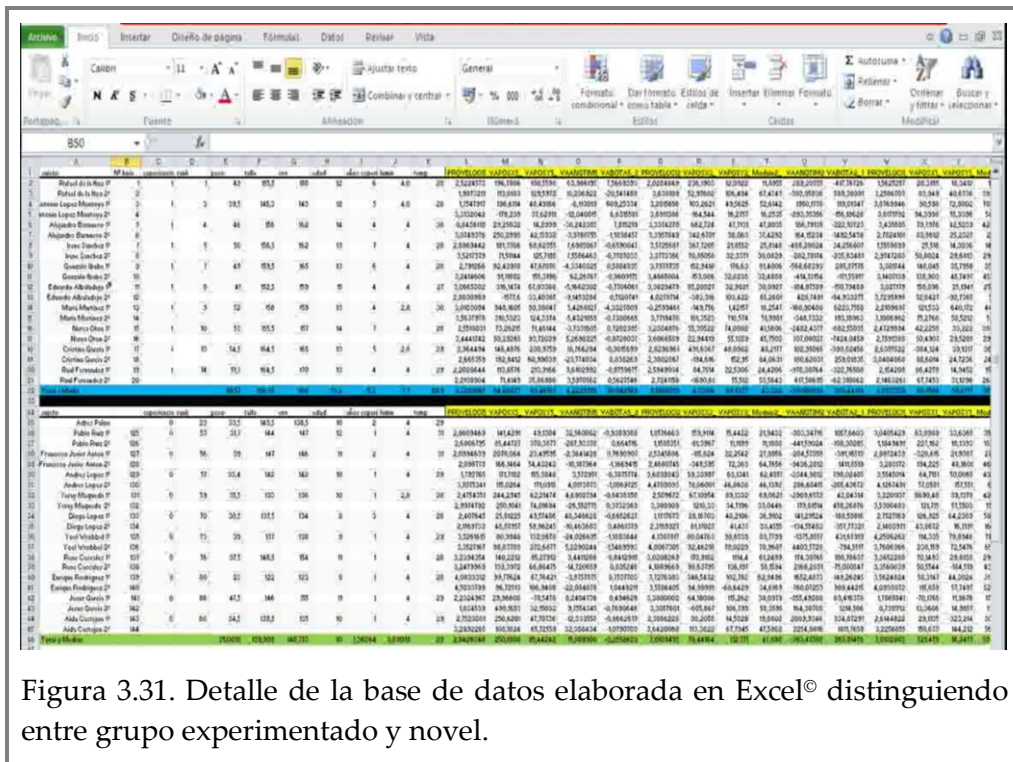
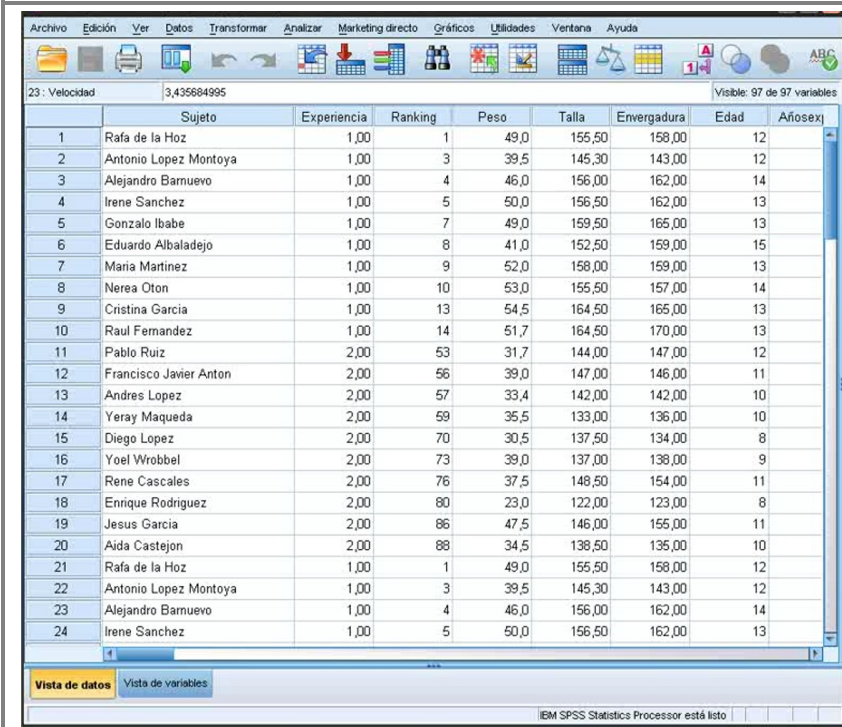


Figura 3.31. Detalle de la base de datos elaborada en Excel® distinguiendo entre grupo experimentado y novel.

Cuando la base de datos estuvo completa, fue exportada al programa IBM SPSS Statistics v.19®, software empleado para llevar a cabo el tratamiento estadístico (se especifica en el Capítulo 4, Resultados). Debido a la gran cantidad de variables, fue necesaria la creación de varios ficheros, donde se fueron analizando de manera desglosada las variables, con la intención de facilitar la aprovechamiento de la totalidad de los datos correspondientes a los dos minutos de regata (Figura 3.32.).



23 : Velocidad 3,435684995 Visible: 97 de 97 variables

	Sujeto	Experiencia	Ranking	Peso	Talla	Envergadura	Edad	Añoosex
1	Rafa de la Hoz	1,00	1	49,0	155,50	158,00	12	
2	Antonio Lopez Montoya	1,00	3	39,5	145,30	143,00	12	
3	Alejandro Barnuevo	1,00	4	46,0	156,00	162,00	14	
4	Irene Sanchez	1,00	5	50,0	156,50	162,00	13	
5	Gonzalo Ibabe	1,00	7	49,0	159,50	165,00	13	
6	Eduardo Albaladejo	1,00	8	41,0	152,50	159,00	15	
7	Maria Martinez	1,00	9	52,0	158,00	159,00	13	
8	Nerea Oton	1,00	10	53,0	155,50	157,00	14	
9	Cristina Garcia	1,00	13	54,5	164,50	165,00	13	
10	Raul Fernandez	1,00	14	51,7	164,50	170,00	13	
11	Pablo Ruiz	2,00	53	31,7	144,00	147,00	12	
12	Francisco Javier Anton	2,00	56	39,0	147,00	146,00	11	
13	Andres Lopez	2,00	57	33,4	142,00	142,00	10	
14	Yeray Maqueda	2,00	59	35,5	133,00	136,00	10	
15	Diego Lopez	2,00	70	30,5	137,50	134,00	8	
16	Yoel Wrobbel	2,00	73	39,0	137,00	138,00	9	
17	Rene Cascales	2,00	76	37,5	148,50	154,00	11	
18	Enrique Rodriguez	2,00	80	23,0	122,00	123,00	8	
19	Jesus Garcia	2,00	86	47,5	146,00	155,00	11	
20	Aida Castejon	2,00	88	34,5	138,50	135,00	10	
21	Rafa de la Hoz	1,00	1	49,0	155,50	158,00	12	
22	Antonio Lopez Montoya	1,00	3	39,5	145,30	143,00	12	
23	Alejandro Barnuevo	1,00	4	46,0	156,00	162,00	14	
24	Irene Sanchez	1,00	5	50,0	156,50	162,00	13	

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

Figura 3.32. Detalle de la organización de las variables de investigación en el software IBM SPSS Statistics v.19®.

Para el análisis de los resultados de la trayectoria de la embarcación en el campo de regatas, se calculó el coeficiente de variación y se aplicó el análisis de la entropía muestral (SampEn), mediante el software Métodos de Cálculo de Entropía empleado por Menayo (2010) (Figura 3.33.), útil para extraer los valores

de esta variable y analizar la predictibilidad de la trayectoria de la embarcación. Para llevar a cabo este análisis, fue necesaria la exportación de los datos de posicionamiento de la embarcación en los ejes horizontal -X- y vertical -Y- por separado, a un fichero con extensión *.txt*. Esta tarea se realizó con cada uno de los sujetos y sobre los dos minutos de tiempo analizados.

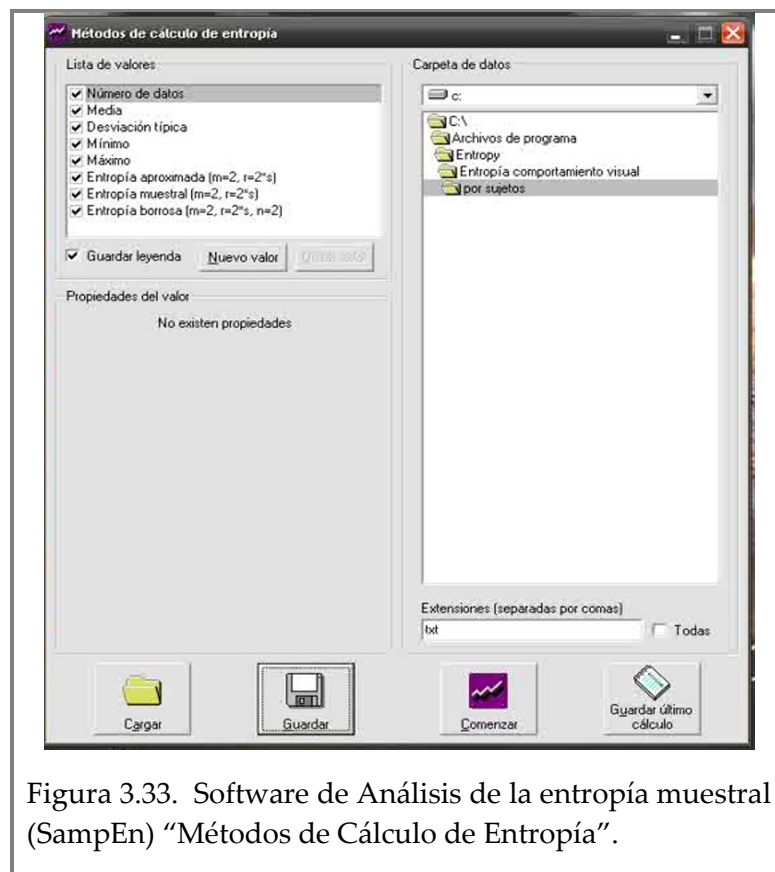


Figura 3.33. Software de Análisis de la entropía muestral (SampEn) "Métodos de Cálculo de Entropía".



# CAPÍTULO 4

# RESULTADOS



UCAM  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO



## IV-RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos por ambos grupos sobre las variables del comportamiento visual y del manejo de la embarcación.

Se presenta un análisis descriptivo, seguido de un análisis inferencial, en el cual se muestran las diferencias estadísticamente significativas halladas intra-grupo e inter-grupo. Finalmente, se incluye un análisis correlacional entre las variables de comportamiento visual y motor. De manera previa al análisis inferencial, se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

En la exposición de los resultados se distinguen dos fases temporales. La primera de ellas abarca desde el minuto -2 al -1, previo a la señal de salida. La segunda incluye los resultados obtenidos desde el minuto -1 hasta la señal de salida, que corresponde con el segundo 0. Esto se debe a la gran cantidad de información que presentan ambos minutos.

### 4.1. COMPORTAMIENTO VISUAL

#### 4.1.1. Análisis descriptivo

En este apartado, se exponen los resultados relativos al comportamiento visual de los regatistas. Se han organizado siguiendo un orden descendente, partiendo de los más globales para finalizar con los específicos.

La Figura 4.1., muestra el número total de fijaciones y sacádicos realizados por cada uno de los grupos de regatistas, distribuidos en los dos minutos de duración de la salida.

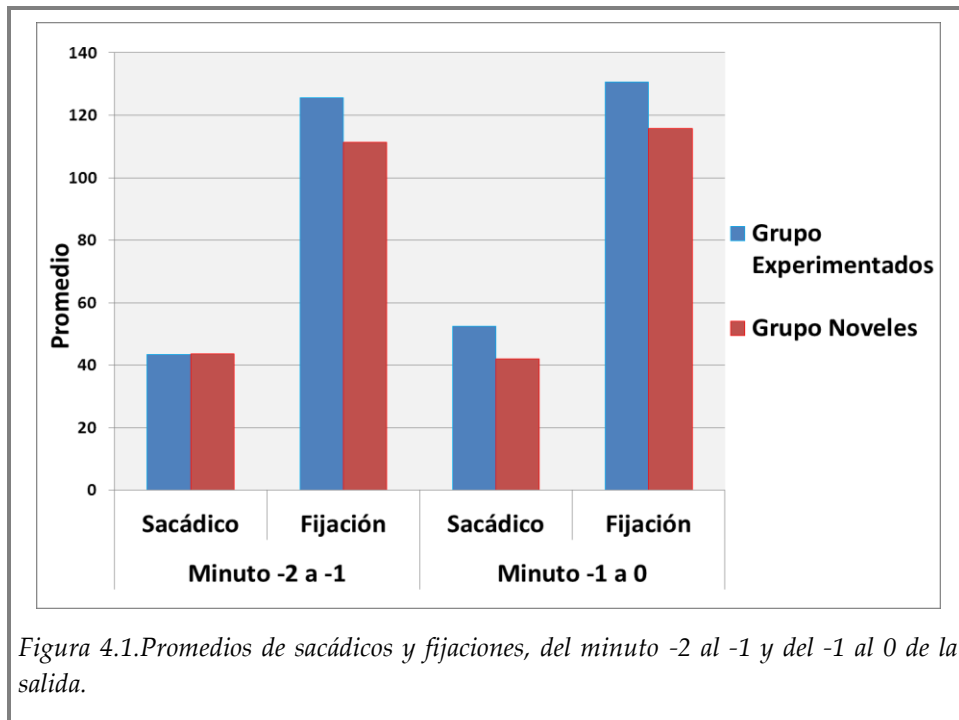
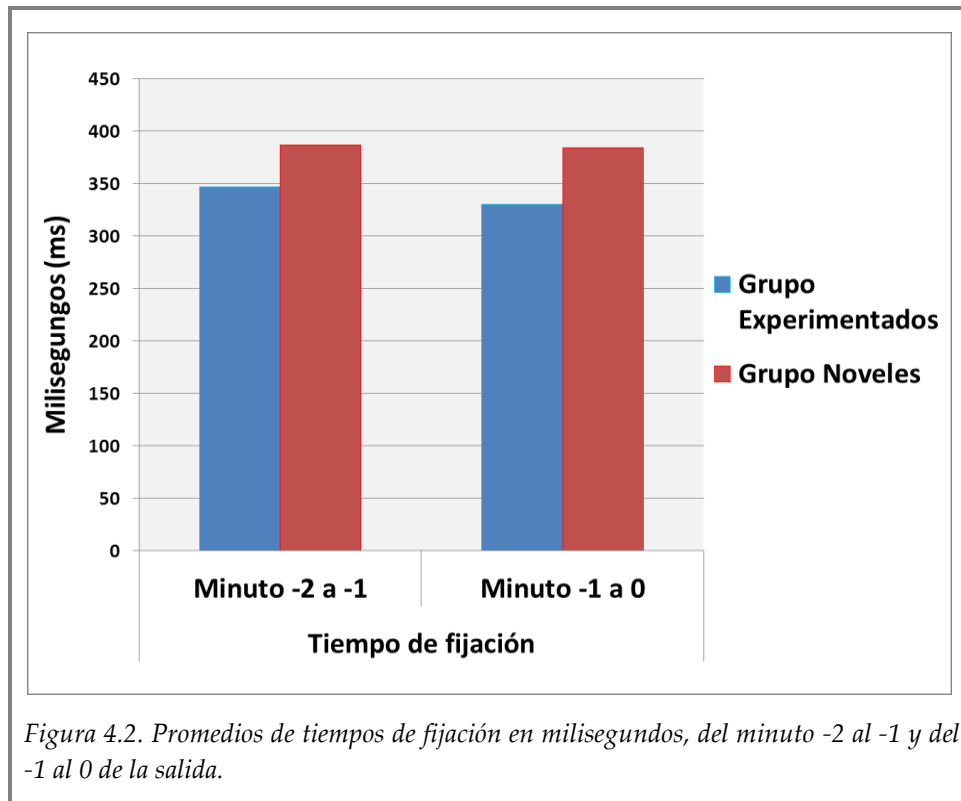


Figura 4.1. Promedios de sacádicos y fijaciones, del minuto -2 al -1 y del -1 al 0 de la salida.

Tal y como muestra la Figura 4.1. los regatistas experimentados muestran un mayor promedio de fijaciones (125) que los regatistas noveles (111) durante el minuto -2 a -1 e igual número de sacádicos (43). En el último minuto de la salida (-1 a 0), los regatistas con mayor experiencia realizan un mayor promedio de fijaciones (130) y de sacádicos (52) que los menos experimentados (115 y 42, respectivamente).

En la Figura 4.2., se muestran los promedios de tiempo de fijación de los regatistas experimentados y noveles durante ambos minutos.





En cuanto al promedio de tiempo de fijación empleado por los regatistas experimentados, se observa un promedio valor de 347,1 ms. durante el minuto -2 a -1. Durante el último minuto, el promedio de tiempo de fijación es de 330,1 ms. En el caso de los regatistas noveles, se aprecia que el promedio de tiempo de fijación en el transcurso de la salida, tanto en el minuto -2 a -1 como del -1 a 0, es de 386,6 ms. y 384,3 ms., respectivamente.

Continuando con la exposición de los resultados, se presentan a continuación los datos obtenidos de cada una de las variables del comportamiento visual de forma específica y su distribución sobre las diferentes localizaciones que se presentaban en la situación de 2D.

Las Figuras 4.3. y 4.4. muestran los promedios de fijaciones totales registrados por ambos grupos sobre cada localización, en el transcurso de los dos minutos analizados durante la salida. Se observa el patrón de distribución de fijaciones visuales realizado por cada grupo.

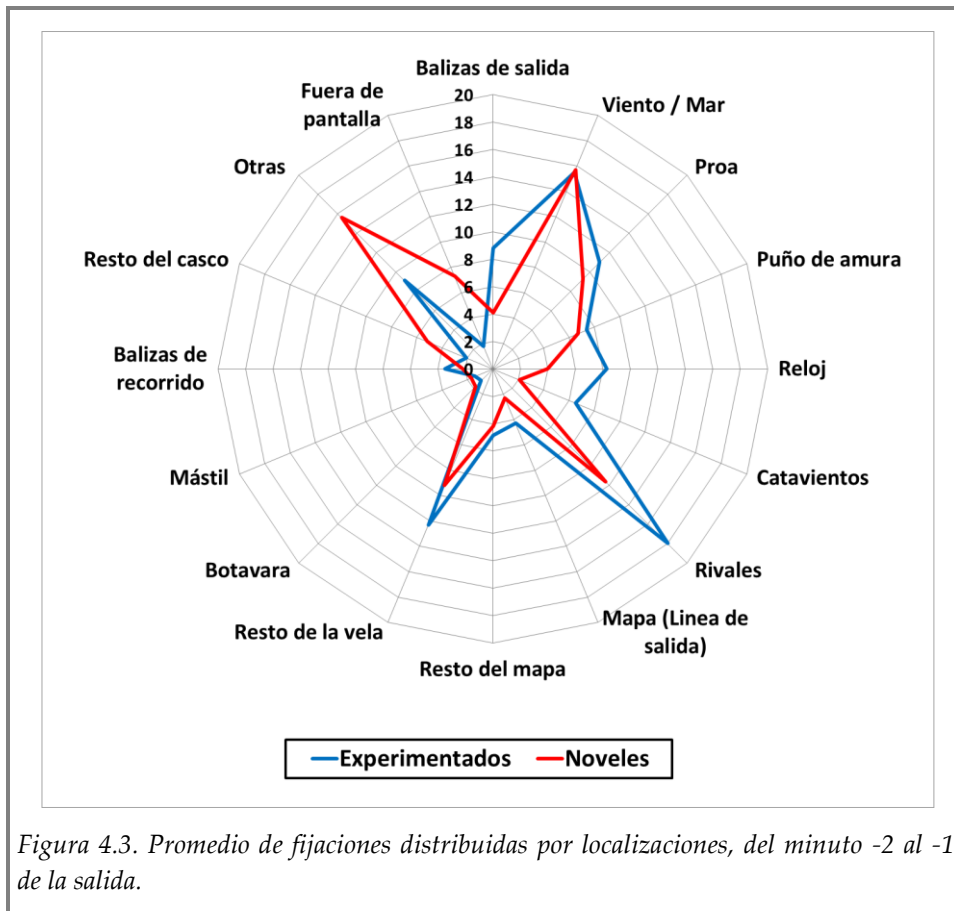


Figura 4.3. Promedio de fijaciones distribuidas por localizaciones, del minuto -2 al -1 de la salida.

Tal y como se puede apreciar en la Figura 4.3., los regatistas experimentados realizan un promedio de fijaciones visuales superior a 8 en las localizaciones “baliza de salida”, “viento/mar”, “proa”, “reloj”, “catavientos”, “rivales”, “resto de la vela” y “otras” durante el minuto -2 al -1, siendo la mayoría de estas fijaciones declaradas como relevantes por el comité de expertos. En el caso de los regatistas principiantes, se aprecia que las localizaciones sobre las que realizan un promedio superior a 8 fijaciones visuales son: “viento/mar”, “rivales”, “resto de la vela” y “otras”.

El motivo de destacar las localizaciones que reciben un número superior a 8 fijaciones visuales, es debido a que presentan valores de fijación superior en un valor al promedio registrado por los regatistas de ambos grupos (7 fijaciones visuales).

Es importante mencionar que las localizaciones que están situadas a la derecha del gráfico, desde “baliza de salida” hasta “resto del mapa” son las consideradas como localizaciones relevantes, de las cuales se obtiene una información más importante para la navegación que del resto de las mismas.

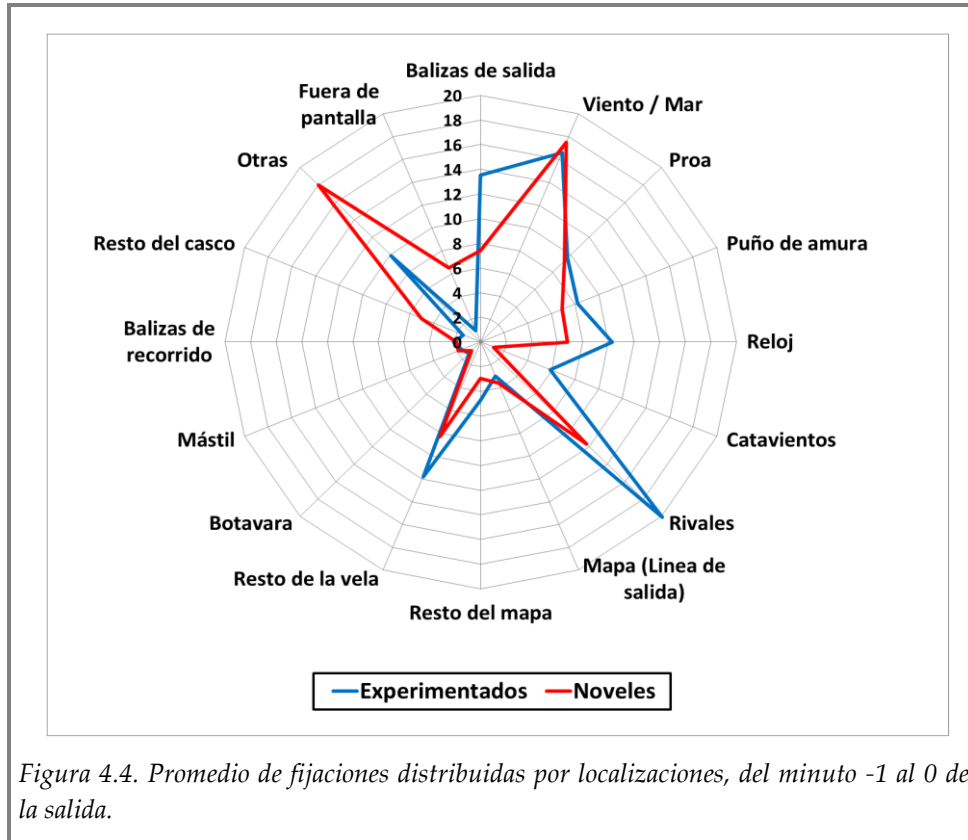
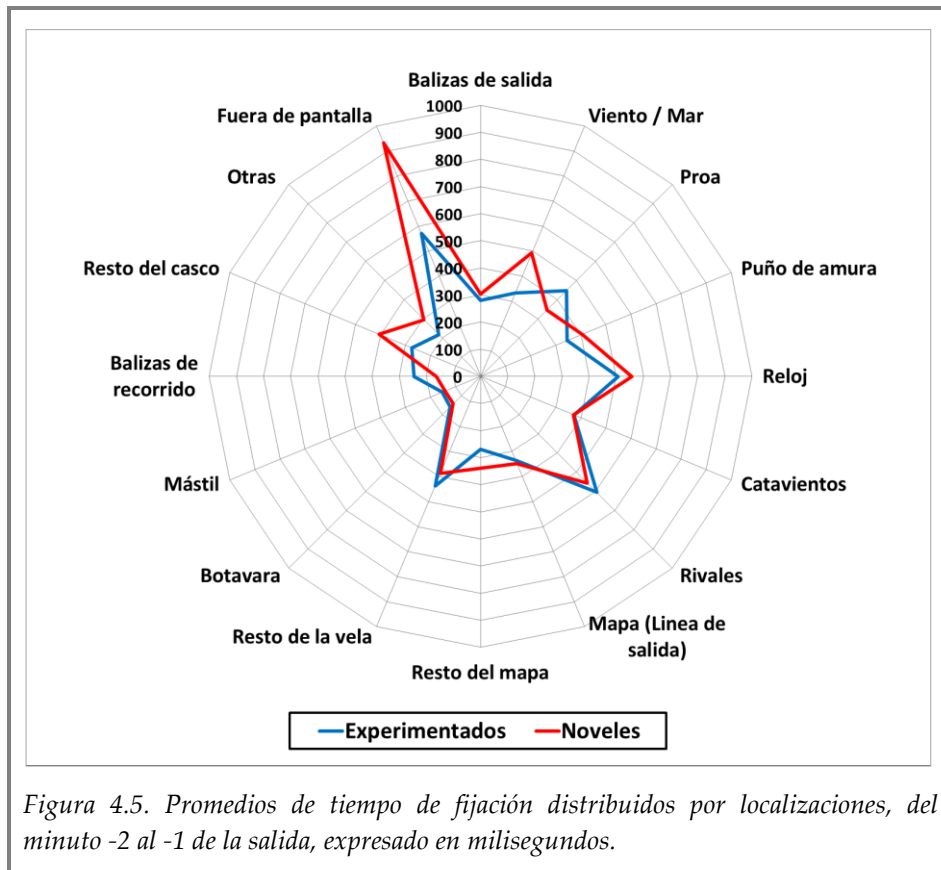


Figura 4.4. Promedio de fijaciones distribuidas por localizaciones, del minuto -1 al 0 de la salida.

En la Figura 4.4., se aprecia que, en los comportamientos visuales tanto de experimentados como de noveles, durante el minuto previo a la señal de salida, de nuevo destacan las localizaciones con un promedio de fijaciones visuales superior a 8. En el caso de los regatistas noveles, se aprecia que las localizaciones con mayor frecuencia de fijación son “viento/mar”, “proa”, “rivales”, “resto de la vela” y “otras, coincidiendo dichas localizaciones con las realizadas en el anterior minuto. Los regatistas experimentados obtienen un promedio de fijaciones visuales superior a 8 en las localizaciones “balizas de salida”, “viento/mar”, “proa”, “puño de amura”, “reloj”, “rivales”, “resto de la vela” y “otras”.

La Figura 4.5. muestra los promedios de tiempo de fijación registrados en los sujetos de ambos grupos durante el minuto -2 a -1. Se aprecia que los regatistas experimentados obtienen un promedio de tiempo de fijación superior a 400 ms sobre las localizaciones “proa”, “reloj”, “rivales”, “resto de la vela” y “fuera de pantalla”. En el caso de los regatistas noveles, obtuvieron un promedio de tiempo de fijación superior a 400 ms. en las localizaciones “viento/mar”, “puño de amura”, “reloj”, “rivales”, “resto del casco” y “fuera de pantalla”.

Se han destacado las localizaciones que presentan un tiempo de fijación superior a 402 ms, por ser valores superiores en 40 ms. al promedio de tiempo de fijación de ambos grupos (362 ms).



En cuanto a los promedios de tiempo de fijación sobre cada una de las localizaciones durante el minuto previo a la señal de salida (Figura 4.6.), se aprecia que los regatistas experimentados registran promedios de tiempos de fijación superiores a 400 ms. en las localizaciones “balizas de salida”, “reloj”,

“rivales” y “fuera de pantalla”. Entre las localizaciones sobre las que los regatistas noveles obtienen promedios de tiempo de fijación superiores a 400 ms, se encuentra “viento/mar”, “proa”, “reloj”, “rivales”, “resto de la vela” y “fuera de pantalla”.

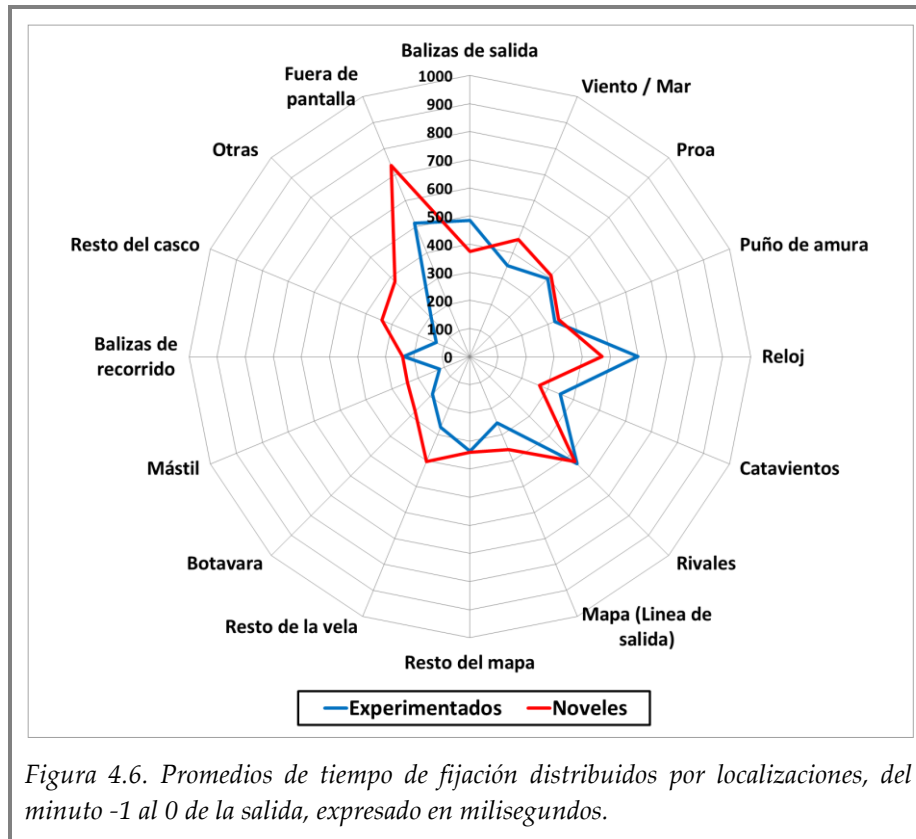


Figura 4.6. Promedios de tiempo de fijación distribuidos por localizaciones, del minuto -1 al 0 de la salida, expresado en milisegundos.

Para finalizar con los resultados descriptivos del comportamiento visual, se exponen los promedios del número de sacádicos realizados por ambos grupos sobre cada una de las localizaciones durante los dos minutos previos a la salida (Figuras 4.7. y 4.8.).

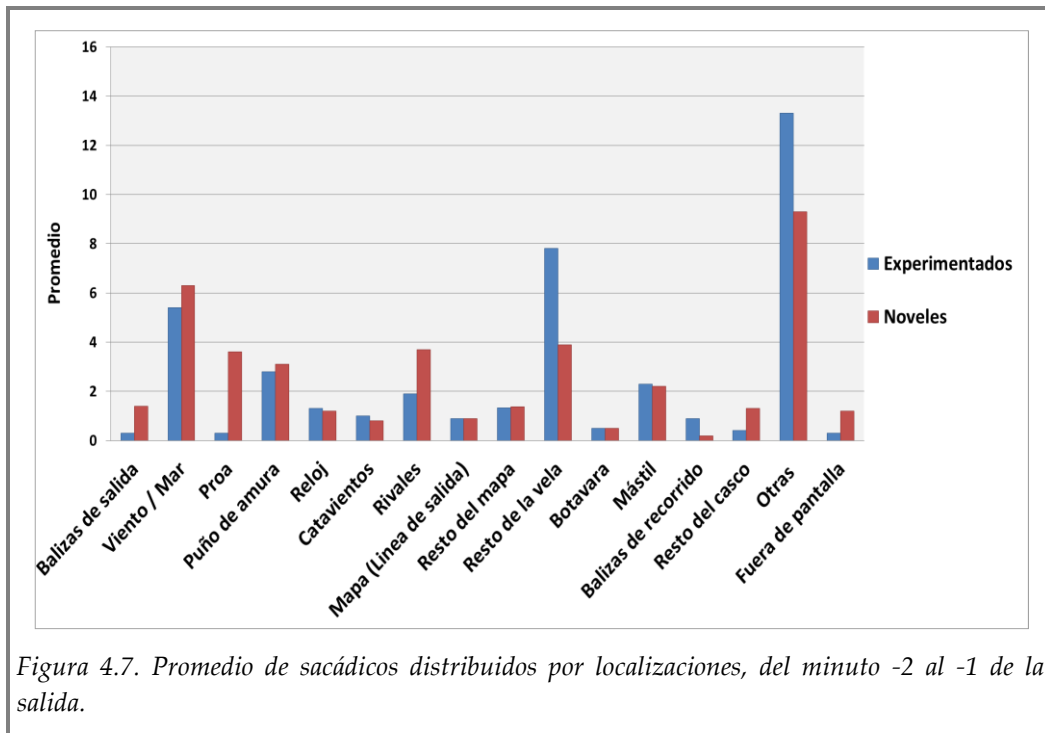


Figura 4.7. Promedio de sacádicos distribuidos por localizaciones, del minuto -2 al -1 de la salida.

Se aprecia que las localizaciones sobre las que los regatistas noveles han realizado un promedio de movimientos sacádicos superior a 3 durante el minuto -2 a -1 son: el “viento/mar”, la “proa”, el “puño de amura”, los “rivales”, el “resto de la vela” y “otras”. En el caso de los regatistas experimentados, las localizaciones sobre las que han realizado un promedio de sacádicos superior a 3 son “viento/mar”, “resto de la vela” y “otras”.

El motivo por el cual se enfatizan las localizaciones sobre las que se realizan 3,17 o más sacádicos, es debido a que superan en 0,5 el promedio de movimientos sacádicos que realizan, tanto experimentados, como noveles (2,67 movimientos sacádicos).

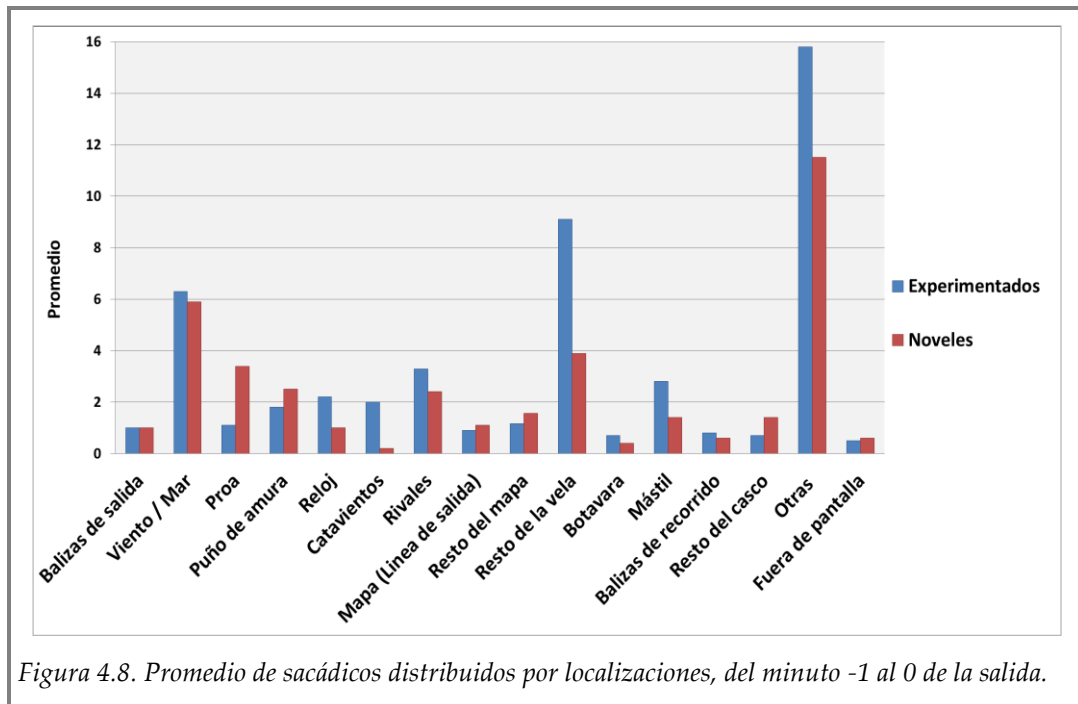


Figura 4.8. Promedio de sacádicos distribuidos por localizaciones, del minuto -1 al 0 de la salida.

Durante el minuto previo a la señal de salida (minuto de -1 a 0), se observa que los regatistas experimentados efectuaron un promedio de movimientos sacádicos superior a 3 sobre las localizaciones “viento/mar”, “rivales”, “resto de la vela” y “otras”, mientras que los noveles realizaron promedios superiores a 3 en las localizaciones “viento/mar”, “proa”, “resto de la vela” y “otras”.

#### 4.1.2. Análisis de probabilidad

El análisis que se ha realizado muestra la probabilidad de fijar la mirada sobre cada una de las localizaciones tras haberla fijado sobre una de ellas. Es decir, la probabilidad de que suceda una acción transcurrido un tiempo tras la aparición de otra acción anterior. Este procedimiento permite estimar, de manera aproximada, el orden o secuencia de fijaciones realizadas por los regatistas sobre las localizaciones establecidas en el campo de regatas.

El proceso estadístico que se ha llevado a cabo se denomina cadena de Markov (Ross, 1982). Los modelos de cadenas de Markov son modelos estocásticos que se aplican en muy diversas áreas: finanzas, genética, meteorología, epidemiología, física, internet; para describir la evolución de un

fenómeno aleatorio (no predecible con total certidumbre). A diferencia de otros modelos que asumen independencia entre las observaciones, bajo un modelo de Markov se asume que la distribución de probabilidad de lo que ocurra en el instante de tiempo  $t+1$  condicionada por todo lo que ha ocurrido antes en los tiempos  $t, t-1, t-2, \dots$ , depende solo de lo que ha ocurrido en el instante  $t$ , es decir, el futuro depende únicamente del estado presente y no de los estados anteriores (Trivedi, 1982).

En el caso del comportamiento visual, este análisis permite conocer con qué probabilidad cada grupo de sujetos, después de mirar a una localización, va a mirar al resto de ellas. Por ejemplo, después de estar mirando a las “balizas de salida”, la localización que mayor proporción recibe indica que es el lugar donde fijará la mirada con mayor probabilidad.

Gracias a la utilización del proceso estadístico de Markov, es posible conocer la proporción en que una localización aparecerá en el comportamiento visual tras un fotograma (0.033 segundos) y tras 30 fotogramas (1 segundo).

Las Figuras 4.15. y 4.16. muestran el orden de fijaciones sobre todas las localizaciones presentes en la escena. El orden que se obtiene, tras seleccionar las localizaciones que mayor probabilidad de fijación muestran, puede ser considerado como el patrón de comportamiento visual de cada uno de los grupos de investigación.

Tomando como referencia de inicio las balizas que marcan la línea de salida, se ha establecido el orden de fijación visual, teniendo en cuenta cual era la localización que mayor probabilidad de aparición, tras fijar la mirada sobre la localización anterior. Los resultados que muestran las Figuras 4.15 y 4.16 han sido extraídos de los valores de probabilidad transcurrido un fotograma (0.033 segundos). El motivo de seleccionar la localización “balizas de salida” como el inicio del patrón de comportamiento visual es su determinación por el comité de expertos como la localización más relevante.

Se ha analizado el patrón de comportamiento visual sobre 16 movimientos oculares, con el fin de valorar la posibilidad de aparición de todas las localizaciones presentes en la imagen. Los números que aparecen en las Figuras



4,9. y 4,10., muestran el orden en el que fija la mirada cada grupo de regatistas sobre cada una de las localizaciones presentes en la imagen de la regata, comenzando desde el 1 y finalizando con el 16.

Al comparar el patrón obtenido de la estrategia de búsqueda visual realizada por los experimentados (Figura 4.9.), con la obtenida del grupo novel (Figura 4.10.), se aprecia que el patrón del grupo de regatistas experimentados se compone de un total de 9 localizaciones de las 16 posibles, mientras que el patrón del grupo novel está compuesto por 8 localizaciones.

Las localizaciones que aparecen en el patrón experimentado son localizaciones más separadas las unas de las otras, siendo el "resto de la vela" y los "catavientos" las localizaciones donde los experimentados tienen una elevada probabilidad de fijar la mirada. En el caso de los noveles, se observa que el patrón visual muestra una mayor probabilidad de fijar la mirada sobre localizaciones más cercanas entre sí.

Continuando con las diferencias existentes entre ambos patrones visuales, se aprecia que los regatistas noveles tienen una elevada probabilidad de realizar un mayor número de fijaciones visuales sobre la localización "viento/mar". De manera más concreta, los noveles fijan la mirada sobre el "viento/mar" antes de realizar un movimiento visual (tanto fijaciones como movimientos sacádicos) sobre una localización cercana a ésta, comportamiento que no sucede en el patrón visual experimentado.

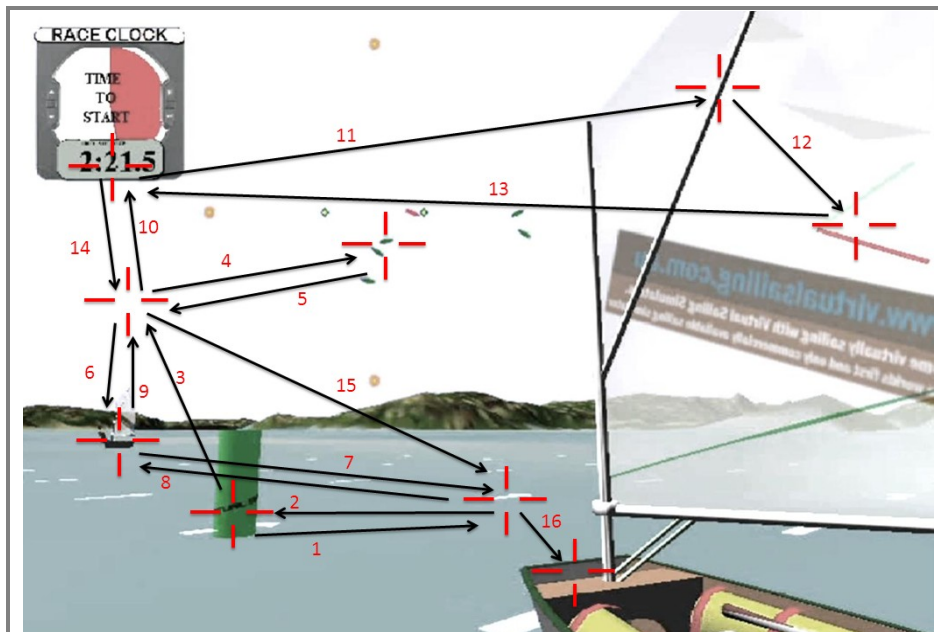


Figura 4.9. Patrón de comportamiento visual experimentado en función de la probabilidad de fijar la mirada sobre las localizaciones presentes en la regata.

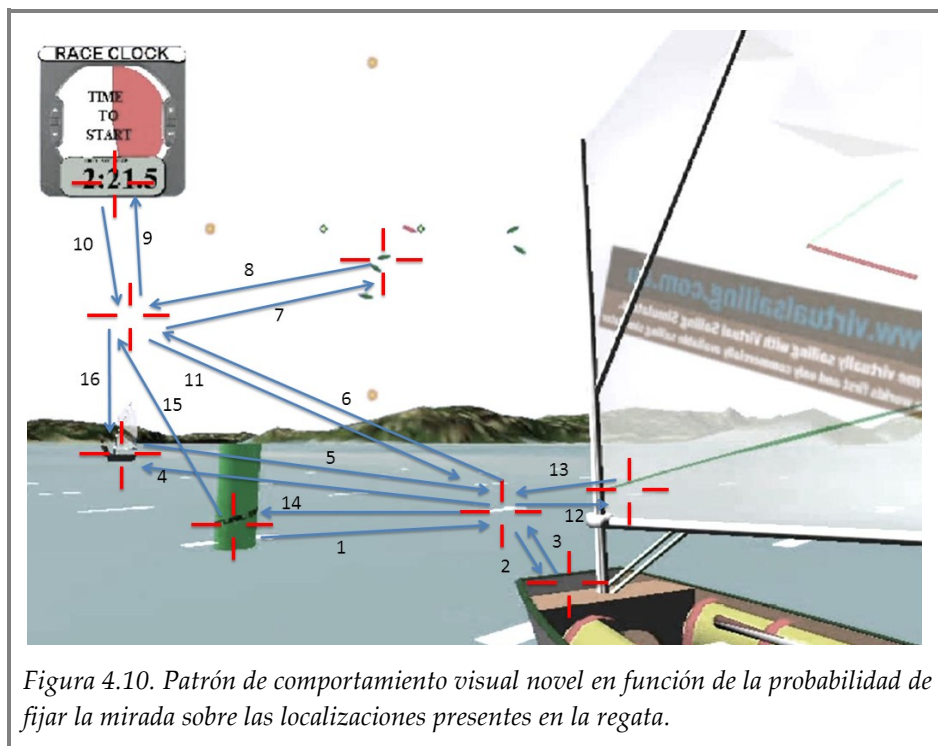


Figura 4.10. Patrón de comportamiento visual novel en función de la probabilidad de fijar la mirada sobre las localizaciones presentes en la regata.

A continuación se determina la probabilidad de fijar la mirada sobre cada una de las localizaciones pasado un segundo. Gracias a ello, es posible predecir los lugares más probables donde estarán mirando tanto experimentados, como noveles pasado un segundo después de mirar a una localización específica.

Las localizaciones que se exponen en las Tablas 4.1. y 4.2. están ordenadas en función del nivel de información relevante que ofrecen las localizaciones ante la situación de salida, tal y como se mostró en las figuras anteriores (Figuras 4.3., 4.4., 4.5. y 4.6.).

Las Tablas 4.1. y 4.2. muestran, con colores diferentes, las tres localizaciones que mayor probabilidad de fijación presentan, es decir, sobre las que con mayor probabilidad fijarán la mirada los regatistas pasado un segundo. En orden de mayor a menor probabilidad, se observan los valores marcados de color amarillo, los cuales indican la localización de mayor probabilidad de fijación; en color gris, se observan las que ocupan el segundo lugar en probabilidad; en color naranja, está señalado el valor de la tercera localización más probable para cada uno de los grupos de estudio.

La línea roja separa las 9 localizaciones más relevantes definidas por el comité de expertos, de las 7 de menor relevancia.

Tabla 4.1.  
Porcentaje de probabilidad de fijar la mirada sobre cada localización pasado un segundo tras fijarla en las primeras ocho localizaciones.

LOCALIZACIONES	Salida		Viento/Mar		Proa		Puño de Amura		Reloj		Cataventos		Rivales		Mapa Salida	
	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov
Balizas Salida	20,6	11,2	14,9	6,1	12,5	4,9	12,6	5,7	8,4	4,5	8,9	4,1	12,4	7,0	7,8	5,2
Viento/Mar	13,2	16,3	13,8	20,0	13,0	18,5	12,9	17,1	8,7	9,8	9,4	9,6	12,5	16,3	8,4	12,0
Proa	7,5	6,8	9,0	9,7	14,0	12,2	9,6	8,5	4,2	4,0	4,8	4,0	7,6	6,9	4,0	4,8
Puño de amura	5,1	5,4	5,9	6,1	7,7	6,7	7,6	8,8	3,6	3,9	4,1	5,4	5,2	5,5	3,3	3,8
Reloj	7,7	5,3	7,8	4,3	6,5	4,0	8,2	5,8	23,6	19,2	19,9	11,0	8,0	5,0	11,5	7,8
Cataventos	3,0	0,8	3,0	0,6	2,7	0,6	3,3	1,1	6,7	2,0	7,3	12,6	3,1	0,8	3,3	0,8
Rivales	18,6	13,5	20,9	12,9	20,2	10,7	20,4	11,6	15,6	8,9	17,4	9,5	26,3	19,6	16,2	10,6
Mapa Salida	1,1	1,9	1,1	1,5	0,9	1,4	1,1	1,7	1,5	2,9	1,4	2,1	1,2	1,9	3,7	5,8
Mapa Resto	7,7	5,9	7,8	4,5	6,0	4,0	7,9	5,1	10,2	8,9	9,2	6,9	8,3	6,0	26,8	13,9
Resto de Vela	6,0	6,3	6,1	5,5	5,9	5,4	6,4	7,4	8,5	9,1	8,5	11,9	6,2	6,1	6,1	5,8
Botavara	0,7	0,6	0,8	0,9	1,2	1,3	1,0	0,9	0,6	0,4	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4
Mástil	0,6	1,1	0,7	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	0,8	1,2	0,8	1,0	0,7	1,1	0,6	1,4
Balizas Recorrido	1,8	1,2	1,7	1,2	1,4	1,0	1,5	1,1	1,2	1,0	1,2	0,9	1,5	1,0	1,1	1,3
Casco	0,8	3,3	0,9	4,8	1,5	6,3	1,0	4,1	0,5	1,7	0,6	1,9	0,8	3,2	0,5	2,0
Otras	4,5	13,8	4,5	11,6	4,1	10,8	4,4	12,4	5,0	18,4	4,9	14,6	4,6	13,4	5,4	19,7
Fuera	0,9	6,4	1,2	9,4	1,9	11,2	1,4	7,7	1,0	3,9	1,0	3,9	1,0	5,6	0,7	4,7

La Tabla 4.1., muestra que en el grupo de regatistas experimentados, existe una probabilidad más elevada de que las localizaciones a las que estarán mirando pasado un segundo, tras fijar la mirada en “balizas de salida, viento/mar, proa, puño de amura, reloj, catavientos, rivales y la salida en el mapa”, sean localizaciones relevantes. De manera concreta, éstas serán el “mar/viento” y/o los “rivales”. En el caso de los regatistas noveles, se aprecia que existe una probabilidad elevada de que trascurrido un segundo tras fijar la mirada sobre las 8 primeras localizaciones, ésta quedará fijada sobre el “viento/mar” y/u “otras”.

Por otra parte, los regatistas experimentados muestran una elevada probabilidad de estar mirando a localizaciones relevantes (por encima de la línea roja). Por el contrario, los regatistas noveles, presentan una elevada tendencia de que, pasado un segundo tras fijar la mirada sobre cualquiera de estas 8 localizaciones, realicen fijaciones visuales en alguna localización poco relevante, ésta suele ser la localización “otras”, aunque también existe probabilidad sobre la “vela” y “fuera de pantalla”.

Estos resultados muestran que, trascurrido un segundo tras fijar la mirada sobre las 8 primeras localizaciones, el grupo de experimentados estará mirando en las ubicaciones “salida”, “viento/mar”, “reloj” o “rivales”, mientras que los noveles lo harán sobre el “viento/mar”, los “rivales” u “otros” lugares.

En la Tabla 4.2., se presenta la probabilidad de mirar a todas las localizaciones pasado un segundo tras fijar la mirada sobre las siguientes 8 localizaciones, ordenadas de mayor a menor, por su nivel de relevancia informativa.

Los resultados presentan información similar a la tabla anterior, ya que para los experimentados la localización, más probable de estar mirando pasado un segundo tras mirar a estas ocho localizaciones, es el “viento/mar”, mientras que para los noveles, suele ser la localización “otras”.

Tabla 4.2.  
Porcentaje de probabilidad de fijar la mirada sobre cada localización pasado un segundo tras fijarla en las segundas ocho localizaciones.

LOCALIZACIONES	Mapa Resto		Resto de la vela		Botavara		Mastil		Boyas recorrido		Casco		Otras		Fuera	
	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov	Exp	Nov
Balizas Salida	7,1	5,3	10,9	5,4	11,8	5,8	11,4	6,6	16,3	7,6	10,7	4,5	11,2	6,1	8,6	3,3
Viento/Mar	7,8	12,2	10,8	13,3	13,4	17,3	11,1	13,3	13,1	15,2	12,7	18,3	10,7	13,6	11,7	13,9
Proa	3,5	4,9	6,3	6,1	12,7	10,1	6,5	5,5	7,0	7,5	11,7	10,8	6,1	5,7	10,0	7,3
Puño de amura	3,0	4,0	4,8	5,9	8,3	7,4	4,8	5,1	5,2	5,9	6,7	5,3	4,5	4,7	6,0	4,1
Reloj	10,7	8,5	14,7	9,8	6,0	5,1	12,7	9,2	7,3	6,6	6,4	3,3	12,0	9,1	6,7	4,0
Catavientos	2,9	0,9	5,3	2,6	2,6	1,2	4,4	1,5	2,7	1,1	2,9	0,5	3,9	1,2	3,4	0,5
Rivales	15,0	10,1	19,1	11,0	19,6	11,0	19,9	12,1	21,2	11,6	20,0	9,1	19,0	11,7	16,3	7,1
Mapa Salida	3,7	4,6	1,4	2,3	0,9	1,3	1,6	2,8	1,2	2,3	0,9	1,1	1,9	3,2	0,9	1,3
Mapa Resto	32,0	13,2	9,5	6,6	5,9	3,9	11,2	8,2	9,1	6,5	6,4	3,1	14,7	9,2	7,1	3,4
Resto de Vela	5,8	6,2	7,5	9,6	5,8	8,3	6,9	8,1	5,8	7,1	5,8	4,7	6,6	6,9	5,9	4,5
Botavara	0,4	0,4	0,8	0,8	1,9	4,1	0,7	0,5	0,7	0,7	1,6	1,4	0,7	0,5	1,7	1,1
Mastil	0,6	1,4	0,7	1,1	0,7	0,9	0,7	1,5	0,6	1,2	0,6	0,9	0,7	1,3	0,6	0,9
Balizas Recorrido	1,0	1,3	1,4	1,1	1,7	1,0	1,4	1,2	3,5	2,4	1,4	0,9	1,4	1,2	1,2	0,7
Casco	0,4	2,1	0,7	3,1	1,7	5,1	0,7	2,5	0,7	3,2	2,3	10,0	0,7	2,6	2,7	6,8
Otras	5,5	19,2	4,7	14,9	4,0	10,8	4,8	16,6	4,7	15,2	3,9	9,3	4,9	17,1	3,6	9,7
Fuera	0,6	5,5	1,3	6,5	3,0	7,5	1,1	5,3	0,9	6,0	6,1	16,8	1,1	5,9	13,6	31,4

El comportamiento visual de los regatistas experimentados, muestra que, con una elevada probabilidad, pasado un segundo tras fijar la mirada sobre localizaciones menos relevantes, estarán mirando sobre la “salida”, el “viento/mar”, el “reloj” o los “rivales”. En el caso de los regatistas noveles, la probabilidad indica que pasado un segundo, estarán fijando la mirada sobre el “viento/mar”, los “rivales” u “otras”. Estos resultados son muy similares a los obtenidos cuando están fijando la mirada sobre las ocho localizaciones más relevantes.

Por último, la Tabla 4.3. recoge el tiempo medio que emplean, tanto el grupo de experimentados como el de noveles, en volver a fijar la mirada sobre cada una de las localizaciones. Es decir, cada cuantos segundos mirarán sobre la misma ubicación, dato también conocido como la recurrencia.

Tabla 4.3.

Recurrencia en las fijaciones realizadas sobre cada una de las localizaciones (en segundos).

LOCALIZACIÓN	EXPERIMENTADOS	NOVELES
SALIDA	0,27	0,57
VIENTO/MAR	0,29	0,22
PROA	0,46	0,45
PUÑO DE AMURA	0,66	0,62
RELOJ	0,3	0,48
CATAVIENTOS	0,89	2,91
RIVALES	0,17	0,28
MAPA SALIDA	2,12	1,48
MAPA RESTO	0,29	0,51
RESTO DE VELA	0,51	0,51
BOTAVARA	4,42	4,23
MÁSTIL	4,91	2,99
BALIZA		
RECORRIDO	2,27	3,02
CASCO	4,16	0,82
OTRAS	0,71	0,24
FUERA	2,58	0,35

Respecto a los valores de tiempo de las 9 primeras localizaciones, se aprecia que los regatistas experimentados emplean un tiempo de recurrencia muy reducido, menor a 1 segundo en casi todos los casos, excepto en la localización "mapa salida" e inferior a 0,50 segundos en las localizaciones "salida", "viento/mar", "proa", "reloj", "rivales" y "mapa resto". En el caso de los regatistas de menor experiencia, se aprecia que, sobre las 9 primeras localizaciones, emplean tiempos de recurrencia inferiores a un segundo en todas ellas, exceptuando "catavientos" y "mapa salida", donde emplean tiempos de recurrencia superiores a 1,48 segundos. En este último grupo se encuentran valores de recurrencia inferiores a 0,50 segundos sobre "viento/mar", "proa", "reloj" y "rivales".

En cuanto a las localizaciones menos relevantes, a partir de "resto de vela" en adelante, se observa que los regatistas noveles obtienen valores de recurrencia inferiores a un segundo sobre las localizaciones "resto de vela", "casco", "otras" y "fuera", mientras que sobre "botavara", "mástil" y "balizas de recorrido", realizan recurrencias superiores a 2,99 segundos. Los regatistas experimentados registran tiempos de recurrencia inferiores a un segundo solamente sobre "resto de vela" y "otras", mientras efectúan tiempos de recurrencia superiores a dos segundos sobre "balizas de recorrido" y "fuera", y superiores a cuatro segundos en "botavara", "mástil" y "casco".

#### 4.1.3. Análisis inferencial

Los datos de las variables que presentaron una distribución normal se sometieron a un análisis paramétrico mediante la prueba T para muestras independientes. Mientras que a los datos de las variables con una distribución no normal, se les aplicó un análisis estadístico no paramétrico, mediante el análisis de 2 muestras independientes a través de la prueba U de Mann-Whitney.

Debido a que la mayoría de las variables presentan valores con una distribución anormal, se optó por realizar la prueba U de Mann-Witney sobre todas las variables del comportamiento visual.

Este análisis estadístico reveló los valores estadísticamente significativos ( $p \leq 0,05$ ) que presentan las variables analizadas inter-grupo e intra-grupo.

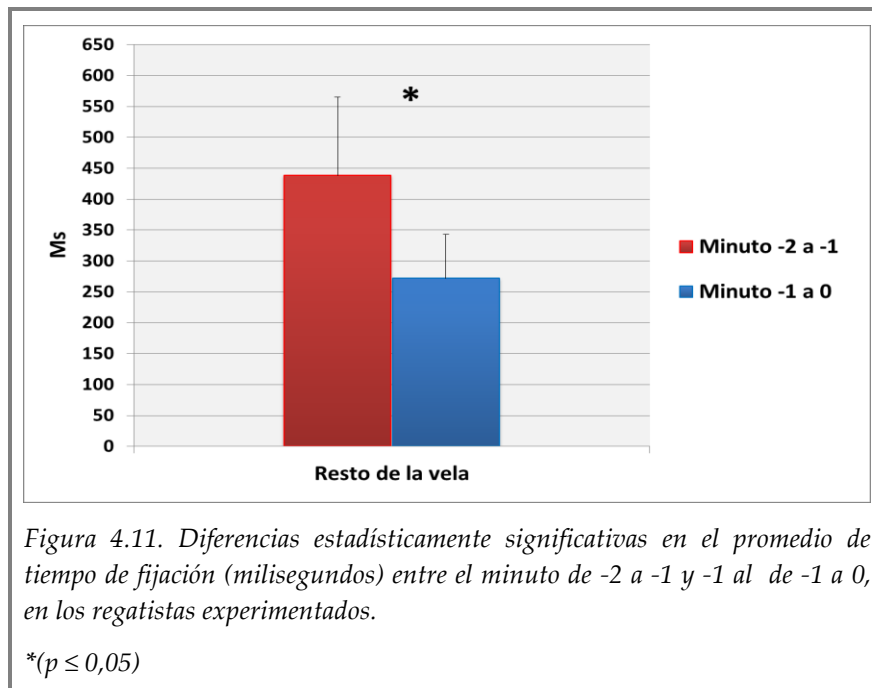


Dentro de cada uno de los apartados, se ha subdividido por grupos, experimentados y noveles y por minutos, del minuto -2 al -1 y del -1 al 0. En cada uno de los apartados, los resultados se han analizado mostrando las diferencias estadísticamente significativas en sacádicos, fijaciones y tiempo de fijación, sólo en aquellas localizaciones que presentan diferencias inter-grupos.

#### 4.1.3.1. Análisis intra-grupo

Tras realizar el análisis estadístico, comparando las diferencias existentes entre los diferentes minutos analizados dentro de cada grupo, se aprecia que solamente existe una diferencia estadísticamente significativa dentro del grupo de regatistas experimentados. En el grupo de regatistas noveles, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del comportamiento visual obtenidos durante ambos minutos.

La Figura 4.11. muestra las diferencias estadísticamente significativas halladas en el tiempo de fijación empleado por los regatistas experimentados en mirar la localización “resto de la vela”, entre el minuto -2 a -1 (437,84 ms) y -1 a 0 (272,06 ms).



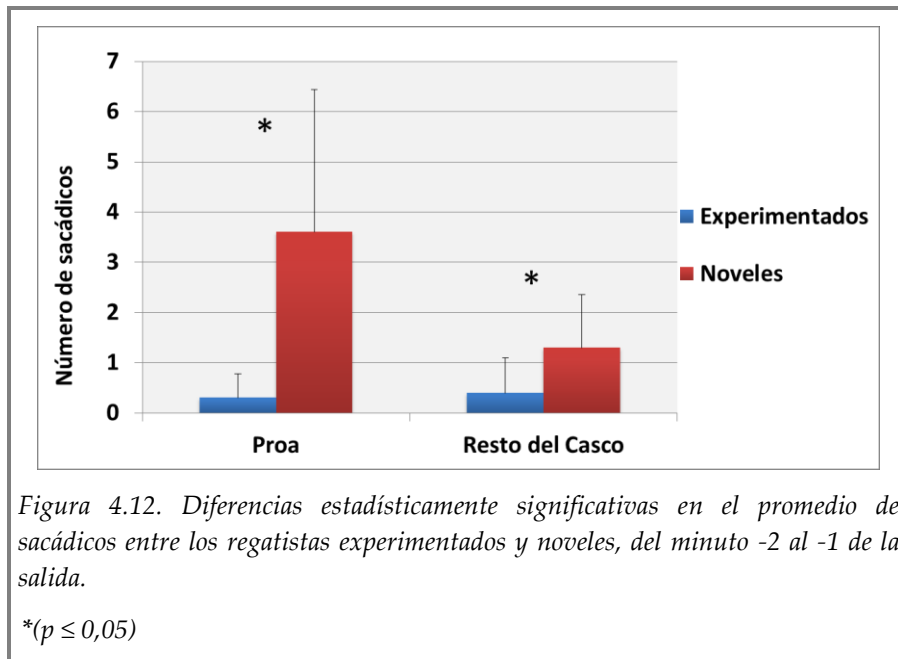
Se aprecia que el tiempo de fijación empleado en mirar la vela de la embarcación, durante el minuto -2 a -1, es muy superior al que dedicaron los experimentados sobre esta misma localización durante el último minuto ( $p=0,004$ ).

#### **4.1.3.2. Análisis inter-grupo**

##### **4.1.3.2.1. Minuto -2 a -1**

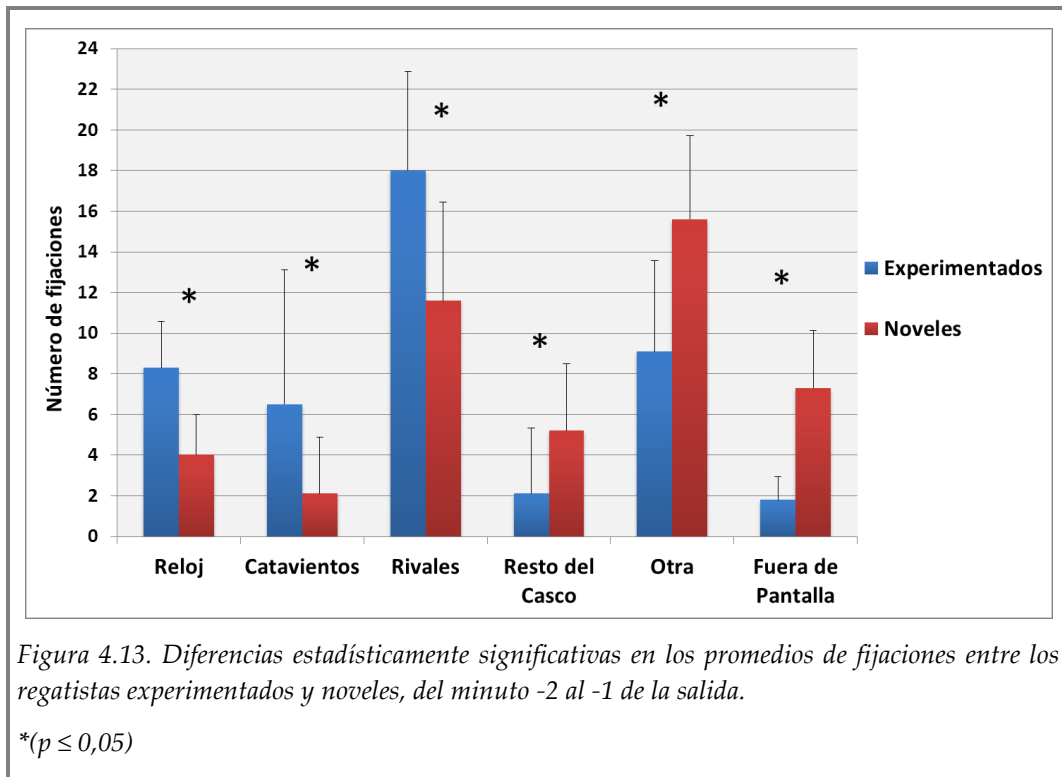
En este epígrafe se muestran las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre el comportamiento visual de experimentados y noveles durante el minuto -2 a -1. Se han encontrado 10 diferencias significativas distribuidas entre las tres variables del comportamiento visual: número de sacádicos, número de fijaciones y tiempo de fijación.

La Figura 4.12. refleja las diferencias estadísticamente significativas existentes en cuanto a los promedios de movimientos sacádicos que han realizado ambos grupos sobre cada localización durante el minuto -2 a -1.



Los resultados de la Figura 4.12. muestran que en las localizaciones de “proa” y “resto del casco”, los regatistas noveles realizaron un mayor número de sacádicos (3,60 y 1,30, respectivamente) que los experimentados (0,30 y 0,40, respectivamente). Concretamente, el grupo experimentado realizó un promedio de movimientos sacádicos muy inferior al realizado por los principiantes sobre la “proa” ( $p=0,001$ ). Los resultados de la localización “resto del casco”, muestran que los regatistas principiantes triplicaron el número de sacádicos realizados respecto a los experimentados ( $p=0,045$ ).

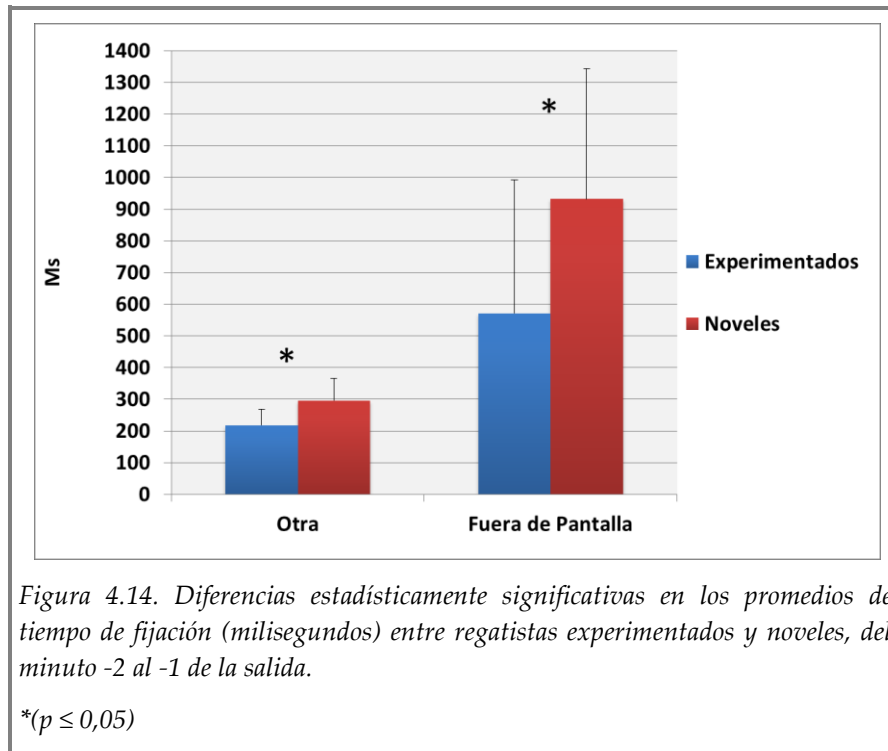
En los resultados mostrados en la Figura 4.13., se aprecia que el grupo de regatistas con mayor experiencia, realiza un mayor número de fijaciones en las localizaciones determinadas anteriormente como relevantes para el éxito en la salida (“reloj”, “catavientos” y “rivales”). Mientras que el grupo de inexperimentados, realiza mayor cantidad de fijaciones en localizaciones de menor importancia y que proporcionan información menos significativa (“resto del casco”, “otras” y “fuera”).



Al observar las localizaciones relevantes, en las cuales existen diferencias estadísticamente significativas, se observa que los regatistas experimentados realizaron el doble de fijaciones (8,3) en la localización “reloj”, que los noveles (4,0) ( $p=0,001$ ). En la localización “catavientos” el grupo de experimentados efectuó una media de fijaciones (6,5) que triplicaba a las realizadas por los noveles (2,1) ( $p=0,022$ ). La localización “rivales” es una de las localizaciones en las que mayor número de fijaciones realizaron los experimentados (18,00), frente a las realizadas por los noveles (11,6) ( $p=0,009$ ).

En cuanto a las localizaciones que tienen menor importancia y que presentan diferencias significativas, se observa que los regatistas noveles realizan el doble de fijaciones (5,2) que los experimentados (2,1) sobre la localización “resto del casco” ( $p=0,018$ ). En la localización “otras”, los regatistas principiantes realizan un mayor número de fijaciones (15,6), con respecto a los experimentados (9,1) ( $p=0,003$ ). Por último, en la localización menos relevante de todas, “fuera de pantalla”, los regatistas noveles fijan su mirada una media de cuatro veces más (7,3) que los regatistas con mayor experiencia (1,8) ( $p=0,001$ ).

La Figura 4.14. presenta las diferencias estadísticamente significativas existentes en el promedio de tiempo de fijación que emplean los sujetos experimentados y noveles sobre cada localización, en el transcurso del minuto -2 a -1.



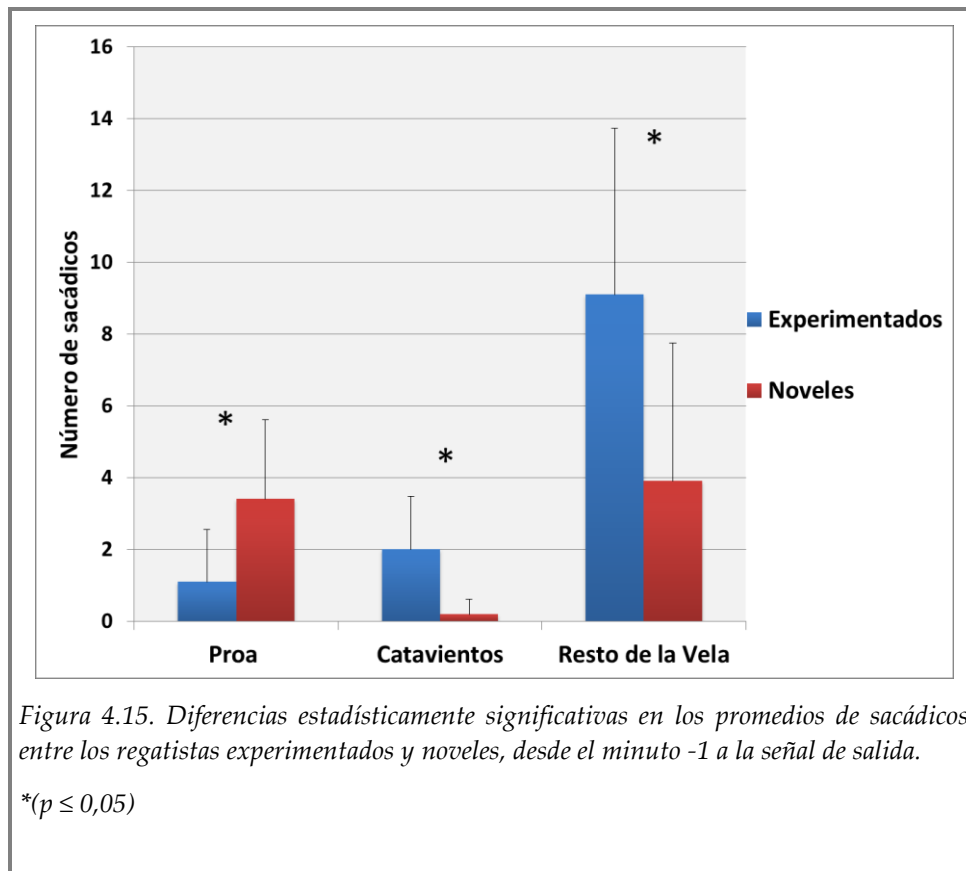
Como muestra la Figura 4.14., existen diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de fijación en las localizaciones “otra” y “fuera de pantalla”. El grupo de regatistas principiantes tuvo una media de tiempo de fijación superior en la localización “otra” ( $p=0,011$ ) (295,70 ms) que el grupo experimentado (218,12 ms). Lo mismo sucede en la localización “fuera de pantalla”, en la cual los regatistas noveles realizaron fijaciones de mayor duración (932,73 ms) en comparación con las realizadas por los experimentados (571,10 ms) ( $p=0,049$ ).

#### 4.1.3.2.2. Minuto -1 a 0

En este epígrafe se exponen las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre el comportamiento visual de experimentados y noveles durante

el minuto -1 a 0. Se han hallado 15 diferencias significativas, distribuidas entre las tres variables del comportamiento visual, número de sacádicos, número de fijaciones y tiempo de fijación.

En la Figura 4.15. se presentan las diferencias estadísticamente significativas existentes en los promedios de movimientos sacádicos que han realizado ambos grupos sobre cada localización durante el minuto -1 a 0.

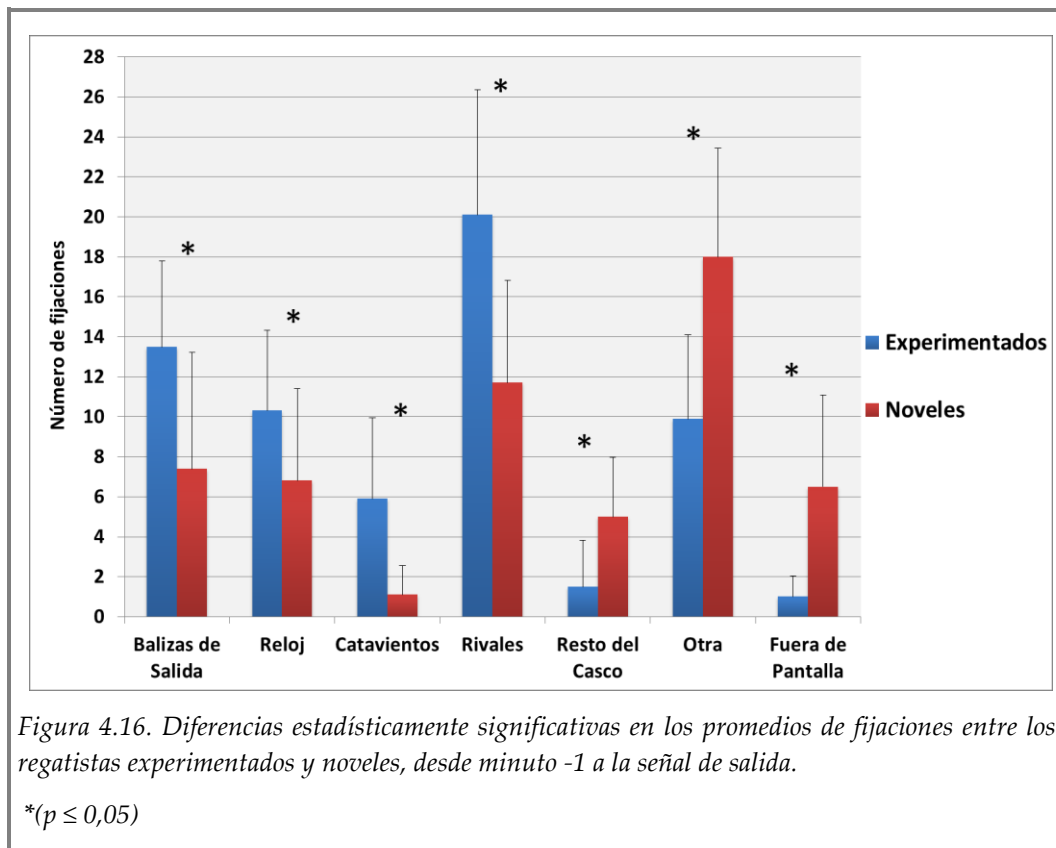


Tal y como muestra la Figura 4.15., el grupo de regatistas experimentados realiza un mayor número de sacádicos, con diferencias estadísticamente significativas en las localizaciones “catavientos” y “resto de la vela”, mientras que realiza un menor número de los mismos sobre la localización “proa”.

El grupo de regatistas noveles realizó una media de 3,4 movimientos sacádicos en la localización “proa”, mientras que el grupo de experimentados solamente efectuó 1,1 sacádicos de media sobre dicha localización ( $p=0,011$ ). En la

localización “catavientos” los regatistas experimentados realizaron 2,0 sacádicos de media, siendo significativas las diferencias entre grupos, ya que el grupo novel apenas realizó movimientos sacádicos sobre esta localización (0,2) ( $p=0,003$ ). Finalmente, en la localización “resto de la vela”, el grupo de experimentados realizó una mayor cantidad de sacádicos (9,1) que los realizados por los regatistas con menor experiencia (3,9) en esta misma localización ( $p=0,006$ ).

La Figura 4.16. muestra las diferencias estadísticamente significativas en el número de fijaciones realizadas por el grupo de regatistas experimentados y noveles.



En la comparación inter-grupos, se aprecia que el grupo de experimentados realiza más fijaciones en las localizaciones categorizadas como relevantes y un menor número en las menos importantes, al igual que sucedió durante el minuto analizado anteriormente (-2 a -1).

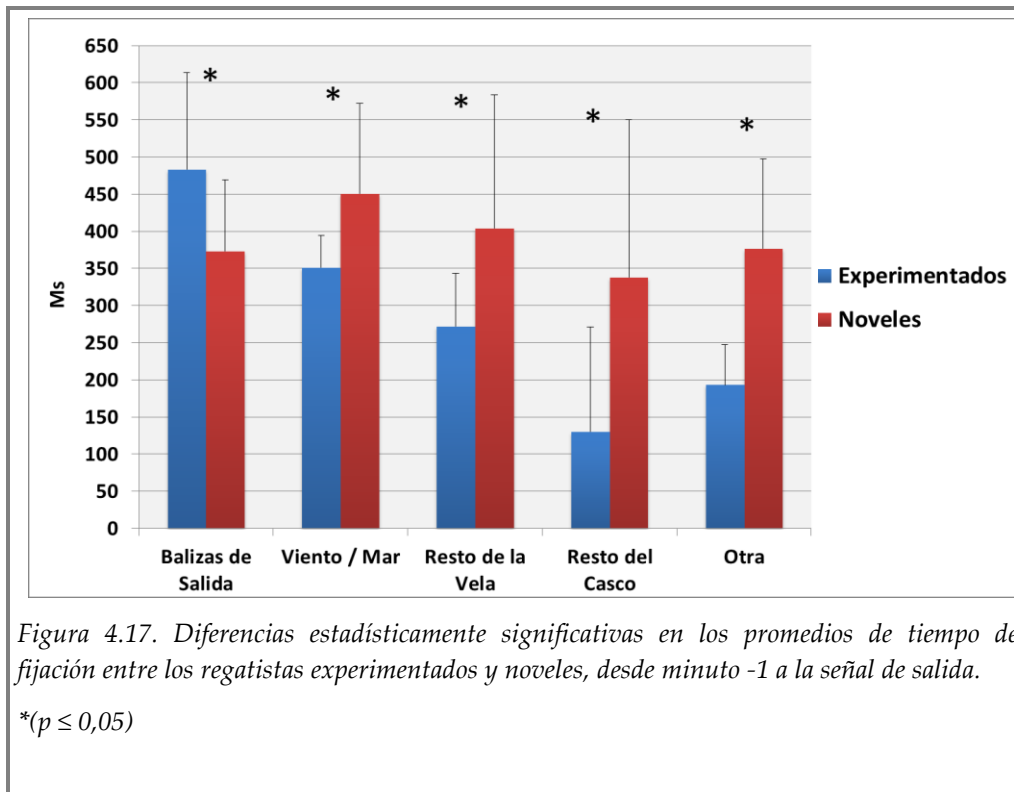
Al observar las diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de fijaciones visuales sobre las localizaciones relevantes se aprecia que, los regatistas experimentados realizaron mayor cantidad de fijaciones (13,5) en la localización “baliza de salida”, que los principiantes (7,4) ( $p=0,028$ ). La localización “reloj” muestra que el grupo experimentado realizó un mayor número de fijaciones (10,3), que el grupo de principiantes (6,8) ( $p=0,05$ ).

En la localización “catavientos”, el grupo de regatistas experimentados efectuó un promedio de fijaciones (5,9) cinco veces superior al realizado por los noveles (1,1) ( $p=0,001$ ). La localización “rivales”, es una de las localizaciones en las que más fijaciones se realizan por parte de los regatistas experimentados (20,1) ( $p=0,004$ ), al igual que sucedió en el minuto anterior, mientras que para los noveles no es tan relevante (11,7).

Al igual que sucedió en el minuto anterior (-2 a -1), los resultados en las localizaciones poco relevantes son similares en cuanto al número de fijaciones. En “resto del casco”, los experimentados realizaron un promedio de fijaciones inferior (1,5) al efectuado por los noveles (5,0) ( $p=0,011$ ). La localización “otra” es en la que el grupo de noveles realizó el mayor número de fijaciones (18,0), mientras que el grupo de experimentados efectuó un número de fijaciones muy inferior (9,9) ( $p=0,002$ ). Y en la última fijación, “fuera de pantalla” los regatistas con menor experiencia efectuaron más fijaciones visuales (6,5), que los regatistas más experimentados (1,0) ( $p=0,004$ ).

En la Figura 4.17. se presentan las diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de fijación empleado por ambos grupos sobre cada una de las localizaciones.





Al observar la Figura 4.17. se aprecia que, la mayoría de las diferencias significativas en el tiempo de fijación reflejan que los regatistas noveles realizan fijaciones de mayor duración que los experimentados, a excepción de las realizadas sobre la localización “baliza de salida”, una de las más relevantes durante este periodo de tiempo.

El grupo de regatistas experimentados empleó una media de tiempo de fijación superior al tiempo utilizado por los noveles (483,52 ms frente a 373,29 ms) en mirar la localización “baliza de salida” ( $p=0,041$ ). En la localización “viento/mar”, los regatistas noveles emplearon más tiempo en fijar la mirada que los de mayor experiencia (450,55 ms. frente a 350,98 ms.) ( $p=0,032$ ). Sobre la localización “resto de la vela”, el grupo de principiantes empleó un mayor tiempo de fijación que el grupo de experimentados (404,26 ms. frente a 272,06 ms.) ( $p=0,026$ ). En cuanto a las localizaciones, menos relevantes como son, el “resto del casco” ( $p=0,046$ ) y “otras” ( $p=0,001$ ) los regatistas noveles realizaron un tiempo de fijación muy elevado (338,33 y 376,95 ms., respectivamente), en comparación con

el registrado por los experimentados sobre ambas localizaciones (130,20 y 193,14 ms, respectivamente).

#### 4.2. COMPORTAMIENTO MOTOR / MANEJO DE LA EMBARCACIÓN

A continuación, se presentan los datos correspondiente al comportamiento motor de los regatistas, expresados a través de las variables que reflejan, de manera indirecta, la capacidad de control de la embarcación. Así, se incluyen los descriptivos de las variables “velocidad”, “distancia recorrida”, junto con los resultados del coeficiente de variación para la trayectoria en los ejes horizontal y vertical (CVX y CVY, respectivamente) y de la entropía muestral (SampEn) extraídos a partir de los valores de posicionamiento de la embarcación, tanto en el eje horizontal (X) como en el eje vertical (Y) en cada uno de los minutos, a fin de conocer la predictibilidad o funcionalidad de la trayectoria descrita por los regatistas pertenecientes a ambos grupos. Seguidamente, se muestran los valores de “posición” y “velocidad” en el momento de la señal de salida.

##### 4.2.1. Análisis descriptivo

En este apartado se presentan los valores de las variables que describen el comportamiento motor, agrupadas en dos epígrafes: 4.2.1.1. Velocidad de navegación y distancia recorrida y 4.2.1.2. Trayectoria de navegación.

###### 4.2.1.1. Velocidad de navegación y distancia recorrida

La Tabla 4.4 presenta los valores de velocidad media de navegación registrados por ambos grupos de regatistas durante los dos minutos analizados del protocolo de salida.

Tabla 4.4.

Valores medios de velocidad de la embarcación del minuto-2 al -1 y del -1 al 0 en la salida, expresados en metros/segundo (m/s.).

VELOCIDAD (M/S.)		
	MINUTO -2 A -1	MINUTO -1 A 0
EXPERIMENTADOS	3,43±0,51 M/S	3,08±0,48 M/S
NOVELES	3,25±1,01 M/S	2,94±1,19 M/S

Tal y como se aprecia en la Tabla 4.4, los regatistas experimentados presentan un promedio de velocidad de 3,43±0,51 m/s. durante el minuto -2 al -1, mientras que registraron una velocidad media de 3,08±0,48 m/s. durante el minuto previo a la señal de salida.

En el caso de los regatistas noveles, la velocidad media de navegación durante el minuto -2 a -1 fue de 3,25±1,01 m/s. y de 2,94±1,19 m/s. durante el minuto -1 a 0.

En la Tabla 4.5, se muestran los valores de distancia media recorrida, por los regatistas experimentados y noveles en ambos minutos de navegación.

Tabla 4.5.

Valores medios de distancia recorrida del minuto-2 al -1 y del -1 al 0 en la salida, expresados en metros (m.).

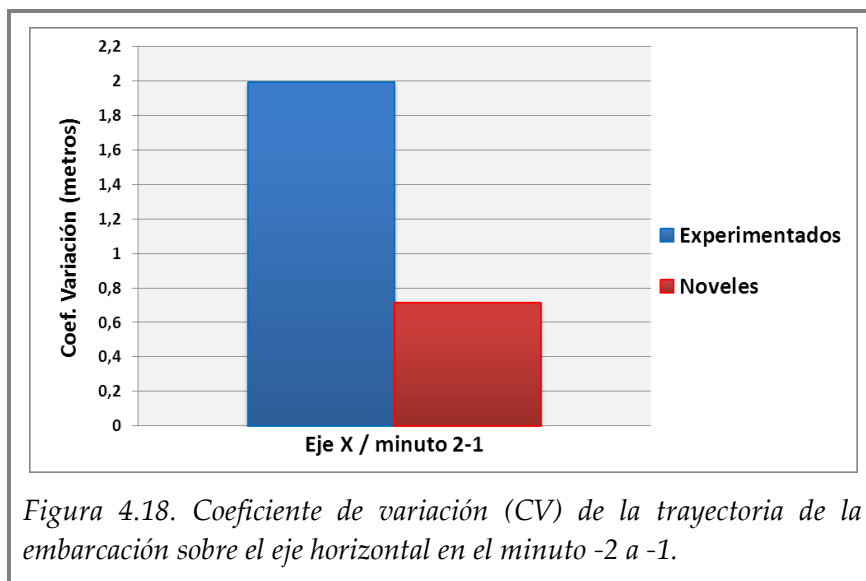
DISTANCIA RECORRIDA (M.)		
	MINUTO -2 A -1	MINUTO -1 A 0
EXPERIMENTADOS	205,8±30,6 M	184,8±28,8 M
NOVELES	195,0±60,6 M	176,4±71,4 M

Durante el minuto -2 a -1 las distancias recorridas por los regatistas experimentados y noveles fueron de  $205,8 \pm 30,6$  m y  $195,0 \pm 60,6$  m respectivamente. Mientras que durante el minuto previo a la señal de salida, los experimentados recorrieron  $184,8 \pm 28,8$  m y los noveles  $176,4 \pm 71,4$  m.

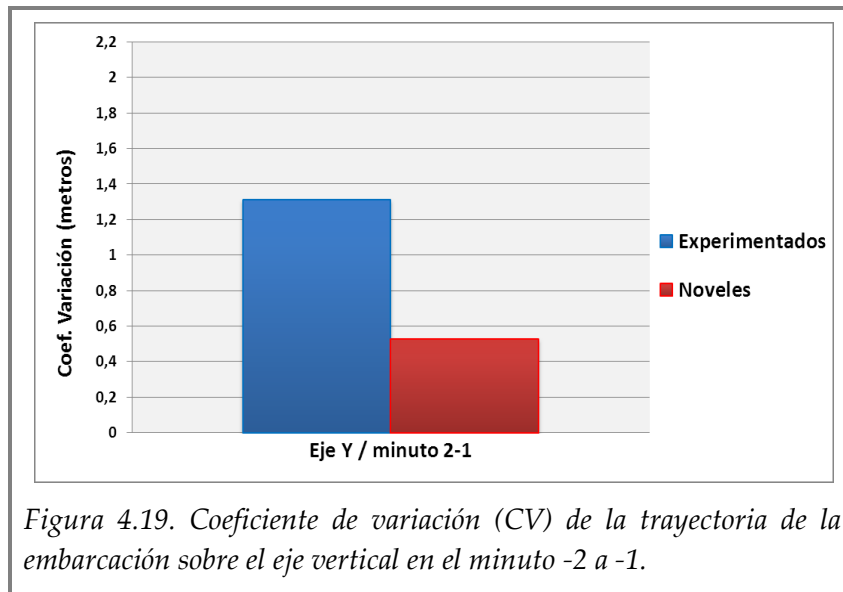
#### 4.2.1.2. Trayectoria de navegación

A continuación se presentan los descriptivos extraídos de la trayectoria de la embarcación sobre los ejes horizontal (X) y vertical (Y). Se analiza la variabilidad de dicha trayectoria a través del análisis del coeficiente de variación (CV) de ésta y de la entropía muestral (SampEn).

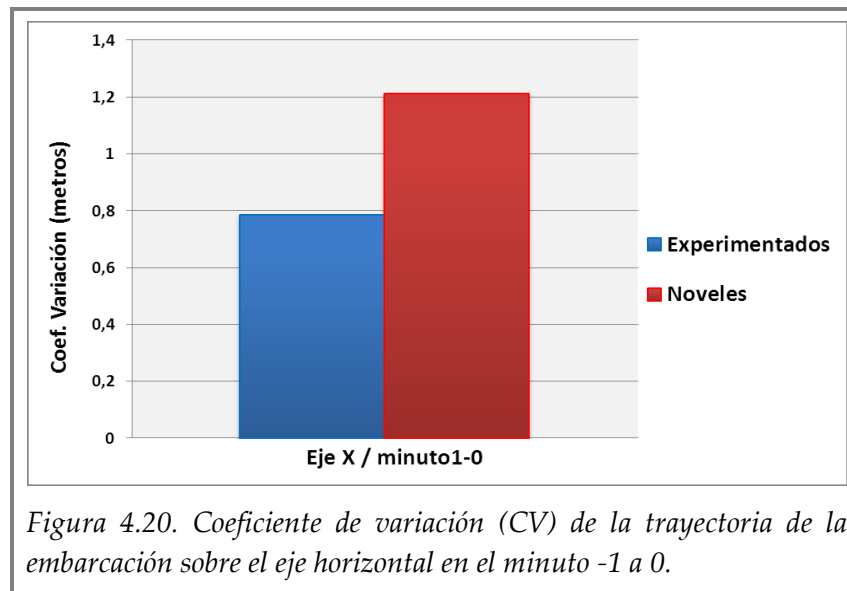
La Figura 4.18. muestra el coeficiente de variación sobre de la trayectoria realizada por experimentados y noveles sobre el eje horizontal durante el minuto -2 a -1. Los resultados durante este minuto reflejan un coeficiente de variación de 1,99 m, mientras que los noveles obtuvieron un valor de 0,71 m



Con respecto a la variabilidad de la trayectoria sobre el eje vertical, la Figura 4.19. presenta los valores del coeficiente de variación registrados por ambos grupos durante el minuto -2 a -1. El coeficiente de variación registrado por los regatistas noveles sobre el eje vertical es de 0,53 m, mientras que los experimentados obtuvieron valores de 1,31 m.

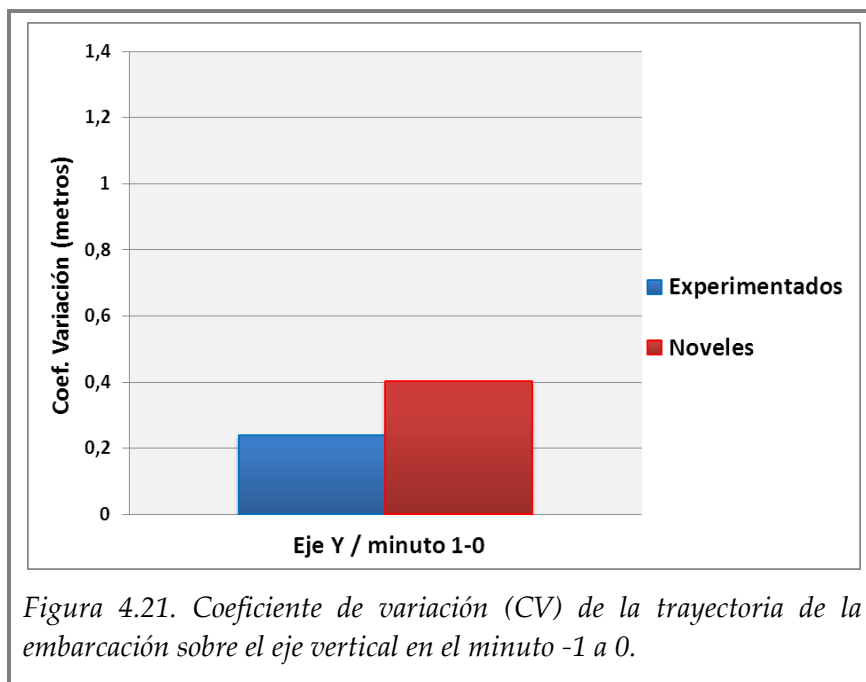


La Figura 4.20. muestra los resultados del coeficiente de variación de la trayectoria realizada por experimentados y noveles sobre el eje horizontal durante el último minuto de la regata. Los resultados revelan que los regatistas noveles obtienen un valor de coeficiente de variación de 1,21 m. En el caso de los regatistas experimentados, los valores de coeficiente de variación son de 0,79 m.



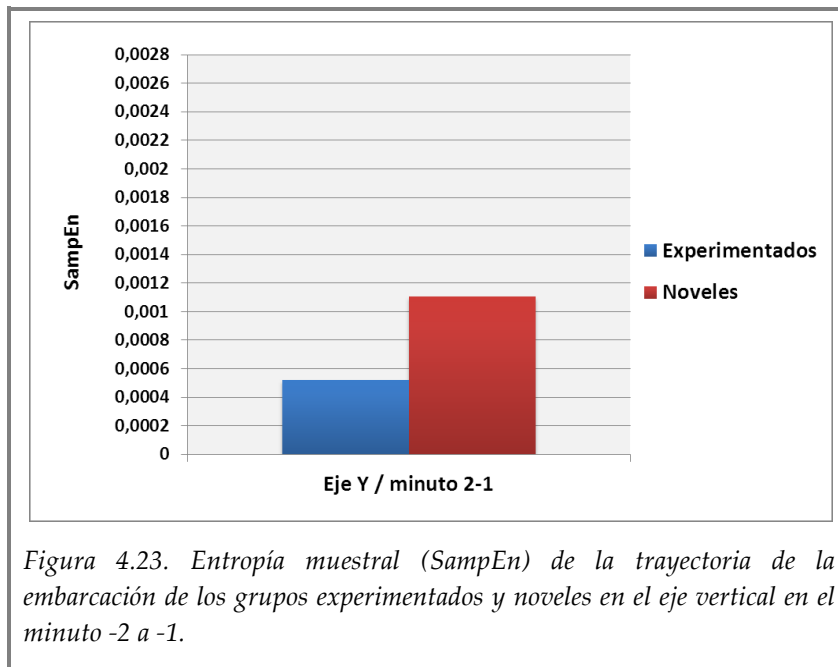
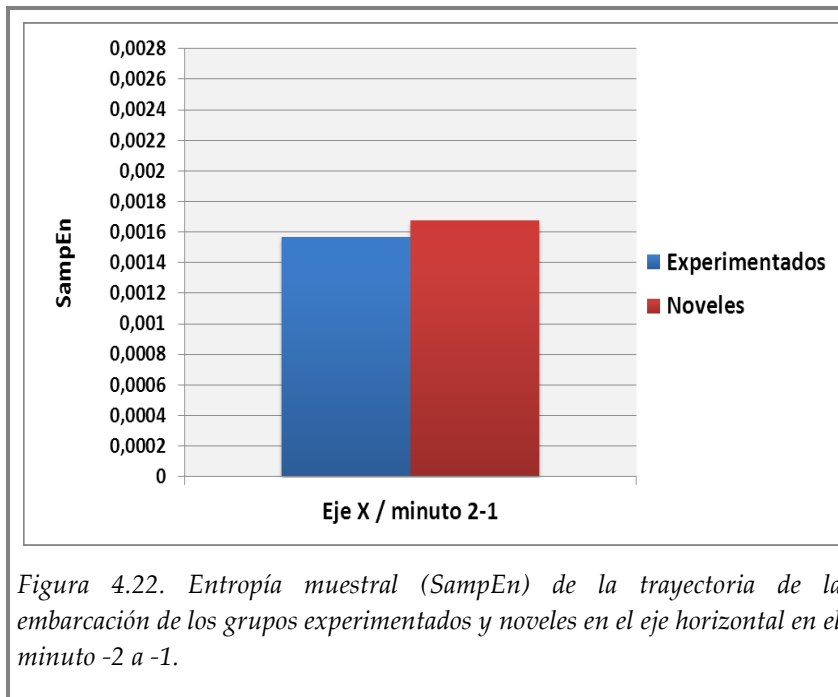
Finalizando con los resultados relativos al coeficiente de variación, la Figura 4.21. presenta los valores del coeficiente de variación sobre el eje vertical

registrados en el minuto previo a la señal de salida. El grupo de regatistas experimentados obtuvo un valor del coeficiente de variación de 0,24 m. sobre el eje vertical, mientras que el grupo de noveles alcanzó un valor de 0,40 m. sobre este mismo eje.

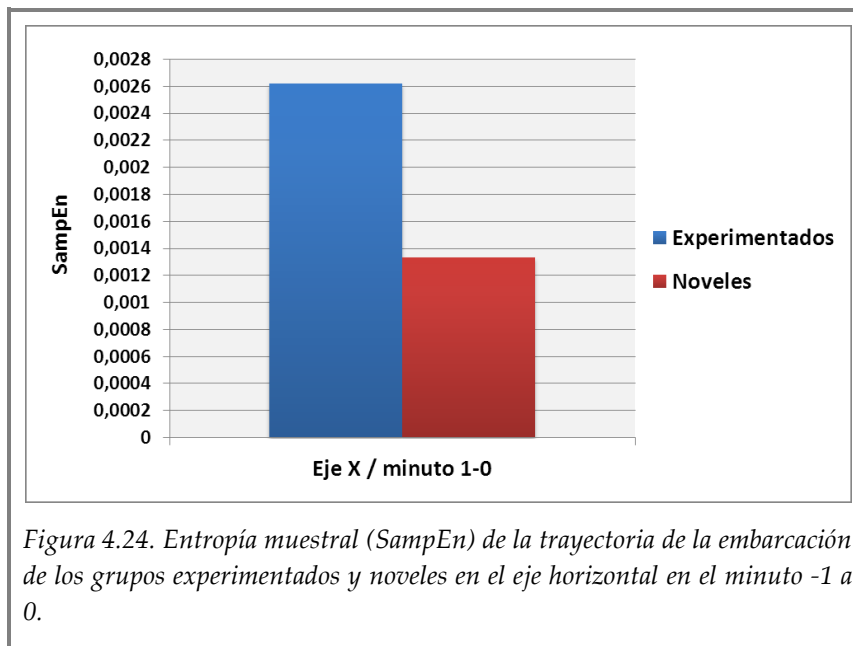


A continuación se exponen los resultados de entropía muestral (SampEn) extraídos de la trayectoria descrita por los regatistas experimentados y noveles sobre ambos ejes en cada uno de los minutos en los que se dividió la salida.

Los valores de SampEn correspondientes a la trayectoria realizada durante el minuto -2 a -1 no muestran diferencias significativas entre experimentados y noveles en el eje horizontal (Figura 4.22.), obteniendo datos muy similares (0,00157 y 0,00167, respectivamente). Sin embargo, existe una mayor disparidad, aunque no llega a ser significativa, en los valores de SampEn de la trayectoria que realizan sobre el eje vertical (Figura 4.23.), mostrando valores de 0,00052 los experimentados y 0,00110 los noveles.

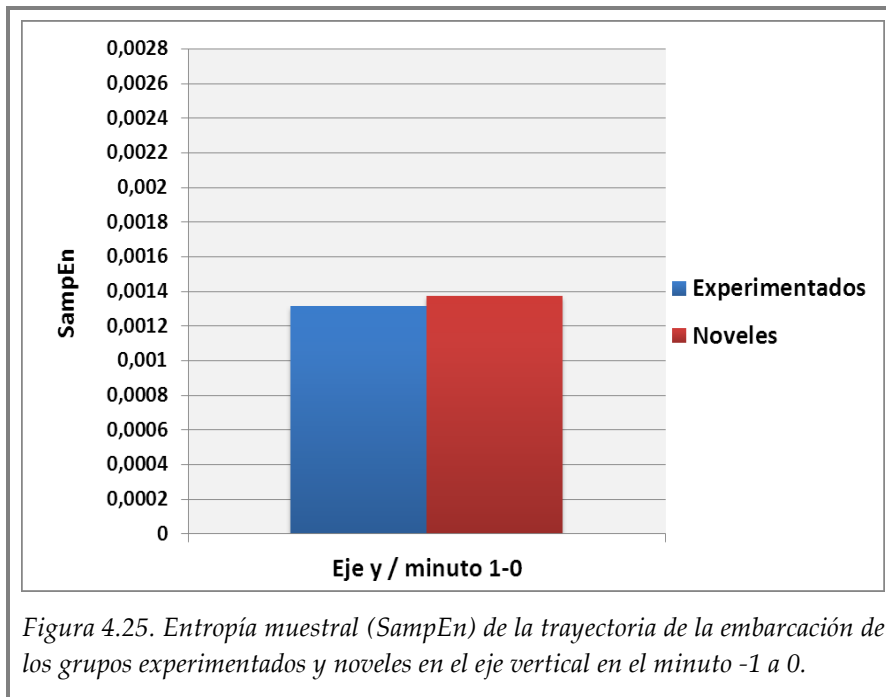


La Figura 4.24 muestra los valores SampEn obtenidos por los regatistas experimentados y noveles en su trayectoria sobre el eje horizontal durante último minuto de la regata. Se aprecia que la trayectoria sobre el eje horizontal que realizan los regatistas experimentados obtiene un valor de entropía muestral de 0,00262, mientras que los noveles lograron valores de 0,00134.



Por último, se observan los valores de SampEn obtenidos por ambos grupos de regatistas sobre el eje vertical durante el minuto previo a la señal de salida (Figura 4.25.). Se aprecia que los valores de entropía muestral de la trayectoria efectuada por ambos grupos sobre dicho eje es de 0,00131 en experimentados y 0,00137 en noveles.





#### 4.2.2. Análisis inferencial

Para el análisis inter-grupo, los datos de las variables que presentaron una distribución normal se sometieron a un análisis paramétrico mediante la prueba T para muestras independientes. Mientras que a los datos de las variables con una distribución no normal se les aplicó un análisis estadístico no paramétrico, mediante el análisis de 2 muestras independientes a través de la prueba U de Mann-Whitney.

En el caso del análisis intra-grupo, los datos de las variables que presentaron una distribución normal se sometieron a un análisis paramétrico mediante la prueba T para muestras relacionadas. Mientras que a los datos de las variables con una distribución no normal se les aplicó un análisis estadístico no paramétrico, mediante el análisis de 2 muestras relacionadas a través de la prueba de Wilcoxon.

#### 4.2.2.1. Análisis intra-grupo

Tras realizar el análisis inferencial, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las variables de comportamiento motor (velocidad de la embarcación, distancia recorrida, coeficiente de variación y entropía muestral de la trayectoria seguida), analizadas durante los dos minutos de la salida.

A pesar de no existir diferencias significativas, se hallaron dos tendencias a la significatividad entre los valores de coeficiente de variación de la trayectoria realizada por el grupo de regatistas experimentados, tanto en el eje horizontal como vertical, en ambos minutos.

En este sentido, en el eje horizontal se observa una tendencia a la significatividad ( $p=0,059$ ) entre los valores de coeficiente de variación obtenidos entre el minuto -2 a -1 ( $1,99\pm 5,61$ ) y en el minuto -1 a 0 ( $0,79\pm 0,27$ ), mostrando una tendencia al incremento de la variabilidad de la trayectoria durante el minuto -2 a -1.

En cuanto al coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación analizada sobre el eje vertical, se obtiene una tendencia a la significatividad ( $p=0,059$ ) entre el minuto -2 a -1 ( $1,31\pm 2,11$ ) y en el último minuto ( $0,24\pm 0,42$ ), siendo esta tendencia un indicador de que la trayectoria sobre el eje vertical es más variable durante el minuto -2 a -1.

#### 4.2.2.2. Análisis inter grupo

De todas las variables analizadas (velocidad de la embarcación, distancia recorrida, coeficiente de variación y entropía muestral de la trayectoria seguida), sólo se obtuvieron diferencias significativas ( $p\leq 0,05$ ) en los valores de posición final sobre el eje vertical, tal y como se exponen a continuación.

En la Figura 4.26. se presenta el posicionamiento de ambos grupos de regatistas frente a la línea de salida en el instante de la señal de salida. Tal y como se puede apreciar, se encuentran diferencias estadísticamente significativas en cuanto al posicionamiento sobre el eje vertical (Y).

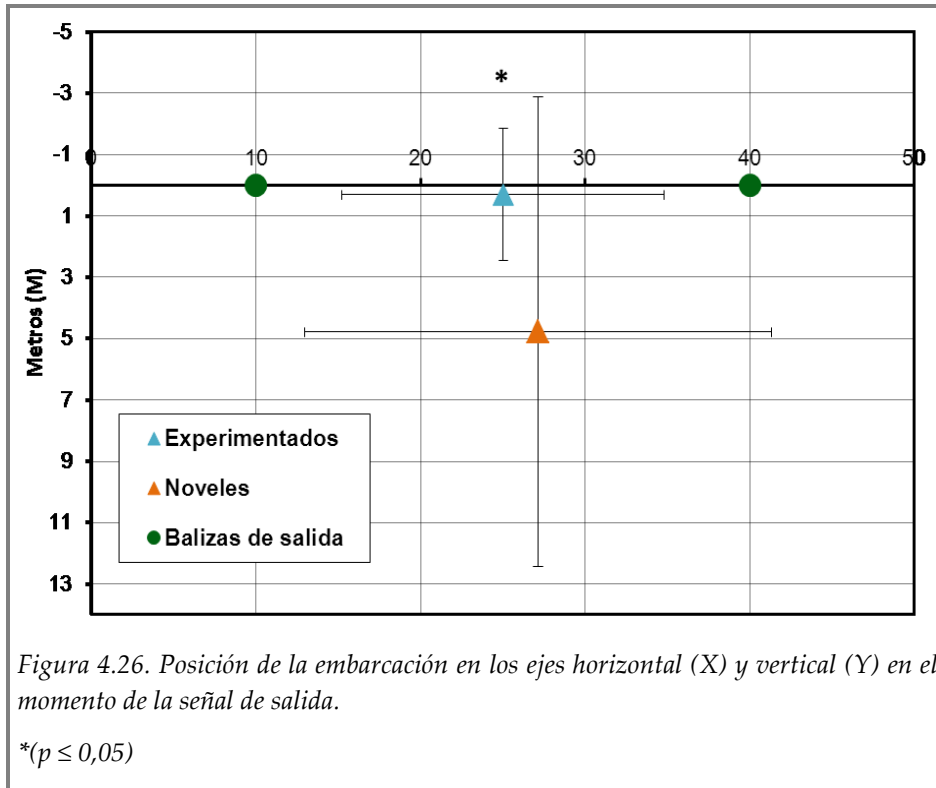


Figura 4.26. Posición de la embarcación en los ejes horizontal (X) y vertical (Y) en el momento de la señal de salida.

\*( $p \leq 0,05$ )

En la Figura 4.26. se aprecia que los regatistas experimentados están posicionados más cerca de la línea de salida que los noveles. En cuanto a la posición en el eje horizontal (X), tanto los principiantes ( $27,1 \pm 14,2$ ) como los experimentados ( $25,0 \pm 9,8$ ), suelen salir por el centro de la línea de salida, no llegando a ser significativas las diferencias entre el posicionamiento de ambos grupos sobre dicho eje. Los valores de posición sobre el eje vertical (Y), muestran que el grupo novel ( $4,8 \pm 7,7$ ) estaba más alejado de la línea de salida en el momento de la señal de inicio de la regata que los experimentados ( $0,3 \pm 2,2$ ), siendo significativas las diferencias existentes ( $p=0,034$ ).

Con respecto a la velocidad de navegación en este mismo instante, cabe indicar que fue de  $2,33 \pm 1,04$  m/s. en el grupo de experimentados y de  $2,78 \pm 1,04$  m/s en el de noveles, sin llegar a ser significativas las diferencias entre las velocidades de ambos grupos en el instante de la señal de salida.

#### 4.3. ANÁLISIS CORRELACIONAL ENTRE EL COMPORTAMIENTO VISUAL Y MOTOR

Para conocer las posibles relaciones existentes entre las variables de manejo de la embarcación y el comportamiento visual realizado por los dos grupos de estudio, se ha realizado el análisis de Correlación Bivariada de Spearman, atendiendo a la falta de normalidad en la distribución de los datos. Con este análisis se pretende determinar si las variables de número de fijaciones, número de sacádicos y tiempo de fijación sobre cada una de las localizaciones establecidas en el comportamiento visual presentan alguna correlación, positiva o negativa, sobre las variables de manejo de la embarcación. Dentro del análisis correlacional, se descartó incluir los datos relativos a la secuencia de fijación, debido a las características de los datos que se obtienen tras el tipo de análisis al que se sometieron (cadena de Markov).

Para considerar una correlación de interés, se establecieron como requisitos que el valor de  $r \geq 0,600$  y el valor de  $p \leq 0,05$ .

Para el análisis realizado se buscaron correlaciones entre todas las variables de estudio en la comparación intra-grupo. Los resultados obtenidos de dicha correlación, mostraron 443 correlaciones en el grupo de regatistas experimentados y 407 en el grupo de noveles. Durante este primer proceso de análisis correlacional, se buscaron correlaciones entre las variables del comportamiento visual y motor en los dos minutos de salida analizados. Es decir, se correlacionaron entre sí y entre el resto de variables, todas y cada una de las variables de estudio. Debido a esta gran cantidad de correlaciones encontradas, se decidió acotar el análisis correlacional sobre los datos de comportamiento visual y manejo de la embarcación de los minutos -2 al -1 y del -1 al 0 de forma independiente, es decir, sin correlacionar entre sí los diferentes minutos.

De este modo, se presentan un total de 65 correlaciones correspondientes al grupo de experimentados (Tabla 4.6.) y al de noveles (Tabla 4.7.). El grupo de experimentados presenta 34 correlaciones, de las cuales 5 tienen un valor de significación de  $p < 0,01$ , todas ellas correspondientes al intervalo del minuto -2 a -1. Los regatistas noveles presentan un total de 31 correlaciones, repartidas en ambos minutos (-2 a -1 y -1 a 0), de las cuales, 13 de ellas mostraron un valor de significatividad de  $p < 0,01$ .

Tras definir estos aspectos, se irán exponiendo los resultados de manera progresiva y explicando la dirección de las relaciones existentes entre las variables en función de la experiencia.

#### **4.3.1. Correlaciones entre las VD regatistas experimentados**

Las variables que correlacionan el comportamiento visual con el motor se exponen, distinguiendo entre las halladas en el intervalo correspondiente al minuto -2 a -1 y a continuación, las del minuto -1 a 0.

La Tabla 4.6. presenta todas las correlaciones significativas existentes entre las variables de comportamiento motor y visual del grupo de regatistas experimentados.

Tabla 4.6.  
Correlaciones significativas entre las variables dependientes de control de la embarcación y de comportamiento visual en el grupo de experimentados.

FIJACIONES	SACÁDICOS	TIEMPO
<b>Correlaciones minuto 2-1</b>	<b>Correlaciones minuto 2-1</b>	<b>Correlaciones minuto 2-1</b>
CVY x Fuera: ,706*	CVX x PuñoAmu: ,669*	M x MapSal: ,638*
SampEnY x RestCasc: -,642*	CVX x Cat: ,879**	V x MapSal: ,638*
	CVX x Rel: ,791**	CVY x BalizaRoj: ,778**
	CVX x Mast: ,743*	CVY x Fuera: ,644*
	CVY x BalizaRoj: ,742*	SampEnX x MapSal: -,815**
	CVY x MapRest: ,677*	SampEnY x Proa: ,673*
	SampEnX x BalizaRoj: ,677*	SampEnY x Restvel: ,697*
	SampEnY x Proa: ,646*	SampEnY x Fuera: ,659*
	SampEnY x PuñoAmu: -,712*	
	SampEnY x Fuera: ,798**	
<b>Correlaciones minuto 1-0</b>	<b>Correlaciones minuto 1-0</b>	<b>Correlaciones minuto 1-0</b>
M x RestVel: -,750*	M x MapSal: -,732*	CVX x Riv: ,721*
M x Otra: ,632*	V x MapSal: -,732*	CVX x MapSal: ,760*
V x RestVel: -,750*	CVY x MapSal: -,713*	
V x Otra: ,632*		
CVX x Bota: -,718*		
CVY x Baliza Ver: ,632*		
CVY x MapRest: -,669*		
*p≤0,05; **p≤0,01		

#### 4.3.1.1. Minuto 2-1

Tanto la velocidad de la embarcación, como la distancia recorrida, correlacionan con el tiempo de fijación en la localización balizas de salida en el mapa "MapSal" de forma positiva ( $r=0,638$ ;  $p<0,05$ ).

Asimismo, el coeficiente de variación en la trayectoria horizontal de la embarcación "CVX" correlaciona de forma positiva con el número de sacádicos realizados en las localizaciones puño de amura "PuñoAmu" ( $r=0,669$ ;  $p<0,05$ ), catavientos "Cat" ( $r=0,879$ ;  $p<0,01$ ), reloj "Rel" ( $p=0,791$ ;  $p<0,01$ ) y mástil "Mast" ( $r=0,743$ ;  $p<0,05$ ).

El coeficiente de variación en de la trayectoria de la embarcación en sentido vertical "CVY" correlaciona con el número de fijaciones realizadas "fuera de pantalla" de forma positiva ( $r=0,706$ ;  $p<0,05$ ). Ésto coincide con la correlación existente entre el "CVY" y la variable tiempo de fijación en la misma localización, "fuera de pantalla" ( $r=0,644$ ;  $p<0,05$ ).

Del mismo modo, el "CVY" correlaciona positivamente con el número de sacádicos realizados en las localizaciones de rivales, recorrido y su propia posición sobre el mapa "MapRest" ( $r=0,677$ ;  $p<0,05$ ) y en las balizas de recorrido "BalizaRoj" ( $r=0,742$ ;  $p<0,05$ ), al igual que correlaciona en la misma dirección con el promedio del tiempo de fijación en esta última localización "BalizaRoj" ( $r=0,778$ ;  $p<0,05$ ).

Continuando con el análisis correlacional, aparece una correlación positiva entre la entropía muestral registrada en la trayectoria horizontal de la embarcación "SampEnX" y el número de sacádicos en las balizas de recorrido "BalizaRoj" ( $r=0,677$ ;  $p<0,05$ ).

En sentido contrario, existe una correlación negativa entre la entropía muestral en el eje horizontal y el tiempo de fijación sobre las balizas de salida en el mapa "MapSal" ( $r=-0,815$ ;  $p<0,01$ ).

Respecto a la entropía muestral de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical "SampEnY", se observa que correlaciona de forma positiva con el número de sacádicos que realizan los experimentados en la "proa" ( $r=0,646$ ;  $p<0,05$ ) y

“fuera” de la pantalla ( $r= 0,798$ ;  $p< 0,01$ ). Al igual que sucede con el promedio de tiempo de fijación que emplean en mirar a la proa ( $r= 0,673$ ;  $p< 0,05$ ), resto de la vela “RestVel” ( $r= 0,697$ ;  $p< 0,05$ ) y “fuera de la pantalla” ( $r= 0,659$ ;  $p< 0,05$ ).

Por último, se obtiene una correlación negativa entre “SampEnY” y el número de fijaciones, sobre el resto del casco de la embarcación “RestCasc” ( $r= -0,642$ ;  $p< 0,05$ ) y con respecto al número de sacádicos sobre el puño de amura “PuñoAmu” ( $r= -0,712$ ;  $p< 0,05$ ).

#### 4.3.1.2. Minuto 1-0

Durante el minuto previo a la salida se obtiene una correlación positiva entre la velocidad media de la embarcación y la distancia recorrida por la misma con el número de fijaciones visuales sobre la localización “otras” ( $r= 0,632$ ;  $p< 0,05$ ).

Continuando con las correlaciones sobre el número de fijaciones, estas mismas variables del control de la embarcación, velocidad y distancia recorrida, correlacionan de forma negativa con el número de fijaciones visuales sobre el resto de la vela “RestVel” ( $r= -0,750$ ;  $p< 0,05$ ). Esta misma correlación con valor negativo aparece entre el “CVX”, las fijaciones sobre la botavara “Bota” ( $r= -0,718$ ;  $p< 0,05$ ) y el “CVY” y las fijaciones en el resto de elementos que presenta el mapa “MapRest” ( $r= -0,669$ ;  $p< 0,05$ ).

En cuanto al número de sacádicos que realizan los experimentados en este último minuto, se aprecia que la velocidad y la distancia recorrida, correlacionan negativamente con el número de sacádicos en las balizas de salida en el mapa ( $r= -0,732$ ;  $p< 0,05$ ). Igual que sucede entre el “CVY” y esta misma localización “MapSal” ( $r= -0,713$ ;  $p< 0,05$ ).

Por último, aparecen correlaciones positivas entre el “CVX” y el tiempo de fijación que los regatistas emplean en mirar sobre localizaciones importantes como los rivales “Riv” ( $r= 0,721$ ;  $p< 0,05$ ), las baliza de salida y su posición en el mapa “MapSal” ( $r= 0,760$ ;  $p< 0,05$ ). Esto mismo sucede entre el “CVY” y las fijaciones realizadas sobre las balizas de salida “BalizaVer” ( $r= 0,632$ ;  $p< 0,05$ ).



### **4.3.2. Correlaciones entre las VD en regatistas noveles**

A continuación, se exponen las correlaciones existentes entre las variables de manejo de la embarcación y las de comportamiento visual extraídas de la actuación de los regatistas noveles. La exposición sigue el mismo orden que el mostrado en el grupo de experimentados, distinguiendo entre las correlaciones halladas en los dos minutos en los que se ha dividido la salida.

La Tabla 4.7. presenta todas las correlaciones significativas existentes entre las variables de comportamiento motor y comportamiento visual del grupo de regatistas noveles.

Tabla 4.7  
Correlaciones significativas entre las variables dependientes de control de la embarcación y de comportamiento visual en el grupo de noveles.

FIJACIONES	SACÁDICOS	TIEMPO
<b>Correlaciones minuto 2-1</b>	<b>Correlaciones minuto 2-1</b>	<b>Correlaciones minuto 2-1</b>
SampEnX x BalizaVer: -,747*	CVX x Cat: -,817**	CVX x Otra: -,815**
SampEnX x MapSal: ,803**	CVY x Proa: -, 697*	CVX x Fuera: ,636*
SampEnX x MapRest: ,772**		SampEnX x Bota: ,740*
SampEnX x Bota: ,775**		
SampEnY x Cat: -,640*		
<b>Correlaciones minuto 1-0</b>	<b>Correlaciones minuto 1-0</b>	<b>Correlaciones minuto 1-0</b>
M x MapRest: ,640*	M x Viento: ,826**	CVX x PuñoAmu: -,644*
V.x MapRest: ,640*	V x Viento: ,826**	CVX x Mast: ,646*
CVX x BalizaRoj: -,735*	CVY x Proa: ,708*	CVY x Rel: -,636*
CVY x Rel: -,642*	CVY x RestCasc: ,740*	SampEnX x RestCasc: ,636*
CVY x BalizaRoj: -,785**	CVY x MapSal: ,767**	SampEnY x PuñoAmu: ,890**
CVY x MapRest: ,732*	SampEnX x Viento: -,697*	
CVY x Fuera: ,930**	SampEnX x BalizaVer: -,662*	
SampEnY x BalizaRoj: ,686*	SampEnY x Proa: -,775**	
SampEnY x Fuera: -,783**	SampEnY x Viento: -,685*	
		*p≤ 0,05; **p≤ 0,01

#### 4.3.2.1. Minuto 2-1

Entre las correlaciones encontradas en este primer minuto de regata, existen correlaciones negativas entre el "CVX" y el número de movimientos sacádicos realizados sobre el catavientos "Cat" ( $r = -0,817$ ;  $p < 0,01$ ), al igual que entre el "CVY" y los sacádicos realizados hacia la "proa" ( $r = -0,697$ ;  $p < 0,05$ ). Esto mismo sucede cuando se observa la correlación entre el "CVX" y la localización "otra" ( $r = -0,815$ ;  $p < 0,01$ ).

La última correlación de la variable "CVX" tiene un signo positivo y correlaciona con el tiempo de fijación fuera de pantalla "Fuera" ( $r = 0,636$ ;  $p < 0,05$ ).

Al observar las correlaciones existentes entre la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje horizontal (X) y la localización botavara "Bota", se constata una correlación positiva tanto en el número de fijaciones ( $r = 0,775$ ;  $p < 0,01$ ) como en el tiempo de duración las mismas ( $r = 0,740$ ;  $p < 0,05$ ).

Del mismo modo, aparecen correlaciones positivas entre la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje horizontal (X) y la cantidad de fijaciones en el mapa, tanto sobre las balizas de salida "MapSal" ( $r = 0,803$ ;  $p < 0,01$ ), como en el resto de elementos presentes en el "MapRest" ( $r = 0,772$ ;  $p < 0,01$ ).

Por último, destacar la correlación negativa existente entre la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje horizontal (X) y el número de fijaciones en las balizas de salida "BalizaVer" ( $r = -0,747$ ;  $p < 0,05$ ), y entre la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje vertical (Y) y las fijaciones en el catavientos "Cat" ( $r = -0,640$ ;  $p < 0,05$ ).

#### 4.3.2.2. Minuto 1-0

Respecto a las correlaciones entre las variables de manejo de la embarcación y las de comportamiento visual en el último minuto, se obtiene que, tanto la velocidad media como la distancia recorrida correlacionan de forma positiva con el número de sacádicos realizados sobre la localización "viento/mar" ( $r = 0,826$ ;  $p < 0,01$ ). Del mismo modo, se obtienen correlaciones negativas entre la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje horizontal (X) ( $r = -0,697$ ;  $p < 0,05$ ) y la

“SampEn” registrada de la trayectoria sobre el eje vertical (Y) ( $r = -0,685$ ;  $p < 0,05$ ) con el número de sacádicos sobre esta misma localización, “viento/mar”.

Siguiendo dentro de este tipo de movimientos oculares, se observa una correlación positiva entre el “CVY” y los sacádicos sobre la “proa” ( $r = 0,708$ ;  $p < 0,05$ ). Sin embargo, al igual que en la correlación anterior, existe una relación negativa entre la “SampEn” registrada de la trayectoria sobre el eje vertical (Y) y esta misma localización, “proa” ( $r = -0,775$ ;  $p < 0,05$ ).

Por otro lado, se registran correlaciones positivas entre el “CVY” y el número de sacádicos realizados en el resto del casco “RestCasco” ( $r = 0,740$ ;  $p < 0,05$ ) y en las balizas de salida del mapa “MapSal” ( $r = 0,767$ ;  $p < 0,01$ ).

Para finalizar con las correlaciones entre el manejo de la embarcación y los movimientos sacádicos, indicar que existe una correlación negativa entre la “SampEn” registrada de la trayectoria sobre el eje horizontal (X) y las balizas de salida “BalizaVer” ( $r = -0,662$ ;  $p < 0,05$ ).

Al observar las correlaciones existentes entre el manejo de la embarcación y el número de fijaciones, se constata que existe una correlación positiva entre la velocidad media y la distancia recorrida con la localización resto del mapa “MapRest” ( $r = 0,640$ ;  $p < 0,05$ ). En cuanto al número de fijaciones sobre esta misma localización, también se obtiene una correlación positiva con el “CVY” ( $r = 0,732$ ;  $p < 0,05$ ).

Sobre la variable “CVX”, existe una correlación negativa con el número de fijaciones sobre las balizas de recorrido “BalizaRoj” ( $r = -0,735$ ;  $p < 0,05$ ).

Al observar las correlaciones con la variabilidad de la trayectoria en el eje Y “CVY”, se detectan correlaciones negativas con diferentes localizaciones, “Reloj” ( $r = -0,642$ ;  $p < 0,05$ ), y balizas de recorrido “BalizaRoj” ( $r = -0,785$ ;  $p < 0,01$ ). Al igual que se observan correlaciones positivas con las localizaciones resto del mapa “RestMap” ( $r = 0,732$ ;  $p < 0,05$ ) y “fuera” de pantalla ( $r = 0,930$ ;  $p < 0,01$ ).

Respecto a las correlaciones entre la “SampEn” registrada de la trayectoria sobre el eje vertical (Y) y el número de fijaciones, se aprecia una correlación positiva con la localización “BalizaRoj” ( $r = 0,686$ ;  $p < 0,05$ ).

Por último, este resultado pero en sentido contrario es extensible a la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje vertical (Y) y la localización "Fuera" ( $r = -0,783$ ;  $p < 0,01$ ), coincidiendo al igual que antes, con la correlación entre el "CVY" y esta misma localización.

Para finalizar el análisis correlacional, se presentan las correlaciones existentes entre el tiempo de fijación y las variables del manejo de la embarcación. En este análisis se observa una correlación negativa entre el "CVX" y la localización puño de amura "PuñoAmu" ( $r = -0,644$ ;  $p < 0,05$ ) y positiva sobre el mástil ( $r = 0,646$ ;  $p < 0,05$ ).

En cuanto al "CVY", se detecta una correlación negativa con el "reloj" ( $r = -0,636$ ;  $p < 0,05$ ).

Por último, destacar las dos correlaciones entre "SampEn" y el tiempo de fijación. La primera de ellas muestra una relación positiva entre la "SampEn" registrada de la trayectoria sobre el eje horizontal (X) y el resto del casco "RestCasc" ( $r = 0,636$ ;  $p < 0,05$ ). En la segunda correlación se obtiene una correlación positiva de "SampEn" registrada en la trayectoria sobre el eje vertical (Y) y el tiempo de fijación sobre el puño de amura "PuñoAmu" ( $r = 0,890$ ;  $p < 0,01$ ).



# CAPÍTULO 5

## DISCUSIÓN



UCAM  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO





## V-DISCUSIÓN

El apartado “Discusión” de la presente Tesis Doctoral, tiene como objetivo considerar los resultados obtenidos en la situación de salida simulada entre regatistas experimentados y noveles y contrastarlos con las investigaciones previas realizadas, tanto en comportamiento visual en diferentes deportes, como en las realizadas en el deporte de la vela, todas ellas considerando la intervención con deportistas de diferentes niveles de experiencia.

Antes de comenzar la discusión de los resultados, es oportuno analizar la importancia que tienen cada uno de los minutos que se han analizado (-2 a -1 y -1 a 0). Todos los componentes del comité de expertos expusieron de forma unánime que el minuto previo a la salida (-1 a 0) es el minuto más relevante y en el que el regatista realiza las maniobras decisivas que van a determinar el éxito en la salida. Por ello, se establece que el comportamiento visual y motor de los regatistas en este último minuto es considerado como la estrategia más determinante del éxito de cada uno de los grupos de investigación. A pesar de esto, no debe considerarse que el primer minuto analizado no tenga relevancia, ya que tal y como expuso el comité de expertos, los cuatro minutos previos al último minuto de salida en una situación real tienen como finalidad el reconocimiento del campo de regata, de las condiciones ambientales y de los rivales, para conseguir la mejor posición posible en el momento de la señal de salida. Atendiendo a esta última cuestión, se ha analizado el comportamiento visual y motor en el minuto -2 a -1, considerándolo como representativo del análisis de la situación de salida previa (del minuto -5 al -1) al último minuto de la misma (-1 a 0).

### 5.1. COMPORTAMIENTO VISUAL

#### 5.1.1. Dimensionalidad de la escena

Aunque no ha sido objeto de estudio en esta Tesis Doctoral, antes de comenzar a exponer los datos sobre el comportamiento visual, hay que considerar los resultados obtenidos en algunas investigaciones donde se comparó el comportamiento visual de los deportistas tanto en situación de 2D como de 3D. Abernethy (1990), defendió que los jugadores de squash realizaron una estrategia

de búsqueda visual muy similar ante una acción concreta de juego en ambas situaciones, tanto simulada como real, a la vez que afirmó que los resultados no eran concluyentes, debido a la ausencia de investigaciones que comparasen los comportamientos visuales en ambas situaciones. Posteriormente y recogiendo la premisa sobre la necesidad de este tipo de estudios, Reina (2004) comparó ambas situaciones en tenistas a pie y en silla de ruedas, concluyendo que tanto los deportistas expertos como los noveles, realizan mayor número de fijaciones en una situación de 2D que en una situación real o de 3D. Esta afirmación puede deberse a la ausencia de experiencia previa ante una situación simulada y la incertidumbre que causaría sobre los deportistas.

En este sentido, a lo expuesto por Reina (2004) y Damas (2012) encuentran que los jugadores noveles, en una situación de recepción del saque en vóleybol, realizan un mayor número de fijaciones ante una situación de 2D que en una de 3D, mientras que con los expertos sucede al contrario, realizan mayor número de fijaciones en una situación de 3D.

Como ya hemos visto anteriormente, hasta el momento en el deporte de la vela no se ha investigado el comportamiento visual en situación real. El motivo puede estar relacionado con el instrumental, ya que los sistemas de seguimiento de la mirada no están adaptados para el medio acuático. Debido a la dificultad de comparar ambas situaciones, se acepta la posibilidad de que el comportamiento visual de los regatistas en la situación de 2D empleada en la presente investigación, pueda tener diferencias en cuanto al número de fijaciones y duración de las mismas, con respecto a una situación de 3D. En relación a esto, aceptamos la teoría expuesta por algunos autores (Afonso et al., 2012; Williams y Davids, 1998; Williams et al., 1999), en la cual defienden que, los deportistas emplean estrategias de búsqueda visual diferentes dependiendo de la dimensionalidad de la situación específica ante la que se encuentran.

### **5.1.2. Resultados generales de comportamiento visual**

Tal y como se expuso en el apartado metodológico, tres son las variables que muestran la estrategia de búsqueda visual empleadas por los regatistas (número de sacádicos, número y duración de las fijaciones visuales y secuencia de

fijación). Encontramos que en valores absolutos, los regatistas experimentados, durante el minuto -2 a -1, realizan un mayor número de fijaciones y de menor duración, e igual número de movimientos sacádicos con respecto a los regatistas noveles. Mientras que durante el minuto -1 a 0, los regatistas noveles realizan un menor número de fijaciones visuales, menor número de movimientos sacádicos y un promedio de tiempos de fijación superior al realizado por los experimentados.

Vinculando estos resultados al concepto de estrategia de búsqueda visual efectiva, dos son las teorías sobre las que se enmarcan las investigaciones del comportamiento visual. En la presente investigación, consideramos que el comportamiento experto que hemos estudiado en regatistas concuerda con la definición de estrategia de búsqueda visual propia de un deportista experimentado, defendida por diversos autores (Afonso et al., 2012; Bertrand y Thullier, 2009; Goulet et al., 1989; McRobert et al., 2009; North et al., 2009; Roca et al., 2011; Williams et al. 1994; Williams y Davids, 1998). Dicha teoría defiende que el comportamiento visual es más eficaz cuando se realiza un elevado número de fijaciones visuales y siendo éstas de corta duración. Sin embargo, diferimos del concepto de estrategia visual efectiva defendida por otros autores (Abernethy, 1988b; Abernethy, 1990; Ávila y Moreno, 2003; Helsen y Starkes, 1999; Mann et al., 2007; Piras et al., 2010; Reina et al., 2007; Ripoll, 1989; Singer et al., 1996; Vickers, 1988; Vickers, 1996; Williams et al., 1999), los cuales consideran que una estrategia visual eficaz es aquella en la que se realizan pocas fijaciones visuales y de larga duración.

Así, el comportamiento visual de regatistas experimentados coincide con estudios que defienden una estrategia visual con gran número de fijaciones y de corta duración (Afonso et al., 2012; Bertrand y Thullier, 2009; Goulet et al., 1989; McRobert et al., 2009; North et al., 2009; Roca et al., 2011; Williams et al. 1994; Williams y Davids, 1998). Mientras que el de noveles concuerda con la definición expuesta por otros estudios (Abernethy, 1988b; Abernethy, 1990; Ávila y Moreno, 2003; Helsen y Starkes, 1999; Mann et al., 2007; Piras et al., 2010; Reina et al., 2007; Ripoll, 1989; Singer et al., 1996; Vickers, 1988; Vickers, 1996; Williams et al., 1999), donde el comportamiento visual eficaz es aquel que realiza pocas fijaciones visuales y de larga duración.

Consideramos que, dependiendo del deporte que se estudie y, más concretamente, de la acción específica de cada deporte, es necesario ajustar la estrategia de búsqueda visual en función de las demandas informativas y de los estímulos que se presenten en la escena. En este sentido, consideramos que un regatista experimentado pueda mostrar estrategias visuales diferentes en diversas situaciones de la regata, facilitando procesos de auto-organización de su comportamiento motor en la embarcación mediante adaptaciones a los parámetros de control relacionados con los estímulos perceptivos existentes en el campo de regatas. Así, dependiendo de los *constraints* informacionales (de la tarea y del entorno) (Newell, 1986), los regatistas realizarán los ajustes oportunos en el manejo de la embarcación con la finalidad de obtener un rendimiento óptimo.

Debemos tener en cuenta que, la salida de una regata es un proceso relativamente largo y que las acciones que acontecen durante ésta no se producen a una velocidad tan rápida como suceden en deportes como por ejemplo el fútbol, el tenis o el voleibol. Las investigaciones actuales han centrado su interés en el análisis de las estrategias de búsqueda visual durante la ejecución de gestos técnicos específicos de una acción o fase de cada deporte. Dichas acciones tienen como denominador común una elevada velocidad de ejecución, creando situaciones de déficit temporal, situación que no sucede en las acciones técnicas específicas de la vela deportiva o en las fases de la regata, como es la salida. Además, debido al amplio tamaño del campo de regatas y a la libertad de movimientos dentro del mismo, para fijar la mirada sobre localizaciones que están muy separadas unas de otras, es necesario que los regatistas realicen amplios movimientos oculares. Este es el motivo por el cual, en el deporte de la vela, es necesaria una estrategia de búsqueda visual activa. Según North et al., (2009), una estrategia visual activa, propia de un deportista experto, es aquella en la que se realiza un gran número de fijaciones, de corta duración y repartidas en más localizaciones. Al fijar la mirada sobre una mayor cantidad de localizaciones, los deportistas serían capaces de captar más información a través de un uso más eficaz de la visión periférica, concepto que se expondrá más adelante.

Desde la perspectiva ecológica y la teoría de los sistemas dinámicos, entendemos que un mayor número de fijaciones sobre los *invariantes* del entorno, proporcionarían al sujeto una mayor cantidad de información, con un

consecuente aumento de los *affordances* (Fajen, Riley y Turvey, 2009). Esta mayor cantidad de información, “obligaría” al sujeto a manifestar un comportamiento más adaptativo ante situaciones que puedan perturbar su rendimiento, ya que dispondrían de un amplio abanico de posibilidades de acción que podrían utilizar para solventar las demandas de la tarea. En este sentido, si un regatista, es capaz de percibir una mayor cantidad de información de las localizaciones e incorporarla a su experiencia con el fin de emplearla en función de las necesidades, tendría la posibilidad de adaptar su comportamiento al efecto de los parámetros de control presentes en el entorno (Kelso, 2000).

### 5.1.3. Fijaciones visuales: cantidad y duración

En relación con los resultados sobre cada una de las localizaciones, se observan diferencias considerables en cuanto al número de fijaciones visuales realizadas por expertos y noveles. Algunos autores como Savelsbergh et al., (2002), defienden que el comportamiento visual propio de un deportista experto se caracteriza por realizar fijaciones sobre un menor número de localizaciones. Debido a la naturaleza del deporte de la vela y a la cantidad de localizaciones relevantes que se presentan, podríamos considerar que el comportamiento experto es aquel que ofrece mayor cantidad de fijaciones sobre las localizaciones más relevantes, sabiendo que una regata tiene una duración prolongada en el tiempo y es inevitable fijar la mirada sobre el resto de localizaciones.

En esta investigación, debido a la cantidad de localizaciones presentes, se han agrupado y ordenado con respecto a la relevancia de la información que ofrecen sobre la salida, tal y como se expuso en el capítulo de resultados. En base al criterio de los expertos consultados, cuando se fija la mirada sobre las 9 primeras localizaciones, se obtiene información relevante acerca de la situación de la línea de salida, la colocación de los rivales, el rumbo de navegación de la propia embarcación, el tiempo que resta para la señal de salida o la dirección del viento, entre otras. Mientras que al fijar la mirada sobre las últimas 7 localizaciones, la información que se extrae de estos elementos, no es relevante, al menos para la realización de una salida exitosa. De este modo, se podría afirmar que una estrategia visual que realiza mayor número de fijaciones sobre las 9 localizaciones que proporcionan información relevante, es más eficaz que una que centra la

mirada en todas por igual o que mira con mayor frecuencia a los estímulos denominados como irrelevantes.

### 5.1.3.1. Cantidad de fijaciones visuales

A continuación, se aborda la discusión acerca de la relación entre el número de fijaciones visuales y su duración sobre las diferentes localizaciones de la escena.

En primer lugar, se analiza la relación entre el número de fijaciones y las localizaciones relevantes en ambos grupos, discutiendo las diferencias entre ambos comportamientos visuales.

Con respecto a las localizaciones relevantes, se observa que el grupo de regatistas experimentados realiza un mayor número de fijaciones visuales sobre 8 de las 9 localizaciones durante el minuto -2 a -1, siendo el “viento/mar” la localización en la cual los noveles realizaron mayor número de fijaciones que los experimentados. Durante este minuto, existen diferencias significativas en la cantidad de fijaciones sobre el “reloj”, los “catavientos” y los “rivales”, siendo los regatistas de mayor experiencia los que más cantidad de fijaciones realizan sobre dichas localizaciones.

Estos resultados muestran una diferencia en cuanto al grado de importancia con el que valora cada uno de los grupos de regatistas a las localizaciones relevantes, siendo los noveles los que menor interés muestran sobre las mismas. Estos resultados concuerdan con anteriores investigaciones realizadas en el deporte de la vela, donde la estrategia visual de expertos y noveles fue diferente no sólo en cuanto al número de fijaciones, sino a la relevancia que daba cada uno de los grupos de investigación sobre cada localización (Araújo y Serpa, 1998; Araújo, Davids y Serpa, 2005; Rocha, 2003). Estas investigaciones se realizaron mediante verbalización de la localización sobre la que se mostraba interés en cada instante de la regata. Esta técnica basada en la verbalización no sería muy precisa a la hora de identificar el comportamiento visual de los regatistas, ya que está basada en la información que el sujeto comunica. Mediante la técnica de verbalización se puede perder información que el sujeto no es capaz de transmitir, debido a la velocidad de los movimientos oculares.

En cuanto al último minuto, se aprecia que los experimentados realizaron un mayor número de fijaciones sobre 6 de las 9 localizaciones relevantes, siendo la “proa”, el “viento/mar” y la “salida en el mapa”, las localizaciones sobre las cuales los regatistas noveles realizaron más fijaciones visuales que el grupo de regatistas con mayor experiencia. El grupo de experimentados realiza una mayor cantidad de fijaciones sobre la mayoría de las localizaciones relevantes, dando mayor importancia a la información que extraen de éstas. Ávila (2002), expuso que el motivo de que los expertos presenten mayor número de fijaciones visuales puede ser debido a un efecto de aprendizaje sobre la motilidad ocular extrínseca, junto con la capacidad de automatizar su proceso atencional sobre elementos (localizaciones) de mayor relevancia para la efectividad de las sucesivas actuaciones. De este modo, los deportistas expertos tratan de obtener información de un mayor número de localizaciones, obteniendo como consecuencia una mayor cantidad de fijaciones visuales (Ávila, 2002; Ávila y Moreno, 2003).

En relación al porcentaje de fijaciones visuales sobre cada una de las localizaciones relevantes, es destacable que la localización “viento/mar”, es sobre la que los noveles dirigen su mirada en más ocasiones, y junto con la “proa” de la embarcación, suman un porcentaje muy elevado de fijaciones visuales. La información que se extrae de estas dos localizaciones es esencialmente útil para conocer el rumbo en el que navega la embarcación. Sobre ambas localizaciones los regatistas noveles realizan un mayor porcentaje de fijaciones visuales en comparación con las realizadas por los expertos. Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Araújo y Serpa (1998), los cuales establecen que los regatistas expertos realizan mayor número de fijaciones visuales sobre el viento que el grupo de sujetos sin experiencia en vela. La diferencia en los resultados puede deberse a las diferencias entre los grupos de investigación, ya que estos investigadores compararon la toma de decisiones entre un grupo de regatistas expertos y un grupo de sujetos sin experiencia previa navegando. O bien, pueden asociarse al instrumental de registro empleado, ya que en este caso, no se sirvieron del sistema de seguimiento de la mirada, sino de la verbalización, al igual que la simulación que emplearon fue no inmersiva, en lugar de parcialmente inmersiva (Renom, 2006), como en esta investigación.

Posteriormente, estos mismos autores (Araújo, Davids y Serpa, 2005), realizaron una investigación comparando las diferencias en la toma de decisiones entre regatistas de diferentes niveles de experiencia, utilizando la misma metodología que en la anterior investigación. Los resultados mostraron que los expertos realizaban más fijaciones visuales sobre el viento, en comparación con el resto de regatistas de menor experiencia. Estos resultados siguen siendo contrarios a los obtenidos en la presente investigación.

El motivo por el cual los noveles realizan más fijaciones visuales sobre las localizaciones que les informan sobre la dirección del viento y, por consiguiente, del rumbo en el que navegan, puede ser debido a que realizan un mayor número de correcciones de rumbo, debido a la falta de experiencia y/o control de la embarcación. En una situación de regata real, los regatistas más experimentados conocen su rumbo de navegación sin necesidad de mirar la dirección del viento, ya que ofrecen mayor atención a la tensión de la vela a través de los “catavientos”, los cuales les indican el rumbo correcto que deben llevar junto con la tensión idónea de la vela.

En nuestra investigación los regatistas noveles realizan muy pocas fijaciones visuales sobre los “catavientos”, existiendo diferencias significativas en comparación con las fijaciones realizadas por los expertos. Este resultado difiere de los obtenidos por Araújo, Davids y Serpa (2005), al concluir que son los regatistas de nivel intermedio, los que realizan mayor porcentaje de fijaciones visuales sobre las localizaciones que indican acciones de maniobra, durante el protocolo de salida. Debido a que se establece que las localizaciones “catavientos” y “puño de amura” son indicadores del rumbo de navegación, creemos que las fijaciones sobre dicha localización informan sobre los ajustes que se deben realizar tanto sobre la tensión de la vela, como en el rumbo de navegación. Éste es el motivo por el cual, en el presente trabajo, se compara la localización “catavientos” con las verbalizaciones realizadas con respecto a las maniobras investigadas en el estudio de Araújo, Davids y Serpa (2005). Los resultados que obtiene del grupo de nivel intermedio en dicho estudio, podrían ser relacionados con el grupo de noveles de la presente investigación. Aunque, tal y como se ha expuesto anteriormente, las diferencias entre ambas investigaciones pueden ser debidas a



la utilización de diferentes técnicas de recogida de información o a las diferencias entre los sujetos que forman cada grupo de investigación.

Aceptando las diferencias en cuanto a la verbalización de las maniobras (Araújo, Davids y Serpa, 2005), y sobre la fijación de la mirada en los "catavientos" y en el "puño de amura", consideramos que pueden relacionarse los resultados obtenidos entre ambas investigaciones, a pesar de que una indica las maniobras que realizan y la otra solamente las fijaciones realizadas sobre las localizaciones que facilitan información sobre las maniobras que deberían realizarse en cuanto al rumbo y la tensión de la vela.

Respecto al número de fijaciones visuales sobre el "puño de amura", considerada dicha localización como un indicador de tensión de la vela, no existen diferencias entre las estrategias visuales llevadas a cabo por los regatistas experimentados y noveles en esta investigación. En cambio, si la comparamos con las verbalizaciones realizadas sobre las maniobras en la investigación realizada por Araújo, Davids y Serpa (2005), encontramos que son los regatistas de nivel intermedio los que más fijaciones visuales prestan sobre las localizaciones que facilitan dicha acción.

Con respecto a las localizaciones "balizas de salida", "rivales" y "reloj", son los experimentados los que mayor número de fijaciones visuales realizan sobre éstas, existiendo diferencias significativas en comparación con el número de fijaciones realizadas por los noveles.

El "reloj" y las "balizas de salida" son localizaciones de vital importancia a la hora de poder realizar una salida exitosa, ya que el objetivo es estar situado lo más cerca de estas balizas cuando finalice la cuenta atrás para la señal de salida. Estos resultados coinciden con los expuestos por Araújo, Davids y Serpa (2005), que afirman que los expertos realizan más fijaciones sobre la información espacial que los regatistas de nivel intermedio. En una situación de regata real, el "reloj" es individual y cada regatista controla el tiempo con su propio reloj. El motivo por el cual el "reloj" se integra dentro de la simulación, es que el software del simulador no permite quitarlo de la pantalla en el modo regata. De este modo, también se pueden controlar las fijaciones que se realizan sobre dicha localización en iguales condiciones para todos los sujetos.

En cuanto a los “rivales”, la importancia de fijar la mirada sobre ellos radica en que compiten por conseguir la mejor posición en el momento de la señal de salida. En condiciones reales, un choque o el incumplimiento de una norma de paso, puede causar una penalización. Este es el motivo por el cual se considera importante el control de los movimientos y acciones de los “rivales”. En contraposición a los resultados de investigaciones anteriores (Araújo y Serpa, 1998; Araújo, Davids y Serpa, 2005), en la presente investigación, son los regatistas expertos los que realizan un mayor número de fijaciones visuales sobre los oponentes, siendo significativas las diferencias existentes entre ambos grupos.

En la misma línea, Rocha (2003) confirma que los regatistas de mayor nivel de experiencia son los que más fijaciones realizan sobre los “rivales” y además, añade que realizan esta acción con la finalidad de competir, mientras que los de nivel medio y bajo, verbalizan menor número de fijaciones sobre los “rivales” y en un considerable número de veces, la finalidad es evitar el enfrentamiento.

Por último, en cuanto al número de fijaciones visuales sobre el mapa, no podemos decir que las diferencias sean notorias, sino que los experimentados realizan mayor número de fijaciones visuales sobre los rivales, su propia posición y las balizas de recorrido (“resto del mapa”), mientras que los noveles fijan más la mirada sobre las balizas de salida, siendo las diferencias entre ambos grupos muy pequeñas en ambas localizaciones. En condiciones reales esta localización no existe, ya que los regatistas pueden observar de manera directa todos los estímulos que aparecen en el campo de regatas.

Si se suman los porcentajes obtenidos por cada uno de manera específica, solamente del número de fijaciones realizadas sobre localizaciones relevantes, se observa que los regatistas con mayor experiencia realizan un 75,9% de las fijaciones sobre ellas. Los regatistas noveles efectúan poco más de la mitad del total de las fijaciones visuales realizadas sobre las localizaciones relevantes (61,3%). Esto quiere decir que los regatistas experimentados dedican un 14,6% más de sus fijaciones visuales sobre las localizaciones categorizadas como informativamente relevantes para la salida. De estos resultados se extrae que los más experimentados tienen un comportamiento visual más centrado en las localizaciones importantes, mientras que los noveles prestan un alto porcentaje de sus fijaciones visuales sobre localizaciones poco relevantes.

Tal y como define Damas (2012), el deportista novel no tiene un comportamiento errático, sino que considera importantes ciertas localizaciones, que pueden no proporcionar información relevante para la acción concreta que deben realizar. En este sentido, podemos considerar que el comportamiento visual novel no es errático, sino deficiente, ya que conocen las localizaciones relevantes, pero no prestan suficiente atención sobre ellas. Tal y como afirmaron Chamberlain y Coelho (1993), la causa de que los expertos realicen un mayor número de fijaciones visuales, puede ser debido a que estos deportistas extraen la información en menor tiempo y por eso realizan más fijaciones sobre otras localizaciones.

El motivo por el cual los regatistas experimentados tienen una estrategia de búsqueda visual más eficiente, puede ser debido a la alta capacidad de aprendizaje que muestra la motilidad ocular extrínseca (Quevedo y Solé, 2007). Ésto es defendido por Ávila (2002), al confirmar que la visualización de la primera imagen determinará la segunda y así sucesivamente, debido a la adquisición de experiencias que se producen a través de la práctica. Esta afirmación realizada por Ávila (2002), está muy relacionada con la secuencia de fijación, ya que el orden de fijaciones visuales, puede influir en el rendimiento deportivo y por consiguiente en la experiencia que adquiere el deportista.

En el caso de las localizaciones poco relevantes, "resto de la vela", "botavara", "mástil", "boyas de recorrido", "casco de la embarcación", "otras" y "fuera de pantalla", se observa que los regatistas noveles realizan mayor número de fijaciones visuales sobre tres de las siete localizaciones definidas, "casco de la embarcación", "otras" y "fuera de pantalla", siendo significativas las diferencias entre ambos grupos. El grupo de experimentados sólo realiza un mayor número de fijaciones sobre una de las localizaciones, "resto de la vela", mientras que, sobre las localizaciones restantes, ambos grupos realizan similar cantidad de fijaciones visuales. Este comportamiento se repite en los dos minutos de salida analizados y muestra el elevado número de fijaciones que efectúan los regatistas noveles sobre las localizaciones poco relevantes, conllevando ésto a una disminución en el rendimiento.

Tal y como afirmaron Savelsbergh et al., (2002), un comportamiento visual más eficaz es aquel que realiza fijaciones visuales sobre un menor número de

localizaciones espaciales. Debido al largo periodo de tiempo analizado, no consideramos que la cantidad de localizaciones en las que se realizan fijaciones visuales sea relevante, sino la importancia que se da a cada una de las localizaciones, aceptando el concepto de comportamiento visual eficaz como aquel que realiza mayor número de fijaciones visuales sobre localizaciones importantes. De este concepto puede deducirse que, el motivo por el cual el comportamiento visual novel es menos eficaz que el experto se debe a una mayor dispersión de las fijaciones visuales por parte de los deportistas de menor experiencia (Damas, 2012).

De las localizaciones poco relevantes, existen dos sobre las cuales se realizan más fijaciones visuales, tanto experimentados como noveles: "otras" y "resto de la vela". Ambas localizaciones tienen un tamaño mucho más grande que el resto de las localizaciones, exceptuando la localización "viento/mar", la cual proporciona información relevante por sí misma. Debido al tamaño y a la proximidad de localizaciones relevantes muy cerca de estas dos zonas de la escena, podrían considerarse dichas localizaciones como pivotes visuales, concepto ya utilizado en anteriores estudios (Reina et al., Ruiz et al., 2013; 2007; Savelsbergh et al., 2002; Willimas y Davids 1998; Williams y Elliot, 1999).

En esta línea, existen estudios anteriores que demuestran que los deportistas expertos no solo fijan la mirada sobre localizaciones relevantes dentro del campo visual, sino que también lo hacen sobre localizaciones intermedias entre varios índices visuales (Azeneder y Bösell, 1998). Posteriormente, sobre este concepto Savelsbergh et al., (2002) se refirió como la "teoría de los pivotes visuales".

Respecto a los pivotes visuales, en precedentes investigaciones se observó que los deportistas realizaban un importante número de fijaciones visuales sobre localizaciones sin un aporte específico de información, pero que se encontraban cerca de otras que sí lo tenían (Vila-Maldonado, 2011). Este comportamiento indica que los deportistas utilizan la visión periférica en entornos complejos, al ser un sistema de mayor sensibilidad que la visión en fóvea (Williams y Davids, 1998). En el caso de los regatistas, estarían extrayendo información relevante de las zonas próximas a la vela, del cielo y del horizonte, desarrollando así una estrategia visual más eficiente.

Anteriores investigaciones han demostrado la eficacia de la visión periférica en diferentes deportes como fútbol (Savelsbergh et al., 2002), golf (Steinberg, Frehlich y Tennant, 1995) o balonmano (González y Casáis, 2011). Tal y como señaló Palmi (2007), la visión periférica puede usarse de forma consciente dentro del proceso de búsqueda visual. La principal función que tiene la retina periférica es la detección de movimientos (Quevedo y Solé, 2007; Williams et al., 1999), tal y como se expuso en el primer capítulo de la presente Tesis Doctoral.

En este sentido podemos considerar que el elevado porcentaje de fijaciones visuales que han realizado tanto los regatistas con mayor experiencia como los noveles sobre las localizaciones “resto de la vela” y “otras”, tienen como principal objetivo la observación de localizaciones cercanas a éstas, es decir, su empleo como pivotes visuales, sobre los que emplear la visión periférica para realizar fijaciones en otras localizaciones próximas.

Los regatistas experimentados realizan un mayor número de fijaciones visuales sobre el posible pivote visual que sería el “resto de la vela”, mientras que los noveles las realizan sobre el pivote visual “otras”. A continuación analizaremos la importancia de las localizaciones cercanas a estos pivotes visuales y si un comportamiento visual eficaz consiste en realizar fijaciones sobre dichas localizaciones.

La localización “resto de la vela” tiene la característica de ser transparente, es decir, que permite ver lo que sucede tras ella. Esta particularidad hace que se puedan observar tras ella localizaciones como “rivales”, “balizas”, tanto de salida como de recorrido, o “viento/mar”, mientras que sobre ella se encuentran otras localizaciones como “catavientos”, “puño de amura”, “mástil”, “botavara” y “reloj”, ésta última solamente cuando la embarcación está amurada a babor. Cuando un regatista fija la mirada sobre la vela, podría estar captando a través de la visión periférica información de acciones que acontecen sobre 9 localizaciones, 6 de ellas categorizadas como relevantes.

Con respecto a la localización “otras”, podemos decir que sólo 3 localizaciones podrían observarse a través de la visión periférica cuando se fija la mirada sobre dicha localización. Las localizaciones son: a) la “salida en el mapa”, b) el “resto del mapa”, posición de rivales, propia y de las balizas de

recorrido y c) el “reloj”, esta última, solamente cuando la embarcación está amurada a estribor, puesto que la vela de la embarcación no ocupa ese lugar cuando está amurada a babor.

Debido a que la fijación “resto de la vela” sería el posible pivote visual que mayor número de localizaciones relevantes presenta cerca, se podría afirmar que una estrategia de búsqueda visual eficaz, es aquella que realiza un mayor número de fijaciones visuales sobre esta localización y no tanto sobre la localización “otras”, para obtener información a través de la visión periférica (González y Casáis, 2011). Respecto a estos pivotes visuales, es el grupo de regatistas con mayor experiencia el que realiza más fijaciones sobre la localización “resto de la vela”, aspecto que permitiría confirmar que este grupo logra una estrategia visual más efectiva que los regatistas con menor experiencia. En este sentido y respaldando los resultados obtenidos, González y Casáis (2011), demostraron que los jugadores de balonmano experimentados eran más eficaces a la hora de utilizar la visión periférica que los noveles.

A continuación discutimos los resultados relativos al orden de las fijaciones visuales realizadas por los regatistas de ambos grupos. Los resultados de orden de fijación, son novedosos en el ámbito del comportamiento visual, ya que no se han estudiado en anteriores investigaciones. Como ya se ha mencionado anteriormente, Ávila (2002) afirmó que la visualización de la primera imagen determina la segunda y así sucesivamente, dando con este concepto una gran importancia a la secuencia de fijación, siendo muy influyente en el éxito.

La secuencia de fijación obtenida pasado un fotograma, muestra que los regatistas experimentados tienen mayor probabilidad de emplear un patrón de comportamiento visual más amplio, desde un punto de vista espacial, que el de los noveles, ya que existe una elevada probabilidad de realizar fijaciones más alejadas las unas de las otras, como son la vela y los catavientos. Ésto puede ser un indicador de que los sujetos con mayor experiencia son capaces de utilizar, de forma más eficaz la visión periférica, tal y como afirmaron González y Casáis (2011), y que al percibir movimientos en localizaciones más alejadas a través de la visión periférica, son capaces de focalizar la mirada sobre ellas.

Otro de los aspectos más relevantes en cuanto a las diferencias entre experimentados y noveles, es la elevada probabilidad que tienen los noveles de realizar gran cantidad de fijaciones visuales sobre el "viento/mar". Las fijaciones sobre dichas localizaciones siempre están precedidas de otra fijación sobre localizaciones muy próximas. Tal y como se expuso anteriormente, las investigaciones de Araújo y Serpa (1998) y Araújo, Davids y Serpa (2005), obtuvieron resultados contrarios a los obtenidos en la presente investigación, al proponer que los expertos son los que mayor número de fijaciones realizan sobre el viento.

Consideramos que la elevada probabilidad que tienen los regatistas noveles de mirar sobre el "viento/mar", puede ser debida a la incertidumbre que les produce el rumbo de navegación y, por consiguiente, relacionarse con los ajustes que realizan sobre el mismo, tal y como discutiremos más adelante.

En cuanto al resto de probabilidades, aparecen muchas similitudes en cuanto al patrón de comportamiento visual de ambos grupos de regatistas, ya que tienen similar número de probabilidad de fijación sobre las localizaciones, "reloj", "otras", "balizas de salida", "proa", "rivales" y "salida en el mapa". A pesar de las similitudes en el orden de fijaciones, la estrategia de búsqueda es diferente, en cuanto a la duración de las fijaciones y el número que realizan sobre las mismas, tal y como se expuso anteriormente.

Con respecto a los resultados de probabilidad pasado un segundo tras fijar la mirada sobre cada una de las localizaciones, se constata que los experimentados tienen una elevada probabilidad de mirar sobre localizaciones relevantes como son las "balizas de salida", el "viento/mar", el "reloj" o los "rivales". Podría entenderse que los oponentes son la localización que mayor probabilidad de fijar la mirada presenta, después de mirar sobre cada una de las localizaciones.

En el caso de los noveles, existe una elevada probabilidad de fijar la mirada sobre las localizaciones: "viento/mar", "otras", "rivales" y "fuera". En especial, el "viento/mar" es la localización de mayor probabilidad sobre la que fijan la mirada transcurrido un minuto tras fijar sobre las 16 localizaciones, seguida de cerca por la localización "otras".

Se aprecia que los regatistas experimentados tienen una elevada probabilidad de fijar la mirada sobre localizaciones relevantes para la salida, mientras que los noveles, probablemente, realizarán fijaciones visuales sobre localizaciones que ocupan mucho espacio de la escena, como son el “viento/mar” y “otras”. En este sentido, los resultados coinciden con los propuestos por Azeneder y Bösell (1998), al afirmar que el deportista experto no sólo dirige la mirada sobre localizaciones relevantes del campo visual, sino también a posiciones intermedias entre índices informativos relevantes.

En cambio, tal y como han afirmado diferentes autores (Chamberlain y Coelho, 1993; Damas, 2012), el comportamiento visual de los deportistas noveles está basado en optar por la adquisición de información de fuentes que ellos consideran fiables, las cuales no siempre son las que más información relevante proporcionan. Un posible problema de fijar la mirada sobre estas localizaciones, es una respuesta tardía ante el estímulo. Mientras que los expertos, pueden llegar a hacer un mejor uso de la información que obtienen (Abernethy y Russell, 1987; Tenenbaum, 1999).

En este sentido, según Bard et al. (1994), los expertos son capaces de extraer información de ciertos índices, comportamiento menos apreciable en los noveles, pudiendo radicar la diferencia entre expertos y noveles, no tanto en la estrategia visual empleada, sino en el uso que hacen de la información (Goulet et al., 1989).

Este concepto relacionado con la capacidad para utilizar la información percibida, estaría relacionado con las *affordances* (Gibson, 1979), ya que son los sujetos con mayor experiencia los que poseerían más posibilidades de acción a partir de la detección de la información que ofrece el entorno y, por consiguiente, conocen las características de la información que se extrae de cada una de las localizaciones o *invariantes* de la escena. El elevado número de fijaciones visuales realizadas por los regatistas con mayor experiencia, estaría relacionado con la mayor capacidad que tienen los expertos de adaptarse a los cambios que pueden producirse en el medio. Un comportamiento visual más activo hace que el regatista progrese en su comportamiento a partir de la influencia de los parámetros de control. Por ejemplo, la influencia de un adversario podría ser un parámetro de control que “obligue” al regatista a incrementar la cantidad de fijaciones sobre algunas localizaciones, llevándole mediante un proceso de auto-



organización hacia un nuevo estado de comportamiento visual y motor más eficaz ante la presencia de ese adversario. En este caso, si ese comportamiento emerge de manera repetida, en sucesivas ocasiones, el regatista se especializaría en detectar ese *affordance*, logrando un atractor estable en el comportamiento asociado al éxito (Glazier, Davids y Bartlett, 2003).

### 5.1.3.2. Duración de las fijaciones visuales

Como ya hemos visto en el capítulo de resultados, los regatistas noveles emplean más tiempo en fijar la mirada que los experimentados. Cuando se observa el tiempo de fijación sobre cada una de las localizaciones durante el minuto -2 a -1, se aprecia que, tanto experimentados como noveles, comparten cierto patrón de distribución de tiempos, exceptuando los tiempos empleados en realizar fijaciones sobre las localizaciones menos relevantes, “resto del casco”, “otras” y “fuera”, en las cuales los regatistas noveles realizan fijaciones más duraderas.

Las únicas diferencias estadísticamente significativas durante el minuto -2 a -1, son las existentes entre los tiempos de fijación realizados sobre las localizaciones “otras” y “fuera de pantalla”, sobre las cuales los noveles emplean tiempos de fijación superiores a los de mayor experiencia. Teniendo en cuenta dos conceptos, se puede valorar este comportamiento. En primer lugar, tal y como se expuso anteriormente (Afonso et al., 2012; McRobert et al., 2009; North et al., 2009; Roca et al., 2011), las fijaciones de larga duración no son propias de un comportamiento eficaz, siendo éste un indicador de que los regatistas noveles no efectúan una buena estrategia visual. En segundo lugar, respecto a las localizaciones relevantes, la localización “fuera” es considerada como la menos relevante y por consiguiente, fijaciones de larga duración sobre esta localización podrían estar asociadas a una dispersión en la concentración del regatista. Dentro de este concepto de dispersión de la atención, se integra el concepto expuesto por Abernethy (1988a) y Mcpherson y Vickers (2004), en el que presentan las diferencias entre ver y mirar. Mirar implica simplemente las fijaciones en fovea de un elemento de la escena, mientras que ver implica una recogida activa de información. En este sentido, podemos considerar que las localizaciones de larga duración sobre localizaciones de poca relevancia informativa están relacionadas

con el concepto de mirar, donde simplemente se focaliza, pero no se recoge información.

Durante el minuto -1 a 0, el patrón de distribución de tiempos de fijación es muy diferente entre ambos grupos, ya que los regatistas noveles realizan fijaciones demasiado largas sobre la mayoría de las localizaciones no relevantes. Mientras que emplean tiempos de fijación más o menos similares a los experimentados sobre las localizaciones relevantes, exceptuando las “balizas de salida”, el “reloj” y los “catavientos”, en las cuales los regatistas de mayor experiencia ejecutan fijaciones de mayor duración. Estos resultados pueden estar relacionados con la afirmación de que los expertos son capaces de obtener información de localizaciones que los noveles son incapaces de analizar (Bard et al., 1994).

Dadas las escasas diferencias encontradas en el comportamiento visual durante el minuto -2 a -1 y la mayor diferenciación durante el último minuto, se podría afirmar que el minuto previo a la salida es el más relevante de todo el protocolo de salida, debido a que se encuentra mayor diversidad en cuanto a las diferencias en las estrategias de búsqueda visual (número y tiempo de fijaciones) empleadas por ambos grupos de investigación.

Respecto al minuto previo a la salida, cuatro son las diferencias estadísticamente significativas encontradas con respecto a los tiempos de fijación. Los regatistas noveles realizan fijaciones de mayor duración que los experimentados, sobre el “viento/mar”, el “resto de la vela”, el “casco de la embarcación” y “otras”. De estos resultados, destacar que tres de las localizaciones son consideradas como poco relevantes, de las cuales dos de ellas, “resto de la vela” y “otras”, serían los posibles pivotes visuales expuestos anteriormente. Un elevado tiempo de fijación, no es propio de un comportamiento visual eficaz (McRobert et al., 2009; North et al., 2009; Roca et al., 2011; Afonso et al., 2012). El motivo por el cual los regatistas noveles realizan fijaciones de larga duración, puede deberse a que miran sobre dichas localizaciones en lugar de ver, con la consecuente recogida de información (Abernethy, 1988a; McPherson y Vickers, 2004).

En el caso de los regatistas de mayor experiencia, se obtienen diferencias significativas en la duración de las fijaciones visuales realizadas sobre las “balizas de salida”, en las cuales este grupo realiza fijaciones de mayor duración que el grupo de noveles. Es destacable que las “balizas de salida” durante el minuto previo a la salida, son una de las localizaciones más relevantes, ya que son el principal estímulo para saber dónde está la línea que marca el comienzo de la regata. Este resultado concuerda con la afirmación de que los deportistas con mayor experiencia pueden llegar a hacer un mejor uso de la información que obtienen (Abernethy y Russell, 1987b; Tenenbaum, 1999).

En cuanto a las diferencias entre los tiempos de fijación registrados por el mismo grupo de regatistas en uno y otro minuto, solamente se han encontrado diferencias entre el tiempo de fijación empleado por los experimentados sobre el “resto de la vela” de la embarcación, entre ambos minutos. Ésto muestra que los comportamientos visuales durante ambos minutos no son muy diferentes dentro de los realizados por cada uno de los grupos. Este resultado no es positivo, ya que se entiende que, debido a la naturaleza del deporte, la estrategia óptima de búsqueda visual del regatista debe ser más exploratoria durante el minuto -2 a -1 y centrada en localizaciones más importantes durante el último minuto.

En este sentido, según autores como Vickers (2007) y Afonso et al., (2012), existe una relación inversa entre el número de fijaciones y el tiempo de fijación, indicando que cuanto mayor es el número de fijaciones sobre una localización concreta, de menor duración son las mismas y viceversa. En términos generales, esta teoría está presente en los resultados del comportamiento visual de los regatistas estudiados, pero hay ocasiones en las que no se presenta. Más concretamente, se aprecia que los regatistas noveles son los que más cantidad de fijaciones y de mayor duración realizan sobre las localizaciones poco relevantes en ambos minutos. Por ello, consideramos que un elevado número de fijaciones, junto con un incremento del tiempo de fijación sobre localizaciones poco relevantes, puede ser debido a pérdidas de concentración o a dispersión de la atención (Abernethy, 1988a; McPherson y Vickers, 2004), que pueden aparecer en deportistas principiantes o con un reducido nivel de experiencia.

En relación a la duración de las fijaciones, Damas (2012) afirmó que las fijaciones de muy larga duración podrían ser un indicativo de problemas de

demora cognitiva u óculo-motoras. En este sentido, consideramos que la falta de experiencia es la responsable de la dispersión de las fijaciones visuales en los regatistas noveles sobre las localizaciones que proporcionan información poco relevante para la salida, tal y como se expuso anteriormente.

Otro motivo por el cual los noveles realizan fijaciones de mayor duración que los experimentados, podría relacionarse con el nivel de incertidumbre que presenta la escena y su influencia sobre cada uno de los grupos, ya que dicho nivel parece afectar considerablemente al ratio de búsqueda visual (duración/fijación) (Bard y Fleury, 1976).

Considerando que la duración de las fijaciones está determinada por la dificultad y la naturaleza de la tarea y debido a que los regatistas noveles y experimentados presentan fijaciones de diferente duración sobre la mayoría de las localizaciones, podría determinarse que para cada uno de los grupos, la tarea tiene un nivel de dificultad diferente.

En este sentido y debido a la destreza que tienen los regatistas experimentados sobre la regata en general y la situación de salida en particular, se puede constatar que los sujetos del grupo novel encuentran mayor dificultad a la hora de enfrentarse a una situación de salida y obtener rendimiento en ella.

Aceptando el patrón de comportamiento visual experto expuesto por Williams, et al. (1994), en el cual los jugadores de fútbol experimentados realizan fijaciones de menor duración y sobre un mayor número de localizaciones, consideramos que la estrategia de búsqueda visual llevada a cabo por los regatistas de mayor experiencia tiene un nivel de efectividad superior al realizado por los noveles.

Por último, cabe mencionar los valores de recurrencia visual que tienen los regatistas experimentados y noveles sobre cada una de las localizaciones. Se aprecia que los regatistas noveles muestran valores de recurrencia inferiores en la mayoría de las localizaciones relevantes. Ésto confirma los resultados anteriormente expuestos en cuanto al tiempo de fijación, donde se apreciaba un comportamiento visual más activo por parte de los regatistas con mayor experiencia, realizando fijaciones de menor duración (Afonso et al., 2012;

Bertrand y Thullier, 2009; Goulet et al., 1989; McRobert et al., 2009; North et al., 2009; Roca et al., 2011; Williams et al. 1994; Williams y Davids, 1998).

En relación a los tiempos de recurrencia, los regatistas experimentados presentan menores valores sobre las localizaciones relevantes, mientras que la recurrencia sobre las localizaciones de menor relevancia es superior. De nuevo, estos resultados apoyan a los expuestos anteriormente, confirmando que la estrategia de búsqueda visual de los regatistas con mayor experiencia ofrece mayor número de fijaciones sobre localizaciones relevantes. Este comportamiento tiene relación con el planteamiento de Brad et al. (1994), al afirmar que los expertos tienen la capacidad de obtener información de ciertos aspectos presentes en la escena, que los noveles no detectan. Éste puede ser el motivo por el cual los regatistas experimentados realizan mayor número de fijaciones sobre las localizaciones relevantes.

En el caso de los regatistas noveles y en relación a los resultados obtenidos, se podría indicar que los valores de recurrencia son superiores a los experimentados en las localizaciones relevantes, es decir, fijan la mirada sobre éstas con menor frecuencia que los regatistas experimentados. Mientras que sobre las localizaciones de menor relevancia, suelen realizar fijaciones visuales con mayor frecuencia. En este sentido, y debido a que el grupo de regatistas noveles tiene una edad inferior a 12 años, la escasa eficacia del comportamiento visual novel puede radicar en la edad de estos regatistas. Tal y como afirman Renom y Violán (2002), los efectos a nivel cognitivo que produce la navegación sobre los regatistas están relacionados con la capacidad de atención, observación y anticipación, al igual que un mayor procesamiento de estrategias y planificación, sobre todo a partir de los 12 años, puesto que en edades más tempranas, el instinto es lo que mueve a los niños a actuar.

Aceptando la principal premisa en la presente investigación acerca de que el comportamiento visual es un factor determinante de un rendimiento óptimo en el deporte de la vela (Brandt, Da Silveira, Segato y Andrade, 2012), podría considerarse que las diferencias halladas entre los regatistas de diferente nivel se deben a la experiencia acumulada en el deporte.

Sin embargo, desde la perspectiva ecológica, la diferencia no radica en la edad o en la mayor capacidad de procesamiento, sino en la capacidad de los sujetos con mayor experiencia de captar las posibilidades de actuación que les ofrece el entorno. Se podría afirmar, que los regatistas con menor experiencia, son capaces de percibir los *invariantes* del entorno, como pueden ser, por ejemplo, las balizas de salida, fijando la mirada sobre ellas, y saber que deben estar lo más cerca de ellas en el momento de la salida, pero no tienen una elevada destreza para fijar la mirada sobre el tiempo que resta para la salida, los catavientos y la dirección de navegación (*affordances*) y hacer los ajustes precisos en el rumbo y velocidad, para llegar a las balizas en el momento idóneo. En este sentido, tal y como defiende la psicología ecológica (Gibson, 1979), los expertos tienen una mayor capacidad para conocer los *affordances* del entorno. El hecho de observarse elevados tiempos de fijación que emplean los regatistas noveles sobre las localizaciones de la escena, puede ser debido a la dificultad que tienen a la hora de captar la información (*affordances*) que proporcionan los *invariantes*. En este sentido, si un regatista experimentado sabe cuál es la información más relevante que le proporcionan los catavientos, no necesita fijar la mirada sobre éstos durante mucho tiempo, simplemente mira si están bien colocados y ajusta el rumbo y la tensión de la vela en relación a información obtenida, de forma rápida y precisa, siendo este un atractor del comportamiento de los regatistas con mayor experiencia (Glazier, Davids y Bartlett, 2003).

Del mismo modo, un incremento en la duración de las fijaciones podría estar relacionado con un mayor grado de resistencia al cambio de localización, característica asociada a un comportamiento visual menos eficaz. Esto denotaría una presencia de atractores muy fuertes en el comportamiento visual de los regatistas, junto con una escasa capacidad de adaptación a los parámetros de control y una mayor dificultad para generar procesos de auto-organización del comportamiento que le permitan una mayor adaptación a las demandas del entorno (Kugler y Turvey, 1987).

#### 5.1.4. Movimientos sacádicos

El movimiento sacádico es el parámetro del comportamiento visual al que menor importancia se ha ofrecido en las investigaciones actuales. Ésto puede ser debido a que la mayoría de las investigaciones que han estudiado el comportamiento visual en deportistas, han definido periodos de tiempo demasiado breves como para poder detectar estos movimientos oculares y determinar la importancia que tienen dentro del comportamiento visual de los deportistas (Damas, 2012; Luis, 2008; Reina, 2004; Vila-Maldonado, 2011).

Pese a conocer que la información captada a través de un movimiento sacádico no es procesada (Rosebaum, 1991), consideramos que un elevado número de movimientos sacádicos, puede representar una estrategia de búsqueda visual más eficaz. El motivo es que cuanto mayor sea el número de sacádicos, más activa es la estrategia de búsqueda visual que realizan los deportistas y, por consiguiente, un mayor número de fijaciones visuales. Tal y como expuso Seung-Min (2010) en su investigación con jugadores de vóleybol, los sujetos expertos realizan una estrategia de búsqueda visual más activa que los noveles. En este sentido se confirma que un comportamiento visual más activo se considera una estrategia visual eficiente.

En la presente investigación, al observar la distribución de los movimientos sacádicos que han realizado tanto experimentados como noveles en ambos minutos de la regata, se demuestra que existen tres localizaciones sobre las cuales ambos grupos realizan una gran cantidad de sacádicos. Éstas son el “viento/mar”, el “resto de la vela” y “otras”. Dos de las tres localizaciones son las que anteriormente denominamos como posibles pivotes visuales (Savelsbergh et al., 2002).

El motivo de que existan gran cantidad de movimientos sacádicos sobre el “viento/mar”, el “resto de la vela” y “otra” puede ser debido a que son las localizaciones de mayor tamaño. Por ello, al realizar desplazamientos visuales entre localizaciones, es fácil que los movimientos sacádicos se realicen sobre dichas localizaciones. Del mismo modo, cerca de estas tres localizaciones, o sobre ellas en algún caso, se encuentran otras localizaciones de menor tamaño que proporcionan información relevante para la salida.

En el caso de la investigación llevada a cabo por Reina (2004), se definió el término “punto intermedio” como una localización que carece de información relevante y que recibe un elevado número de movimientos visuales. Dichos lugares serían localizaciones que permiten desplazar el punto de fijación visual a otras áreas de la escena más alejadas con un menor rango de movimiento ocular. En este sentido, Azeneder y Bösell (1998), afirmaron que los deportistas más experimentados, no sólo realizan fijaciones sobre las localizaciones relevantes, sino que también las realizan sobre posiciones intermedias entre varias localizaciones relevantes.

Con respecto a la distribución del número de movimientos sacádicos sobre la totalidad de las localizaciones, se aprecia que los experimentados realizan mayor número de dichos movimientos sobre las localizaciones anteriormente citadas, “viento/mar”, “resto de la vela” y “otras”. Sobre el resto de localizaciones realizan un menor número de sacádicos. En el caso de los noveles, se observa que también realizan más movimientos sacádicos sobre las mismas tres localizaciones que los expertos, además de sobre los rivales. Cabe mencionar que la distribución del número de sacádicos sobre el resto de localizaciones presenta una distribución más homogénea en el grupo de noveles que en el caso de los experimentados.

Durante los dos minutos del protocolo de salida analizado se observa que los regatistas con más experiencia son los que más movimientos sacádicos realizan sobre los dos pivotes visuales especificados anteriormente. Ésto puede deberse al interés que muestran los experimentados a la hora de realizar fijaciones visuales sobre las localizaciones relevantes que encontramos cerca de ambos pivotes visuales.

A la vista de los resultados anteriores, Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri (2007), en su investigación con jugadoras de vóleybol, observaron que las jugadoras expertas tenían una mejor capacidad para realizar movimientos sacádicos que el grupo de no jugadoras. En relación a esta mejor capacidad, afirmaron que los movimientos sacádicos permiten apreciar la velocidad del sistema visual. Con lo cual, un sistema visual que realice mayor número de sacádicos tiene la capacidad de cambiar muy rápido de localización y fijar la mirada sobre la siguiente, en un periodo de tiempo muy breve.



En este sentido y como se expuso anteriormente, un elevado número de movimientos sacádicos muestra un comportamiento más activo y, por consiguiente, más eficiente. Por ello, atendiendo al análisis de los movimientos sacádicos, es posible confirmar que la estrategia visual llevada a cabo por los regatistas con mayor experiencia es más eficaz que la expuesta por los regatistas noveles. Mediante el empleo de movimientos sacádicos, los regatistas auto-organizan su comportamiento en base a los *affordances* presentes en el campo de regatas, pasando por diferentes estados de auto-organización que le permiten una adaptación continua al entorno y la adquisición de experiencia mediante la especialización en la localización de dichos *affordances* (Fajen, Riley y Turvey, 2009). Cuando el sujeto realiza un movimiento sacádico, se produciría una situación de desequilibrio, puesto que ha percibido que otro *affordance* presente en la escena puede producir cambios que afecten a la situación de estabilidad en la que se encuentra, requiriendo un nuevo ajuste en el manejo de la embarcación que le permita volver al estado de equilibrio. En el momento en el que el regatista fija la mirada de nuevo en otra localización y se produce un proceso de adaptación a la nueva situación, recuperaría dicho estado de equilibrio. Es por esto que en una situación de regata, los regatistas con mayor experiencia están constantemente en estados de equilibrio y desequilibrio, debido al efecto de los parámetros de control (Kelso, 2000). En el caso de los noveles, y debido a una menor capacidad de adaptación, no poseerían la habilidad de salir de ese estado de equilibrio perjudicial para el rendimiento.

## 5.2. COMPORTAMIENTO MOTOR / MANEJO DE LA EMBARCACIÓN

A continuación abordaremos la discusión de los resultados del comportamiento motor de ambos grupos de regatistas. Entendiendo por comportamiento motor la capacidad de manejo de la embarcación a través del análisis de variables como trayectoria de navegación, posición frente a la salida y velocidad a la que los regatistas llevan la embarcación.

La discusión de los resultados se expondrá en el mismo orden en el que se expusieron en el anterior capítulo.

Respecto a la misma, es conveniente destacar que, debido a la escasez de investigaciones encontradas en el ámbito de la vela deportiva pocas son las investigaciones con las cuales poder contrastar los resultados obtenidos en cuanto al manejo de la embarcación.

### **5.2.1. Velocidad de la embarcación y distancia recorrida**

Los resultados obtenidos sobre la velocidad media de navegación y distancia recorrida por grupo de regatistas experimentados, ofrecen valores superiores realizados los registrados por el grupo de noveles durante ambos minutos.

Pese a que las diferencias encontradas, tanto en velocidad de navegación como en distancia recorrida, no llegan a ser estadísticamente significativas, es destacable que, a pesar de que los valores medios de velocidad de navegación del grupo novel son inferiores a los más expertos, las desviaciones típicas muestran que los noveles alcanzan valores de velocidad más dispersos a los logrados por los regatistas con mayor experiencia. Esto indicaría que los regatistas de menor experiencia no consiguen mantener una velocidad estable, siendo éste un indicador de la falta de control de la embarcación.

El motivo por el cual los regatistas noveles no alcancen una mayor velocidad media, puede ser debido a que este grupo de regatistas realiza un mayor número de correcciones de rumbo, lo que conlleva una pérdida considerable en la velocidad de la embarcación. Debido a que las maniobras y las correcciones de rumbo y ajuste de la vela hacen disminuir la velocidad de la embarcación, cuanto mayor sea el número de estas acciones, más afectada se verá la velocidad. Estos resultados coinciden con los hallados por Araújo y Serpa (1995), los cuales obtuvieron que los mejores regatistas realizan un menor número de ajustes en el rumbo de la embarcación y, por consiguiente, navegan a mayor velocidad.

Del mismo modo, durante la fase de salida investigada por Araújo, Davids y Serpa (2005), los regatistas con mayor nivel de experiencia realizaron un menor número de ajustes en el rumbo de la embarcación, considerados como pequeños ajustes en el rumbo y/o la tensión de la vela, con respecto al grupo de no

regatistas y al grupo de nivel intermedio, los cuales serían similares a nuestro grupo de noveles. En cuanto a las acciones técnicas como las viradas, las trasluchadas y/o los cambios de rumbo de la embarcación, los regatistas expertos realizaron mayor número de acciones que los dos grupos de menor nivel de experiencia, pero no que los inexpertos.

No podemos confirmar que los resultados obtenidos en nuestra investigación puedan relacionarse de manera directa con los expuestos en estas dos investigaciones, ya que no hemos evaluado el número de ajustes en el rumbo de navegación ni los cambios de dirección. Pero como se muestra a continuación, se ha analizado la predictibilidad de la trayectoria como un indicador de lo variable, predecible o exploratoria que ha sido la trayectoria, siendo éste un resultado que sí podría correlacionar con los cambios de rumbo en la navegación.

Sin embargo, estos resultados sugieren que los ajustes realizados por los regatistas noveles para el manejo de la embarcación no se relacionarían con un comportamiento adaptativo, sino con un elevado grado de resistencia al cambio en el comportamiento que les llevaría a un incremento en estos parámetros de rendimiento. Los regatistas noveles, mostrarían estados de atracción perjudiciales para mejorar los registros en estas variables, al tiempo que las dosis de parámetros de control presentes en el campo de regatas no serían suficientes para generar los procesos de auto-organización necesarios para buscar el trimado óptimo de la embarcación en relación al rumbo de navegación, que permitirían obtener la máxima velocidad de la embarcación (Kugler y Turvey, 1987).

### **5.2.2. Trayectoria de la embarcación**

Antes de discutir acerca de los resultados de la trayectoria descrita por la embarcación en ambos grupos de regatistas, cabe señalar que, posiblemente, existan diferencias entre la trayectoria descrita en la situación simulada y la que suelen describir los regatistas expertos en una situación de regata real. Las diferencias podrían estar relacionadas con la táctica utilizada durante el minuto previo a la salida, ya que en una regata real, los regatistas con mayor experiencia suelen aproar la embarcación cerca de la línea de salida, con la finalidad de mantener esa posición y arrancar pocos segundos antes de la señal de salida. Esta

acción no fue posible de controlar en la situación simulada, ya que era muy complejo sacar la embarcación de la posición de proa al viento y arrancar rápidamente. A pesar de ello, destacamos que sólo unos pocos regatistas, todos ellos experimentados, intentaron realizar esta acción, sin conseguir su objetivo, durante el periodo de familiarización.

Así, la discusión de las variables que evalúan la trayectoria de la embarcación se inicia con el análisis de los resultados correspondientes al coeficiente de variación. El coeficiente de variación muestra la variabilidad de la trayectoria seguida por cada uno de los grupos sobre cada uno de los ejes espaciales (horizontal y vertical). Tal y como se expuso en el capítulo de metodología, cuanto más alejado de cero sea el valor del coeficiente de variación, más variable es la trayectoria descrita.

Durante el minuto -2 a -1, los regatistas con mayor experiencia, realizaron una trayectoria más variable tanto en el eje horizontal, como en el vertical en comparación con los noveles. Este resultado muestra que los regatistas experimentados ejecutan una trayectoria más variable que los noveles durante este periodo de tiempo. En el caso de los regatistas noveles, se aprecia que el coeficiente de variación durante el último minuto es superior al realizado por los regatistas con mayor experiencia en ambos ejes, a pesar de que las diferencias entre los valores de coeficiente de variación no sean muy amplias.

Si se observan y comparan los resultados de los regatistas experimentados durante ambos minutos, se aprecia que realizan una trayectoria más variable durante el minuto -2 a -1, con respecto al -1 a 0, existiendo tendencias a la significatividad en los resultados de ambos ejes. Este resultado indicaría una disminución de la variabilidad de la trayectoria realizada por los más experimentados durante el minuto previo a la señal de salida. El motivo de este comportamiento se relacionaría con que durante el minuto previo a la salida, la trayectoria no tiene que ser muy variada, sino directa a la línea, preparando el momento de la salida.

Del mismo modo, se constata que, al contrario que sucede con los regatistas experimentados, los noveles tienen un coeficiente de variación superior en la trayectoria realizada sobre el eje horizontal en el último minuto de la salida, en

comparación con el minuto -2 a -1. Esto puede ser debido a que la inexperiencia cause un comportamiento más variable, cuando debería de ser más directo y preciso hacia la línea de salida. Mientras que sobre el eje vertical se obtienen resultados muy similares, incluso un poco superiores durante el minuto -2 a -1. Este comportamiento no sigue el patrón observado en los regatistas expertos.

Continuando con el análisis de la trayectoria de la embarcación, a continuación se discuten los resultados extraídos del análisis de la predictibilidad de la trayectoria mediante los valores de entropía muestral (SampEn), que informarían acerca del carácter determinista o aleatorio de la trayectoria realizada (Richman y Moorman, 2000), indicando que una trayectoria más impredecible es considerada como más exploratoria, siendo esto positivo, ya que puede ser un indicativo de la predisposición de los regatistas a adaptarse a las situaciones que pueden surgir en cada momento durante la navegación. Este tipo de análisis no se ha aplicado nunca en la descripción del comportamiento de vehículos, mientras que está ampliamente utilizado para el análisis de señales biológicas como la frecuencia cardiaca, la trayectoria del centro de presiones en situaciones del mantenimiento del equilibrio o en la valoración de la señal electromiográfica (Cordier, France, Pailhous y Bolon, 1994; Dicking, McClain, Hubble, Doan y Sessford, 2012; Preatoni, Ferrario, Dona, Hammill y Rodano, 2010; Roerdink, Hlavackova y Vuillerme, 2010; Wijmants, Bosman, Hasselman, Cox y Van Order, 2009).

En los resultados intra-grupo de trayectoria descrita por la embarcación del grupo de experimentados sobre el eje horizontal, se observa que realizaron una trayectoria más impredecible durante el minuto -1 a 0 que durante el minuto previo. Ésto mismo sucede sobre el eje vertical, indicando que los regatistas con mayor experiencia tendrían un comportamiento más funcional en los instantes previos a la señal de salida.

En el caso de los noveles, se aprecia que las diferencias no son notorias, ya que obtienen similares resultados de entropía muestral, tanto en el eje horizontal, como en el eje vertical durante ambos minutos. Por ello, podría considerarse que los noveles realizan una trayectoria más impredecible sobre el eje horizontal durante el minuto -2 a -1, mientras que sobre el eje vertical sucede al contrario, son más impredecible en el último minuto. Este comportamiento denota

inexperiencia, ya que el comportamiento ideal durante el último minuto, debe ser más funcional sobre el eje horizontal, buscando estar lo más cerca de la línea de salida en el instante de la señal.

En este sentido, estos resultados se relacionan con los obtenidos por Araújo, Davids y Serpa (2005), al confirmar que los regatistas con mayor experiencia realizan un mayor número de acciones técnicas (cambios de dirección y rumbo de la embarcación). Un aumento en las acciones técnicas permite al regatista experimentar mayor cantidad de situaciones e ir adquiriendo experiencia, logrando así un comportamiento más funcional. De este modo, un mayor número de acciones técnicas, podrían relacionarse con un aumento en los valores de entropía muestral, siendo éste un aspecto muy relevante para el rendimiento, ya que cuanto más funcional es la trayectoria, más posibilidades de acción tiene el regatista.

En cuanto a los resultados inter-grupo, se observa que la diferencia radica en la predictibilidad de la trayectoria registrada sobre el eje horizontal durante el último minuto, siendo las trayectorias realizadas por ambos grupos sobre el eje vertical muy similares. Sin embargo, durante el minuto -1 a 0, podría afirmarse que los regatistas experimentados realizan una trayectoria más impredecible, y por tanto más funcional, que la realizada por los noveles.

Estos resultados tienen una gran relevancia y están muy relacionados con el éxito que obtienen los regatistas expertos en la salida. Debido a la importancia que tiene el minuto previo a la señal de salida en la eficacia de la misma, se consideraría que una trayectoria más exploratoria sería apropiada para encontrar mejores opciones en el recorrido de la embarcación, con el fin de ocupar la mejor posición posible en el instante de salida. En este sentido, y coincidiendo con lo anteriormente expuesto, un mayor número de acciones técnicas, aumenta el valor de SampEn, obteniendo una trayectoria más funcional.

Respecto al contraste entre los resultados de coeficiente de variación y de la entropía muestral, se aprecia que los regatistas experimentados realizan una trayectoria menos variable y más impredecible durante el minuto previo a la salida, sobre todo en el eje horizontal, que es sobre el que se sitúa la línea de salida. Esto quiere decir que los valores de SampEn aumentan cuando el regatista

va adquiriendo experiencia de navegación en el simulador. Esto coincide con lo expuesto por Menayo, Moreno, Fuentes, Vaíllo y Arroyo (2012) en una investigación sobre el servicio de tenis, al afirmar que un aumento en la práctica del servicio de tenis, producen un aumento en los valores de SampEn, pero difieren con lo expuesto por Wijmants et al. (2009) y Preatoni et al. (2010), los cuales afirman que un aumento en la práctica, disminuye los valores de SampEn. Mientras que los regatistas noveles realizan una trayectoria más variable y más predecible en comparación con los regatistas de mayor experiencia, durante este último minuto, pudiendo ser éste el motivo por el cual los noveles no alcanzan el objetivo final de la salida, que sería situarse lo más cerca posible de la salida, en el momento de la señal de inicio, tal y como se discute a continuación.

Entendemos que durante este último periodo de tiempo, previo a la señal de salida, es importante que la trayectoria que realizan los regatistas sea más variable e impredecible sobre el eje horizontal, debido a la proximidad de las balizas de salida y la realización de una salida exitosa. A pesar de que sean los regatistas noveles los que mayor valor de coeficiente de variación han obtenido en relación a la trayectoria sobre el eje horizontal, este resultado no tiene una relación con el éxito obtenido en la salida, puesto que los regatistas noveles se encuentran alejados de las balizas de salida en el instante de la señal. En el caso de los valores de SampEn, indicadores de una trayectoria más o menos predecible, son los experimentados los que mayor valor de esta variable obtienen sobre este mismo eje, y que a diferencia de la cantidad de variabilidad expresada a través del coeficiente de variación, estaría relacionada con un mayor éxito en el instante de la salida, situándose más cerca de la misma. Cuantas más variable e impredecible sea la trayectoria, más experiencia perceptiva adquirirá el regatista, con un consecuente aumento de las posibilidades de actuación frente a los *affordances* e *invariantes* presentes en el campo de regatas (Gibson, 1979). En este sentido, este aumento de la funcionalidad de la trayectoria por parte de los regatistas experimentados, puede ser debido a un comportamiento preferido o atractor (Glazier, Davids y Bartlett, 2003), ya que cuanto más cercana esté el instante de la salida, más impredecible es la trayectoria sobre el eje horizontal, realizando la acción de “correr líneas” a fin de estar lo mejor colocado posible en el instante de la salida.

### 5.2.3. Posicionamiento final de la embarcación en el instante de salida

Para evaluar el éxito que se ha obtenido en la salida, se ha analizado la posición de la embarcación en el momento de la señal de salida, con respecto a las balizas de salida. Para considerar que una salida ha sido exitosa, el regatista debe encontrarse lo más cerca posible de la línea de salida, sin llegar a sobrepasarla y navegar a la mayor velocidad posible. Debido a que la salida no estaba favorecida, es decir, la dirección del viento es perpendicular a dicha línea, no se obtiene ventaja alguna al realizarla más o menos cerca de cualquiera de las dos boyas (Rocha, 2003).

En el instante de la señal de salida, los regatistas experimentados se encontraban en una posición mucho más cercana a la línea que la ocupada por los principiantes, en cuanto al eje horizontal, siendo dichas diferencias estadísticamente significativas.

Con respecto a la posición de los regatistas en el eje vertical, no existen diferencias entre los regatistas experimentados y principiantes. Es de destacar que la posición de la embarcación en ambos grupos muestra que la salida fue por el centro de la línea, siendo un poco más desviada hacia la baliza de estribor por los regatistas principiantes. Esto puede ser debido a que todos decidieron salir lo más centrado posible entre las balizas de la salida, ya que no se presentó una situación de salida favorecida por ninguna de las balizas.

Respecto a la velocidad que llevaron los regatistas principiantes en el momento de la señal de salida, fue mayor que la registrada por el grupo de experimentados, sin llegar a ser significativas las diferencias. Ésto puede ser debido a que, en ese instante, los regatistas noveles pudieran estar navegando en un rumbo que les permitiera alcanzar una velocidad mayor, a pesar de que ese rumbo les impidiera acercarse más a la línea de salida. Al desconocer el rumbo de navegación en este preciso instante, no podemos confirmar que éste sea el motivo de dichos resultados de velocidad instantánea.

En comparación con investigaciones anteriores, se confirma que los regatistas experimentados logran posicionarse más cerca de la línea de salida en el momento de la señal de salida (Rocha, 2003). Una mejor colocación les



proporciona ventajas frente al resto de oponentes, confirmando que los regatistas con mayor nivel de experiencia realizan una salida más exitosa que los de menor experiencia. La consecución de una salida exitosa es la finalidad del protocolo de salida y, por consiguiente, la consecuencia de todas las acciones realizadas durante este periodo de tiempo relacionadas con el manejo de la embarcación. Debido a que los regatistas expertos han logrado un comportamiento visual más exploratorio que los noveles, al igual que una trayectoria más funcional y variable, la consecuencia de una salida exitosa estaría relacionada con una estrategia visual y motora activa así como con un mayor número de acciones (fijaciones visuales y valores de entropía superiores) en las que se estudia la situación para la elección de la mejor acción.

### **5.3. Relación entre el comportamiento visual y el comportamiento motor**

En este último apartado, abordaremos la discusión de los resultados obtenidos del análisis correlacional entre las variables del comportamiento visual y motor. A partir de la discusión de los resultados de comportamiento visual y motor realizado en los anteriores epígrafes de este capítulo y en base a la discusión de los mismos con diversas investigaciones, se presentan los resultados de las correlaciones entre ambas variables.

#### **5.3.1. Relación entre el comportamiento visual y motor: grupo de expertos**

Siguiendo el orden expuesto en el capítulo de resultados, se discutirán las correlaciones encontradas en el grupo de regatistas expertos.

##### **5.3.1.1. Minuto 2-1**

En primer lugar se muestran las correlaciones existentes entre el comportamiento visual (número y duración de fijaciones y número de sacádicos) y las variables “velocidad de la embarcación” y “distancia recorrida”; a continuación, se expone la discusión acerca de las correlaciones existentes entre dicho comportamiento visual y las variables que explican la trayectoria de la embarcación (coeficiente de variación y SampEn). Durante este minuto se han encontrado un total de veinte correlaciones.

La correlación positiva existente entre la velocidad de navegación de los regatistas experimentados y el tiempo de fijación sobre la "salida en el mapa", sugieren que cuanto mayor es la velocidad, durante el minuto -2 a -1, éstos regatistas realizan fijaciones de mayor duración en las balizas de salida en el mapa. El motivo de este comportamiento puede radicar en la preparación de la salida, ya que deben estar lo más cerca posible de la línea de salida, a la mayor velocidad posible, cuando marquen el inicio de la misma. Es decir, los regatistas con mayor experiencia realizan pruebas de acercamiento a las balizas de salida, con la finalidad de controlar la velocidad óptima y el tiempo requerido, pudiendo relacionarse este comportamiento con el éxito en la salida de los regatistas expertos, lo que coincide con las conclusiones de Rocha (2003), al confirmar que los expertos realizan una salida más exitosa.

La correlación existente entre el coeficiente de variación de la trayectoria en el eje horizontal con el número de sacádicos sobre el "puño de amura", los "catavientos", "reloj" y el "mástil", tiene un signo positivo. Ésto muestra que una mayor cantidad de variabilidad en la trayectoria realizada por los experimentados sobre el campo de regatas en sentido horizontal, se relaciona con un incremento del número de movimientos sacádicos realizados sobre las localizaciones "puño de amura", "catavientos", "reloj" y "mástil". Siendo todas éstas, a excepción del "mástil", localizaciones categorizadas como relevantes. Tal y como se mostró anteriormente, consideramos que un elevado número de movimientos sacádicos es un indicador de un comportamiento visual exploratorio (Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri, 2007). La relación positiva entre el coeficiente de variación y el número de sacádicos, muestra un comportamiento visual muy exploratorio, que es el objetivo que se persigue durante este minuto, buscando la mejor estrategia visual y de manejo de la embarcación para lograr el éxito en la salida.

Del mismo modo, la correlación existente entre el coeficiente de variación de la trayectoria sobre el eje vertical y el número de fijaciones realizadas "fuera" de la pantalla y el tiempo de dichas fijaciones sobre este mismo emplazamiento, tienen un valor positivo. Ello supone que ante incrementos de la variabilidad de la trayectoria en sentido vertical, los regatistas experimentados se ven obligados a realizar más fijaciones y de mayor duración sobre la localización "fuera" de pantalla, siendo este un comportamiento eficaz si se diera sobre las localizaciones

relevantes. Puesto que este resultado aparece en la localización menos relevante de todas, no se puede considerar un comportamiento eficaz. Es decir, los regatistas experimentados deberían evitar realizar fijaciones sobre esta localización, ya que muestra una dispersión del comportamiento visual.

Por otro lado, existe una correlación positiva entre el coeficiente de variación de la trayectoria sobre el eje vertical y el número de sacádicos realizados sobre la localización “resto del mapa” (rivales, recorrido y su propia posición sobre el mapa), los sacádicos realizados sobre las “balizas de recorrido” de la regata y el tiempo de fijación sobre esta misma localización. Este resultados indicaría que un aumento en la cantidad de variabilidad en la trayectoria en sentido vertical, se relaciona con un aumento en el número de sacádicos en las localizaciones “resto del mapa” y “balizas de recorrido”, junto con un aumento del tiempo de fijación sobre las “balizas de recorrido”. En este sentido, se considera que estas localizaciones no son las que mayor información relevante proporcionan con respecto a la salida. Por ello, tal y como se ha expuesto anteriormente, durante el minuto -2 a -1, tanto el comportamiento visual como motor deben ser lo más exploratorios posible, con la finalidad de acumular experiencia y posibilidades de acción. Ahora bien, si esta relación se diera en una situación más cercana en el tiempo a la salida, debería disminuir, ya que no aporta información relevante para la consecución del éxito, que es realizar una buena salida.

La correlación positiva encontrada entre la entropía muestral registrada en la trayectoria horizontal de la embarcación y el número de sacádicos en las “balizas de recorrido”, indica que cuanto más impredecible es la trayectoria en sentido horizontal (Menayo et al., 2012), mayor sería el número de movimientos sacádicos sobre dichas balizas, siendo un comportamiento exploratorio, muy apropiado en este momento de la salida (Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri, 2007).

En cambio, la correlación negativa existente entre la entropía muestral registrada sobre la trayectoria en el eje horizontal y el tiempo de fijación sobre la “salida en el mapa”, indican que cuanto menos predecible es la trayectoria sobre el eje horizontal, menor es el tiempo de fijación sobre dicha localización. En este sentido, esta correlación es positiva y proporcionaría al sujeto información

relevante para las sucesivas actuaciones en los instantes previos a la señal de salida.

Con respecto a las correlaciones encontradas con la entropía muestral extraída de la trayectoria de la embarcación en sentido vertical, existe una correlación positiva con el número de sacádicos sobre la “proa” y “fuera de pantalla” y con el tiempo de fijación en las localizaciones “proa”, “resto de la vela” y “fuera de pantalla”. Dichas correlaciones indican que, cuando la trayectoria de la embarcación, sobre el eje vertical, es más impredecible, los regatistas experimentados realizarían un mayor número de movimientos sacádicos, junto con un aumento del tiempo de fijación sobre las localizaciones “proa” y “fuera”. Este comportamiento puede ser interesante, debido a la necesidad de indagar sobre la mejor trayectoria en este periodo de tiempo de la salida, sabiendo que estas localizaciones y en especial “fuera”, proporcionan poca información relevante.

Este resultado se observa con la variable de tiempo de fijación sobre la localización “resto de la vela”, ya que cuanto más impredecible es la trayectoria sobre el eje vertical, mayor es el tiempo de fijación que realizan los regatistas experimentados sobre la localización “resto de la vela”.

Todas estas correlaciones positivas entre la entropía de la trayectoria en ambos sentidos, en relación al número de sacádicos, revelan que cuanto mayor es el comportamiento exploratorio en la trayectoria de la embarcación, mayores son los índices de exploración de la escena en cuanto a la estrategia visual, ya que un mayor número de sacádicos es un indicador de un comportamiento visual más exploratorio y adaptativo (Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri, 2007; Seung-Min, 2010).

En el caso de la entropía muestral extraída de la trayectoria descrita por la embarcación en el eje vertical, existen correlaciones negativas con el número de fijaciones que realizan los sujetos experimentados en el “casco de la embarcación”, así como en el número de sacádicos sobre el “puño de amura”. Esta correlación muestra que cuanto más impredecible es la trayectoria de la embarcación en sentido vertical, menor es la cantidad de las fijaciones sobre el “casco de la embarcación” y los sacádicos sobre el “puño de amura” de la vela,

indicando una disminución en el comportamiento exploratorio. Tal y como se ha expuesto anteriormente, los resultados de esta correlación no muestran un comportamiento visual idóneo, ya que debería ser más exploratorio. Este resultado no puede tomarse como negativo, ya que anteriormente se han mostrado un gran número de correlaciones positivas que indicaban un alto grado de funcionalidad en el comportamiento de los regatistas.

### 5.3.1.2. Minuto 1-0

A continuación se expone la discusión de las doce correlaciones existentes en el grupo de expertos durante el último minuto de la regata. Se presentan siguiendo el mismo orden que en el minuto anterior.

La velocidad de navegación y la distancia recorrida durante el minuto previo a la señal de salida, presentan una correlación positiva con el número de fijaciones visuales realizadas por los regatistas experimentados en la localización "otras". Esta correlación muestra que cuanto mayor es la velocidad y la distancia recorrida, mayor es el número de fijaciones sobre dicha localización. Éste puede ser uno de los aspectos que deben mejorar este grupo de regatistas, ya que durante este último minuto la mirada debería dirigirse sobre localizaciones de mayor relevancia. A pesar de esta reflexión, no se puede considerar una acción negativa, ya que la localización "otra", es considerada como un posible pivote visual que facilita la fijación sobre otras localizaciones más relevantes (Savelsbergh et al., 2002).

Por el contrario, encontramos que la velocidad y la distancia recorrida correlacionan negativamente con el número de fijaciones en el "resto de la vela" y número de sacádicos en las "balizas de salida". Ésto indica que cuanto mayor es la velocidad de la embarcación y la distancia recorrida, menor sería el número de fijaciones visuales sobre la vela y el número de sacádicos sobre las balizas de salida en el mapa. Los resultados de estas correlaciones muestran una disminución en el nivel de exploración del comportamiento visual llevado a cabo por los regatistas experimentados, ya que reducen el número de fijaciones visuales sobre uno de los pivotes visuales y el número de sacádicos sobre las marcas de salida. Este comportamiento no es positivo, puesto que como se ha

expuesto anteriormente, un comportamiento visual activo sería idóneo para un mejor rendimiento (Seung-Min, 2010).

Continuando con este análisis, se obtienen correlaciones negativas entre el coeficiente de variación de la trayectoria sobre el eje horizontal y el número de fijaciones realizadas en la “botavara”, al igual que el coeficiente de variación en el eje vertical y las fijaciones visuales sobre el “resto del mapa”. Dichas correlaciones indican que cuanto mayor es el coeficiente de variación sobre el eje horizontal y vertical, menor es la cantidad de fijaciones en la “botavara” y en el “resto del mapa”, respectivamente.

El motivo de que existan dichas correlaciones podría explicarse desde la necesidad de incrementar la concentración en el último minuto, aspecto que hace que los regatistas no realicen tantas fijaciones sobre localizaciones poco importantes como el “resto de la vela”, la “botavara” o ciertas partes del mapa. Esta explicación coincide con la afirmación de Azeneder y Bösell (1998), al constatar que los expertos fijan la mirada sobre localizaciones relevantes y sobre las que están cerca de éstas. Esta teoría dejaría fuera a las localizaciones poco relevantes, que no están muy próximas a las de mayor relevancia, como puede ser la “botavara”

La última correlación negativa encontrada en los regatistas experimentados se presenta entre el coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación, sobre el eje vertical y el número de sacádicos realizados en la “salida en el mapa”, mostrando una disminución en el número de sacádicos sobre dicha localización cuanto mayor es la variabilidad de la trayectoria sobre el eje vertical. La explicación puede encontrarse en que el comportamiento visual exploratorio del regatista en el último minuto puede verse reducido, como posible consecuencia de un comportamiento visual más selectivo y directo sobre localizaciones relevantes y las intermedias y próximas entre las relevantes (Azeneder y Bösell, 1998).

Por último, cabe mencionar las correlaciones positivas existentes entre el coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación en el eje horizontal y el tiempo de fijación que los regatistas emplean en mirar sobre localizaciones importantes como los “rivales” y la “salida en el mapa”. Esto mismo sucede entre

el coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical y las fijaciones realizadas sobre las “balizas de salida”. Éstas correlaciones reflejarían que cuanto mayor es la variabilidad de la trayectoria, mayor sería el número de fijaciones y el tiempo de fijación de las mismas sobre estas localizaciones, consideradas como lugares que proporcionan información relevante frente a la salida. Dichas correlaciones muestran un comportamiento eficiente, debido a la importancia de la información que se obtiene de las localizaciones “rivales” y “balizas de salida”, junto con una mayor variabilidad de la trayectoria, durante este último minuto previo a la señal de salida.

Respecto a las correlaciones y, siguiendo la línea de la discusión de los resultados, sería oportuno afirmar que la estrategia visual realizada por los regatistas experimentados tiene un carácter activo (Seung-Min, 2010), con un elevado número de fijaciones visuales y sacádicos (Williams y Davids, 1998) sobre localizaciones relevantes y caracterizado por el empleo de posibles pivotes visuales (Savelsbergh et al., 2002).

En cuanto al comportamiento motor de los expertos, se destaca el aumento de la funcionalidad de la trayectoria en comparación con el minuto anterior, pudiendo ser una consecuencia de la práctica (Menayo et al., 2012). Este comportamiento persigue la búsqueda de la acción que mayor rendimiento pueda aportar. Es decir, como ya se ha comentado, cuanto más funcional es la trayectoria, más posibilidades de actuación tienen los regatistas ante las acciones que puedan acontecer y por consiguiente, los regatistas que realizan una trayectoria más funcional, tienen una mayor capacidad para percibir los *affordances* que les ofrece el entorno (Fajen, Riley y Turvey, 2009). En este sentido, un aumento en la funcionalidad de la trayectoria de los regatistas experimentados muestra una mayor capacidad de adaptación en el manejo de la embarcación ante la situación de salida y por consiguiente a los *constraints* de la tarea. Este aumento de la funcionalidad de la trayectoria realizada, en especial sobre el eje horizontal, puede ser debido a un atractor propio de los regatistas experimentados, siendo la acción de “correr línea” un atractor propio de estos regatistas en los momentos previos a la señal.

### 5.3.2. Relación entre el comportamiento visual y motor: grupo de noveles

#### 5.3.2.1. Minuto 2-1

Durante el minuto -2 a -1, encontramos que el grupo de regatistas noveles, presenta diez correlaciones entre las variables de comportamiento motor, obtenidas entre el coeficiente de variación y la entropía muestral y las variables de comportamiento visual.

La primera correlación muestra un valor positivo, indicando que cuanto mayor es el coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación sobre el eje horizontal, mayor duración tienen las fijaciones que realizan los noveles “fuera” de pantalla. Esta correlación denota un comportamiento visual muy poco eficaz, obteniendo resultados contrarios a otras investigaciones más centradas en el análisis de la cinemática del movimiento (Bartlett, Wheat y Robins, 2007; Kudo y Ohtsuki, 2008), en las cuales el incremento del coeficiente de variación mostró una relación positiva con el rendimiento. Ya que no se obtiene información sobre la regata cuando se mira “fuera” de la pantalla, además de perder tiempo en explorar la escena o captar información de otras localizaciones. Esta acción puede ser la consecuencia de una dispersión de la concentración donde en lugar de ver, simplemente, mira sobre esta localización (McPherson y Vickers, 2004).

Continuando con las correlaciones entre el coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación sobre el eje horizontal y el tiempo de fijación, se aprecia que cuanto mayor es la cantidad de variabilidad, menor es el tiempo de fijación que realizan sobre la localización “otras”. Este comportamiento muestra lo contrario que la localización anterior, ya que cuanto más variable es la trayectoria, menor tiempo dedican a mirar una localización, siendo éste un comportamiento positivo (Bartlett, Wheat y Robins, 2007; Goulet et al., 1989; Kudo y Ohtsuki, 2008; Williams et al. 1994; Williams y Davids, 1998; McRobert et al., 2009; North et al., 2009; Roca et al., 2011; Afonso et al., 2012).

En cuanto a la relación existente entre el coeficiente de variación y el número de movimientos sacádicos que realizan los sujetos del grupo novel, se observa que a mayor cantidad de variabilidad en la trayectoria de la embarcación sobre el eje horizontal, menor número de sacádicos realizan sobre los



“catavientos”; al igual que, cuanto más variable es la trayectoria en el eje vertical, menos movimientos sacádicos efectúan sobre la “proa”. Estos resultados muestran un comportamiento visual menos exploratorio cuanto más variable es la trayectoria, obteniendo resultados contrarios a anteriores investigaciones (Bartlett, Wheat y Robins, 2007; Kudo y Ohsuki, 2008), en las cuales, como ya se ha comentado, se encontraron relaciones positivas entre el coeficiente de variación y el éxito. El motivo de este resultado puede ser debido a una escasa capacidad de realizar dos acciones a la vez de forma efectiva. Es decir, son menos capaces de hacer que la embarcación navegue y captar la mayor cantidad de información relevante al mismo tiempo, por esforzarse más en navegar y no tanto en mirar. La falta de experiencia puede ser la causante de que los regatistas noveles no tengan una elevada capacidad de navegar y fijar la mirada con un resultado exitoso. En esta línea, Brand et al. (1994), afirmaron que los noveles parecen ser menos hábiles a la hora de identificar la información relevante de las localizaciones.

Con respecto a las correlaciones encontradas sobre la entropía muestral, se interpreta que cuanto más impredecible es la trayectoria de la embarcación sobre el eje horizontal, mayor es el número de fijaciones visuales y la duración de las mismas sobre la “botavara”. Esta correlación muestra un comportamiento poco eficiente, ya que la botavara no es una localización que proporcione información relevante. Por ello, una trayectoria más impredecible en este caso no sería beneficiosa para desarrollar un comportamiento visual apropiado, ya que cuanto mayor sea el número y duración de las fijaciones visuales sobre esta localización, menor será el tiempo del que disponen para obtener información relevante del resto de localizaciones.

Otras correlaciones positivas muestran la relación entre la entropía muestral de la trayectoria sobre el eje horizontal y el número de fijaciones visuales sobre todos los elementos presentes en el mapa. Es decir, cuanto más impredecible es la trayectoria sobre el eje horizontal, mayor es el número de fijaciones sobre el mapa. Este comportamiento muestra una actuación eficaz de los regatistas, ya que es importante realizar una trayectoria de navegación más funcional, al igual que fijar la mirada sobre localizaciones relevantes, como son la “salida en el mapa” y el “resto del mapa”. En este sentido, un aumento en la funcionalidad de la trayectoria sobre el eje horizontal, posibilitaría un comportamiento visual más

eficaz, ya que aumenta el número de fijaciones sobre localizaciones que aportan información relevante sobre la situación de regata.

Respecto a las correlaciones halladas en este intervalo de tiempo, destacar la correlación negativa existente entre la entropía muestral de la trayectoria de la embarcación en eje horizontal y el número de fijaciones en las “balizas de salida” y entre la entropía muestral de dicha trayectoria sobre el eje vertical y las fijaciones en el “catavientos”. Estas correlaciones muestran que, cuanto más impredecible es la trayectoria de la embarcación durante el minuto 2-1, el grupo de noveles realiza menor número de fijaciones en las “balizas de salida” y en los “catavientos”, localizaciones categorizadas como relevantes. Siendo éste un comportamiento eficaz, ya que un aumento en la funcionalidad de la trayectoria, proporciona a los regatistas un aumento en las posibilidades actuación. Del mismo modo, un aumento de fijaciones sobre las localizaciones relevantes, aporta a los sujetos información importante para realizar ajustes en la trayectoria y velocidad de navegación.

### 5.3.2.2. Minuto 1-0

En el minuto previo a la salida, se encontraron veinticuatro correlaciones entre las variables del comportamiento motor y visual en el grupo de regatistas noveles.

Comenzando con las correlaciones encontradas con respecto a la velocidad y a la distancia navegada, se aprecian relaciones positivas entre dichas variables de manejo de la embarcación y el número de fijaciones en el “resto del mapa” y de sacádicos sobre el “viento/mar”. Estos resultados indican que cuanto mayor es la velocidad de navegación y la distancia recorrida, mayor es el número de fijaciones visuales sobre la localización relevante “resto del mapa” y el número de sacádicos sobre el viento. Este comportamiento es positivo, ya que la estrategia visual utilizada tiene un carácter activo, con un elevado número de fijaciones y sacádicos (Seung-Min, 2010). Un aumento de la velocidad, favorecería un comportamiento visual más activo, al requerir un mejor empleo de las habilidades visuales por parte del regatista, ya que las acciones suceden a una mayor velocidad y dispone de menor tiempo para reaccionar.

Con respecto al coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación sobre el eje horizontal, se obtienen diversos resultados. Cuanto más variable es la trayectoria sobre dicho eje, menor es el número de fijaciones en las “balizas de recorrido”, localización que no aportan información necesaria para realizar una salida exitosa y, por tanto, un comportamiento eficiente en cuanto a la localización seleccionada, pero negativo con respecto a la disminución del número de fijaciones, mostrando un comportamiento menos activo, sabiendo la importancia que tiene realizar un comportamiento visual exploratorio durante este primer minuto.

En contraposición, se aprecia que cuanto mayor es la variabilidad de la trayectoria en el eje horizontal, mayor es el tiempo de fijación sobre el “mástil”, y menor sobre el “puño de amura”. Tal y como se apuntó anteriormente, el comportamiento experto se caracteriza por fijaciones de corta duración (Afonso, et al., 2012), aspecto que puede hacer pensar que la disminución del tiempo de fijación sobre el “puño de amura” puede ser positivo cuanto más variable es la trayectoria. Sin embargo, teniendo en cuenta que aumenta el tiempo de fijación sobre el “mástil”, la estrategia utilizada no sería efectiva (Williams y Davids, 1998), ya que los regatistas noveles fijan la mirada sobre localizaciones poco relevantes (Brand et al., 1994). Este resultado muestra que un aumento en la variabilidad de la trayectoria ejerce una influencia negativa sobre el comportamiento visual de los regatistas noveles.

Otra correlación negativa que denota un comportamiento poco eficiente, es la encontrada entre el coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical y el número de fijaciones visuales y el tiempo de las mismas sobre el “reloj”, que marca la cuenta atrás de la salida, ya que un aumento de la variabilidad, hace disminuir el número de fijaciones visuales y el tiempo de las mismas sobre el reloj. Debido a la importancia que tiene esta localización durante los instantes previos a la salida, debería ser uno de los lugares que más fijaciones visuales reciba. Al igual que antes, un aumento en la variabilidad de la trayectoria, tiene una relación negativa en el comportamiento visual de los regatistas de menor experiencia.

El coeficiente de variación de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical presenta correlaciones positivas con el número de sacádicos que realizan

los regatistas noveles en tres localizaciones: "proa", "casco de la embarcación" y la "salida en el mapa". Estos resultados indican que cuanto más variable es la trayectoria en el eje vertical, mayor es el número de sacádicos sobre ciertas localizaciones, siendo éste un indicador de comportamiento visual activo. Es decir, una trayectoria más variable estaría relacionada con un comportamiento visual más exploratorio. Por ello, estas correlaciones se relacionarían con un comportamiento visual y motor eficaz y que puede acercar al sujeto al éxito en la salida. Al igual que sucede con el aumento de velocidad de la embarcación, cuando aumenta la variabilidad, es necesario que el regatista realice un comportamiento visual más exploratorio, ya que está expuesto a más cambios en las situaciones que puedan acontecer a su alrededor.

Las últimas correlaciones con respecto a la variabilidad de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical, indican que a mayor variabilidad, menor es el número de fijaciones sobre las "balizas de recorrido" y mayor en las localizaciones "resto del mapa" y "fuera" de la pantalla. Una disminución de las fijaciones visuales, relacionada con una trayectoria más variable, sobre las "balizas de recorrido" denota un comportamiento visual eficaz, ya que no aportan información relevante con respecto a la situación de salida. Del mismo modo, un mayor número de fijaciones en el mapa, muestra un comportamiento selectivo sobre localizaciones relevantes, siendo éste un comportamiento eficaz. En contraposición, aparece un aumento de fijaciones "fuera" de la pantalla cuanto mayor es la variabilidad de la trayectoria. Este aspecto es claramente negativo, ya que todo el tiempo que se invierta fijando la mirada "fuera" de la pantalla, es tiempo perdido para captar información relevante de otras localizaciones (McPherson y Vickers, 2004).

Al contrastar las correlaciones presentes entre la entropía muestral de la trayectoria de la embarcación sobre el eje horizontal y las variables del comportamiento visual, aparecen indicadores de una estrategia poco efectiva. Más concretamente, los regatistas noveles cuando realizan una trayectoria menos predecible, realizan un menor número de movimientos sacádicos sobre el "viento/mar" y las "balizas de salida". Si ya es negativo realizar un reducido número de movimientos sacádicos, más negativo es que dicha disminución sea sobre localizaciones relevantes como el viento y la salida. Con este

comportamiento, los regatistas noveles muestran una reducida habilidad para identificar índices relevantes (Bard et al., 1994). Al contrario que sucede con el aumento de la variabilidad de la trayectoria, cuando ésta se torna más impredecible, disminuye el nivel de actividad del comportamiento visual, realizando un menor número de movimientos sacádicos.

Otra correlación que denota un comportamiento poco eficiente es la existente entre la entropía muestral de la trayectoria de la embarcación en el eje horizontal y el tiempo de fijación sobre el "casco de la embarcación". Cuanto más impredecible es la trayectoria horizontal, mayor es el tiempo de fijación que realizan los noveles en el casco de la embarcación. Al igual que se ha expuesto anteriormente, el tiempo que se emplea en fijar la mirada sobre localizaciones poco relevantes, es tiempo perdido para poder captar información relevante del resto de localizaciones. Por consiguiente, una trayectoria más impredecible, se relacionaría de forma negativa con la eficacia del comportamiento visual.

A continuación, se muestran las correlaciones existentes entre los valores de entropía muestral de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical y las variables de comportamiento visual. La primera de estas correlaciones muestra una relación negativa entre la predictibilidad de la trayectoria y el número de sacádicos en la "proa" de la embarcación y el "viento/mar". Es decir, cuanto más impredecible es la trayectoria en sentido vertical, menor es el número de sacádicos en dichas localizaciones. Al igual que se ha expuesto anteriormente, un número reducido de movimientos sacádicos, muestra un comportamiento menos exploratorio y lejano al experto (Seung-Min, 2010). Al igual que sucede con la entropía muestral sobre el eje horizontal, una trayectoria más impredecible sobre el eje vertical, se relacionaría con una disminución del carácter activo del comportamiento visual.

La correlación existente entre la entropía muestral de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical y el tiempo de fijación en la localización "puño de amura", indica que el tiempo de fijación es superior cuando la predictibilidad de la trayectoria disminuye. Un aumento del tiempo de fijación no es un comportamiento eficiente, ya que las fijaciones de larga duración no son propias de un comportamiento eficiente (Williams et al. 1994).

Un claro indicador de comportamiento eficiente es la correlación negativa existente entre la entropía muestral de la trayectoria en el eje vertical y el número de fijaciones “fuera” de pantalla. Esta correlación muestra que cuando los regatistas noveles realizan una trayectoria más impredecible en el eje vertical, efectúan menos fijaciones visuales fuera de pantalla, siendo éste un comportamiento positivo y cercano al experto, ya que se aleja de un comportamiento focalizado sobre localizaciones poco relevantes.

Por último, la correlación positiva existente entre la entropía muestral de la trayectoria de la embarcación en el eje vertical y el número de fijaciones en las “balizas de recorrido”, denota un comportamiento poco eficiente, ya que durante el último minuto previo a la señal de salida, existen localizaciones más relevantes y sobre las que se puede captar información que ayude para lograr una salida exitosa.

Todas las correlaciones entre SampEn y el comportamiento visual de los regatistas noveles, expuestas hasta ahora, muestran que una trayectoria más impredecible tanto vertical como horizontal, se relacionaría con un descenso en la efectividad de dicho comportamiento visual (Brand et al.,1994; North et al., 2009; Seung-Min, 2010).

# CAPÍTULO 6

# CONCLUSIONES



**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO





## VI-CONCLUSIONES

A continuación, se exponen las conclusiones más significativas, argumentadas a partir de las hipótesis definidas al inicio de la investigación. Del mismo modo, se presentan conclusiones de carácter práctico, útiles para los entrenadores, con la intención de que este estudio pueda facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje y el tránsito de los regatistas noveles hacia mayores niveles de pericia.

### 6.1. HIPÓTESIS DE ESTUDIO

En este primer apartado se presentan las conclusiones sobre las hipótesis de estudio divididas en comportamiento visual y en manejo de la embarcación, confirmándose o rechazándose según el caso, a partir del análisis y discusión de los resultados anteriormente expuestos.

#### 6.1.1. Comportamiento visual

**Hipótesis 1ª.** *La estrategia de búsqueda visual (resultados globales) de los regatistas experimentados será más activa que la realizada por los noveles, realizando un mayor número de fijaciones y de movimientos sacádicos.*

El grupo de regatistas experimentados realiza un mayor número de fijaciones visuales durante los dos minutos previos a la salida y realizan una mayor cantidad de movimientos sacádicos durante el último minuto, previo a la misma. En base a ello, se puede confirmar que los regatistas con mayor experiencia emplean una estrategia de búsqueda visual más activa que los noveles.

**Hipótesis 2ª.** *Los regatistas experimentados realizarán fijaciones de menor duración que los regatistas con menor nivel de experiencia.*

Esta hipótesis no queda confirmada, ya que los regatistas noveles realizan fijaciones de mayor duración, pero en este caso, sobre las localizaciones de menor índice de relevancia informativa. Sin embargo, los regatistas experimentados realizan fijaciones de mayor duración sobre localizaciones relevantes o pivotes

visuales sobre los cuales se apoyan para dirigir su mirada hacia otras localizaciones próximas.

**Hipótesis 3ª.** *Los regatistas experimentados realizarán más fijaciones visuales en las localizaciones consideradas como relevantes que sus homónimos noveles.*

Esta hipótesis queda confirmada, ya que los regatistas con mayor experiencia realizan casi 3/4 partes de sus fijaciones visuales sobre las localizaciones importantes, mientras que los noveles solamente efectúan poco más de la mitad de fijaciones sobre dichas localizaciones.

**Hipótesis 4ª.** *Los regatistas noveles realizarán más fijaciones visuales y de mayor duración en localizaciones que no proporcionan información relevante para la salida.*

Esta hipótesis queda confirmada. Los resultados referidos a la citada hipótesis muestran que los regatistas noveles realizan más fijaciones sobre las localizaciones “fuera de pantalla” y “otras”, junto con una mayor duración de las mismas, con respecto a estos mismos resultados obtenidos por el grupo de regatistas experimentados.

**Hipótesis 5ª.** *La estrategia de búsqueda visual empleada por el grupo de experimentados será menos eficaz durante el minuto -2 a -1 y más eficaz durante el minuto previo a la señal de salida.*

Considerando los resultados obtenidos, se rechaza la presente hipótesis, debido a que la estrategia de búsqueda visual empleada por los regatistas de mayor experiencia es similar durante los dos minutos previos a la salida. En este sentido, solamente se puede afirmar que, durante el último minuto, se aprecia una tendencia al aumento del número de fijaciones visuales en las localizaciones “boyas de salida”, “reloj” y “rivales” y que la duración de las fijaciones solamente se incrementa en las “boyas de salida” y en el “reloj”. La única diferencia significativa radica en el tiempo de fijación empleado en mirar la vela, siendo menor durante el último minuto.

**Hipótesis 6ª.** *No existirán diferencias en la estrategia de búsqueda visual empleada por el grupo de regatistas noveles entre ambos minutos.*

Esta hipótesis se confirma, ya que el comportamiento visual utilizado por los regatistas noveles, durante los dos minutos previos a la señal de salida, es muy similar tanto en número de fijaciones, como en la duración de las mismas y en los movimientos sacádicos.

### 6.1.2. Comportamiento motor

**Hipótesis 7<sup>a</sup>.** *Los regatistas experimentados estarán situados más cerca de la línea de salida y navegarán a mayor velocidad en el momento de la misma que los noveles.*

Esta última hipótesis queda confirmada parcialmente, ya que en la salida realizada por los regatistas experimentados la embarcación se encuentra más cercana a la línea salida y centrada en cuanto a las boyas. Este comportamiento les proporciona una salida más rápida y con la posibilidad de encontrarse menos embarcaciones delante, facilitando sus maniobras y llegando a la boya de barlovento antes y en mejores condiciones. En cuanto a la velocidad en el instante de la salida, los regatistas noveles alcanzan valores superiores de velocidad que los regatistas experimentados, pero no existen diferencias significativas entre ambos resultados.

**Hipótesis 8<sup>a</sup>.** *Los regatistas noveles recorrerán menos distancia durante el protocolo de salida que los regatistas experimentados.*

A pesar de que en el análisis inferencial se hayan obtenido diferencias en los valores de distancia recorrida durante el protocolo de salida, entre experimentados y noveles, esta hipótesis no se confirma, debido a la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas..

**Hipótesis 9<sup>a</sup>.** *La trayectoria que realizarán los regatistas de mayor experiencia con la embarcación será más impredecible que la de los regatistas noveles.*

Esta hipótesis queda confirmada, ya la trayectoria de la embarcación registrada en los regatistas experimentados presenta valores de entropía muestral superiores a los obtenidos por los regatistas noveles. Esto permite confirmar que el grupo de regatistas experimentados realiza una trayectoria más exploratoria y con mayor capacidad de adaptación ante cualquier situación, lo que les permitirá alcanzar una posición más favorable ante la salida.

**Hipótesis 10<sup>a</sup>.** *La trayectoria que realizarán los regatistas experimentados con la embarcación en el minuto previo a la salida será más exploratoria que la llevada a cabo durante el minuto -2 a -1, aspecto que no sucederá en el grupo de regatistas de menor experiencia.*

A pesar de que los valores de entropía muestral obtenidos por los regatistas experimentados son superiores durante el minuto previo a la señal de salida en comparación con el minuto de -2 a -1, esta hipótesis se rechazada parcialmente, ya que no existen diferencias significativas entre la predictibilidad de la trayectoria entre ambos periodos de tiempo en este grupo de regatistas. En cuanto a la trayectoria de la embarcación del grupo novel, no se puede afirmar que la predictibilidad de la misma sea menor o igual durante el último minuto, pero queda patente que es más funcional en el sentido vertical de dicha trayectoria y menos sobre el horizontal en comparación con la realizada durante el minuto -2 a -1.

## 6.2. IMPLICACIONES PRÁCTICAS

En este epígrafe se presentan las conclusiones en relación a las implicaciones prácticas que tienen los resultados obtenidos en esta investigación. Gracias al trabajo desarrollado, conocemos cuál es la estrategia tanto visual como motora que llevan a cabo regatistas experimentados y noveles de la clase *Optimist* en condiciones simuladas.

A partir de este conocimiento, se pueden proponer algunas actuaciones que faciliten el proceso de aprendizaje perceptivo-motor de los regatistas de menor nivel y mejorar carencias que aparezcan en los regatistas de mayor experiencia.

Partiendo de la base de que la vela es un deporte completamente dependiente de las condiciones climatológicas, para que se pueda practicar es necesario que se reúnan una serie de condiciones ambientales, siendo el viento el principal condicionante. Esto impide que, debido a las condiciones ambientales, en ciertas ocasiones sea difícil navegar, mientras que en otras, no se dan las condiciones idóneas para entrenar un aspecto concreto de la técnica o la táctica. En este sentido, pretendemos hacer del simulador una herramienta de entrenamiento y aprendizaje útil para los regatistas y entrenadores. Debido a que reproduce las condiciones ambientales que se deseen, se pueden llegar a entrenar ciertos aspectos de la técnica en situaciones muy específicas, a la vez que permite proporcionar al regatista un feedback de forma directa que puede apreciar al instante, siendo ésta una situación más cómoda y controlada que la corrección en el mar. El simulador de vela puede utilizarse como complemento al entrenamiento real, ya que permite navegar siempre que las condiciones ambientales no sean las idóneas.

Por lo anteriormente expuesto, proponemos el empleo de la situación simulada como una metodología de entrenamiento que facilite el proceso de aprendizaje de acciones y situaciones transferibles a la regata real.

Dentro de los cinco minutos de duración del protocolo de salida, podemos confirmar que emplear un comportamiento visual y motor muy activo y exploratorio, puede relacionarse con un mayor éxito en la salida.

Con respecto al comportamiento visual, es importante entrenar a los regatistas para identificar las localizaciones que más información relevante proporcionan en cada una de las situaciones de la regata, ya que en cada situación, las localizaciones relevantes pueden cambiar. Del mismo modo, es importante inculcar al regatista a tener un comportamiento visual muy activo, realizando constantemente fijaciones sobre los diferentes elementos presentes en la regata y en especial sobre localizaciones relevantes.

Para conseguir que los regatistas realicen un comportamiento visual activo, es importante entrenar la estrategia visual de los mismos, dándoles a conocer la importancia que tiene cada una de las localizaciones presentes en la regata y que información les proporciona. Del mismo modo, es importante darles a conocer todas las posibilidades de actuación respecto al manejo de la embarcación a partir de la información que les proporciona cada una de dichas localizaciones.

Un comportamiento motor exploratorio, navegando alrededor de todo el campo de regata, proporciona al regatista un mayor conocimiento de las ventajas e inconvenientes que tiene cada una de las posiciones de la salida. De este modo, también se estudia el patrón que sigue el resto de rivales, facilitando la anticipación a las acciones de éstos. Es decir, una trayectoria de navegación muy exploratoria facilita a los regatistas un amplio abanico de posibles acciones ante diferentes situaciones que pueden acontecer durante la salida.

Por último, respecto a los instantes previos a la señal de salida, es importante que los regatistas entrenen la aproximación a la línea de salida, ya que, por lo general, los regatistas noveles suelen rendir poco en esta situación, en la cual, o pasan la línea antes de tiempo, generando una salida nula, o se quedan muy alejados, realizando una salida tardía. Debe entrenarse el proceso de acercamiento, donde los regatistas controlen la velocidad de la embarcación y el tiempo que resta para la señal de salida, conociendo la relevancia que tiene una buena utilización de la información captada a través de la vista con el consecuente éxito en la regata. Por ello, el entrenamiento de la situación de salida tiene una gran relevancia tanto para los regatistas noveles como para los experimentados.



# **CAPÍTULO 7**

## **LIMITACIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO**







## VII-LIMITACIONES Y PROPUESTAS DE FUTURO

### 7.1. LIMITACIONES

Debido a las características de la investigación, es necesario indicar las limitaciones que se han presentado y que nos hacen ser prudentes a la hora de interpretar los resultados.

1. La primera limitación a la que nos enfrentamos ha sido el tamaño de la muestra, debido a que el número de participantes ha sido reducido y no podemos extrapolar los resultados obtenidos por los mismos a todos los de regatistas de la clase *Optimist*.
2. La transferencia de los resultados obtenidos mediante simulación, no han sido medida con respecto a los posibles resultados de una situación real. Esta es una de las grandes limitaciones de la presente investigación, ya que no podemos conocer si el comportamiento visual y motor de los regatistas tiene relación con el que realizarían en una situación de regata real.
3. A la hora de evaluar el comportamiento motor de los regatistas, solamente se ha evaluado mediante variables de manejo de la embarcación, dejando de lado una evaluación de las acciones cinemáticas y cinéticas de los regatistas. Este análisis no ha podido realizarse por motivos de carencia del instrumental necesario para llevarlo a cabo.
4. Por último, a la hora de trabajar con el sistema de seguimiento de la mirada en niños/as, no hemos tenido en cuenta el nivel de estrés y cansancio que les suponía a los sujetos llevar puesto el instrumental durante el proceso de media y su relación con el rendimiento. Sabiendo que en anteriores investigaciones (Damas, 2012) sí se han evaluado estos aspectos, hemos considerado que el tiempo de medición debía de estar por debajo de los valores que ellos obtuvieron, antes de que apareciese el estado de estrés, que perjudicase al rendimiento.

## 7.2. PROPUESTAS DE FUTURO

A partir de los resultados y conclusiones planteadas y teniendo en cuenta las limitaciones de la investigación, planteamos futuras propuestas de estudio, con la finalidad de consolidar los resultados obtenidos y seguir aportando conocimiento científico al deporte de la vela.

1. Incrementar la muestra de estudio, y el nivel de los regatistas, para poder establecer diferencias en el comportamiento entre regatistas con diferentes niveles de experiencia y extrapolar los resultados a la totalidad de los regatistas de clase *Optimist*.
2. Estudiar diferentes situaciones tácticas de la regata que tengan relación con el éxito de la misma y donde los regatistas puedan utilizar estrategias tanto visuales como motoras diferentes.
3. Diseñar un programa de entrenamiento perceptivo-motor, tratando de mejorar el proceso de adquisición de experiencia por parte de los regatistas noveles, a través del empleo de estrategias visuales observadas en los regatistas con mayor experiencia que puedan relacionarse con el éxito en las regatas.
4. Estudiar el comportamiento visual de regatistas de otras clases de navegación y con una mayor experiencia en competiciones internacionales y olímpicas.
5. Realizar un estudio comparativo entre el comportamiento visual en una situación de 2D y 3D, tratando de encontrar las diferencias en la estrategia visual utilizada en ambas situaciones, con el fin de transferir la situación de simulación a la realidad.

# **CAPÍTULO 8**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO



**VIII-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Las referencias bibliográficas que forman parte de la siguiente lista, están ordenadas en orden alfabético por autores. Las referencias proporcionan la información necesaria para identificar cada una de las fuentes empleadas y mencionadas en el presente trabajo.

En la redacción de las referencias, se ha seguido la normativa de la "American Psychological Association", contenidas en el *Manual de publicaciones de la American Psychological Association* (2010) (APA 6.<sup>a</sup> ed.).

- Abernethy, B. (1987). Selective attention in fast ball sports II: Expert-novices differences. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 19, 7-16.
- Abernethy, B. (1988a). Dual-task methodology and motor skill research, some application and methodological constrains. *Journal of Human Movement Studies*, 14, 101-132.
- Abernethy, B. (1988b). The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(3), 210-221.
- Abernethy, B. (1989). Expert-novice differences in perception: How experts does the expert have to be? *Canadian Journal of Sport Sciences*, 14(1), 27-30.
- Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19, 63-77.
- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 189-216.
- Abernethy, B. (1993). Searching for the minimal essential information for skilled perception and action. *Psychological Research*, 55, 131-138.
- Abernethy, B. (1994). The nature of expertise. En S. Serpa, J. Alves y V. Pataco (Eds.), *Internacional perspectives on sport and exercise psychology* (pp. 57-68). Morgantown, VA: FIT Press.

- Abernethy, B. y Russell, D.G. (1987). Expert-novice differences in applied selected attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.
- Abernethy, B. y Sparrow, W.A. (1992). *Dynamics: The theory of behavior*. Unites States: Adison-Wesley Publishing Company.
- Abernethy, B., Neal, R., Engstrom, C. y Koning, P. (1993). What makes the expert sports performer better than the novice? The case of billiards and snooker. *Sports Coach*, 16(2), 31-37.
- Abernethy, B., Neal, R.J. y Koning, P. (1994). Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8, 185-211.
- Abernethy, B., Thomas, K.T. y Thomas, J.T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned!). En J.L. Starkes, y F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317-356). Amsterdam: Elsevier Science.
- Afonso, J., Garganta, J., McRobert, A., Williams, A.M. y Mesquita, I. (2012). The perceptual cognitive processes underpinning skilled performance in volleyball: Evidence from eye-movements and verbal reports of thinking involving an insitu representative task. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 339-345.
- Al-Abood, S.A., Bennett, S.J., Moreno, F., Ashford, D. y Davids, K. (2002). Effects of verbal instruction and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting. *Journal of Sport Science*, 20, 271-278.
- Allen, J. B., & De Jong, M. R. (2006). Sailing and sports medicine: a literature review. *British Journal Sports Medicine*, 40, 587-593.
- Araújo, D. (2009a). Preface of "Ecological approaches to cognition in sport and exercise". *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 1-4.
- Araújo, D. (2009b). O desenvolvimento da competencia tática no desporto: o papel dos contrangimentos no comportamento decisional. *Motriz*, 15(3), 537-570.

- Araújo, D. y Davids, K. (2009). Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: Ask not only what you do, but where you do it. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 5-37.
- Araújo, D. y Davids, K. (2011). What exactly is acquired during skill acquisition. *Journal of Consciousness Studies*, 18(3-4), 7-23.
- Araújo, D. y Serpa, S. (1995). *Proposta de um modelo para o estudo da toma de decisão na vela*. Unpublished Monography, FMH-UTL, Lisboa.
- Araújo, D. y Serpa, S. (1998). Toma de decisión dinámica en diferentes niveles de expertise en el deporte de vela. *Revista de Psicología del Deporte*, 8(1), 103-115.
- Araújo, D., Davids, K. y Serpa, S. (2005). An ecological approach to expertise effects in decision-making in a simulated sailing regatta. *Psychology of Sport and Exercise*, 6, 671-692.
- Araújo, D., Ripoll, H. y Raab, M. (2009). *Perspectives on cognition and action in sport*. New York: Nova Science Publisher.
- Arteaga, M. (1999). *Influencia del esfuerzo físico aeróbico en la percepción visual*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Granada.
- Ávila, F. (2002). *Las estrategias de búsqueda visual y la localización de la atención desarrolladas por los entrenadores de tenis durante un proceso de detección de errores de la ejecución: Aplicación al saque de tenis*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Extremadura.
- Ávila, F., y Moreno, F.J. (2003). Visual search strategies elaborated by tennis coaches during execution error detection process. *Journal of Human Movement Studies*, 44, 209-224.
- Azeneder, C.P. y Bösel, R. (1998). Modulation of spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 274-267.
- Baker, J., Côte, J. y Abernethy, B. (2003). Learning from the experts: Practice activities of expert decision makers in sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 342-347.

- Bard, C. y Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situation. *Journal of Human Movement Studies*, 3, 214-222.
- Bard, C., Fleury, M. y Goulet, C. (1994). Relationship between perceptual strategies and response adequacy in sport situations. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 266-281.
- Barker, R. (1979). Settings of a professional lifetime. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37 (12), 2137-2157.
- Bartlett, R.M., Wheat, J.S. y Robins, M. (2007). Is movement variability important for sport biomechanics? *Sports Biomechanics*, 6, 224-243.
- Beham, M. y Wilson, M. (2008). State anxiety and visual attention: The role of the quiet eye period in aiming to a far target. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 207-215.
- Bengoechea, E.G. y Johnson, G. (2000). Ecological systems theory and children's development in sport: Toward a process-person-context-time research paradigm. *Avante*, 7, 20-31.
- Bertrand, L. (1993). Australian Yachting Federation elite training program – sports science quadrennial plan 1993-1996. *Australian Yachting Federation*.
- Bertrand, C. y Thullier, F. (2009). Effects of players position task complexity in visual exploration behavior in soccer. *International Journal of Sport Psychology*, 40, 306-323.
- Blundell, N.L. (1985). The contribution of vision to the learning and performance of sport skills. Part 1: The role of selected visual parameters. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 311-317.
- Brandt, R., Da Silva Viana, M., Segato, L. & Andrade, A. (2012). Atenção em velejadores: conceitos e aplicação. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 34(1), 69-80.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Brunswik, E. (1966). Samples of Egon Brunswik's early conceptualizations (L. Brandt, Trans.). En K. Hammond (Ed.), *The psychology of Egon Brunswik* (pp. 514-534). New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.



- Capra, F. (1985). *El punto crucial*. Barcelona: Integral.
- Chamberlain, C.J. y Coelho, A. J. (1993). The perceptual side of action: Decision-making in sport. En J.L. Starkes y F.Allard (Eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Chaveleraud, J.P. (1986). *Ojo y deporte*. Barcelona: Masson.
- Chow, J.Y., Davids, K., Button, C. y Koh, M. (2006). Organization of motor system degrees of freedom during soccer chip: An analysis of skilled performance. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 207-229.
- Clark, J.E. (1995). On becoming skillful: Patterns and constraints. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66(3), 173-183.
- Corbetta, D. y Vereijken, B. (1999). Understanding development and learning of motor coordination in sports: The contribution of dynamic systems theory. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 507-530.
- Cordier, P., France, M. M., Pailhous, J. y Bolon, P. (1994). Entropy as a global variable of the learning process. *Human Movement Science*, 13(6), 745-763.
- Córdova, A. (2003). *Fisiología dinámica*. Barcelona: Masson, D.L. 2003.
- Crespo, M. (2009). Tennis coaching in the Era of dynamic systems. *Medicine and Science in Tennis*, 14(2), 20-25.
- Cunningham, P. y Hale, T. (2007). Physiological responses of elite Laser sailor to 30 minutes of simulated upwind sailing. *Journal of Sports Science*, 25(10), 1109-1116.
- Damas, J.S. (2012) *Análisis de la estrategia de búsqueda visual y la respuesta motora de reacción en jugadores de voleibol ante una situación de recepción del saque*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Extremadura.
- Davids, K., Button, C. y Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition: A constraints-led Approach*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Davids, K., Glazier, P., Araújo, D. y Bartlett, R. (2003). Movement systems as a dynamical systems. *Sports Medicine*, 33(4), 245-260.

- Devore, S. y Devore, G. (1981). *Sybervision*. Chicago: Review Press.
- Dickin, D.C., McClain, M.A., Hubble, R.P. Doan, J.B. y Sessford, D. (2012). Changes in postural sway frequency and complexity in altered sensory environments following whole body vibrations. *Human Movement Science*, 31(5), 1238-1246.
- Dicks, M., Button, C. y Davids, K. (2010). Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action. *Attention, Perception and Psychophysics*, 72(3), 706-720.
- Ditchburn, R.W. (1973). *Eye movement and visual perception*. London: Oxford University Press.
- Dogan, B. (2009). Multiple-choice reaction and visual perception in female and male elite athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(1), 91-96.
- Du Toit, P.J., Krüger, P.E., Mahomed, A.F., Kleynhans, M., Jay-Du Preez, T., Govender, C. y Mercier, J. (2011). The effect of sports vision exercises on the visual skills of university students. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance (AJPHERD)*, 17(3), 429-440.
- Ericsson, K.A. Krampe, R.T. y Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
- Fajen, B.R., Riley, M.A. y Turvey, M.T. (2009). Information, affordances, and the control of action in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 79-107.
- Fernández, M. y Ezquerro, M. (2005). Diferencias tácticas entre los tramos de ceñida de una misma regata. *Kronos*, 4(8), 10-15.
- Festinger, L. (1971). Eye movements and perception. En P. Bach-y-Rita, C.C. Collins, y J.E. Hyde (Eds). *The control eye movements*. New York: Academic Press.
- Gibson, E.J. (1984). Perceptual development from the ecological approach. En M.E. Lamb, A.L. Brown y B. Rogoff (Eds.). *Advances in developmental psychology*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. USA: Houghton Mifflin Company.

- Glazier, P.S., Davids, K. y Bartlett, R.M. (2003). Dynamical system theory: A relevant framework for performance-oriented sports biomechanics research? *Sportscience (online)*, 7. Recuperado el 07 de marzo de 2009, de: <http://www.sportsci.org/jour/03/psg.htm>.
- Goldstein, E.B. (2006). *Sensación y percepción*. Madrid: Thomson.
- González, I. y Casáis, L. (2011). Comparación de la atención visual y campo visual en deportistas en función del nivel de pericia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 23(7), 126-140.
- Goulet, C., Bard, C. y Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(4), 382-398.
- Greeno, J.G. (1994). Gibson's affordances. *Psychological Review*, 101 (2), 336-342.
- Gregg, J. (1987). *Vision and Sports*. Stonehan, MA: Butterworth Publisher.
- Harle, S.K. y Vickers, J.N. (2001). Training quiet eye improves accuracy in the basketball free throw. *The Sport Psychologist*, 15, 289-305.
- Hayhoe, M. y Ballard, D. (2005). Eye Movements in natural behavior. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(4), 188-194.
- Haywood, K.M. (1984). Use of image-retina and eye-head movement visual system during coincidence-anticipation performance. *Journal of Sports Sciences*, 2, 139-144.
- Helf, H. (2001). *Ecological psychology in context: James Gibson, Roger Barker, and the legacy of Williams James' radical empiricism*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, INC.
- Helsen, W., & Pauwels, J. (1988). The use of a simulator in evaluation and training of tactical skills in football. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids, & W. Murphy (Eds.). *Science and football*, 493-497.
- Helsen, W.F. y Starkes, J.L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 1-27.

- Hristovski, R., Davids, K., Araújo, D. y Button, C. (2006). How boxers decide to puch a target: Emergent behavior in nonlinear dynamical movement systems. *Journal of Sports Science and Medicine, 5 (CSSI)*, 60-73.
- Jafarzadehpur, E., Aazami, N. y Bolouri, B. (2007). Comparison of saccadic eye momenvents and facility of ocular accomodation in female volleyball players and non-players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 17*, 186-190.
- Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology, 8*, 441-480.
- Kaminski, G. (1982). What beginner skier can teach us about actions. En M. von Cranach, y R. Harré (Eds.), *The analysis of action. Recent theoretical and empirical advance* (pp. 99-114). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kelso, J.A.S. (1995). *Dynamic patterns. The self-organizations of brain and behavior*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Kelso, J.A.S. (2000). Principles of dynamic pattern formation and change for a science of human behavior. En L.R. Bergman, R.B. Cairns, L.G. Nilsson y L. Nystedt (Eds.) *Developmental science and the holistic approach* (65-83). London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Kelso, J.A.S. y Engström, D.A. (2006). *The complementary nature*. Cambirdge: M.A. Bradford Books.
- Kerr, R. (1982). *Psychomotor Learning*. Philadelphia: CBS College.
- Kioumourtzoglou, E., Derri, V., Tzetzis, G. y Theodorakis, Y. (1998). Cognitive, perceptual, and motor abilities in skilled basketball performance. *Perceptual and Motor Skills, 86*, 771-786.
- Kioumourtzoglou, E., Kourtessis, T., Michalopoulou, M. y Derri, V. (1998). Differences in several perceptual abilities between expert and novives in basketball, volleyball and water-polo. *Perceptual and Motor Skills, 86*, 899-912.
- Kioumourtzoglou, E.E., Michalopoulou, M., Tzetzis, G. y Koutyessis, T. (2000). Ability profile of the elite volleyball player. *Perceptual and Motor Skill, 90*, 757-770.

- Kouler, E. (2011). Eye movements: The past 25 years. *Vision Research*, 51, 1457-1483.
- Kovner, R. y Dusky, L. (1987). *Total vision*. New York: A&V Publisher.
- Krebs, R.J. (2009). Bronfenbrenner's bioecological theory of human development and the process of development of sport talent. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 108-135.
- Kudo, K. y Ohtsuki, T. (2008). Adaptive variability in skilled human movements. *Information and Media Technologies*, 3(2), 409-420.
- Kugler, P.N. y Turvey, M.T. (1987). *Information, natural law and self-assembly of rhythmic movements*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kugler, P.N., Kelso, J.A.S. y Turvey, M.T. (1980). On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. theoretical lines of convergence. En G.E. Stelmach, y J. Requin (Eds.), *tutorial in motor behaviors* (3-47). Amsterdam: North Holland.
- Land, M.F. (2006). Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research*, 25, 296-324.
- Lebed, F. (2006). System approach to games and competitive playing. *Europe Journal of Sport Science*, 6(11), 33-42.
- Lee, D.N., Lishman, J.R. y Thomson, J.A. (1982). Regulation of gait in long jumping. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 448-458.
- Leeg, S. J., Mackie, H. W. y Slyfield, D. A. (1999). Changes in Physical Characteristics and Performance of Elite Sailors Following Introduction of a Sport Science Programme Prior to the 1996 Olympic Games. *Applied Human Science*, 18(6), 211-217.
- Lenoir, M., Crevits, L., Goethals, M., Wildenbeest, J. y Musch, E. (2000). Are better movements and advantage in ball games? A study of prosaccadic and antisaccadic eye movements. *Perceptual and Motor Skill*, 91, 546-552.
- Lillo, J. (1987). Ecología perceptiva: Aportaciones y limitaciones. *Anuario de Psicología*, 36 y 37, 21-40.

- Luis, V. (2008). *Influencia del entrenamiento perceptivo, basado en la anticipación, sobre el comportamiento visual y la respuesta de reacción aplicada al tenis*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- Luis, V., Canelo, A., Morenas, J., Gómez-Valadés, J.M. Gómez, J.S. (En prensa). Comportamiento visual en árbitros de fútbol en situación de fuera de juego. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*.
- Magill, R.A. (1993). *Motor learning. Concepts and application*. Iowa: Brow Publisher.
- Magill, R.A. (1998). *Motor learning: concepts and applications*. New York: McGraw-Hill.
- Mann, D.Y., Williams, A.M., Ward, P. y Janelle, C.M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 457-478.
- Manzanares, A., Segado, F. y Menayo, R. (2012). Factores determinantes del rendimiento en vela deportiva: revisión de la literatura. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 20(7), 125-134.
- Marchetti, M., Figura, F. & Ricci, B. (1980). Biomechanics of two fundamental mailing postures. *Journal Sports Medicine*, 20, 325-332.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Martín, E. (2006). *Fundamentos de fisiología*. Madrid: Thomson.
- Massaro, D.W. (1975). *Experimental Psychology and information processing*. Chicago: Rand McNally College Publishing Company.
- Mayoral, A. (1982). *Introducción a la percepción*. Barcelona: Científico-Médica.
- McLeod, B. (1991). Effects of eyerobics visual skill training on the selected performance measures of female varsity soccer players. *Perceptual and Motor Skills*, 72, 863-866.
- McPherson S.L. y Vickers, J.N. (2004). Cognitive control in motor expertise. *International Journal of sport and Exercise Psychology*, 2, 274-300.

- McRobert, A., Williams, A.M., Ward, P. y Eccles, D.W. (2009). Perceptual-cognitive mechanisms underpinning expertise: The effects of task constraints. *Ergonomics*, 52, 474-483.
- Menayo, R. (2010). *Análisis de la relación entre la consistencia en la ejecución del patrón motor de servicio en tenis, la precisión y su aprendizaje en condiciones de variabilidad*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Extremadura.
- Menayo, R., Moreno, F.J., Fuentes, J.P., Vaíllo, R. y Arroyo, J.S. (2012). Relationship between motor variability, accuracy and ball speed in the tennis serve. *Journal of Human Kinetics*, 33, 45-53.
- Mooney, J., Saunders, N. R., Habgood, M. & Binns, J. R. (2009). Multiple Applications of Sailing Simulation. *Conference Proceeding SIMTECT* (pp. 489-494). Adelaide.
- Moran, A.P. (2004). *What lies beneath the surface? Sport and exercise psychology. A critical introduction*. London: Routledge/Psychology press.
- Moreno, A., Moreno, M.P., Iglesia, D., García, L. y del Villar, F. (2006). Estudio del conocimiento declarativo en función de la experiencia y de la edad en jugadores jóvenes de voleibol. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 2 (5), 73-80.
- Moreno, F.J. y Ordoño, E. (2009). Aprendizaje motor y síndrome general de adaptación. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 22, 1-21.
- Moreno, F.J., Ávila, F. y Damas, J.S. (2001). El papel de la motilidad ocular extrínseca en el deporte. Aplicación a los deportes abiertos. *Motricidad*, 7, 75-94.
- Moreno, F.J., Luis, V., Salgado, F., García, J.A. y Reina, R. (2005). Visual behavior and perception of trajectories of moving objects with visual occlusion. *Perceptual and Motor Skill*, 101, 13-20.
- Moreno, F.J., Reina, R., Luis, V., Damas, J.S. y Sabido, R. (2003). Desarrollo de un sistema tecnológico para el registro del comportamiento de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en situaciones de respuesta de reacción. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 10, 165-190.

- Moreno, F.J., Reina, R., Sanz, D., y Ávila, F. (2002). Las estrategias de búsqueda visual de jugadores expertos de tenis en silla de ruedas. *Revista de Psicología del Deporte*, 11(2), 197-208.
- Neumann, O. (1984). Automatic processing: A review of recent findings and a plea for an old theory. En W. Prinz and A.F. Sanders (Eds.). *Cognition and Motor Processes*. Berlin: Springer-Verlag.
- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. En M.G. Wade, y H.T.A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (341-360). Boston: Martinus Nijhoff.
- Newell, K.M. y Villancourt, D. (2001). Dimensional change in motor learning. *Human Movement Science*. 14-15, 695-716.
- North, J., Williams, A.M., Hodges, N., Ward, P. y Ericsson, K.A. (2009). Perceiving patterns in dynamic action sequences: Investigating the processes underpinning stimulus recognition and anticipation skill. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 878-894.
- Nougier, V. y Rossi, B. (1999). The development of expertise in the orienting of attention. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 246-260.
- Oliveira, L.F., Polato, D., Alves, R.B., Fraga, S. y Macedo, A.R. (2011). Perfil antropométrico e funcional de velejadores da classe "Optimist". *Revista Brasileira de Educação Física e Desporto*, 25(1), 173-179.
- Oña, A. (1994). *Comportamiento Motor. Bases psicológicas del movimiento humano*. Granada: Universidad de Granada.
- Oña, A., Martínez, M., Moreno, F. y Ruiz, L.M. (1999). *Control y aprendizaje motor*. Madrid: Síntesis.
- Oudejans, R., Michaels, C. y Bakker, F. (1997). The effects of baseball experience on movement initiation in catching fly balls. *Journal of Sports Sciences*, 15, 587-595.
- Palmi, J. (2007). La percepción: enfoque funcional de la visión. *Apuntes: Educación Física y Deporte*, 88, 81-85.



- Panero, J. y Zelnik, M. (1996). Las dimensiones humanas en los espacios interiores. (7ª Edición). México: Editorial Gustavo Gili.
- Parals, J. (1993). Valoración de la frecuencia cardiaca en regatistas de TDV: Clases Lechner y Funboar. *Apunts*, 30, 37-50.
- Pereda, S. (1988). *Psicología Experimental*. Madrid: Pirámide.
- Pérez, A. y Pérez, D. (1991). Tiempo de reacción, color, visión directa y periférica. *Apunts: Educación Física i Esporté*, 25, 45-50.
- Phillips, E., Davids, K., Renshaw, I. y Portus, M. (2010). Expert performance in sport and the dynamics of talent development. *Sports Medicine*, 40(4), 271-283.
- Piras, A., Lobietti, R. y Squatrito, S. (2010). A study of saccadic eye movement dynamics in volleyball: Comparison between athletes and non-athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50, 99-108.
- Plou, P. (1995). *Visión deportiva* (Apuntes del Curso de Visión Deportiva). Madrid: Centro Internacional de Optometría Internacional.
- Plou, P. (2007). Bases fisiológicas del entrenamiento visual. *Apunts*, 88, 62-74.
- Preatoni, E., Ferrario, M., Dona, G., Hammill, J. y Rodano, R. (2010). Motor variability in sports: a non-linear analysis of race walking. *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1327-1336.
- Quevedo, L. y Solé, J. (1990). Baloncesto: habilidades visuales y entrenamiento. *Revista de entrenamiento deportivo*, 6, 9-19.
- Quevedo, L. y Solé, J. (2007). Visión periférica: propuesta de entrenamiento. *Apunts: Educación Física y Deporte*, 88, 75-80.
- Ranganathan, R., y Carlton, L.G. (2007). Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behavior*, 39, 369-380.
- Reilly, T. y Gilbourne, D. (2003). Science and Football: a review of applied research in the football code. *Journal of Sports Sciences*, 21, 693-705.

- Reina, R. (2004). *Análisis del comportamiento visual y motor de reacción de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en el resto del servicio*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Extremadura.
- Reina, R., Luis, V., Moreno, F.J. y Sanz, D. (2004). Influencia del tamaño de la imagen sobre la estrategia de búsqueda visual en situación simulada del resto en tenis. *Revista de Psicología del Deporte*, 13(2), 175-193.
- Reina, R., Moreno, F.J. y Sanz, D. (2007). Visual Behavior and motor responses of novice and experienced wheelchair tennis players relative to the service return. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24, 254-271.
- Reina, R., Moreno, F.J., Sanz, D., Damas, J.S. y Luis, V. (2006). El efecto de la dimensionalidad de la escena en el comportamiento visual y motor durante el resto al servicio en tenis y tenis en silla de ruedas. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 16, 63-84.
- Renom, J. (2006). Simuladores para el aprendizaje y entrenamiento en Vela. *Apuntes de Educación Física y Deportes*, 85, 56-67.
- Renom, J. y Violán, J. A. (2002). *Entrenamiento Psicológico en Vela*. España: Paidotribo.
- Revien, L. y Gabor, M. (1981). *Sport vision*. New York: Workman Publisher.
- Richman, J.S. y Moorman, J.R. (2000). Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*, 278(6), 2039-2049.
- Ripoll, H. (1988). Analysis of visual scanning patterns of volleyball players in a problem solving task. *International Journal of Sport Psychology*, 19, 9-25.
- Ripoll, H. (1989). Uncertainty and visual search strategy in table tennis. *Perceptual and Motor Skills*, 69, 507-512.
- Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and the sensoriomotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 221-243.

- Robins, M., Davids, K., Bartlett, R. y Wheat, J.S. (2008). Expertise and distance as constraints on coordination stability during a discrete multi-articular action. *Conference in the International Society of Biomechanics in Sport (ISBS)*. Korea: Seoul.
- Roca, A., Ford, P., McRobert, A. y Williams, A.M. (2011). Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained-task. *Cognitive Processing*, 12, 301-310.
- Rocha, L. (2003). *Tomada de decisao dinamica na la largada em regatas a vela: abordagem ecológica da pericia*. (Tesis inédita de doctorado). Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa
- Rocha, L., Araújo, D. y Serpa, S. (1995). *Psychological characteristics and decision making in top level sailing*. Paper presented at the IX European Congress of Sport Psychology: Integrating laboratory and field studies, Brussels.
- Rodríguez, V., Gallego, I. y Zarco, D. (2011). *Visión y Deporte*. Madrid: Glosa.
- Roerdink, M., Hlavackova, P. y Vuillerme, N. (2011). Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures. *Human Movement Science*, 30(2), 203-212.
- Rosenbaum, D. (1991). *Human motor control*. London: Academic Press.
- Ross, S.M. (1982). *Stochastic processes*. John Wiley and Sons. New York.
- Ruiz, L.M., Peñaloza, R., Navia, J.A. y Rioja, N. (2013). Análisis del comportamiento visual de taekwodistas de diferente nivel de pericia. *Revista Mexicana de Psicología*, 30(1), 32-40.
- Ruiz, L.M., Sánchez, M., Durán, J. y Jiménez, C. (2006). Los expertos en el deporte: su estudio y análisis desde una perspectiva psicológica. *Anales de Psicología*, 22(1), 132-142.
- Salomon, J., Carello, C. y Turvey, M. (1984). Flow fields: The optical support for skilled activities. En W.F. Straub, y Williams, J.M. (Eds.), *Cognitive sport psychology* (pp. 129-139). Lansing, NY: Sport Science Associates.

- Savelsbergh, G.J.P., Van Der Kamp, J., Williams, A.M. y Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48, 1686-1697.
- Savelsbergh, G.J.P., Williams, A.M., Van der Kamp, J. y Ward, P. (2002). Visual search anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sport Science*, 20, 279-287.
- Scheiter, K. y Van Gog, T. (2009). Using eye tracking in applied research to study and stimulate the processing of information from multi-representational sources. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 1209-1214.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. (1988). *Motor control and learning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A. (2003). Motor schema theory after 27 years: Reflections and implications for a new theory. *Research Quarterly of Exercise and Sport*, 74(4), 366-375.
- Schmidt, R.A. y Lee, T.D. (2011). *Motor control and learning (4<sup>th</sup> Edition)*. Champaign, (Ill.): Human Kinetic.
- Seiderman, A. y Schneider, S. (1985). *The athletic eye*. New York: Hearst Books.
- Seung-Min, L., Seonnjin, K. y Park, S.H. (2009). Self-paced sport events under temporal constraints: Visual search, quiet eye, expertise and constrained performance time in far aiming tasks. *International Journal of Applied Sport Science*, 21(2), 146-161.
- Seung-Min, L. (2010). Does your eyes keep on the ball?: The strategy eye movement for volleyball defensive players during spike serve reception. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 20(1), 128-137.
- Shephard, R. J. (1997). Biology and medicine of sailing. An update. *Sports Medicine*, 23(6), 350-356.
- Shulman, G.L., Remington, R.W. y McLean, J.P. (1979). Moving attention through visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 5, 522-526.

- Singer, R.N. y Janelle, C.M. (1999). Determining sport expertise: From genes to supremes. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 117-150.
- Singer, R.N., Cauraugh, J.H., Chen, D., Steinberg, G.M. y Frehlich, S.G. (1996). Visual search, anticipation and relative comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 9-26.
- Singer, R.N., Williams, A.M., Frehlich, S.G., Janelle, C.M., Radlo, S.J., Barba, D.A. y Bouchard, L.J. (1998). New frontiers on visual search: An exploratory study in live tennis situations. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(3), 290-296.
- Solé, J., Quevedo, L. y Massafret, M. (1999). Visión y deporte: hacia una metodología investigadora. Un ejemplo en baloncesto. *Apunts: Educación Física y Deporte*, 55, 85-89.
- Sousa, R. y Pereira, A. (2013). Patterns of visual search in basketball coaches. An analysis on the level of performance. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(1), 199-204.
- Spence, J.C. y Lee, R.E. (2003). Toward a comprehensive model of physical activity. *Psychology of Sport and Exercise*, 4, 7-24.
- Spurway, N., Legg, S. y Hale, T. (2007). Sailing Physiology. *Journal of Sports Sciences*, 25(10), 1073-1075.
- Starkes, J., & Deaking, J. (1984). Perception in sport: A cognitive approach to skilled performance. En W. Straub, & J. Williams (Eds.). *Cognitive sport psychology*, 115-128.
- Starkes, J.L. (1987) Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.
- Steinberg, G.M., Frehlich, S.G. y Tennant, L.K. (1995). Dextrality and eye position in putting performance. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 635-640.
- Sternad, D. (2006). Stability and variability in skilled rhythmic action: A dynamical analysis of rhythmical ball bouncing. En M. Latash, y F. Lestienne (Eds.), *Motor control and learning* (55-63). New York: Springer.

- Sternberg, R.J. (1996). Costs of expertise. En K.A. Ericsson (Eds.), *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports and games*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Tan, B. y Sunarja, F. (2007). Body mass changes and nutrient intake of Optimist class sailors on a race day. *Journal of Sports Sciences*, 25(10), 1137-1140.
- Tenebaum, G. (2003). Expert athletes: an integrated approach to decision making. En J.L. Starkes y K.A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sport, advances in research on sport expertise*. (pp. 191-218). Champaign: Human Kinetics.
- Tenenbaum, G. (1999). The development of expertise in sport: Nature and nurture. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 113-304.
- Tenenbaum, G., Levy-Kolker, N., Bar-Eli, M. y Weinberg, R. (1994). Information recall of younger and older skilled athletes: the role of display complexity, attentional resources and visual exposure duration. *Journal of Sports Sciences*, 12(6), 529-534.
- Thibodeau, G.A. y Patton, K.T. (2007). *Anatomía y Fisiología*. Madrid: Elsevier.
- Thill, E. (1983). La detection sportive á partir des crotères psychologiques. En G. Riox, y E. Thill, (Eds.), *Competition sportive et psychologie. Journées Européenes de Psychologie du Sport* (pp. 77-94). Paris: Chiron.
- Trivedi, K.S. (1982). *Probability and statistics with reliability, queuing and computer science application*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Tyldesley, D.A., Bootsma, R.J. y Bomhoff, G.T. (1982). Skill level and eye movement patterns in a sport orientated reaction time task. En H. Rieder, H. Mechling, y K Reischle (Eds.), *Proceeding of a international symposium on motor behaviour: Contribution to learning sports*. Cologne: Hofmann.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., y Philippaerts, R.M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 395-408.

- Vangelakoudi, A., Vogiatzis, I. y Geladas, N. (2007). Anaerobic capacity, isometric endurance, and Laser mailing performance. *Journal of Sports Sciences*, 25(10), 1095-1100.
- Vickers, J.N. (1988). Knowledge structures of elite-novice gymnasts. *Human Movement Science*, 7, 47-72.
- Vickers, J.N. (1992). Gaze control in putting. *Perception*, 21, 117-132.
- Vickers, J.N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2(22), 342-354.
- Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition and decision training. The quiet eye in action*. Champaign: Human Kinetics.
- Vila-Maldonado, S. (2011). *Análisis del comportamiento visual y la toma de decisiones en jugadores de élite y amateur de Voleibol en la acción de bloqueo*. (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Castilla La Mancha. Toledo.
- Vila-Maldonado, S., García, L.M. y Contreras, O. (2012). The research of the visual behaviour, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 137-156.
- Vila-Maldonado, S., Sáez, M.N., Abellán, J. y Contreras, O.F. (2012). Efecto del tipo de colocación en el comportamiento visual y la toma de decisiones en bloqueadores de voleibol. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 20(7), 103-114.
- Walls, J., Bertrand, L., Gale, T. y Saunders, N. (1998). Assessment of Upwind Dinghy Sailing Performance using a Virtual Reality Dinghy Sailing Simulator. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1(2): 61-71.
- Ward, P., Williams, A.M. y Bennett, S. (2002). Visual search and biological perception in tennis. *Research Quarterly for Sport and Exercise*, 73, 107-112.
- Wijnants, M.L., Bosman, A.M.T., Hasselman, F., Cox, R.F. y Van Orden, G.C. (2009). 1/f Scaling in movement time changes with practice in precision aiming. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*, 13(1), 75-94.

- Williams, A.M. (2000). Perceptual skill in soccer: Implication for talent identification and development. *Journal of Sport Science*, 18, 737-759.
- Williams, A.M. y Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 111-129.
- Williams, A.M. y Elliott, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 362-375.
- Williams, A.M. y Ericsson, K.A. (2008). From the guest editors: How do experts learn? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30, 653-662.
- Williams, A.M. y Ford, P.R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 4-18.
- Williams, A.M. y Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 657-667.
- Williams, A.M., Davids, K. y Williams, J.G. (1999). *Visual perception and action in sports*. London: E & FN Spon.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. y Williams, J.G. (1992). Perception and action in sport. *Journal of Human Movement Studies*, 22, 147-215.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. y Williams, J.G. (1993). Cognitive knowledge and soccer performances. *Perceptual and Motor skill*, 76, 579-593.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L. y Williams, J.G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65(2), 127-135.
- Williams, A.M., Ford, P.R., Eccles, D.V. y Ward, P. (2011). Perceptual-Cognitive expertise in sport and its acquisition: Implication from applied cognitive psychology. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 432-442.
- Williams, A.M., Singer, R.N. y Frehlich, S.G. (2002). Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming tasks. *Journal of Motor Behavior*, 34, 197-207.






- Williams, A.M., Ward, P. y Chapman, C. (2002). Training perceptual skill in field hockey: Is there transfer from the laboratory to the field? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(1), 98-104.
- Wilson, M.R., Vine, S.J. y Wood, G. (2009). The influence of anxiety on visual attentional control in basketball free throw shooting. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31,152-168.
- Wimshurst, Z.L., Sowden, P.T. y Cardinali, M. (2012). Visual skills and playing positions of Olympic field hockey players. *Perceptual and Motor Skill*, 114, 204-216.
- Yarbus, A.L. (1967). *Eye movement and vision*. New York: Plenum.
- Zwierko, T. (2006). Select aspects of anticipation of soccer players. *Studies in physical culture and tourism*, 13, 189-219.









	<b>Vicerrectorado de Investigación</b>
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO UCAM</b>	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>
Yo, ....., con DNI:.....	
DECLARO:	
<p>Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación. Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son: Aarón Manzanares Serrano, Dr. Ruperto Menayo Antunez y Dr. Francisco Segado Segado.</p>	
<p>Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.</p>	
CONSIENTO:	
<p>1.-) Someterme a las siguientes pruebas exploratorias (en su caso):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TALLA, PESO y ENVERGADURA</li> <li>- NAVEGACIÓN EN SIMULADOR VIRTUAL DE VELA y SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE LA MIRADA (gafas con micro cámara)</li> </ul>	
<p>2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:</p> <p>En cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESALUD, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE SALUD Y DEPORTES. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.</p>	
En Guadalupe (Murcia) a 27 de Junio de 2011	
Fdo:.....	El investigador,  Fdo:.....
	UCAM. Vicerrectorado de Investigación. Campus de los Jerónimos. 30107 GUADALUPE (Murcia)





UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO  
**UCAM**

### COMITÉ DE ÉTICA

Los investigadores que soliciten la evaluación de este Comité, deberán presentar en el Servicio de Investigación de la Universidad junto con la documentación solicitada este Anexo I debidamente cumplimentado.

INDICAR SI LA PROPUESTA CONTEMPLA ALGUNO DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS:		SI	NO
<b>A</b>	Investigación experimental clínica con seres humanos.		
<b>B</b>	Utilización de tejidos humanos procedentes de pacientes, tejidos embrionarios o fetales.		
<b>C</b>	Utilización de tejidos humanos, tejidos embrionarios o fetales procedentes de bancos de muestras o tejidos.		
<b>D</b>	Investigación observacional con seres humanos o uso de datos personales, información genética, etc.	X	
<b>E</b>	Experimentación animal.		
<b>F</b>	Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o las plantas.		
<b>G</b>	Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs).		

Datos del Investigador Principal	
Apellidos y nombre:	Aarón Manzanares Serrano (Relación entre el comportamiento visual y la eficacia en la salida de regatas: diferencias entre expertos y noveles)
Grupo de Investigación:	GYSAFFCOM
Correo electrónico:	aaronmanzanares@hotmail.com      Teléfono: 626849033
Denominación de la convocatoria:	Apertura: ...../...../..... Cierre: ...../...../.....

El abajo firmante, en calidad de investigador principal de este proyecto informa que:

- La investigación propuesta respeta los principios fundamentales de la Declaración de Helsinki, del Convenio del Consejo de Europa relativo a los derechos humanos y la biomedicina, de la Declaración Universal de la UNESCO sobre el genoma humano y los derechos humanos, y del Convenio para la protección de los derechos humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina (Convenio de Oviedo relativo a los derechos humanos y la biomedicina).
- Conoce y cumplirá la legislación vigente y otras normas reguladoras, pertinentes al proyecto, en materia de ética, experimentación animal o bioseguridad.

En Murcia, a 27 de Junio de 2011

El Investigador Principal,

Fdo.:  .....





**ANEXO 3**

**CHECK LIST**



- CHECKLIST!

- Nombre regatista: \_\_\_\_\_ Fecha/hora: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_
- 1. Atención al regatista
  - Peso
  - Talla
  - Envergadura
- 1.2. Sentar al regatista.
- 2. Poner el video de protocolo de familiarización
- 2.1. Poner video de ejemplo de navegación (1 minuto)
- 3. Colocar sistema de seguimiento de la mirada
- 3.1. Calibrar SSM
  - Pupila
  - Reflexión
  - Calibración por puntos
- 2.2. Pantalla de calibración
- 3.2. Guardar calibración del SSM del sujeto con su nombre
- 3.3. Poner a grabar SSM
- 3.4. Ajustar cámara al chaleco
- 2.3. Grabar pantalla de ordenador
- 1.3. Calibración del simulador
- 1.4. Subir al sujeto al simulador
- 2.4. Navegación libre y dirigida: pinchar audio...
- 1.5. Poner a grabar cámara exterior
- 2.5. Añadir rivales (4,5,6,7,8)
- 2.6. Dar primera salida
- 2.7. Cortar salida tras 7 min
- 2.8. Guardar primera regata del sujeto
- 2.9. Dar segunda salida
- 2.10. Cortar salida tras 7 min
- 2.11. Guardar segunda regata del sujeto
- 2.12. Cortar grabación de pantalla (Control + F10)
- 3.5. Quitar aparatos al sujeto
- 3.6. Cortar grabación de SSM (mochila)
- 1.6. Cortar grabación cámara exterior
- Incidencias:



DATOS PERSONALES				
Nombre y Apellidos	Edad	Genero	Experiencia	Club
1º				
2º				
3º				
4º				
5º				
6º				
7º				
8º				
9º				
10º				
11º				
12º				
13º				
14º				
15º				
16º				
17º				
18º				
19º				
20º				



**ANEXO 5**

**DATOS  
ANTROPOMÉTRICOS**



**UCAM**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
SAN ANTONIO

## DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Nombre y Apellidos	Código	Peso (Kg)	Talla (cm)	Embergadura (cm)
1º				
2º				
3º				
4º				
5º				
6º				
7º				
8º				
9º				
10º				
11º				
12º				
13º				
14º				
15º				
16º				
17º				
18º				
19º				
20º				



