

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO PEDAGÓGICO “RAFAEL ALBERTO ESCOBAR LARA”



Línea de Investigación: *Ciencias de la Actividad Física, Salud y el Deporte*

**MODELO TEÓRICO-PRÁCTICO SUSTENTADO EN EL GPS CEREBRAL COMO
ALTERNATIVA DE PREPARACIÓN TÁCTICA EN ATLETAS DE NADO EN AGUAS
ABIERTAS**

Tesis para optar al Grado de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Autor: Ronald García.

Tutor: Dr. Rafael Aguilar.

Maracay, julio de 2025.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL
LIBERTADOR



Instituto Pedagógico "Rafael Alberto Escobar Lara"
Maracay

**Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el
Deporte**

Línea De Investigación: Ciencias de la Actividad Física,
Salud y Deporte

ACTA VEREDICTO

Nosotros, el Jurado Examinador abajo firmantes, reunidos en modalidad online, hoy 04 de octubre de 2025, siendo las 9:00am debidamente autorizados por la Coordinación General de Estudios de Postgrado del Instituto Pedagógico de Maracay, con el propósito de evaluar la sustentación final de la Tesis Doctoral titulada: **"MODELO TEÓRICO-PRÁCTICO SUSTENTADO EN EL GPS CEREBRAL COMO ALTERNATIVA DE PREPARACIÓN TÁCTICA EN ATLETAS DE NADO EN AGUAS ABIERTAS,** presentada por el Magister RONALD GARCIA ROJAS, titular de la C.I.V. 10817713, integrante de la cohorte 2021-II del Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, para optar al título de *Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, emitimos que dicha tesis reúne los requisitos para ser considerada como:

APROBADA

Observaciones: Esta tesis doctoral genera importantes aportes y conocimiento científico, además de proporcionar herramientas significativas como alternativa para mejorar el alto rendimiento deportivo en Atletas de Natación.

Miembros del Jurado

Dra. Raiza Caraballo
C.I.V. 10.804.229



Dr. Ángel Carrasquel
C.I.V. 15.364.736

Dra. Janis Van Eps
C.I.V. 11.411.630

Coordinador del Jurado
TUTOR
Dr. Rafael Aguilar
C.I.V. 3.935.682

Dr. Ali N. Evies Barco
C.I.V.

DEDICATORIA

"A la memoria de los pioneros y visionarios en el campo de la neurociencia, cuyas contribuciones fundamentales han sentado las bases para esta investigación.

A mis padres, cuya dedicación y apoyo incondicional han sido la fuerza motriz detrás de mi búsqueda del conocimiento.

A los docentes, cuya sabiduría, experiencia y pasión por la enseñanza han sido una fuente constante de inspiración y guía a lo largo de mi carrera académica.

Esta tesis doctoral es un tributo al legado y al avance del conocimiento en el campo de la ciencia del deporte."

TABLA DE CONTENIDO

	pp
PORTADA.....	i
ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE GRÁFICAS.....	vii
LISTA DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
El Problema.....	3
Hipótesis de la investigación.....	8
Objetivos de la investigación.....	8
Justificación.....	9
II. CONTEXTO TEÓRICO REFERENCIAL.....	13
Investigaciones previas.....	14
Teorías de Entrada.....	28
El Pragmatismo.....	35
Teoría del Cerebro Triuno.....	36
Teoría del Neuro-Aprendizaje.....	38
Bases teóricas.....	41
El GPS Cerebral.....	41
Integración de información.....	47
Deporte: natación en aguas abiertas.....	48
III. CONTEXTO EPISTEMOLÓGICO METODOLÓGICO.....	51
Perspectiva epistemológica.....	51
Posición metodológica.....	52
El Método.....	52
Tipo de investigación.....	54
Contexto de estudio.....	54
Población y muestra.....	55
Sistema de variables.....	55
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
Validez y confiabilidad del instrumento.....	56
Procedimientos de la investigación.....	69
Técnicas de análisis e interpretación de los datos.....	70
IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	72
El cuestionario.....	73

Los Entrenadores.	74
Los atletas.	83
Motilidad ocular.	93
Test de orientación en el mar.	95
Conclusión.	110
V. MARCO GENERATIVO.	119
El Modelo Teórico-Práctico Sustentado en el GPS Cerebral como Alternativa de Preparación Táctica en Atletas de Nado en Aguas Abiertas (MTP.GPSCB).	119
Presentación del Modelo.	120
Objetivos del Modelo.	121
Justificación.	121
Fundamentación Teórica.	123
Fases del Modelo.	128
Validación.	135
REFERENCIAS.	137
Anexos.	145
Anexo A. Cuestionario sobre el Conocimiento del GPS Cerebral en Entrenadores de Aguas Abiertas	146
Anexo B. Cuestionario sobre el Conocimiento del GPS Cerebral en Atletas de Aguas Abiertas.	148
Anexo C. Resumen Curricular del Investigador	150

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	pp
1. Representación de las rutas de información.	17
2. Representación del funcionamiento cerebral en la toma de decisiones.	18
3. Representación del cerebro como realiza la función de mapear el espacio por medio de las neuronas, ayudando al ser humano a navegar y ubicarse.	20
4. Representación de las funciones espaciales para reconocer y ubicar lo que nos rodea.	22
5. Representación de los dos sistemas corticales visuales (Sistema visual ventral occipito temporal que indica <i>QUE</i> y el sistema dorsal occipito-parietal que se refiere a <i>DONDE</i>).	24
6. Anatomía del ojo, músculos presentes.	25
7. Anillo tendinoso común e inserciones de los músculos del globo ocular, lado izquierdo. Anillo de Zinn.....	27
8. Músculos del globo ocular, visto por su cara lateral.....	28
9. Movimientos del ojo humano.	28
10. Imagen referencia del estrabismo.....	32
11. Imágenes referenciales de nistagmo	32
12. Desarrollo de las redes neuronales después de un tiempo de entrenamiento (Plasticidad Neuronal).....	38
13. Representación de como el cerebro relaciona el ambiente y los transforma en un mapa.	43
14. Ubicación de las neuronas en el hipocampo y la corteza Entorrinal.	43
15. Descubrimientos O'Keefe (1971) y Moser y Moser (2005) como integración de ambas investigaciones sobre el GPS Cerebral.	44
16. Interpretación según Kropff (2015) del funcionamiento del GPS en la corteza Entorrinal.	45
17. Las diferentes neuronas que conformas el GPS cerebral.	46
18. Posiciones de la mirada en los puntos cardinales.	58
19. Patrón en "H" para la evaluación de la motilidad ocular.....	59
20. Primer ejercicio de la cuerda de Brock.	65
21. Segundo ejercicio de la cuerda de Brock.....	65
22. Tercer ejercicio de la cuerda de Brock.....	66
23. Representación del Modelo teórico-Practico sustentado en el GPS Cerebral como alternativa de preparación táctica de nado en aguas abiertas (MTPGPSCB).	134

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICAS	pp
1. Porcentaje de respuesta sobre el conocimiento del GPS Cerebral en entrenadores.....	83
2. Porcentaje de respuesta sobre el conocimiento del GPS Cerebral en atletas	92
3. Test 1 Inicial Grados de desviación con referencia alta (°)	97
4. Test 2 Inicial Grados de desviación con referencia baja.....	99
5. Comparación Test 1 referencia alta Vs test 2 referencia baja.....	101
6. Test 1 Final Grados de desviación con referencia alta (°)	103
7. Test 2 Final Grados de desviación con referencia baja (°)	104
8. Comparación de resultados finales Test 1 referencia alta Vs Test 2 referencia baja	106
9. Comparación de test 1 referencia alta inicial vs final.....	108
10. Comparación test 2 referencia baja inicial vs final.....	110

LISTA DE TABLAS

TABLA	pp
1. <i>Acción de los músculos extraoculares</i>	29
2. Matriz de operacionalización de variables.	56
3. Estructura de los test aplicados.....	60
4. Ejercicios en tierra que pueden ayudar a estimular el GPS cerebral.....	62
5. Escala práctica para interpretar el coeficiente de confiabilidad de un instrumento.	68
6. Escala práctica para interpretar el coeficiente de correlación de Pearson.	69
7. Cuestionario de los entrenadores.....	75
8. Resumen del cuestionario de los entrenadores.....	78
9. Confiabilidad de Küder Richardson KR20.	82
10. Resultados del cuestionario de los atletas	84
11. Resumen del cuestionario de los atletas	87
12. Confiabilidad de Küder Richardson KR20	91
13. Resultados del test de motilidad ocular	94
14. Resultados del test 1 inicial con punto de referencia alta.....	96
15. Resultados del test 2 inicial de punto de referencia bajo.....	98
16. Resultados comparativos iniciales del test 1 referencia alta vs test 2 referencia bajo	100
17. Resultados test 1 final del punto de referencia alto	102
18. Resultado del test 2 final de punto de referencia bajo.....	103
19. Comparación de resultados finales del test 1 referencia alta vs test 2 referencia baja	105
20. Comparación inicial vs final del test 1 de referencia alta	107
21. Comparación de resultados del test 2 referencia baja inicial vs final.....	109
22. Áreas clave implicadas desde la neurociencia.	125
23. Teorías del Sustento del Modelo.	128
24. Plan de Entrenamiento para el desarrollo del GPS cerebral.	128
25. Estadísticas clave que deberían ser utilizadas en cada fase del proceso de aplicación de esta modelo.....	131

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR
INSTITUTO "RAFAEL ALBERTO ESCOBAR LARA"
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

Línea de Investigación: Ciencias de la Actividad Física, Salud y el Deporte

**MODELO TEÓRICO - PRÁCTICO SUSTENTADO EN EL GPS CEREBRAL COMO
ALTERNATIVA DE PREPARACIÓN TÁCTICA EN ATLETAS DE NADO EN AGUAS
ABIERTAS**

Autor: Ronald García.

Tutor: Dr. Rafael Aguilar.

Fecha: julio, 2025.

RESUMEN

La tesis tuvo como objetivo desarrollar un modelo teórico-práctico basado en el GPS cerebral para mejorar la preparación táctica de nadadores en aguas abiertas de alto nivel en Lima, Perú, apoyándose en principios de neurociencia. El estudio destaca el papel de células del hipocampo en la orientación espacial de los atletas. Fundamentado en teorías como el Pragmatismo de Dewey, el Cerebro Triuno de Mac Lean y el Neuro-aprendizaje de Loja, se aplicó en un enfoque cuantitativo con el método hipotético deductivo en un diseño no experimental. La investigación incluyó 26 atletas y 12 entrenadores de Lima Perú, los datos se obtuvieron mediante el uso de cuestionarios y pruebas físicas. Luego se analizaron los datos con estadística descriptiva e inferencial, generando tablas y gráficos, concluyendo que el modelo propuesto es una alternativa valiosa para la preparación táctica, acompañado de recomendaciones para optimizar el rendimiento deportivo.

Descriptores: GPS cerebral, modelo teórico-practico, nadadores en aguas abiertas preparación táctica, rendimiento deportivo.

INTRODUCCIÓN

Los seres vivos poseen un complejo sistema de células que conforman el sistema nervioso, encargado de establecer conexiones con todas las áreas del cerebro y segmentos corporales. Esta comunicación e interacción constante con el entorno permite una continua conexión con los estímulos externos. En este contexto, la intención investigativa debe apoyarse en estudios realizados en las últimas décadas, que evidencian avances en la comprensión de la estructura, función y mecanismos mediante los cuales el cerebro forma y utiliza mapas cerebrales a medida que el ser humano se mueve, analiza y procesa información. Este concepto de GPS cerebral será abordado en esta tesis doctoral.

Diversos estudios, principalmente en roedores, han demostrado que los seres vivos cuentan con un sistema de orientación compuesto por distintos tipos de células especializadas, encargadas de calcular de manera continua la ubicación, la distancia recorrida, la dirección de desplazamiento y la velocidad. El cerebro integra la información proveniente de estas células para crear un mapa dinámico del espacio circundante en tiempo real, que puede ser almacenado en la memoria y utilizado posteriormente, ya sea de forma inmediata o diferida.

Este proceso inicia con la percepción visual, transmitida al cerebro, donde se procesa a través de células especializadas denominadas de localización, frontera, cuadrícula y velocidad, conocidas colectivamente como GPS cerebral. Un aporte relevante en este campo lo realizó John O'Keefe en 1971 con el hallazgo de una neurona que se activa cerca de lugares conocidos, ubicada en el hipocampo. Posteriormente, en 2005, los investigadores noruegos May-Britt y Edvard Moser identificaron otras neuronas, como las de cuadrícula y posición.

El referido mecanismo es especialmente útil en actividades deportivas, por ejemplo, en aguas abiertas donde los atletas requieren un avanzado sistema de geolocalización para orientarse durante la competición y dirigirse de manera efectiva a los puntos de referencia establecidos. La información obtenida de la investigación se analizará mediante herramientas de neurología, neuropsicología y neurociencia, enfocándose en mejorar la capacidad de respuesta en deportistas que compiten en

aguas abiertas.

El estudio se fundamentó en teorías como el pragmatismo de Dewey (1995), la Teoría del Cerebro Triuno de Mac Lean (1960) y el Neuro-aprendizaje de Loja (2015). La metodología se enmarcó en el paradigma positivista, con enfoque cuantitativo, método hipotético-deductivo y un diseño no experimental. La investigación fue estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I. Contextualización del problema: abarca la aproximación al objeto de estudio, sus propósitos e importancia.

Capítulo II. Contexto teórico: describe antecedentes, teorías de referencia y marco teórico.

Capítulo III. Contexto metodológico: expone la postura paradigmática, enfoque y métodos empleados, diseño, contexto, población y muestra, criterios de selección, técnicas e instrumentos para la recolección, análisis e interpretación de datos, así como el procedimiento metodológico aplicado.

Capítulo IV. Análisis e Interpretación de los Resultados: En este capítulo se describen las variables y las mediciones a través de diversos instrumentos, incluyendo cuestionario dicotómicas aplicadas a entrenadores y atletas para identificar su nivel de conocimiento sobre el GPS cerebral y su posible influencia en el rendimiento competitivo. Además, se realizó un test físico de motilidad ocular para descartar problemas de desorientación relacionados con condiciones anatómicas desfavorables, seguido de pruebas de dirección tanto en agua como en tierra para evaluar el estado inicial de la población estudiada. Tras la ejecución de ejercicios destinados a la activación y mejoramiento del sistema de posicionamiento cerebral, se repitieron los test de dirección para efectuar comparaciones. Luego se realizó la conclusión.

Capítulo V. Marco Generativo: Se desarrolló el modelo teórico-práctico basado en el GPS cerebral como alternativa táctica para atletas de nado en aguas abiertas, validado en competencias deportivas de alto nivel en Lima, Perú, con apoyo de la neurociencia para activar habilidades orientativas. Finalmente, se incorporó las referencias bibliográficas y electrónicas se sustentaron la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL PROBLEMA

El sistema nervioso humano está conformado por un conjunto de órganos y estructuras responsables del control y la transmisión de información en todo el cuerpo. La recepción inicial de información suele originarse en el órgano de la vista, que mediante sus capacidades ejecutivas y visoespaciales genera datos fundamentales para este sistema, compuesto por células especializadas denominadas neuronas. Estas poseen la capacidad de transmitir impulsos eléctricos a través de una extensa red de terminaciones nerviosas.

Dichos sistemas neuronales, presentes en todos los seres vivos, constituyen mecanismos eficientes de transmisión de energía química y eléctrica que coordinan movimientos y acciones físicas esenciales ante diferentes estímulos. Comprender a fondo su funcionamiento resulta fundamental para múltiples disciplinas científicas.

El avance en áreas como la neurología y la fisiología ha permitido explicar cómo se regulan funciones biológicas y gestos motores, mientras que la biomedicina ha aportado importantes conocimientos anatómicos sobre el sistema nervioso. Asimismo, la neurociencia y la neuropsicología cognitiva han identificado procesos vinculados a diversas conductas humanas y han establecido métodos de medición de respuestas motoras tras estímulos visuales. Según Kandel, Schwartz y Jessel (2001), la neurociencia representa la integración de múltiples disciplinas científicas cuyo objetivo es una comprensión profunda del comportamiento del sistema nervioso, apoyándose en la anatomía microscópica y en la investigación de funciones cognitivas.

Por otro lado, Benedet (2002) resalta que la neuropsicología cognitiva estudia cómo el cerebro organiza y controla las actividades cognitivas, analizando el funcionamiento de las conexiones entre las estructuras cerebrales y los procesos como memoria, atención y toma de decisiones mediante rigurosos métodos de evaluación

conductual. Utilizando distintas herramientas y técnicas, esta disciplina ha enriquecido significativamente el conocimiento sobre la relación entre cerebro y cognición.

En la comunidad científica persiste un interés marcado por comprender el funcionamiento cerebral y las respuestas humanas frente a estímulos, respuestas que varían según contextos y aprendizajes adquiridos a lo largo de la vida. Factores como el deporte y la educación participan activamente en estos procesos cerebrales.

De acuerdo con lo anterior, es relevante analizar cómo el deporte implica una serie de respuestas motrices que adquieren complejidad a medida que aumentan el tecnicismo y la dinámica competitiva. Estas respuestas pueden derivar tanto de aprendizajes previos como de factores genéticos. El desarrollo del deporte ha experimentado avances notables en aspectos físicos, psicológicos y genéticos, superando logros que a inicios del siglo XX parecían inalcanzables.

Resulta imprescindible comprender las respuestas ante situaciones de estrés en el ámbito deportivo, pues ello permite identificar la influencia cerebral en las acciones motrices y la generación de respuestas óptimas durante eventos competitivos. Es fundamental reconocer los desafíos tácticos enfrentados por los atletas, así como determinar en qué medida influyen en su desempeño, con el fin de diseñar modelos que incrementen la eficiencia táctica en tiempo y espacio.

En este contexto, surge la interrogante respecto al denominado GPS cerebral, entendido como un sistema interno de localización y ubicación espacial que contribuye al desarrollo de estrategias deportivas. Este mecanismo, similar al funcionamiento de un GPS electrónico, involucra neuronas que calculan posición mediante el monitoreo constante de dirección y velocidad en relación al punto de partida. El sistema incluye distintos tipos células especializadas que procesan ubicación, distancia recorrida, orientación y velocidad, generando un mapa dinámico del entorno que puede almacenarse en la memoria para referencia futura, facilitando así la autolocalización del atleta.

Cabe señalar que ciertos deportes requieren sistemas avanzados de autolocalización para optimizar el desempeño, ya sea por razones de proximidad o lejanía a referencias específicas y de velocidades relativas entre participantes. La natación en aguas abiertas constituye un claro ejemplo, dada la exigencia de orientación

espacial en ambientes variables y fuera de control, como ríos, lagos o mares, donde factores ambientales impactan directamente en la competencia. Mejorar estas respuestas en condiciones diversas representa un reto crucial para el rendimiento competitivo.

La natación en aguas abiertas, incluida oficialmente en los Juegos Olímpicos desde Beijing 2008 (10 km), posee antecedentes históricos que datan de épocas prehistóricas, evolucionando de una práctica de subsistencia a una actividad deportiva. Esta disciplina expone a los deportistas a múltiples desafíos físicos y psicológicos debido al entorno impredecible, exigiendo un control cerebral óptimo para maximizar respuestas relacionadas con orientación y ubicación espacial.

El estudio del sistema de localización en atletas de aguas abiertas como mecanismo complejo plantea incógnitas relevantes, especialmente en cuanto a la toma de decisiones en fracciones de segundo que determinan el desenlace competitivo. Esta tesis doctoral se orienta a interpretar las respuestas derivadas del GPS cerebral en nadadores de aguas abiertas y a proponer un plan metodológico tendiente a mejorar su capacidad de respuesta ante situaciones de alto estrés competitivo.

A partir de la presente investigación se ofrece una visión renovada del deporte, enfatizando cómo potenciar la habilidad cerebral para recibir, procesar y conceptualizar información a través de conexiones neuronales, generando respuestas tácticas útiles no solo en la natación de aguas abiertas, sino también en otros deportes que demandan precisión en ubicación espacial, velocidad de desplazamiento y reacción a estímulos.

La experiencia muestra que atletas, tanto en entrenamiento como en competición, pueden enfrentar dificultades de orientación que afectan negativamente su desempeño. Los circuitos de nado, delimitados por boyas de formas geométricas variadas y distancias considerables, sumados a condiciones climáticas fluctuantes, hacen indispensable la orientación espacial para cumplir con las regulaciones internacionales (World Aquatics; 2025).

Estos circuitos suelen medir entre 800 y 1500 metros, determinando la cantidad de vueltas requeridas para alcanzar las distancias reglamentarias de 3 km, 5 km, 7.5 km, 10 km e incluso 88 km. El resultado final depende tanto de aspectos fisiológicos como tácticos, siendo la correcta direccionalidad un factor clave para evitar tiempos elevados

y pérdidas de posiciones importantes.

El Club Regata de Lima, Perú, constituye un caso donde se han evidenciado dificultades de orientación durante entrenamientos y competencias, afectando el rendimiento y la motivación de algunos atletas. Ello ha motivado el desarrollo de un modelo teórico-práctico basado en el GPS cerebral como alternativa de preparación táctica para nadadores de aguas abiertas en contextos de alta competencia, con el objetivo de optimizar el rendimiento.

En función de lo expuesto, surgen las siguientes interrogantes:

¿Qué conocimiento poseen los entrenadores sobre el GPS cerebral como herramienta táctica direccional en la natación en aguas abiertas?

¿Cuál es el grado de comprensión y manejo, por parte de los atletas, de la ubicación direccional a través del GPS cerebral?

¿Qué factores y variables inciden en la activación y desarrollo del GPS cerebral en el deporte?

¿Qué elementos deben considerarse para la activación y desarrollo efectivo del GPS cerebral en deportes estratégicos?

Hipótesis de la investigación

Un modelo teórico-práctico basado en el GPS cerebral puede ser una alternativa táctica efectiva para atletas de nado en aguas abiertas en competencias de alto nivel en Lima, Perú.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Desarrollar un modelo teórico-práctico con base en el GPS cerebral como estrategia táctica para nadadores de aguas abiertas en competencias de alto nivel en Lima, Perú.

Objetivos Específicos

Evaluar el conocimiento de los atletas y entrenadores sobre el GPS cerebral como herramienta táctica direccional.

Analizar las experiencias de los atletas respecto a la ubicación direccional en competencias de alto nivel.

Investigar la dimensión epistémica del GPS cerebral como estrategia táctica direccional.

Diseñar el modelo teórico-práctico basado en el GPS cerebral para nadadores de aguas abiertas.

Validar el modelo propuesto en el contexto de competencias deportivas de alto nivel en Lima, Perú.

Justificación

La tesis doctoral, desde una perspectiva ontológica, se orienta a esclarecer las dificultades inherentes a los deportes de aguas abiertas, especialmente en lo que respecta a la orientación de los deportistas en un entorno natural caracterizado por factores específicos como el movimiento del agua, las corrientes marinas, los vientos y las olas. Estas variables pueden dificultar la trayectoria recta entre puntos de referencia (de boya a boya) dentro de circuitos cerrados durante las competencias. La variabilidad de estos escenarios competitivos exige que los atletas posean habilidades avanzadas de orientación espacial para evitar desviaciones significativas en su recorrido, factor que puede influir negativamente en sus resultados en campeonatos tanto nacionales como internacionales.

Se ha observado, por ejemplo, que algunos miembros de la selección peruana de aguas abiertas han perdido posiciones destacadas en distintos eventos debido a carencias en su orientación. Esta capacidad, presente en todos los seres humanos, está mediada por redes neuronales especializadas en la toma de decisiones espaciales; en investigaciones pioneras, como las realizadas por John O'Keefe (1971), identificaron neuronas en el hipocampo vinculadas al reconocimiento espacial. Posteriores hallazgos

de May-Britt y Edvard Moser, junto a Roudi (2014), permitieron conceptualizar este entramado neuronal como el “GPS cerebral”, relacionándolo con campos como la neurología, la neurociencia y la neuropsicología. Estos avances abren la puerta a investigar cómo este sistema opera en nadadores de aguas abiertas y cómo su optimización podría potenciar el rendimiento competitivo.

Dada la importancia que reviste esta habilidad en la natación de aguas abiertas, resulta esencial analizar el comportamiento cerebral y proponer modelos teórico-prácticos que, fundamentados en el GPS cerebral, ofrezcan alternativas tácticas para la preparación de atletas en contextos competitivos de alto nivel en Lima, Perú. Dichos modelos deberían incluir ejercicios diseñados para fortalecer dicha capacidad, considerándola un aspecto fundamental de la preparación deportiva.

El abordaje del GPS cerebral en el deporte exige una comprensión profunda del cerebro, sus diferentes áreas y sus funciones, así como de las distintas disciplinas que estudian su funcionamiento. Este conocimiento permite entender cómo el cerebro utiliza mecanismos neuronales para desarrollar sistemas complejos de localización, conocidos como GPS cerebral, y cómo estos influyen en las respuestas motrices deportivas.

En este contexto, el enfoque epistemológico de la tesis reside en explicar, a partir de aportes científicos previos y los resultados obtenidos, cómo la neurociencia funge como base fundamental en los procesos de intervención y en la interpretación de la información relevante sobre los procesos cerebrales relacionados con el deporte. De igual manera, la neuropsicología cognitiva representa una herramienta clave para comprender e interpretar la actividad cerebral vinculada a las demandas deportivas.

Desde la dimensión axiológica, la investigación se justifica por los beneficios e influencia potencial que puede aportar en el ámbito de la neurociencia y la neuropsicología cognitiva aplicadas al deporte, en particular respecto a la forma en que el cerebro del atleta procesa e integra la información visual para crear representaciones espaciales funcionales.

A efectos de contextualizar estos conceptos, se expone una visión general sobre el sistema nervioso, el aprendizaje y el deporte, articulando posteriormente estos postulados. Se describe el sistema nervioso como una red compuesta por neuronas y células glía, cuya interconectividad posibilita actividades sensoriomotoras esenciales

para la adaptación y supervivencia frente a cambios ambientales. Asimismo, la neuropsicología cognitiva, mediante pruebas específicas, permite identificar cómo el cerebro procesa la información externa y establece mecanismos de respuesta eficaces.

Desde el ámbito gnoseológico, se distingue el conocimiento práctico (“saber cómo”), que se centra en la activación y uso del GPS cerebral, es decir, la relación directa entre el sujeto, la acción y su comprensión reflexiva. Esto aporta una nueva visión sobre el comportamiento de los atletas y sus procesos de orientación.

En el plano teleológico, se busca comprender cómo los atletas de aguas abiertas identifican y seleccionan las rutas óptimas durante la competición, analizando la intervención cerebral en la creación de mapas internos que faciliten una respuesta eficiente mediante el GPS cerebral. El estudio se propone desarrollar un modelo de entrenamiento que fomente esta capacidad cognitiva basándose en la plasticidad neuronal, promoviendo así una mejora significativa en el rendimiento deportivo de los atletas.

Finalmente, esta investigación plantea la necesidad de generar un modelo teórico-práctico sustentado en los principios del GPS cerebral como alternativa táctica para los nadadores de aguas abiertas, constituyendo una valiosa contribución a la línea de investigación institucional en ciencias aplicadas al deporte del doctorado en Educación Física, mención Ciencias de la Actividad Física y el Deporte del Pedagógico de Maracay y la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Los resultados permitirán orientar futuras investigaciones sobre el comportamiento cerebral en deportistas y contribuirán a mejorar la velocidad y eficacia de las respuestas motoras en el ámbito competitivo.

CAPÍTULO II

CONTEXTO TEÓRICO REFERENCIAL

Este apartado presenta las bases teóricas que sustentan la tesis doctoral, articulando áreas relacionadas con la capacidad cerebral para identificar características espacio-temporales y formar mapas de orientación en tiempo real. Se aborda el desarrollo del sistema de navegación conocido como GPS cerebral, desde elementos simples hasta redes neuronales complejas, vinculando la neurociencia como disciplina dedicada al estudio profundo del sistema nervioso —incluyendo estructura, función, desarrollo, bioquímica, farmacología y patología— y cómo estos factores influyen en la cognición y la conducta.

Asimismo, se exponen interrogantes sobre la organización y funcionamiento del sistema nervioso humano para explicar la conducta y mejorar la comprensión de la capacidad cerebral y sus implicaciones en nuevas formas de aprendizaje, especialmente útiles para deportistas al tomar decisiones direccionales bajo presión en competencias de aguas abiertas.

Se resalta la relación directa entre la visión y la generación de mapas direccionales y respuestas motoras a estímulos externos, evaluando la habilidad visoespacial mediante pruebas neuropsicológicas que miden atención, interpretación y velocidad de reacción.

Finalmente, se presentan antecedentes, bases teóricas y referencias que orientan el estudio sobre el GPS cerebral.

Investigaciones Previas

Estudios previos han señalado la relación entre orientación espacial, sistema neuronal y toma de decisiones. Llorens (2014), en su tesis doctoral titulada: *Esfuerzo Físico Puntual y Orientación Espacial Exógena*, en la Universidad Católica de Valencia, abordó cómo factores como la condición física, inteligencia, coordinación y mente

influyen en el rendimiento deportivo al conectar percepción, información y acción. Según Gould & Weinberg (1995), citados por Llorens, una gestión adecuada de la información puede mejorar las respuestas perceptivo-motoras.

Además, Williams y Davids (1999) destacan que la velocidad de respuesta depende de procesos atencionales previos. Donde el rendimiento final de una acción, denominado velocidad de respuesta, está afectado por elementos situados en las fases previas a la ejecución deportiva. Enfocando en los procesos cognitivos de concentración conforme a los estándares científicos. (Williams y Davids 1999), indicando que todas las actividades deportivas, ya sean espaciales o temporales, son estimuladas de manera continua en el sistema atencional, mediante la captura de lo que rodea (exógena) o las situaciones intrínsecas (endógenas), lo que facilita la orientación de la atención y aumenta la capacidad de respuesta al prepararse para un procesamiento óptimo, y de esta manera, mejorar la capacidad de respuesta como lo detalló. (Correa, Lupiañez y Tudela 2004); (Posner 1980).

Llorens (ob.cit) señala que varios estudios, como los de Correa et al. (2004) y Coull y Nobre (1998), han demostrado que las personas pueden mejorar su percepción visual anticipando eventos significativos. El efecto de orientación se refiere al beneficio atencional entre procesar estímulos previstos y aquellos que aparecen después (Correa et al., 2004). La orientación espacial es la capacidad del sistema cognitivo para dirigir la atención a estímulos relevantes en el espacio (Lupiañez et al., 2001), lo cual exige recopilar información sensorial variada en entornos complejos, como el deportivo. En cuanto a la orientación espacial exógena, el jugador debe procesar la información proveniente de un estímulo reciente o inesperado (Corbetta, Patel y Shulman, 2008).

El estudio de la orientación atencional espacial es relevante por su impacto directo en el rendimiento deportivo. Esta tesis doctoral aporta evidencias sobre cómo el ejercicio físico afecta el punto focal de la acción, especialmente la orientación atencional exógena, objetivo central de la investigación. En el deporte, las variables sensoriales, perceptivas y cognitivas son determinantes para el desempeño, influyendo desde la preparación hasta la ejecución motriz, como señala Hohmann et al. (2005), es así que brinda la posibilidad de entender como la percepción sensorial exógena es de gran importancia, en nadadores de aguas abiertas, donde lograr comprender el espacio que le rodea y

conocer la orientación espacial percibida por los sentidos ayudan a la toma de decisiones.

En trabajo de investigación de Peña Freire, Ana (2025). Cuyo título fue sobre las habilidades visuales en porteros de fútbol. el deporte profesional, que los deportistas deben entrenar cada habilidad implicada en el deporte de forma directa o indirecta para lograr el máximo rendimiento. El investigador además de las cualidades físicas, observo que las habilidades perceptuales-cognitivas tienen un valor muy relevante es su rendimiento, muy marcado en deportistas profesionales. Pudiendo ser valoradas con la llegada de las nuevas tecnologías, estas habilidades son registras y analizadas para posteriormente potenciarlas (Hospital Benedict W., Schultz, F., Höner, O., Kasneci, E., 2021).

Dentro de las habilidades perceptuales- cognitivas, la visión cobra una gran relevancia, pues la mayor parte de estímulos que recibe el ser humano es a través del sentido de la vista, de ahí su gran importancia en el deporte, pero desde, que se ha logrado evaluar y valorar estas habilidades visuales, ha mejorado la ejecución del deporte y por ende la potenciación del rendimiento visual.

La investigación realizada por esta investigadora se centró en los porteros, debido la complejidad de esta posición y de sus necesidades visuales específicas. Destacando la importancia de entrenar cada habilidad específica para el deporte, tanto de manera directa como indirecta, con el fin de alcanzar el máximo rendimiento. En el ámbito profesional, se observó que, además de las cualidades físicas, las habilidades perceptuales-cognitivas tienen un peso significativo en el desempeño deportivo. Como es referenciado por la autora de (Hosp, B. et al. 2021).

Entre las habilidades estudiadas de carácter perceptuales-cognitivas, la visión es de gran relevancia, debido que los estímulos procesados por el ser humano son captados inicialmente por la vista. En este contexto, indica que es de gran importancia la evaluación, la valoración y el entrenamiento de las habilidades visuales para optimizar el rendimiento deportiva.

En esa investigación se observó que el fútbol es un deporte de continua interacción con un estímulo en movimiento —el balón—, donde la visión desempeña un papel esencial en la recepción y procesamiento de información, así como en la toma

rápida de decisiones y la ejecución eficaz de respuestas motoras.

En conclusión, en esta investigación reflejo que la agudeza visual dinámica, los movimientos oculares, la conciencia periférica y la coordinación óculo-manual son habilidades necesarias para optimizar el rendimiento deportivo y que una alternativa de mejorar estas capacidades es través del entrenamiento visual.

Posteriormente, se vinculó una tesis doctoral de Robles (2014), titulada "El tiempo de reacción específico visual en deportes de combate", realizada en la Universidad Autónoma de Madrid, España. Esta investigación analizo el tiempo de respuesta específico en las artes marciales y el comportamiento de este parámetro según los estímulos presentes, considerando la especificidad del estímulo y la respuesta correspondiente. El estudio identifica diferencias en el tiempo de respuesta entre practicantes de Karate, Judo, Jiu Jitsu y personas sin experiencia en artes marciales.

Los participantes fueron evaluados mediante una cámara de alta velocidad mientras reaccionaban a videos que mostraban situaciones tácticas específicas y diferentes niveles de transferencia según cada disciplina, lo que permitió determinar los factores que inciden en el sistema perceptivo particular de los especialistas en cada deporte frente a un estímulo entrenado a lo largo de su carrera deportiva. Dentro del contexto de la percepción del estímulo, se consideran teorías relacionadas con la percepción, la decisión y la reacción, como las propuestas por Roca (1983), Núñez (2006) y Peñaloza (2007).

Estos fundamentos permitieron el desarrollo de la tesis, junto con otras teorías relevantes en el área de estudio. Donde con la teoría de la Psicología Cognitiva describió funciones cognitivas como la toma de decisiones, la evaluación, el aprendizaje, el recuerdo y la gestión de la información. Identificado diversas subáreas de investigación, tales como la neurociencia cognitiva, la atención, la sensación y percepción, la conciencia y la memoria.

En relación con el tiempo de reacción, estas teorías contribuyen a explicar el aprendizaje de estructuras básicas adquiridas por el individuo (Vickers, 2007), aportando información sobre cómo puede emplearse la neurociencia cognitiva para estimular la velocidad de reacción en contextos competitivos bajo estrés. Aportando información valiosa para esta tesis doctoral, donde la velocidad de reacción es fundamental en la

toma de decisiones de los atletas de aguas abiertas luego de ubicar los puntos referenciales en la competición.

Por otra parte, se establece una vinculación con Álvarez (2012), quien realizó una tesis doctoral denominada *Redes neuronales de la memoria espacial: aplicación de estrategias egocéntricas y de guía* en la Universidad de Oviedo España, donde inicia con una reflexión acerca de la noción de que el hipocampo y el cuerpo estriado son sistemas de memoria diferentes e independientes. Clarificando que existen evidencias, que en algunos aprendizajes de orientación espacial se produce una interacción entre el hipocampo y el cuerpo estriado, durante el proceso de aprendizaje de respuesta y de identificación visual.

Según este investigador, existen diversas clases de memoria que varían en función de su contenido (declarativo o procedimental), su duración (a corto o a largo plazo) o su esencia. Estos son los que se mantienen a través del tiempo, en contraste con aquellos que son efímeros indicado por Deiana y cols., (2011). A pesar de que la memoria a largo plazo comprende tanto la memoria explícita como la memoria implícita. Según lo comparten Dew & Cabeza, (2011); Mulligan, (2012).

En conclusión, la memoria implícita o no declarativa es la que nos facilita el ejercicio de hábitos cognitivos o motores, están guiadas por las predisposiciones biológicas (indicando que existen atletas que tienen habilidades innatas para ciertos deportes) y otros que la obtienen de forma gradual, mejorándose con el ejercicio.

El investigador a través de su estudio indico que hay una forma de navegación espacial conocida como integración de la ruta (path integration), navegación idiótética como lo manifestó Mittelstaedt y Mittelstaedt, (1980) o navegación basada en la ruta (route-based navigation) en Baker, (1981). Este sistema se fundamenta en un sistema de actualización de datos, que posibilita a los seres vivos conservarse en movimiento, con el uso de su memoria y creación de una huella de la ubicación de un punto de salida en relación con su posición actual, conocido como "dead reckoning".

De acuerdo a las consideraciones de los distintos investigadores tomados como referencia en la tesis doctoral de Álvarez (2012), afirma que, para una representación espacial eficaz en el cerebro, es necesario que se integre adecuadamente la información sensorial que percibe, relacionando que existen estructuras vinculada con la orientación

espacial denominada hipocampo, pero en investigaciones desde 1971 hasta 1978, que los investigadores O'Keefe y Nadel desarrollaron sus trabajos con bases teóricas de Tolman, donde propusieron que el hipocampo era la estructura cerebral que interviene en la confección de un mapa cognitivo, elaborando representaciones internas como resultado de la codificación de las relaciones espaciales que guardan entre sí los diferentes hitos del entorno segun O'Keefe y Nadel, (1978), previa dicha afirmación en 1971 el investigador O'Keefe descubrió que en el hipocampo de la rata la existencia de las llamadas células de lugar "place cells".

Estas células varían su respuesta específica y selectivamente cuando un animal (rata) ocupa una localización determinada en un entorno O'Keefe, (1976). Luego de estos hallazgos, el hipocampo se situó en un primer plano en la investigación de las bases biológicas del aprendizaje y la memoria, pero a pesar de toda esta información la función exacta del hipocampo aún no se conoce como lo expresa Knierim, (2006).

En el 2007, los científicos McDonald y cols, determinaron que los mecanismos de la memoria están estrechamente vinculados con la corteza prefrontal, el cuerpo estriado y el complejo amigdalino. Señalando que tanto el hipocampo como el estriado dorsal son imprescindibles para el aprendizaje de la discriminación visual presentado por McDonald y cols., (2007), en conclusión, esta tesis se determinó que el hipocampo dorsal es imprescindible en la aplicación de estrategias de discriminación visual.

Además, la correlación existente entre el hipocampo dorsal y el estriado en el último día de entrenamiento, evidencia la implicación de ambas estructuras en el proceso de aprendizaje, claramente establecido en la tesis con la tesis doctoral, debido a la necesidad de entender y comprender como el cerebro interactúa con el ambiente para determinar una respuesta sobre la orientación y creación de rutas en un momento determinado.

En los fundamentos teóricos anteriores, se logró establecer la relación con otra tesis doctoral, denominada *La capacidad de repetir cambios de dirección: especificidad, valoración y entrenamiento*, desarrollada por Vizuite (2012) de la Universidad de Barcelona España. En esta disertación se examinaron principalmente las acciones físicas esporádicas de gran intensidad que son habituales en varios deportes, donde las variaciones de dirección están medidas y son vistas como esenciales para el desempeño

en el campo, en deportes tales como el fútbol o el hockey, pero especialmente en deportes de cancha, como el baloncesto, el balonmano y los deportes de raqueta.

La meta de la tesis fue analizar la posible autonomía de origen de las acciones de alta intensidad que a menudo presentan cambios de dirección desde diversas perspectivas. Se lleva a cabo en cuatro investigaciones en las que se ha empleado un grupo de 56 atletas, saludables e involucrados en deportes de equipo a nivel competitivo.

El propósito fue entender hasta qué punto los parámetros de fuerza mostrados en una acción simulada de una variación de dirección, en la que se presenta una sobrecarga excéntrica, pueden explicar parcialmente los factores neuromusculares que definen el desempeño en la habilidad para repetir cambios de dirección, pudiendo establecer una definición más clásica sobre *la capacidad de cambiar rápidamente de dirección* que ha sido redefinida como velocidad en el cambio de dirección.

La velocidad en el cambio de dirección indica que los participantes estén al tanto del patrón de movimiento preciso necesario antes del inicio de la evaluación, esta tesis doctoral vislumbra la importancia del conocimiento del espacio y de la toma de decisiones para lograr, realizar de forma eficiente un cambio de dirección oportunamente, hecho que respalda la tesis doctoral que el deportista debe de conocer y dominar el espacio donde se realiza la actividad.

De acuerdo a todo lo presentado en las investigaciones previas que se puede indicar, que dentro de las habilidades desarrolladas por los seres vivos para su supervivencia es la localización y la ubicación espacial basándose en referencias geográficas, pero uno de los mecanismos que más intervienen es la integración de rutas es un mecanismo similar al GPS, con el que las neuronas calculan la posición mediante el control constante de la dirección y la velocidad del movimiento con relación a un punto de partida.

Figura 1

Representación de las rutas de información



Nota. Tomado de <https://sportuniverse.com/imagenes/publicaciones/lg-3168.png>

En la Figura 1, se puede observar cómo este complejo sistema de redes neuronales en los seres humanos posibilita que el intrincado mecanismo de localización genere mapas cerebrales. En esta investigación se centrará en la influencia se ve manifestado este complejo mecanismo en el deporte, y como la toma de decisiones (ver Figura 2), basado en un mapa cerebral, puede ser la diferencia de centésimas o de segundos en un resultado competitivo.

Figura 2

Representación del funcionamiento cerebral en la toma de decisiones



Nota. Tomado de <https://zpc-dzk.nl/openwater/> , adaptado por García (2024)

Sobre las bases de las ideas expuestas, la intensidad investigativa estará dirigida a determinar la influencia del GPS cerebral en deportistas de aguas abiertas de Lima - Perú y como desarrollar un modelo teórico-práctico para lograr mejorar la respuesta del GPS cerebral ante una situación estrés competitiva.

En este sentido, basándose en este concepto del GPS cerebral y en la disciplina de aguas abiertas, se puede interpretar que estas respuestas motoras de los atletas deberán tener su origen a una adecuada estimulación para el desarrollo de habilidades tácticas propias del deporte como es la orientación, para lograr generar unas series acciones que estimulen y mejoren a estos atletas.

Cuando se habla de la agilidad y/o la habilidad para modificar la dirección es cuando se requiera, de manera rápida y exacta, pero que es vista por muchos como un componente esencial para el desempeño en el deporte como los manifestaron los investigadores Abdelkrim, et al. (2010); Meir, Newton, Curtis, Fardell, & Butler, (2001). Reilly, et al. (2000) proponen que el rendimiento de la agilidad y/o habilidad para modificar la dirección es una necesidad fisiológica previa en el fútbol, dado que los

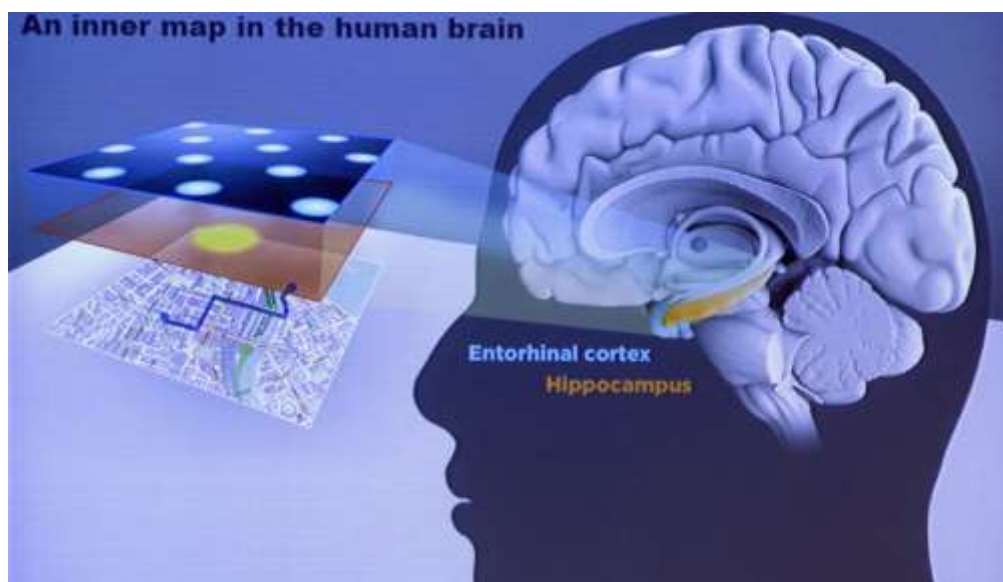
futbolistas suelen involucrarse en bruscos cambios de dirección con el objetivo de ser eficientes durante el partido. Así, la agilidad y/o rapidez al cambiar de dirección constituyen una característica de rendimiento relevante para un rendimiento exitoso en diversos deportes, evidenciando tener un poder de discriminación entre niveles, según lo expresa Gabbett, Kelly, & Pezet (2008); Kaplan, Erkmen, & Taskin, (2009), el investigador además considero, otra habilidad que aprecié en esta tesis doctoral fue la habilidad de anticipación (anticipatoria) superior en los jugadores de primer nivel Gabbett, Gabbett, Kelly, & Pezet (2008); Serpell, Young, et al. (2010).

En definitiva, se emplearon diversas investigaciones y pruebas de agilidad reactiva para recopilar datos significativos acerca del tiempo de respuesta y el tiempo total, lo que facilita la determinación de qué elementos de la agilidad reactiva necesitan más entrenamiento según lo presentan Gabbett, Kelly, & Pezet (2008); Sheppard, et al., (2006); Young & Willey, (2010). Así, se lograron reconocer las carencias del jugador y diseñar los protocolos más apropiados para sus requerimientos, ya sean condicionales, perceptivos o de toma de decisiones.

Los estudios previos representan un esquema general de como el cerebro logra recabar y procesar la información tomada del medio que le rodea y como esa información es almacenada en la memoria, siendo el máximo término de este estudios relacionados, los conseguidos por los investigadores noruegos Moser, Moser y Roudi (2014) lograron determinar que en el cerebro se realizan esta función debido a la existencia de varios tipos de neuronas que mapeaban el espacio y permite al ser humano navegar y ubicarse (ver Figura 3), estableciendo con su investigación un concepto en esta nueva área del cerebro que recibió el nombre de GPS cerebral, situación despertó en el desarrollador de esta tesis doctoral las motivaciones que incentivaron a realizar esta investigación.

Figura 3

Representación del cerebro como realiza la función de mapear el espacio por medio de las neuronas, ayudando al ser humano a navegar y ubicarse



Nota. Tomado de https://agenciadenoticias.unal.edu.co/fileadmin/legacy/AgenciaUN_1007_72.jpg

Con relación a la diferentes ciencias que apoyan un proceso investigativo del cerebro y como nos ubicamos y respondemos a los diferentes estímulos esta la neurociencia como rama de la neurología que inicio sus estudio a finales del siglo XVIII con los aportes del neuroanatomista alemán Franz Joseph Gall, un mapa, donde indicaba que las conductas del ser humano surgían del cerebro y además estaban asignadas a regiones específicas, que sirvieron de base para otras investigaciones, y así poder determinar las partes del cerebro que intervienen en las respuestas del ser humano, que siendo apenas las primeras incursiones tuvieron muchas ideas empíricas y hasta supuestos inductivos lógicos, sirviendo para centrar todas las investigaciones conductuales en la corteza cerebral y establecer que el cerebro es un órgano dividido en diferentes regiones y funciones.

Asimismo, se tiene que la neuropsicología cognitiva busca establecer la relación entre la función cerebral y las capacidades del conocimiento. La variabilidad de las diferentes técnicas de indagación que son frecuentes en neuropsicología y en neurociencias. Como la electroencefalografía, la neuroimagen y pruebas neuropsicológicas que se encarga de medir el rendimiento psicológico y funcional del

cerebro. Donde las pruebas neuropsicológicas se puede evaluar la atención, la memoria, el lenguaje, el aprendizaje, la capacidad intelectual, las habilidades visuales y espaciales y las funciones ejecutivas.

Por otra parte, la capacidad que tiene el ser humano en orientarse en el espacio, para lograr encontrar caminos conocidos y poder recordar sitios ya visitados, como aspectos cotidianos para los seres humanos. Donde el cerebro puede lograr la creación de mapas y saber cómo localizar puntos de referencia es la clave sobre el sistema de GPS interno.

Partiendo de los supuestos anteriores, se puede indicar que el sentido de la ubicación espacial es una de las funciones del cerebro más comunes, y utilizadas en muchos casos del día a día, efectivamente, el sentido de ubicación de un organismo y la capacidad de guiar sus desplazamientos se encuentran entre las funciones más complejas cerebro y debido que permiten establecer como el cuerpo se ubica en la posición y establecer la percepción con los objetos que conforman su entorno. Por ejemplo, cuando el cuerpo se desplaza, la percepción de su posición es complementada con la distancia y dirección que presenta ese cuerpo, logrando integrar el movimiento y registrar el espacio que lo rodea, generando un esquema de un antes y después.

En consecuencia, existe una gran dependencia de habilidades sensoriales, esas funciones espaciales para reconocer lo que nos rodea, recordar el entorno y determinar futuras respuestas de ubicación (Figura 4). La necesidad de conocer y resolver este problema viene desde hace mucho tiempo en las mentes de filósofos y a científicos. Ya en el siglo XVIII Immanuel Kant argumentaba que algunas capacidades mentales eran independientes de la experiencia. Por lo que es importante establecer que la percepción en la ubicación espacial, representa una habilidad innata que ayuda a organizar y percibir el mundo exterior.

Figura 4

Representación de las funciones espaciales para reconocer y ubicar lo que nos rodea.



Aquí representamos como el cerebro se distribuye, donde se observa en la franja de la zona superior el lóbulo parietal en conjunto con el cerebelo y el hipocampo, constituye una zona fundamental del cerebro donde en esta área tiene la función vital en la integración de los sentidos y en la percepción del espacio. Así, facilita el procesamiento y entendimiento de las señales táctiles, la coordinación de los movimientos y la navegación en el entorno. También participa en funciones cognitivas avanzadas como la atención, el lenguaje y los cálculos. Entender el cerebro en sus funciones es clave para descubrir de qué manera que el ser humano percibe y reacciona ante el mundo que nos rodea.

Nota: Tomado de Paulsen, F, Waschke, J (2018).

A este respecto se tiene antecedentes investigativos de los resultados obtenidos por O'Keefe & Dostrovsky (1971). que sugirió que, las células que permiten la detección de modificaciones en el ambiente, que son familiares para los animales, se forma en el hipocampo un mapa cognitivo que resulta crítico para su desplazamiento. Ese mapa constituye una representación del ámbito en el que se encuentra el animal, la posición que éste tiene en ese espacio y la ubicación de objetos deseados como estímulo (el alimento), y poder controlar la conducta del animal en base a la determinación de su ubicación y la distancia que lo separa de esos objetos. Esta concepción dio pie a la propuesta de la existencia de un *mapa cognitivo* del mundo exterior en el cerebro, adoptada principio posteriormente en la neurociencia contemporánea.

Más adelante, la Suthana (2021) llegó a descubrir que una situación u objeto que genere interés en una persona, es capaz de influir como el cerebro traza un mapa de

una ubicación. De modo que todos los resultados que se relacionaron fueron plasmados, en las ondas cerebrales de los pacientes que fluían más fuertes cuando buscaban un lugar oculto, o presenciaban a otra persona acercarse al lugar, que cuando simplemente exploraban la habitación, los resultados de estos estudios aportan una noción más clara de que, bajo ciertos estados mentales, el patrón de ondas cerebrales ayuda a reconocer los límites.

Para obtener respuestas cognitivas, es necesario recibir información del entorno externo. En este caso, se considera la información que llega a través del órgano de la vista, el ojo humano, que actúa como sistema visual y receptor inicial de información externa. Este órgano presenta ciertas habilidades que deben ser estudiadas como las habilidades viso-espaciales y viso-construccionales, conformado este sistema visual en dos grandes subsistemas corticales; el primero se encarga de identificar lo que vemos, denominado el sistema del *qué* y el segundo de ubicar espacialmente lo visto denominado el sistema del *dónde*. Estos sistemas se originan en el lóbulo occipital y presentan diferentes terminaciones en la corteza cerebral.

Las vías del primer sistema, donde se identifica que logra verse, se dirige del lóbulo occipital al lóbulo temporal, desarrollando un sistema visual ventral que trabaja en dos vías, y el segundo se encarga de proporcionar información espacial relacionada con la localización, de lo observado y que es dirigido del lóbulo occipital al lóbulo parietal formando la vía visual dorsal como lo indico Goodale & Milner (1992). Se puede observar en la figura 5 como está representado los dos sistemas corticales de la visión. Donde el sistema ventral proporciona información de las características de los objetos; utilizado para reconocer el objeto en un sistema de métrico, para lograr comparar un objeto con otro. Luego se presenta el sistema dorsal, que transforma la información visual en coordenadas, pudiendo elaborar un sistema de coordenadas, y poder lograr una respuesta motora coordinada con la ubicación de los objetos.

Con respecto a la existencia de estos dos sistemas visuales dorsal y ventral, son sistemas que no se pueden separar, manteniendo un vínculo que trabaja conjuntamente en el proceso perceptual apoyándose mutuamente Según McIntosh & Schenk, (2009). Refiriéndose que estos sistemas visuales, podrían tener influencia por otros sistemas cerebrales, como los sistemas del control atencional y el control ejecutivo.

Figura 5

Representación de los dos sistemas corticales visuales (Sistema visual ventral occipito temporal que nos indica QUE y el sistema dorsal occipito-parietal que se refiere a DONDE)



Nota. Tomado de Rosselli (2015)

Asimismo, es necesario examinar y detallar las competencias visoespaciales y visomotoras. Las competencias visoespaciales facilitan la percepción de objetos y sus relaciones en el espacio, y están asociadas a la habilidad del cerebro para identificar figuras geométricas y ubicarse en el entorno. Estas habilidades tienden a desarrollarse a medida que los sistemas visual y motor interactúan con el entorno, generando dos espacios relativos: el egocéntrico, que determina la posición que ocupa el individuo en el espacio, y el allocéntrico, que identifica la ubicación de los objetos en relación con el espacio egocéntrico.

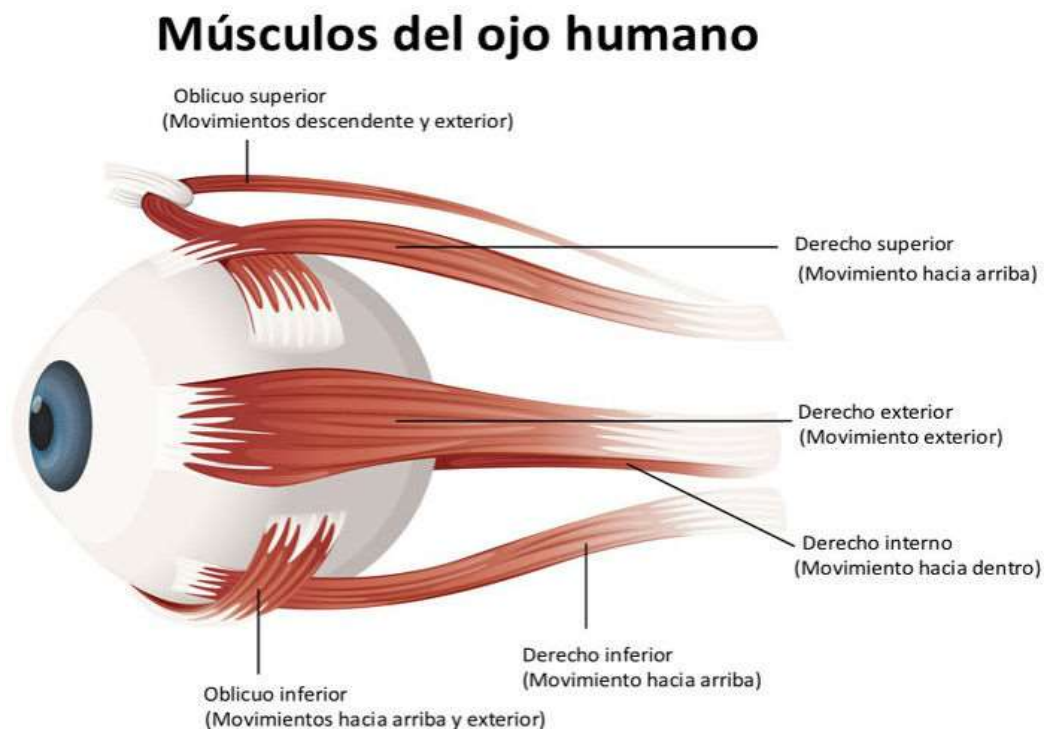
Las habilidades viso-motoras, o habilidades de integración viso-motora, se refieren a la capacidad de combinar las habilidades visuales y motoras en un solo proceso conocido como percepción, que está vinculado a la maduración, la percepción cognitiva, la percepción visual y las habilidades motoras. En las etapas iniciales del desarrollo, el sistema visual se afianza mediante la experiencia, lo que más adelante facilita la manifestación de respuestas relacionadas con la integración viso-motora. El desarrollo de estas habilidades contribuye al análisis e interpretación de diversas situaciones.

En conexión con las habilidades visoespaciales y visomotoras, existe una condición física que implica los músculos responsables de los diversos movimientos

oculares, conocida como motilidad ocular. Este movimiento es automático, espontáneo y coordinado, lo que ayuda al cerebro a formar una imagen tridimensional. Utiliza de manera precisa los seis músculos oculares, situados dentro de la cavidad ósea de la órbita, donde el globo ocular realiza su función en los músculos oculomotores.

Los músculos oculomotores Figura 6, se puede identificar los grupos de músculos, que están conformado por el músculo recto inferior, que dirigen el globo ocular hacia abajo; el superior, que eleva de la mirada; el medial (interno), que ayuda la aducción hacia la línea media nasal; y el lateral, que posibilita la abducción hacia los laterales. Complementan este grupo dos músculos oblicuos: el oblicuo inferior, el más corto entre los músculos extraoculares, orienta el ojo hacia la región temporal y contribuye a la elevación; y el oblicuo superior, el más largo, interviene en la rotación del globo ocular hacia la nariz y en la depresión de la mirada.

Figura 6
Anatomía del ojo, músculos presentes



Nota: Tomado de la Clínica Baviera
<https://cdn.clinicabaviera.com/blog/wp-content/uploads/2023/02/Musculos-extraoculares-scaled.jpg>

Existe una categorización basada en su posición dentro del ojo. Primero, se encuentran los músculos internos o intrínsecos, y en segundo lugar, los músculos externos o extrínsecos. En los músculos intrínsecos, están los músculos lisos e involuntarios, como el Músculo Ciliar. Este músculo, conocido como el músculo de Brücke, se encarga de ajustar el enfoque en objetos tanto cercanos como lejanos. Al contraerse, el músculo ciliar provoca la relajación de las fibras del ligamento suspensorio, lo que altera la forma del cristalino, haciéndolo más esférico para permitir el enfoque cercano. Cuando se relaja, aumenta la tensión en los ligamentos, lo que hace que el cristalino se aplane y disminuya su convexidad, permitiendo el enfoque en objetos distantes.

Seguidamente, está el Músculo Esfínter de la Pupila, que se encarga de la contracción de la pupila mediante la inervación parasimpática, lo que reduce su tamaño, conocido como miosis. También se encuentra el Músculo Dilatador de la Pupila, cuyo rol es abrir la pupila. Junto con la inervación simpática, provoca un incremento en el diámetro pupilar, conocido como midriasis.

Por otro lado, los músculos externos o extraoculares (MEO) son responsables de los movimientos oculares voluntarios o reflejos. Cada músculo tiene funciones específicas, y estas acciones dependen de la dirección del estímulo visual y de la fuerza que se requiere en relación con la línea visual principal. Tienen su inserción en el centro de rotación del ojo.

Los MEO están compuestos por fibras estriadas similares a las de los músculos esqueléticos, pero sus fibras son más cortas, lo que les permite contraerse hasta diez veces más rápido. Además, están altamente inervados, con una fibra nerviosa por cada fibra muscular, lo que permite un control preciso de los movimientos oculares.

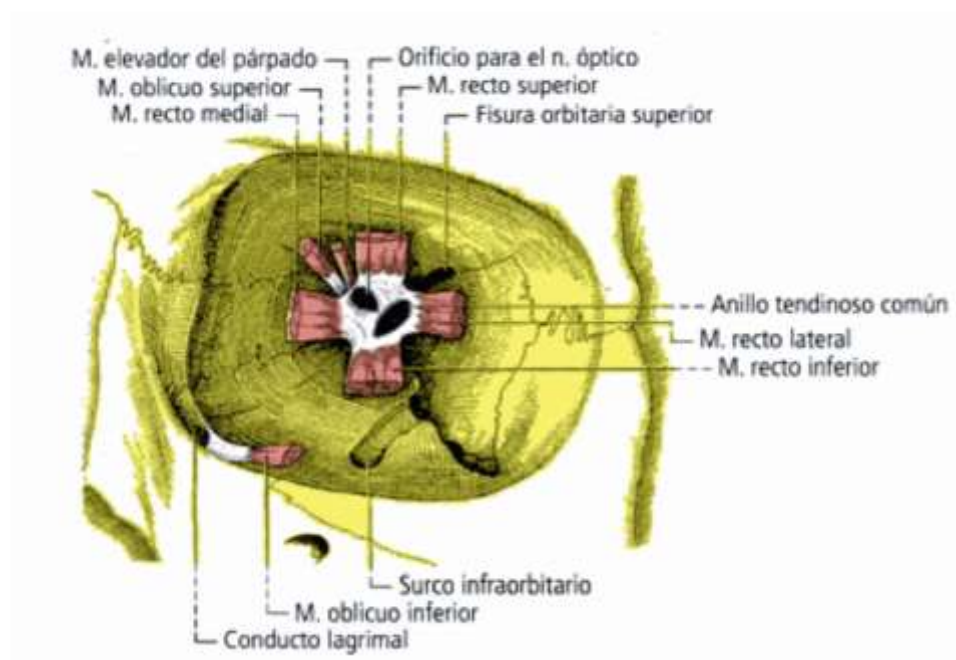
Los cuatro músculos rectos y el oblicuo superior emergen de un tendón común, conocido como el anillo de Zinn. Este anillo tendinoso, que es una estructura fibrocartilaginosa formada por la unión de cinco de los seis músculos extraoculares, se localiza en el vértice de la órbita. Tiene una forma de cruz, donde cada "brazo" corresponde a un músculo recto, y se sitúa en la parte medial de la fisura orbitaria superior, extendiéndose hacia adelante y dividiéndose en cuatro cintas que separan a los cuatro músculos en su origen: dos cintas inferiores, una medial y una lateral; y dos

cintas superiores, también medial y lateral, formando así una pirámide.

La cintilla superomedial presenta una apertura para el nervio óptico y la arteria oftálmica, mientras que la cintilla superolateral se organiza (anillo tendinoso común) en torno a los nervios nasociliar, abducens, oculomotor y también a la raíz simpática del ganglio ciliar, ingresando de este modo al interior del anillo de Zinn Figura 7. (Ruiz & Latarjet, 2006).

Figura 7

*Anillo tendinoso común e inserciones de los músculos del globo ocular, lado izquierdo.
Anillo de Zinn*

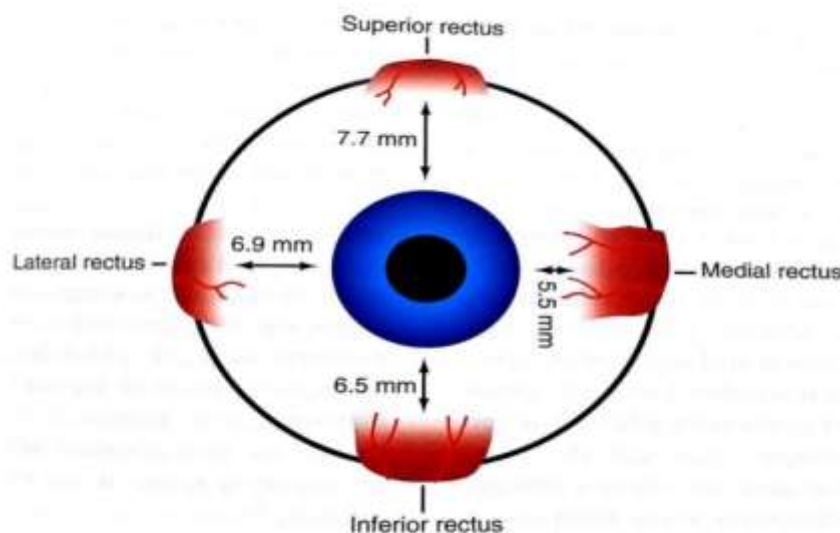


Nota: Ruiz y Latarjet (2006)

Sus movimientos incluyen: el levantamiento del ojo en su posición normal (movimiento principal), al salir de esta postura pierde potencia y ocasiona una rotación interna (gira el ojo hacia adentro) como acción secundaria, y terciaria: acercamiento, estas dos últimas se realizan cuando el ojo no se encuentra en la posición primaria.

A continuación, es visible la Figura 8 donde se encuentran los cuatro músculos que se encargan de los movimientos primarios de los ojos y que cumplen un rol fundamental en el enfoque y agudeza visual.

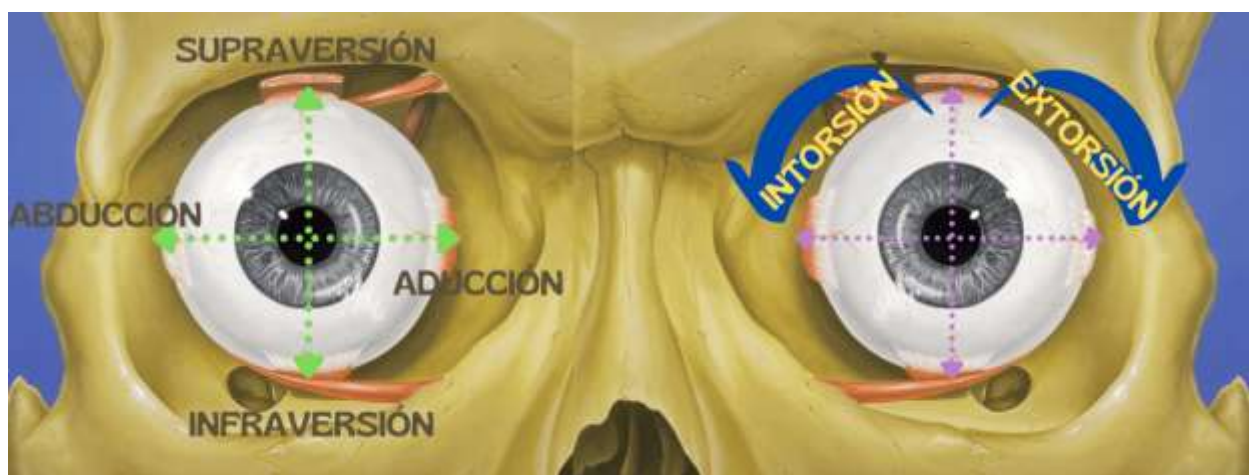
Figura 8
Músculos del globo ocular, visto por su cara lateral



Nota: Kaufman (2008)

Luego se presenta la figura 9 que representa los diferentes movimientos de los ojos y que son una referencia para el investigador conocer los correctos movimientos de los ojos

Figura 9
Movimientos del ojo humano



Nota: Tomado de página web <https://controldemiopia.net/wp-content/webpc-passthru.php?src=https://controldemiopia.net/wp-content/uploads/2021/02/NOMENCLATURA-DE-LOS-MOVIMIENTOS-DEL-OJO-1-1024x384.png&nocache=1>

En la tabla 1, donde están los seis músculos de los extraoculares, con su función en acción primaria, secundaria y terciaria. Las funciones de los músculos oculares, donde la abducción, se refiere a realizar el movimiento hacia el lado temporal, la aducción cuando lo ejecuta hacia el lado nasal, la elevación cuando mueve el ojo hacia arriba, la depresión, cuando el ojo se desplaza hacia abajo, la extorsión, cuando el ojo se rota como en un reloj que marca las doce, hacia el lado temporal y la intorsión, que es cuando el ojo al igual que la extorsión, pero si el sentido de la rotación es hacia nasal.

Tabla 1

Acción de los músculos extraoculares

Acciones musculares de los músculos extraoculares			
Musculo	Acción primaria	Acción secundaria	Acción terciaria
Recto Medio (RM)	Aducción	_____	_____
Recto Lateral (RL)	Abducción	_____	_____
Recto Inferior (RI)	Depresión	Aducción	Extorsión
Recto Superior (RS)	Elevación	Aducción	Intorsión
Oblicuo Inferior (OI)	Extorsión	Elevación	Abducción
Oblicuo Superior (OS)	Intorsión	Depresión	Abducción

Nota. Tomado de Borrás y otros (2004).

Motilidad Ocular

El ojo puede llevar a cabo diferentes tipos de movimientos gracias a la acción de tres grupos de músculos que están fuera del globo ocular: uno que contiene músculos rectos que se orientan de manera horizontal (el lateral y el medial), otro que incluye músculos rectos que se ubican en posición vertical (el superior y el inferior) y un tercer grupo de músculos que son oblicuos (el superior y el inferior). Estos músculos constituyen la sección activa del mecanismo responsable del movimiento del ojo, facilitando tanto el desplazamiento como una correcta estabilización (Borrás y colaboradores, 2004). Los cuatro músculos rectos están rodeados por anclajes de tejido conectivo que contienen colágeno, elastina y músculo liso, lo que les proporciona la capacidad de contraerse y relajarse sin esfuerzo (Miller, 2007).

Las poleas son anillos densos independientes que envuelven los MEO y se convierten gradualmente hacia delante en manguitos de colágeno más anchos y menos consistentes, ayudando a mantener la posición de los MEO en la órbita.

Estos manguitos contribuyen a estabilizar la trayectoria de los músculos. Hacia la parte delantera, se agrandan hasta formar bandas entre los músculos rectos (tabiques intermusculares) que se unen a la conjuntiva a 3 mm detrás del limbo.

Los movimientos que llevan a cabo los músculos extraoculares se conocen como ducciones, los cuales permiten realizar movimientos de mirada en distintas posiciones. Estos movimientos están fundamentados en la ley de Sherrington, que establece que la contracción e inervación de un músculo significa que existe una respuesta recíproca de reducción de contracción e inervación en su músculo opuesto; es decir, cuando se contrae el agonista, el antagonista se relaja. Además, también se producen movimientos conjugados, o versiones, que son movimientos coordinados de ambos ojos regidos por la ley de Hering, que indica que ambos ojos reciben el mismo impulso nervioso para realizar movimientos binoculares.

Otros tipos de movimiento son los vergenciales, que responden de manera sincrónica y simétrica con los dos ojos, pero en direcciones opuestas.

Los movimientos sacádicos son desplazamientos rápidos de la mirada conjunta desde un punto de fijación a otro. Los movimientos de seguimiento tienen lugar al enfocar la mirada conjunta en un objeto o estímulo que se desplaza en diversas direcciones. Y los movimientos de fijación se encargan de mantener la imagen de un objeto estático sobre la fóvea mientras la cabeza está quieta.

Los movimientos opto-cinéticos mantienen la imagen del entorno estable sobre la retina durante los giros de la cabeza sostenidos o el movimiento del entorno visual. Los reflejos vestibulares ayudan a mantener la fijación de la mirada en un objeto, ajustándola según los movimientos de la cabeza y los movimientos de convergencia facilitan la fijación en un objeto cuando este se aproxima al rostro.

Esta función puede verse alterada por ciertos problemas o disfunciones que también pueden perjudicar la calidad de la visión y la visión binocular. Aunque no son los únicos, los inconvenientes más comunes relacionados con el movimiento ocular incluyen:

- Estrabismo. Este trastorno ocasiona que los ojos no se orienten en la misma dirección.

- Nistagmo. Es un problema que causa movimientos oculares rápidos e involuntarios.

- Foria. Esta condición se manifiesta como una falta de alineación de los ejes visuales, que generalmente es imperceptible y solo se revela durante ciertos movimientos o situaciones. Estos problemas pueden estar presentes desde el nacimiento o desarrollarse con el tiempo.

Estrabismo: cuando los ojos pierden su paralelismo, esto ocurre cuando la dirección de la mirada de ambos ojos no se encuentra en un mismo punto (ver Figura 10). En otras palabras, mientras un ojo se fija en un lugar, el otro se desvía a otra dirección.

Las repercusiones de esta alteración en el movimiento ocular pueden ser tanto estéticas como visuales.

- Desde un punto de vista estético, el estrabismo puede generar una percepción, más o menos grave, de un ojo desviado o "bizco".

- Desde el aspecto visual, el estrabismo puede provocar, entre otros problemas, una disminución en la percepción de la profundidad y de la visión en tres dimensiones, ambliopía estrábica y ojo vago.

Las razones detrás del estrabismo son variadas, y las más comunes son:

- Causas genéticas o hereditarias. Esto se denomina estrabismo congénito y suele aparecer en infantes menores de seis meses.

- Problemas en el cerebro que afectan el control de la alineación ocular.

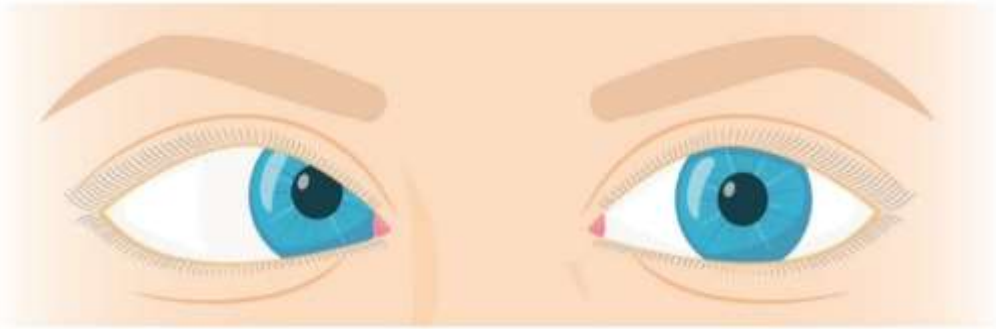
- Defectos de refracción (especialmente hipermetropía).

- Afecciones del sistema nervioso central.

- Condiciones de alto estrés, ansiedad o tensión.

Figura 10

Imagen referencia del estrabismo

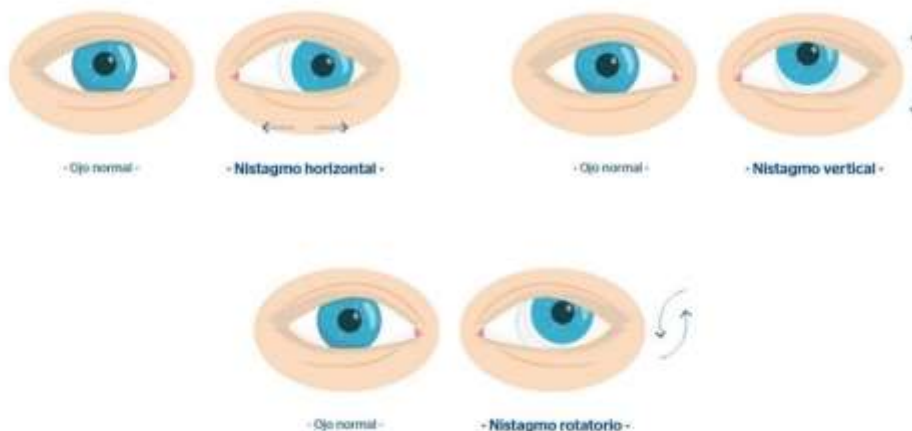


Nota: Tomado Clínica Baviera <https://www.clinicabaviera.com/imagenes/otros-tratamientos/estrabismo/img-estrabismo-1.jpg>

Nistagmo: un movimiento constante e involuntario de los ojos. este problema de motilidad ocular es poco frecuente y consiste en un movimiento repetitivo, muy rápido e involuntario de los ojos en forma de rotaciones, verticales u horizontales. (Ver Figura 11). Estos movimientos pueden afectar a uno o a ambos ojos.

Figura 11

Imágenes referenciales de nistagmo



Nota: Tomado de pagina Web Biodecodifica
<https://biodescodifica.net/wp-content/uploads/2024/04/Screen-Shot-04-04-2024-at-0.28-1024x514.png>

La foria ocular es la desviación encubierta de los ejes visuales que suele aparecer en situaciones particulares como episodios de estrés persistente y agotamiento.

- Es habitual que las forias estén encubiertas y no se evidencien, ya que son neutralizadas por los reflejos complementarios.

- En las situaciones donde la desviación es tan significativa que rectificarla demanda un esfuerzo excesivo o cuando la combinación de las imágenes en una única, en un esfuerzo por preservar la visión binocular, resulta insuficiente, se denomina foria descompensada. En estas situaciones, el proceso de foria puede causar: Ocaso ocular. Visión estrecha. o Cansancio. Hay exámenes que se llevan a cabo para detectar trastornos de la motilidad ocular, llevados a cabo por expertos y que implican la valoración y análisis de los movimientos oculares. La motilidad de los ojos es una característica que permite ampliar el campo visual efectivo, ya sea monocular o binocular, además de permitirnos mantener la imagen centrada en la fovea y mantener la alineación de los ojos, previniendo diplopías o visión doble. La función del sistema motor en la flexibilidad ocular: El sistema motor se ocupa de llevar a cabo las tareas de ducción que es la acción monocular, la versiones que son movimientos binoculares conjugados, la vergencia que es cuando los dos ojos se mueven de forma sincrónica y simétrica en la misma dirección y sentido opuesto, la convergencia que es cuando miramos de cerca.

Luego se tienen las leyes que explican esas patologías, por ejemplo la ley de Sherrington o de inervación recíproca que explica cómo funcionan los músculos oculares, indicando que cuando se contrae un músculo, tiene función antagonista que los relaja, y además explica que las ducciones, son movimientos armónicos y equilibrados, luego tenemos la ley de Herring o de igualdad inervacional, que explica se genera la visión binocular que es capaz de enfocar en ambos ojos, sobre la fovea el objeto que observa, consiguiendo una visibilidad cortical correcta. Con esto se consigue que la imagen que se percibe sea única (fusión) y permite la imagen en 3D o estereopsis. Logrando que la fusión motora, en una alineación correcta de los ojos logre la fusión sensorial que combina las imágenes de cada ojo en una única imagen binocular estereoscópica. Logrando se generó en el encéfalo que es capaz de ser plástico y vulnerable a cualquier problema en el desarrollo. Indicando que, al recibir una estimulación a edades tempranas, se logra una alineación correcta, que permite una visión binocular y una

agudeza visual ideal, para mejorar la calidad de la imagen percibida.

Por ello es necesario realizar una prueba de Motilidad Ocular, se evalúa los movimientos de los ojos en todas las direcciones posibles. Esta prueba se utiliza generalmente para identificar anomalías en la función de los músculos oculares, con la valoración de la capacidad de los ojos para moverse de manera coordinada. Esta evaluación es fundamental para identificar si los seis músculos oculares funcionan de forma correcta. Estos test son una herramienta valiosa detectar síntomas como la visión doble, que cuando los ojos no están alineados, el cerebro recibe dos imágenes separadas, lo que provoca diplopía o visión doble.

Esto puede afectar tanto a la visión al ver de cerca como a la de ver de lejos, y luego encontramos la fatiga ocular, que es cuando los músculos oculares se esfuerzan por corregir cualquier desalineación o disfunción, pudiendo sentir cansancio o pesadez en los ojos, especialmente al realizar actividades que requieren concentración visual prolongada, como en el deporte, al leer o trabajar frente a una pantalla.

Además se puede llegar a tener dolores de cabeza, debido a la tensión muscular ocular que a menudo se traduce en dolores de cabeza recurrentes, una situación que se podría presentar es que después de largos periodos de enfoque visual, se pueden presentar problemas de enfoque, pudiendo a presentar síntomas falta de ubicación, que sería los problemas ocasionados por la dificultad de percepción de la profundidad, que es debido a que los ojos no están alineados correctamente, el cerebro no puede calcular con precisión la distancia entre objetos. En este contexto, tanto los atletas como los entrenadores han comprendido que el desempeño deportivo se basa en una serie de destrezas perceptivas, técnicas, psicológicas y físicas.

En estas circunstancias, se podría inferir que existe la oportunidad de impulsar el crecimiento de capacidades cognitivas en deportistas, tal como se refleja en la tesis doctoral presentada por Ubago (2021), donde el autor analiza las repercusiones de un programa de actividad física y deportiva en el fomento de la inteligencia múltiple en aspectos de salud física, social y mental. Es crucial resaltar que el investigador consiga que el programa de actividad física beneficie positivamente a los deportistas de deportes individuales, directamente en términos de inteligencia cinético-corporal y visual-espacial. Estas dos inteligencias son esenciales para el avance de esta disertación doctoral, ya

que ambas inteligencias ayudan a desarrollar mecanismos de respuesta apropiados en el contexto deportivo.

En conclusión, la neurociencia potencia la preparación física y mental de un deportista, ayudando a mejorar su capacidad para gestionar las situaciones críticas de una competencia, que necesiten respuestas inmediatas durante el transcurso del evento. Adicionalmente, simplifica el entendimiento de las relaciones entre el cerebro humano y las habilidades motoras del cuerpo de un atleta.

Teorías de Entrada

El Pragmatismo

El pragmatismo, es considera una línea filosófica, que tuvo sus orígenes en Estados Unidos hacia finales del siglo XIX y durante los primeros años del siglo XX. Esta corriente se centra en lo práctico y utilitario, pero está fundamentada en la búsqueda de la verdad y en la solución efectiva de problemas.

Entre los más destacados representantes del pragmatismo se encuentran Charles Sanders Peirce (1839-1914), un lógico y matemático estadounidense que formuló la teoría del signo y la semiótica; seguido por William James (1842-1910), filósofo y psicólogo estadounidense que sostenía que la verdad dependía de las creencias y las acciones prácticas. Por último, está John Dewey (1995), filósofo y pedagogo estadounidense que propuso la teoría educativa como un proceso de aprendizaje y crecimiento.

Como sucede con muchas corrientes de pensamiento, el pragmatismo experimentó varios períodos de desarrollo. En particular, esta filosofía se divide en tres etapas: La etapa inicial (1870-1900) fue donde los pragmatistas se concentraron en criticar la metafísica tradicional y promover una filosofía fundamentada en la experiencia y la evidencia empírica. Luego vino un período de madurez (1900-1930) en el que el pragmatismo se amplió y diversificó, con pensadores como Dewey y George Herbert Mead que expandieron sus conceptos a diversas áreas como la educación, la psicología y la sociología. Finalmente, el último período, que abarca desde 1930 hasta nuestros

días, ha visto al pragmatismo evolucionar e influenciarse por otras corrientes, como el existencialismo y el marxismo. Pensadores como Richard Rorty y Hilary Putnam han seguido elaborando sobre las ideas pragmáticas en este tiempo.

Desde esta óptica, la adopción de un modelo teórico práctico para mejorar las habilidades de orientación mediante el GPS Cerebral podría tener un impacto notable en la rapidez de respuesta de los atletas en aguas abiertas, logrando mejorar significativamente la habilidad de ubicación y orientación y mejorando sus logros, tanto a nivel nacional como internacional. Este estudio tuvo como propósito evidenciar la capacidad de desarrollo del cerebro gracias a la plasticidad cerebral en la creación de nuevas redes neuronales que optimicen esta habilidad orientativa, utilizando un enfoque cuantitativo y un método hipotético-deductivo.

Con la intención de entender y comprender la plasticidad cerebral y su vínculo con la orientación espacial en deportistas, se llevó a cabo un estudio cuasi-experimental que seleccionó una muestra de 16 atletas de diversas edades y géneros. El objetivo fue evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento cognitivo para el desarrollo de la orientación espacial. Tras descartar factores visuales, se realizó una evaluación neuropsicológica tanto antes como después del entrenamiento. Los resultados obtenidos lograron validar el modelo propuesto para mejorar la capacidad de orientación espacial en deportistas de aguas abiertas.

En resumen, esta investigación evidenció que la adopción de este modelo teórico y práctico influye de manera importante en la habilidad de los deportistas para ubicarse en entornos amplios, en potenciar su rapidez de reacción y, por lo tanto, sus marcas en competencias. Se espera que los resultados muestren que la aplicación de este enfoque como una táctica eficaz para optimizar el desempeño de los nadadores en aguas abiertas tanto en Perú como a nivel global.

Teoría del Cerebro Triuno

La teoría del cerebro Triuno, planteada por Mac Lean en los años 60, presenta una idea sobre la estructura cerebral humana, dividiéndola en tres áreas distintas que surgieron a lo largo del proceso evolutivo. Estas áreas son el cerebro reptílico o reptiliano,

el sistema límbico y la neocorteza. El cerebro reptílico, siendo la sección más antigua, controla funciones vitales como el ritmo cardíaco, la respiración y la regulación térmica del cuerpo.

En contraste, el sistema límbico gestiona las emociones y la motivación, mientras que la neocorteza, la parte más moderna, se encarga de procesos cognitivos superiores como el pensamiento abstracto y el lenguaje. Un campo de estudio interesante relacionado con la teoría del cerebro triuno examina cómo las distintas secciones del cerebro se comunican entre sí y cómo esto impacta el comportamiento humano. Por ejemplo, se ha demostrado que la relación entre el sistema límbico y la neocorteza puede afectar significativamente la toma de decisiones y la capacidad de una persona para controlar sus emociones.

En una investigación de 2013, Volkow, Wang, Tomasi y Baler encontraron que la actividad en el sistema límbico y la neocorteza podría estar relacionada con el consumo de drogas. Demostrando que individuos con adicción presentaban menor actividad cerebral en la neocorteza y mayor actividad en el sistema límbico, con relación a las personas sin adicciones. Estos hallazgos sugieren que la conexión entre el sistema límbico y la neocorteza podría influir en la motivación y el control de los impulsos. En resumen, la teoría del cerebro triuno ofrece una perspectiva útil sobre cómo las diferentes áreas del cerebro se conectan para generar comportamientos y emociones complejas. Aunque algunos científicos han criticado esta teoría, sigue siendo una herramienta valiosa para explorar la neurobiología humana y ha impulsado numerosos estudios en este campo.

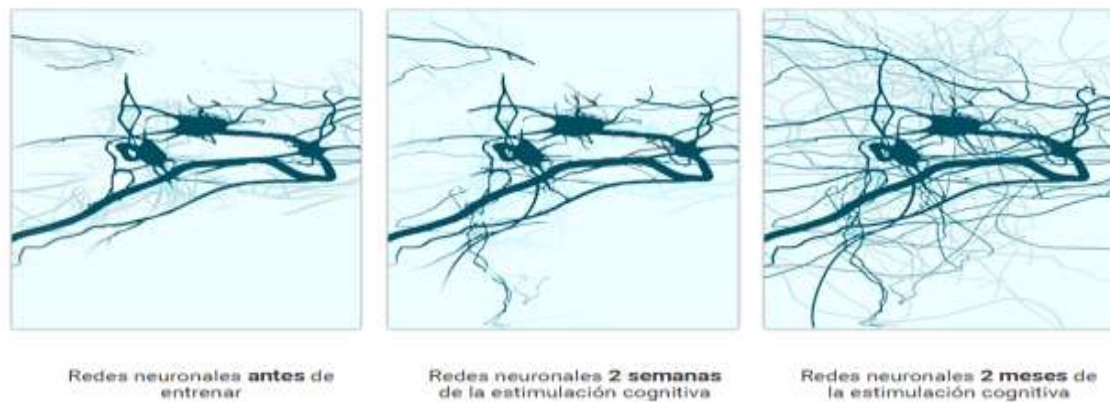
La Plasticidad Cerebral

Cuando el cerebro logra cambiar de forma y adaptarse durante mucho tiempo, para dar respuesta a los cambios constante del mundo exterior, recibe el nombre de plasticidad cerebral. Este concepto resalta las alteraciones que suceden en el sistema nervioso a muchos niveles: desde sus componentes más pequeños, pasando por cómo se activan o desactivan los genes, hasta la forma en que actuamos. A esta plasticidad de las neuronas (ver Figura 12) se le denomina neuroplasticidad. Gracias a ella, las

neuronas pueden recuperarse, tanto en su forma física como en su función, y formar nuevas conexiones entre sí. Además, la plasticidad neuronal implica que el cerebro puede sanar tras un daño y volver a organizarse.

Figura 12

Desarrollo de las redes neuronales después de un tiempo de entrenamiento (Plasticidad Neuronal)



Nota. Tomado de página Web Cognifit
<https://www.cognifit.com/es/plasticidad-cerebral>

Esta capacidad de adaptación del cerebro, que involucra a las neuronas, se conoce como neuroplasticidad, y es la habilidad del sistema nervioso para ajustarse y permitir que el cerebro se recupere ante problemas o daños. También ayuda a disminuir los efectos de alteraciones en su estructura, causadas por padecimientos como la esclerosis múltiple, el Parkinson, el deterioro cognitivo, el Alzheimer, la dislexia, el TDAH o el insomnio, entre otros.

Teoría del Neuro-Aprendizaje

El Neuroaprendizaje es un ámbito que fusiona la psicología, la pedagogía y la neurociencia con el fin de explicar cómo funciona el cerebro cuando aprendemos. Actualmente, existen materiales que nos ayudan a comprender de forma global cómo el cerebro humano adquiere conocimientos, además de instrumentos para descubrir cómo

aprende cada persona. Dichos instrumentos facilitan la cobertura de todos los métodos de aprendizaje, las distintas inteligencias, las variadas formas de representación sensorial y los modos de encarar desafíos.

En el desarrollo cognitivo de las personas existen etapas cruciales que se relacionan con el aprendizaje, sobre todo en los primeros años de vida, desde que nacemos hasta los tres años. En este período se crean numerosas conexiones sinápticas, aunque este lapso se prolonga hasta los diez años. (Loja 2015) Para poder conectar el cerebro con el aprendizaje, es indispensable comprender algunas características esenciales del cerebro humano. Como el aprendizaje que implica al cuerpo entero y al cerebro, el cual actúa como un receptor de estímulos, ocupándose de seleccionar, priorizar, procesar datos, guardar información, recordar, producir respuestas motoras y afianzar destrezas, entre otras funciones. El desarrollo del cerebro ocurre de manera progresiva, lo que implica que las metodologías de aprendizaje deben ir desde lo más simple y tangible hacia lo más abstracto y complejo.

El aprendizaje humano y las respuestas cerebrales

La educación como ciencia que se fundamenta en el aprendizaje, así como función cognitiva, se relacionan de forma directa, pero visto desde un aspecto científico, por ello la neurociencia, hablado anteriormente, engloba la investigación del sistema nervioso y como interviene el cerebro en las diferentes conductas y la forma como se adquiere o procesa el aprendizaje.

De esa manera, como lo indican los investigadores Kandel, Schwartz y Jessel, (1997), establecen un concepto que considera que el aprendizaje se convierte en un proceso biológico, donde las actividades cognitivas, están íntimamente relacionadas con el cerebro, y las funciones mentales, con intervención global de este órgano, y con una visión donde se sectoriza cada función cognitiva, representada en diferentes regiones que se activan en el cerebro con esa estimulación, y con respuestas de funciones complejas, que se derivan según sea el tipo de interconexiones y de las regiones del encéfalo que intervienen, como lo indican Kandel, Schwarytz y Jessel, (2001).

Hablar de neurociencia y su relación con la educación física, se debe enfocar en

las definiciones propias de cada una y luego concatenar puntos en común trabajo, indicando que la educación física tiene como finalidad la educación del movimiento como un vehículo eficiente para mejorar la calidad de vida de las personas, sobre el principio del desarrollo de las funciones cognitivas y de salud.

El primer punto la actividad física orientada hacia el desarrollo de habilidades cognitivas, no ha logrado destacar debido a la poca producción científica, pero también debido a la falta de conocimiento de los profesionales del área con respecto a los efectos que tiene la actividad física sobre la actividad cerebral. En otra investigación realizada por Erickson, Voss, Prakash, Basak, Szabo, Chaddock y Kramer. (2011) indican que el ejercicio físico aumenta el tamaño del hipocampo, que es una estructura que se relaciona con la memoria.

En cuanto, se relaciona las bases neurales de la memoria y el aprendizaje, la plasticidad cerebral, es donde se recibe y procesa la información, lo que establece el vínculo que conecta estas acciones con la neurociencia en el proceso de enseñanza. Dentro de la nueva línea de investigación del cerebro y el aprendizaje, se crea una nueva disciplina especial llamada neuroeducación física, donde se permite establecer relaciones entre los conocimientos de la neurociencia y la actividad motriz.

Los sentidos y las respuestas sensoriales del cerebro

La información sensorial que llega a nuestro sistema nervioso puede originarse de nuestro entorno o de nuestro propio cuerpo; algunas son conscientes, mientras que otras operan por debajo del umbral de la conciencia. Sin embargo, todas ellas tienen un objetivo en común: mantener el equilibrio del organismo y asegurar su supervivencia. El cerebro cuenta con muchas formas de procesar la información sensitiva.

Dentro de todos los estímulos, es esencial comprender los campos perceptivos, lo cual significa que los receptores visuales y somato-sensitivos tienen un área física específica donde el estímulo debe impactar. Indudablemente, estos estímulos son percibidos a través de la visión, que es el proceso sensorial más complejo que poseemos, y al mismo tiempo, es el más investigado en el campo de la neurociencia, debido a la gran dependencia que tenemos de él en los aspectos más elementales de la vida.

Maureira, et al (2014).

Según Quevedo y Fortó (2007), la visión periférica es de gran importancia para lograr que exista una respuesta motora correcta ante un estímulo. Oliva (1999) indica que esta habilidad visual posibilita la obtención de información sobre la interacción entre el cuerpo y el ambiente, mejorando así la dirección durante la realización de movimientos. Amblard y Carblanc (1980) han confirmado que el equilibrio se ve afectado significativamente por la información visual recibida a nivel de la fovea en comparación con los estímulos que provienen de la totalidad del campo visual.

La conexión entre la capacidad visual y el ejercicio determina el impacto que la actividad deportiva tiene sobre las habilidades perceptivas, el cual puede evaluarse en tres momentos: inmediatamente después de realizar la actividad (ya sea en estado de fatiga o no), durante la actividad (cuando se enfrenta al estrés físico), y tras períodos de entrenamiento, para evaluar su efecto a largo plazo en estas capacidades.

Blundell (1985) presenta otra variable que explora la relación entre la capacidad visual y la visión periférica, donde se evidenció que los tenistas profesionales desarrollan esta habilidad más que los tenistas de nivel intermedio y principiante. González y Casáis (2011) encontraron que las personas con poca experiencia tienden a enfocar su visión en áreas tanto centrales como periféricas del campo visual para captar información. En contraste, los individuos entrenados tienen una mejor visión periférica, lo que reduce la necesidad de hacer fijaciones periféricas para obtener datos de su campo visual.

Bases Teóricas

El GPS Cerebral

Durante décadas existía la necesidad de conocer como el ser humano lograba determinar su ubicación espacial, no fue hasta que se logró identificar que existen neuronas, en el cerebro que se encarga de estas funciones, pudiendo dar respuesta a como poder desplazarnos de un punto a otros y lograr orientarnos con el cerebro. Hace unos años, tres investigadores descubrieron que diferentes tipos de neuronas que gráficamente por medio un mapa en el espacio y nos permitían navegar en él, lo que les valió

el Premio Nobel de Medicina.

En 1971, el neurocientífico Jhon O'Keefe hizo un descubrimiento innovador al encontrar que el hipocampo genera diversos mapas del espacio gracias a la acción de un conjunto particular de neuronas. Este descubrimiento fundamental le valió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 2014, galardón que compartió con May-Britt Moser y Edvar Moser, quienes han continuado sus investigaciones en esta área desde 2005 hasta que fueron nominados al premio Nobel.

En el año 2005 los científicos Leutgeb J., Leutgeb S., Treves A., Meyer R., Barnes C., McNaughton B., Moser M. y Moser E. descubrieron el otro componente del sistema de posicionamiento cerebral, un tipo de neurona llamada celda de rejilla. Su función es generar un sistema de coordenadas que permita un posicionamiento y navegación espacial precisos. Estas células de la cuadrícula, junto con otras en la corteza entorrinal, forman circuitos con las neuronas de lugar del hipocampo, descubiertas por Jhon O'Keefe (ob.cit), y crean un sistema de posicionamiento integral, o en otras palabras, el GPS del cerebro.

Su descubrimiento de las neuronas que conforman el sistema de posicionamiento espacial del cerebro. Siendo una condición que es tan común que no se realiza de forma consciente, pero que utilizamos constantemente como una capacidad de orientación. Este sistema interno, está dirigida por neuronas especializadas, dicha función se centra en dos regiones del cerebro, exactamente en el hipocampo y la corteza entorrinal. Donde en estas dos estructuras se genera un mapa mental de nuestro entorno, e interrelaciona un conjunto de puntos de referencia para la creación de rutas y poder realizar el movimiento espacial, en forma de cuadrícula (ver Figura 13).

Figura 13

Representación de como el cerebro relaciona el ambiente y los transforma en un mapa.

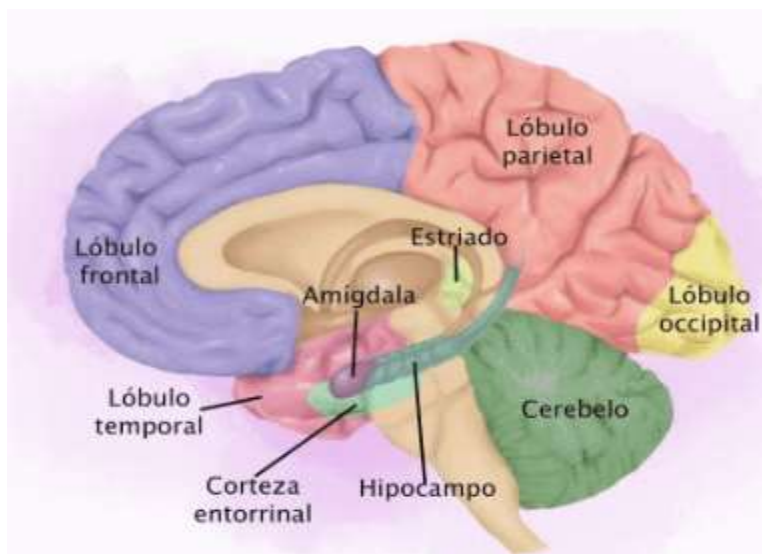


Nota. Tomada de https://www.lagaceta.com.ar/nota/610881/sociedad/como-funciona-gps-cerebro.html#google_vignette

Dichos investigadores identificaron un nuevo tipo de neurona, las barrier-cells, responsables de integrar la información sobre la geografía de nuestro entorno. Es así que se puede conocer los diferentes tipos de neuronas espaciales en el hipocampo cerebral (ver Figura 14) que ayudarían al GPS interno a orientarse en el espacio.

Figura 14

Ubicación de las neuronas en el hipocampo y la corteza Entorrinal

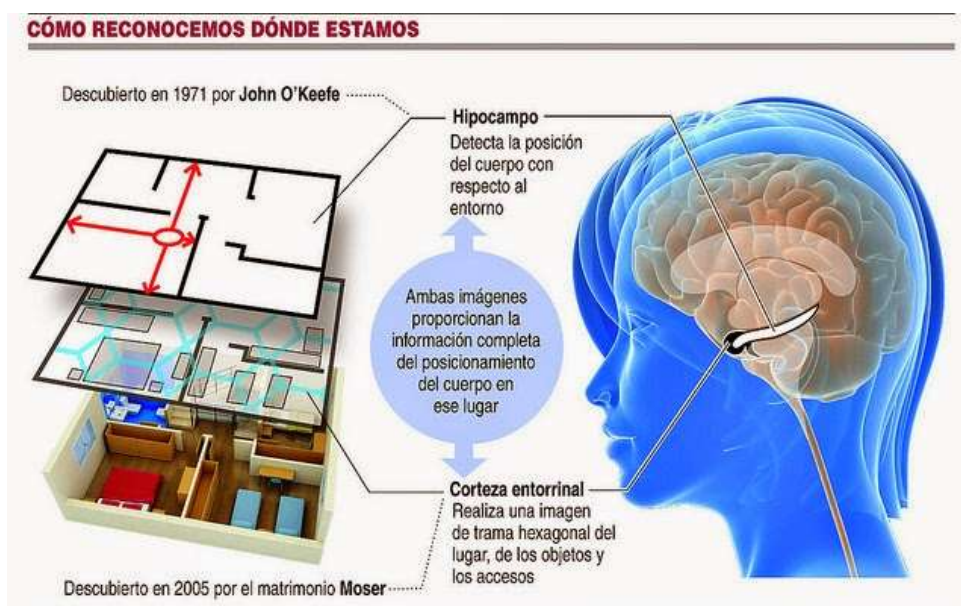


Nota. Tomado de Caliope – ciencia con cerebro 2021.

Como se mencionó previamente, el GPS del cerebro se sitúa en el hipocampo y cuenta con un sistema que utiliza diversas herramientas para establecer nuestra ubicación en el espacio. Hay varias neuronas disponibles, con funciones específicas, donde unas neuronas informan sobre la dirección del movimiento a modo de brújula, otras ofrecen información sobre la distancia recorrida, las grid cells o células de rejilla, mientras que las border cells o boundary vector cells informan sobre los límites físicos, y las place cells o células de lugar se activan cuando estamos en posiciones específicas del espacio (Figura 15).

Figura 15

Descubrimientos Jhon O'Keefe (1971) y May-Britt Moser y Eduard Moser (2005) como integración de ambas investigaciones sobre el GPS Cerebral



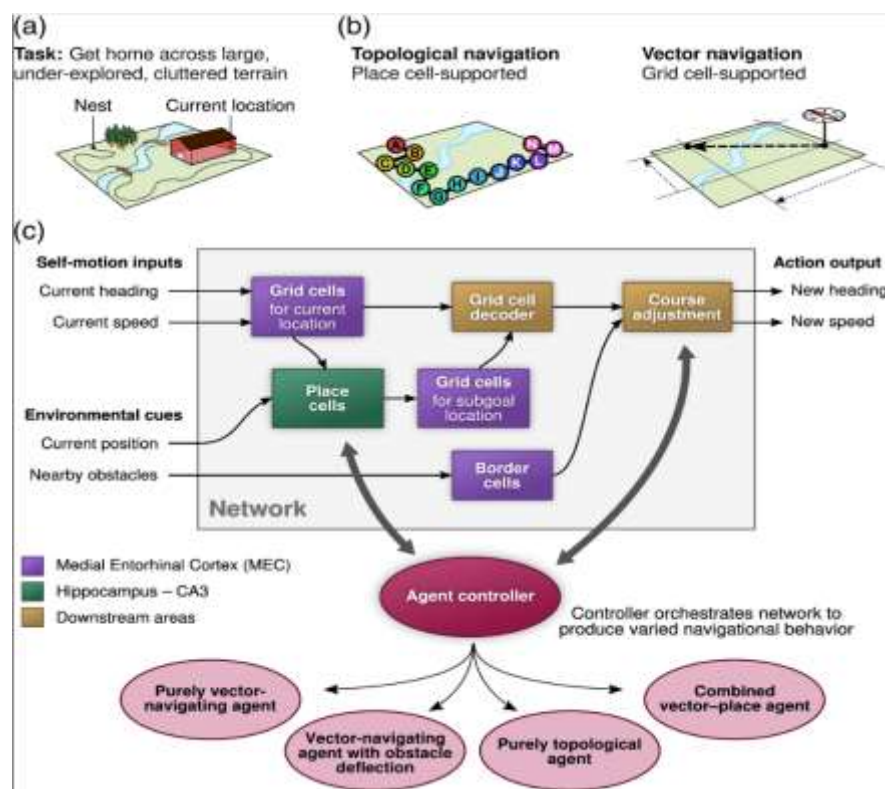
Nota. Tomado de Izquierdo (2014). Universidad de Salamanca
<https://diarium.usal.es/imisiego/2014/10/10/el-gps-cerebral/>

Hablar de orientación, es conocer cómo se puede visualizar fuera de un mapa, con todos los puntos que sirvieron de referencia para ubicarse, pero todo esto es debido a la conformación de circuitos neuronales que se encargan de crear nueva memoria, para ser utilizados como bases de construcción de mapas de lugares, que fueron utilizados al desplazarse en el medio, pudiendo indicar que el GPS interno está

relacionado entonces con la creación de memorias, y para generar esos mapas es necesario recibir diferentes tipos de información relacionados con la posición, dirección y ubicación del cuerpo. Y justamente las redes y vías neuronales involucradas en ambos procesos se encuentran en las mismas regiones del cerebro: hipocampo y corteza entorrinal. A continuación, se presenta la (Figura 16):

Figura 16

Interpretación según Emilio Kropff (2015) del funcionamiento del GPS en la corteza entorrinal



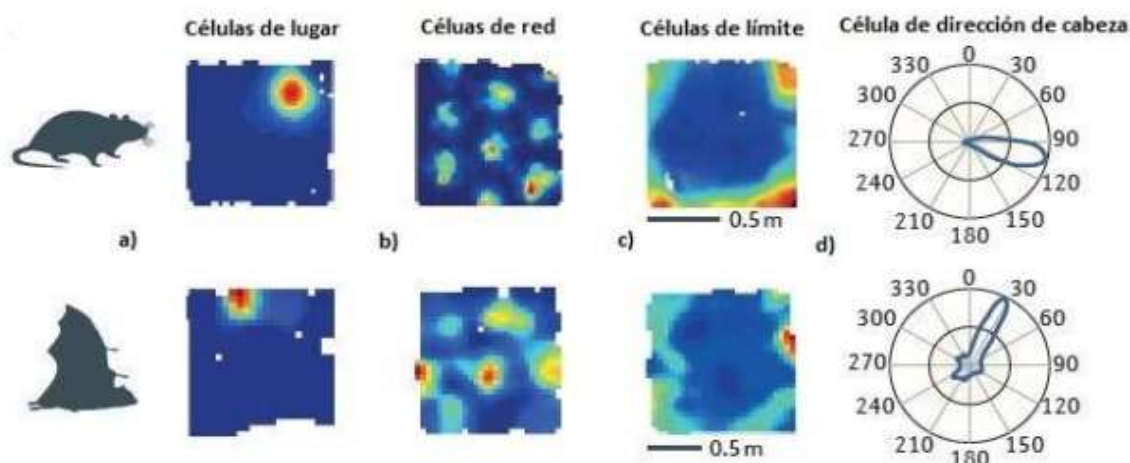
Nota. Tomado de la Librería en Línea Wiley (2019)

De acuerdo con la Figura 16 presentada por Emilio Kropff (2015), se observa que la primera actúa como el núcleo de creación y manejo de la memoria y los mapas espaciales, mientras que la segunda representa la zona a través de la cual circula la información, funcionando como un punto de acceso y salida que conecta con otras partes del cerebro. Pero es en la corteza entorrinal donde se encontró a las speed cells, que son parte de ese entramado que ayuda a determinar la posición del cuerpo en el espacio.

Hasta ahora se habían identificado cuatro tipos de neuronas involucrados en el GPS cerebral: las place cells o *células de lugar*, las grid cells o *células de grilla*, las border cells o *células de borde* y las neuronas head direction (Figura 17).

Figura 17

Las diferentes neuronas que conforman el GPS cerebral



Nota. Tomado de la Nature Reviews Neuroscience (2015), adaptado por García (2025).

En esta figura 17, se puede observar que las propiedades de los tipos de células espaciales en la formación del hipocampo en ratas y murciélagos, dichas grabaciones fueron realizadas en las neuronas de animales que exploraban una caja cuadrada de 1m x 1m. a) Células de lugar, b) células de red, c) células de límite; donde se activan en paneles que muestran la velocidad de disparo (Máxima activación de la célula es del color rojo; y cuando no existe activación de las células es de color azul) como indicativo de la posición del animal en su corteza entorrinal. d) Células de dirección de cabeza es la encargada de mostrar la curva de ajuste direccional. La dirección (en grados) se indica en la periferia y la tasa relativa de disparos se indica por la distancia del extremo al centro.

Ahora bien, con el último hallazgo de las speed cells, los investigadores tienen todos los componentes que teóricamente integran la red neuronal que ayuda al cerebro a percibir dónde se encuentra, en qué espacio, con qué límites y configuración espacial y a qué velocidad se desplaza.

Integración de información

Los científicos descubrieron que, al desplazarse, la actividad de los animales se representa y se registra en las grid cells, que crean mapas del espacio basándose en datos internos proporcionados por otras neuronas de la red, tales como las head direction, las border o las speed.

Según Kropff, Carvalho, Tanke, Witter, Moser, Moser (2020), la verdadera función la representa las grid cells en la corteza entorrinal, aun cuando se tenga las neuronas place cells, en el hipocampo y que forman mapas espaciales nuevos para cada sitio que la persona frecuenta o por donde ha estado, ya sea un árbol, una pared, entre otros. Las grid cell o de cuadrículas cuentan con mapas espaciales, pero no retienen información tan detallada, ya que solo establecen puntos de referencia para crear un mapa. Con lo que reafirma que las grid cells usan un mismo mapa para describir cualquier lugar donde están, pero los investigadores hicieron otro hallazgo sobre las speed cells que se considera ban que solo registraban la velocidad de desplazamiento, pero, lograron determinar que las speed cells *anticipan* las acciones en un promedio de 60 milisegundos, pudiendo tener un carácter predictor de la velocidad que el cuerpo tendrá a futuro.

La función de las células de cuadrícula (grid Cells) está bien explicada como un esquema vinculado al espacio físico, que serviría para medir distancias o planear acciones. Por ejemplo, al correr hacia un lugar, girar a la derecha y llegar, se presentan instrucciones claras para llevar a cabo una tarea específica, lo que facilita la elaboración de mapas y proporciona respuestas sobre direcciones. Por esta razón, las células de cuadrícula (grid Cells) reciben información de neuronas provenientes de diversas fuentes, procesando el espacio, gracias a su capacidad para calcular tanto la dirección como la velocidad del movimiento, y permitiendo conocer cuánto se ha desplazado el cuerpo. Así, se puede afirmar que las células de cuadrícula obtienen información de dos fuentes distintas: primero, de las células de dirección de cabeza (head direction cells), y segundo, de las células de velocidad (speed cells).

Además, estas últimas reciben la información de entrada para los datos del sistema vestibular, la sensorial y el sistema motor. El primer sistema se ubica en el oído

interno y está asociado con el equilibrio y la percepción espacial. En cambio, los segundos no están tan relacionados con lo que se observa en un instante específico, sino con la rapidez con la que se desplaza el objeto observado, lo que permite deducir la velocidad de movimiento. Por último, el tercero, basado en la información sobre los movimientos musculares, podría ayudar al cerebro a determinar con qué rapidez se está moviendo el cuerpo.

Deporte: natación en aguas abiertas

La natación en aguas abiertas es una actividad en la que los deportistas deben cubrir diferentes distancias fijadas por la World Aquatics, que van de 3 km a 5 km, 7,5 km, 10 km, 25 km y llegando hasta 88 km que es considerada la competencia más larga del mundo en Argentina. Sin embargo, las distancias superiores a 10 km son vistas como maratones acuáticos. Estas competencias se llevan a cabo en ambientes naturales como océanos, bahías, canales, lagos o ríos.

A diferencia de la natación en piscina, en este deporte los nadadores están directamente afectados por las condiciones climáticas y naturales del entorno. Elementos como la temperatura del agua, las corrientes y la flotabilidad varían dependiendo del lugar de la competencia, lo que añade un nivel de diversidad a cada evento y contribuye a que sea considerado un deporte extremo, aumentando la dificultad del mismo.

Nadar en aguas abiertas suele ser más demandante y requiere un esfuerzo físico superior en comparación con la natación en piscina, dado que los cuerpos de agua natural pueden presentar movimientos muy intensos, incluso para nadadores con experiencia, como corrientes, oleaje, y otros fenómenos. Además, existe el peligro de encuentros con animales acuáticos peligrosos, tales como tiburones, morenas, anguilas eléctricas, medusas, pirañas, cocodrilos, y más.

En la natación en aguas abiertas, la competencia oficial en los Juegos Panamericanos y Olímpicos es la prueba de 10 km, que se lleva a cabo en entornos como mares, ríos y lagos. Esto implica que es tanto una prueba de resistencia física, como de táctica y fortaleza mental.

El ambiente abierto requiere que los deportistas se adapten a las corrientes que

cambian constantemente, y es muy común que en las competencias exista el contacto físico entre competidores, así como las descalificaciones directas en el agua. Luego se de aproximadamente después de dos horas de competencia, se produce la culminación del evento con un sprint final en los últimos tres kilómetros.

Esta disciplina incorpora una gran cantidad de estrategias que los atletas deben manejar debido a la duración del evento. Los deportistas necesitan gestionar su energía para poder terminar la carrera con éxito, además de mantener un buen sentido de dirección y un excelente nivel físico. Debido a la alta demanda del evento, deben planificar su hidratación a lo largo de la prueba, lo cual generalmente se aconseja hacer cada 15 a 20 minutos, o alternativamente cada 1000 a 1250 metros.

Otra de las particularidades que distingue la natación en piscina de la natación en aguas abiertas es que, en esta última modalidad, el nadador a veces debe levantar la cabeza del agua para obtener referencias y verificar cómo va en la competencia. Esto significa que hay una disminución de la velocidad y un esfuerzo adicional para el cuello, pero es importante considerar, que resulta esencial este gesto para mantener la ubicación en la competición y orientarse en el entorno acuático.

La natación en aguas abiertas se oficializó como una disciplina de World Aquatics (anteriormente conocida como FINA) durante el Campeonato Mundial de 1991, celebrado en Perth, Australia, donde hombres y mujeres nadaron en una distancia de 25 km. La distancia de 10 km fue añadida en 2001 en Fukuoka, Japón.

Desde 1992, la FINA (Federación Internacional de Natación Amateur) incluyó los eventos de aguas abiertas en su programación. Los campeonatos mundiales de esta modalidad se llevaron a cabo entre 2000 y 2010. A partir de 2007, se organiza la Copa del Mundo de 10 km en natación en aguas abiertas en diversas localidades alrededor del planeta.

Las competencias de natación en aguas abiertas deben realizarse en cuerpos de agua natural y se caracterizan por iniciarse todos los atletas al mismo tiempo, o sea, muchos atletas saltan al agua al unísono desde una plataforma cuando suena un tono, sin estar restringidos por carriles. En este formato, el contacto entre nadadores es permitido.

Para propósitos de competencia y control de resultados, se coloca a los atletas un

dispositivo llamado transpondedor que registra su tiempo en el sistema. Al final de la competición el nadador debe hacer contacto con una valla ubicada en la meta, la cual debe ser tocada por el transpondedor, esta es una estructura rígida ubicada al final de la prueba, accesible, pero por encima de sus cabezas, para detener el cronómetro, dentro del reglamento está contemplado que pueden descalificarse todo atleta, que no toque la llegada y por ende no marque su tiempo, los que nadan en sentido contrario, caminan, saltan, o finalizan sin su transpondedor.

La primera competencia oficial de natación en aguas abiertas para hombres y mujeres se realizó en los Juegos Olímpicos de Beijing 2008, en una prueba de 10 km. Hasta ahora, los Países Bajos son el país con más medallas, teniendo tres campeones olímpicos: Maarten Van Der Weijden (2008), Sharon Van Rouwendaal y Ferry Weertman (2016).

Oussama Mellouli, un nadador tunecino que obtuvo la medalla de oro en los 1.500 metros estilo libre masculino durante los Juegos Olímpicos de Beijing 2008, hizo historia al convertirse en el primer atleta en ganar medallas en natación y natación en aguas abiertas en los mismos Juegos Olímpicos, al conquistar el oro en la prueba de 10 km de aguas abiertas y el bronce en los 1.500 metros libres en Londres 2012.

La brasileña Ana Marcela Cunha, quien ganó la medalla de oro en Tokio, junto a la francesa Aurelie Muller, que alcanzó la plata tanto en Río 2016 como en el Mundial de 2022. En el ámbito masculino, los dos destacados son Florian Wellbrock y Gregorio Paltrinieri, quienes han ganado múltiples medallas en competencias olímpicas y mundiales de natación y en aguas abiertas.

Al igual que en todos los deportes olímpicos, existen normativas específicas. Por ejemplo, para la natación en aguas abiertas, la temperatura del agua debe estar entre un mínimo de 16°C (60,8°F) y un máximo de 31°C (87,8°F), y la profundidad del agua en cualquier área debe ser de al menos 1,40 metros.

CAPÍTULO III

CONTEXTO EPISTEMOLÓGICO METODOLÓGICO

Perspectiva Epistemológica

En este capítulo se presenta el diseño metodológico de la investigación, el cual detalla el enfoque epistemológico, el tipo de estudio, las técnicas de recolección de datos y el análisis de los mismos. Se justificará la elección de cada una de estas decisiones metodológicas en función de los objetivos de la investigación y el estado del conocimiento existente. De acuerdo con Balestrini (2003), el Contexto Metodológico se define como "el conjunto de métodos lógicos y operativos que están implícitos en cada proceso de investigación, cuyo propósito es hacerlo evidente y sistematizarlos para permitir la identificación, descubrimiento y análisis de las hipótesis del estudio, así como la reconstrucción de los datos".

Igualmente, Arias (2016) define el marco metodológico como "el conjunto de fases, técnicas y procesos que se utilizan para plantear y solucionar problemas" Este estudio adopta un enfoque hipotético-deductivo, donde las hipótesis planteadas son sometidas a prueba a través de la recolección y análisis de datos empíricos. De esta manera, se busca confirmar o refutar las hipótesis y contribuir al avance del conocimiento en el área de estudio.

Ahora bien, los paradigmas son marcos de referencia que moldean la comprensión de la realidad. Estos marcos, producto de creencias y valores compartidos, determinan qué preguntas son relevantes, qué métodos son válidos y cómo interpretamos los resultados de las investigaciones.

Esta tesis doctoral se sitúa dentro del paradigma positivista con un enfoque cuantitativo, y el método hipotético deductivo, que busca priorizar los datos como elemento central de su argumentación. Basado en el positivismo, reconoce la uniformidad de los fenómenos, emplea la metodología hipotético-deductiva como forma de delimitación y sostiene que la concreción del dato resulta de procesos derivados de

la experiencia.

En lo que respecta al método de investigación, Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican que el método cuantitativo “implica la recopilación de datos con el fin de verificar hipótesis, apoyándose en mediciones numéricas y análisis estadístico para identificar tendencias de comportamiento y validar teorías”. Los aportes teóricos con un enfoque cuantitativo necesitan el uso de herramientas para recolectar datos, que luego se codifican, tabulan y analizan para llegar a conclusiones.

Estos procedimientos deben cumplir con criterios de validez y confiabilidad, tomando en cuenta la muestra seleccionada, los métodos de recolección de datos, las técnicas y herramientas utilizadas, y diversas medidas que garanticen el rigor científico y la claridad en la investigación.

Posición Metodológica

La rigurosidad metodológica es fundamental para garantizar la validez y la confiabilidad de los resultados de una investigación. Un diseño metodológico bien estructurado asegura que los datos reunidos sean relevantes y que las conclusiones obtenidas sean sólidas y de uso general. En relación con la tesis doctoral, se realizó una revisión bibliográfica que permitirá establecer una base teórica y conceptual. Esto se dirigirá hacia un diseño no experimental, de tipo de campo, con un nivel descriptivo. Esto admitirá no solo observar, sino también recolectar datos directamente de la realidad del objeto de investigación en su entorno cotidiano, para luego analizar e interpretar los resultados de estas investigaciones, sin manipular las variables del estudio.

Método de investigación

Método hipotético deductivo

Según Popper (1995), para que una teoría sea científica debe ser falsable, es decir, debe ser posible diseñar experimentos que podrían refutarla. De esta forma, toda teoría científica debe ser provisional y estar expuesta permanentemente a ser falseada.

Este método ha sido tradicionalmente considerado como el principal método de la actividad científica. Sin embargo, en las últimas décadas ha estado sujeto a revisiones y análisis críticos que buscan mejorar su comprensión.

Los autores que contribuyeron en este sentido fueron Rodríguez y Pérez (2017), en la mejor comprensión, de la estructura lógica del trabajo se presenta el método dialéctico como enfoque general, para luego desarrollar los conceptos de conocimiento empírico, racional y teórico que revelara las contradicciones existentes en la clasificación de los métodos de investigación analizando con precisión. Esto permite analizar con mayor detalle su funcionamiento.

Otro aspecto interesante es el de Aguilera (2013), quien analiza cómo se aplica el método, el cual no depende del propio investigador, sino de la persona que adquiere conocimiento, el cual tiene la libertad de decidir qué aspectos valorativos a considerar, escoge el tema a investigar y determina el conjunto de conceptos y la organización que empleará en la investigación, lo que resulta muy valioso para comprender el origen y el verdadero alcance de este enfoque.

Posteriormente, Sucari, Sucari, Calsin, Mamani-Condori, Choque-Copari y Gil (2024) aportan que estudiaron exhaustivamente las relaciones lógicas del método, en el cual se plantea crear una hipótesis basada en una teoría ya establecida, e investigar dicha hipótesis a través de pruebas, recolectando y analizando datos empíricos. Esto permite verificar si los datos desmienten la hipótesis, lo que podría llevar a su revisión o rechazo.

Por otro lado, De la Cruz (2020) menciona que el hipotético-deductivismo puede verse como una forma de comprender la ciencia, una filosofía para abordar investigaciones científicas o un método para verificar hipótesis. Esto implica establecer diferencias entre conceptos relacionados como la deducción y la hipótesis.

El diseño de la investigación se sitúa en un contexto donde se llevará a cabo la recolección de datos, que se realizará directamente en el entorno que se estudia, por esto se considera que la investigación de campo. Según el Manual de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2022), la investigación de campo se define como “el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el fin de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constitutivos, explicar sus causas y

efectos, o predecir su aparición”. Además, se señala que “Los datos de interés son recogidos de manera directa de la realidad” (p.18). En este contexto, Arias (2016) señala que la investigación de campo es: “aquel proceso donde se obtienen datos directamente de los sujetos objeto de estudio o del entorno donde suceden los hechos, sin alterar ni controlar ninguna variable, lo que significa que el investigador recoge información sin modificar las condiciones existentes” (p. 31).

En este caso, se refiere a los nadadores de Aguas Abiertas ubicados en Lima Perú.

Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo no experimental, debido a que con el mismo no se plantea la manipulación ni modificación de ninguna variable, solo se describen en la realidad los aspectos concernientes a la misma. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes” (p.158).

Contexto del estudio

El ámbito de investigación está ubicado en las instalaciones deportivas del Club Regatas Lima, en Perú. Este lugar alberga clubes que se dedican a la práctica de Aguas Abiertas, un entorno donde se congregan deportistas que compiten tanto a nivel nacional como internacional en esta disciplina. Por ello, se llevan a cabo diversas actividades enfocadas en optimizar tanto las capacidades físicas como mentales de los deportistas, con la meta de mejorar su desempeño en función de su ubicación y posición geográfica. Es aquí donde se llevó a cabo la investigación.

Población y Muestra

Los participantes de la investigación o sujetos de estudio son según Martínez, (2011), “las personas con conocimientos especiales, estatus y buena capacidad de información” (p. 86). De manera que, estos sujetos proporcionaran información valiosa para ahondar en el problema abordado. Para la selección de estos sujetos se tomará en cuenta que fueran afines a la situación investigativa.

En esta investigación se tomarán dieciséis (26) atletas que voluntariamente han decidido participar en el estudio, con diferentes años dentro de la actividad deportiva. Debido a que se trata de una disciplina emergente los atletas poseen entre seis y quince años practicando dicho deporte, siendo las edades dentro del rango de quince (15) a veintiún (22) años de edad, de ambos géneros, trece (13) mujeres y trece (13) hombres respectivamente.

Además, vale considerar otra población muestra que serían los entrenadores de aguas abiertas en Lima-Perú que será una población de doce (12) entrenadores de esta disciplina, donde se obtendrá muestra censal para todos los individuos, dado que la investigación abarcará a toda la población. Según lo mencionado por López y Fachelli, (2015) la muestra censal es cuando coincide con la población, así que esta categorización se aplica cuando la población es bastante reducida.

Sistema de variables

Las variables son descritas por Arias (2016) como “una cualidad o característica; cantidad o magnitud que puede cambiar y que es objeto de estudio, medición, manipulación o control en una investigación” (p. 57). Basándose en esta definición, las variables que se presentarán en este estudio se derivarán directamente de los objetivos específicos de la investigación.

Por otro lado, las variables necesitan ser operacionalizadas a partir de sus constructos teóricos para convertirlas en unidades de operación que se puedan medir usando los instrumentos que se apliquen. Así, se descompondrán en dimensiones e indicadores, y se representarán en una matriz de operacionalización de variables.

Consultar el modelo siguiente de matriz de operacionalización de variables en la tabla 2.

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables

Objetivo General:					
Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
Identificar el conocimiento de entrenadores	1	1		20	Cuestionario Dicotómico
Identificar el conocimiento de los atletas	1	1		20	Cuestionario dicotómico

Nota. Elaboración propia García (2024).

Técnicas e instrumentos de recolección de los datos

Una vez que se ha establecido la estrategia de la investigación, se llevará a cabo la elección y creación de las herramientas de medición más apropiadas para recopilar la información necesaria. La decisión sobre las herramientas dependerá de los objetivos específicos del estudio y de las características del grupo objetivo, con el propósito de asegurar la validez y la confiabilidad de los datos recolectados. Según Arias (2016), en ese momento se detallan las diferentes tareas a las que se someterán los datos obtenidos. Así, se describirá la metodología, que consistirá en una encuesta abierta para la recopilación de información destinada a un análisis e interpretación posteriores desde una perspectiva cuantitativa, utilizando un cuestionario como herramienta.

En este contexto, Palella y Martins (2010) sostienen que la encuesta, es una técnica diseñada para obtener información de varias personas cuyas opiniones son relevantes para el investigador, que, a diferencia de la entrevista, aquí se emplea un conjunto de preguntas escritas que son proporcionadas a los participantes, quienes las responden de manera anónima y por escrito.

Por lo que se indica que el cuestionario es una herramienta de investigación que se integra en la técnica de la encuesta. Que, debido a lo sencillo de utilizar, proporciona resultados inmediatos. Donde se integra una lista de preguntas; donde su diseño demanda un trabajo riguroso tanto en su forma como en su contenido y debe considerar diversos factores que le otorguen precisión y sistematicidad. Hernández, Fernández y Baptista (2014) indican que es probable que sea el instrumento más común para recoger datos y consiste en un conjunto de preguntas sobre una o varias variables a medir y según Arias (2016), el cuestionario es un recurso de investigación que facilita la recolección de datos de manera independiente, a través de un conjunto de preguntas estructuradas entregadas por escrito al cuestionario.

Logrando efectuar un diagnóstico en el entorno donde se desarrollan las experiencias deportivas de Aguas Abiertas, específicamente en los clubes que practican esta actividad en Lima, Perú, como se ha mencionado anteriormente, con el propósito de procesar los elementos relacionados con este estudio mediante estadísticas descriptivas para caracterizar las situaciones y expresar la calidad de los resultados obtenidos. El análisis de las variables se llevará a cabo para evaluar estos resultados de manera parcial, lo que permitirá una mejor comprensión global de la información, para formular juicios críticos y conclusiones que estén alineadas con los objetivos planteados inicialmente.

Dentro de las evaluaciones físicas se eligió el examen de motilidad ocular, creado por Eric Peterson, MSIV, BS. (2016) Este examen examina los seis músculos extraoculares que permiten mover el ojo hacia arriba y hacia abajo, a los lados, así como en las direcciones interocular y excicloocular. Estos músculos operan mediante una compleja interacción de acciones agonistas y antagonistas que controlan el movimiento ocular. Estas estructuras musculares tienen una mayor densidad de neuronas motoras por cada fibra en comparación con cualquier otro músculo del cuerpo, permitiendo así un control motor muy preciso y una alineación ocular perfecta.

La prueba determina el adecuado funcionamiento de los músculos oculares utilizando el modelo de motilidad en forma de "H", tal como se ilustra en la Figura 18. Las seis posiciones cardinales, junto con la mirada primaria, son especialmente efectivas para evaluar la motilidad ocular, dado que cada posición cardinal se genera en gran

medida por la acción de un músculo específico. Por ejemplo, la elevación del ojo desde la posición primaria se logra mediante el trabajo conjunto del recto superior y el oblicuo inferior. Sin embargo, cuando se eleva el ojo en abducción, esa acción se realiza principalmente gracias al recto superior; en contraste, la elevación en aducción depende en gran medida del oblicuo inferior. Asimismo, la depresión en abducción involucra exclusivamente al recto inferior, mientras que la depresión en aducción se enfoca en el oblicuo superior. La Figura 19 muestra las nueve posiciones con etiquetas que explican qué músculo o músculos se utilizan para cada posición específica.

Al examinar la motilidad, primero se observa la alineación ocular en la posición primaria y luego se guía el movimiento de los ojos en un patrón de "H", como se presenta en la Figura 19. Utilizando un objeto definido para este examen, se hace un patrón de "H" frente al deportista, indicándole que mantenga su cabeza estable. Asegúrese de alternar la observación entre el ojo izquierdo y el derecho.

Figura 18

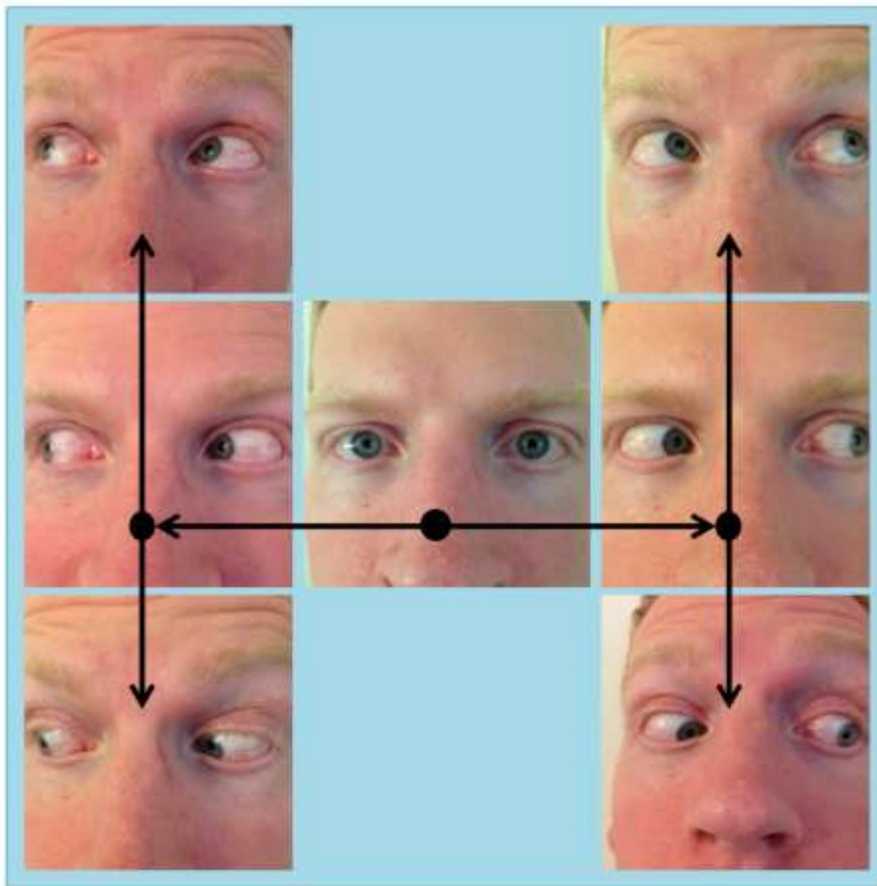
Posiciones de la mirada en los puntos cardinales



Nota: Tomado de Eric Peterson, ©2016

Figura 19

Patrón en “H” para la evaluación de la motilidad ocular



Nota: Tomado de Eric Peterson, ©2016.

Con relación a los test seleccionados para conocer el estado primario de los atletas con relación a su capacidad de orientación el mar (estado inicial de estimulación del GPS Cerebral), se buscó realizar pruebas lo más parecido al evento competitivo, en lo que se refiere a la direccionalidad al nadar en espacios abiertos, por lo que se programó dos tipos de test.

En el contexto del mar, los test de orientación espacial basado en el GPS cerebral tendrían como objetivo evaluar la capacidad de los individuos para orientarse y navegar en un entorno acuático, utilizando tanto el procesamiento visual y espacial como el uso de habilidades cognitivas asociadas con la navegación. Debido a que los deportistas en actividades acuáticas, como la natación en aguas abiertas, necesitan orientarse en

lugares donde no hay referencias fijas (a diferencia de los que se encuentran en tierra), este tipo de prueba valoraría sus habilidades mentales y físicas para seguir una dirección adecuada, modificar su ruta y hacer elecciones en circunstancias cambiantes. Aquí se presenta la estructura de los test aplicados para medir la orientación espacial en el mar.

Tabla 3
Estructura de los test aplicados

Tipos de Test	Descripción
<p>Test 1: Navegación en el Mar con Referencias altas</p>	<p>Este test mide la habilidad de un deportista para orientarse en el mar usando señales visuales elevadas a una altitud de 6 msnm y a una distancia horizontal de 150 metros. En una competencia, estos podrían ser barcos o referencias en el nivel del mar situadas en la costa. Se solicita al individuo que navegue en línea recta; y como el ambiente acuático es variable, la prueba analiza cómo el cerebro ajusta la navegación aprovechando su propio "GPS cerebral "</p> <p>Instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se marca el punto de partida y llegada en la mar ubicada a 150 mts lineales (punto de referencia alta). - En la evaluación, el deportista tiene que desplazarse siguiendo su ruta hacia estos indicadores visuales a 6 msnm. - Se le permite observar la referencia en dos ocasiones, para poder modificar de manera aleatoria sus giros y debe cambiar su rumbo sin perder el rumbo. - Se evalúa la exactitud en grados (°) con la que el deportista modifica su dirección y alcanza el destino de navegación. <p>Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GPS electrónico establece un diagrama de la ruta establecida por los atletas en el test. - Videgrabación para lograr insertar la ruta y poder calcular los grados (°) de desviación al punto de llegada. <p>Medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precisión: Qué tan cerca está el atleta de la trayectoria correcta, considerando los protocolos presentados, como cambios inesperados de corriente o viento durante la prueba. - Errores: Desviaciones o desvíos del recorrido trazado. - Neurociencia Subyacente: - El cerebro utiliza el hipocampo para crear mapas espaciales y almacenar información de navegación. El córtex parietal se encarga de la integración espacial y visual, mientras que el córtex motor guía las respuestas motoras para realizar ajustes de dirección.

Tabla 3. Cont.

Tipos de Test	Descripción
<p>Test 2: Navegación en el Mar con Referencias bajas</p>	<p>Este test evalúa la habilidad del atleta para mantener un rumbo constante en el mar a pesar de las condiciones variables, como las olas, las corrientes y la orientación de la luz solar. El atleta debe seguir una dirección dada, sin desviarse a una distancia horizontal lineal a 100 mts, mientras mantiene la percepción espacial de su orientación en el agua, con un punto de referencia a 0 msnm, con una boya de color fluorescente de 1 mts de diámetro.</p> <p>Instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se establece un objetivo (la boya ubicada a 0 msnm de color fluorescente a una distancia de 100 mts horizontales y en línea recta, en línea imaginaria que debe ser seguida en el agua). - El atleta debe nadar hacia el objetivo sin tener una guía visual constante, solo permitiendo visualizar en dos oportunidades la boya de referencia, confiando únicamente en su capacidad para orientarse. - Se mide la desviación del objetivo. <p>Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GPS electrónico establece un diagrama de la ruta establecida por los atletas en el test. - Videograbación para lograr insertar la ruta y poder calcular los grados (°) de desviación al punto de llegada. <p>Medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Precisión: Cuánto se desvía el atleta de la línea recta trazada hacia su objetivo, en grados (°) - Errores: Desviaciones causadas por no haber mantenido el rumbo debido a un mal cálculo de las condiciones del mar. - Neurociencia Subyacente: - El hipocampo se activa para almacenar el recuerdo espacial del destino y las posibles rutas. La corteza parietal ayuda a mantener la orientación espacial, mientras que el córtex motor ajusta las acciones motrices para mantener la dirección.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Estos test de orientación espacial en el mar, utilizando estos dos tipos de referencia basándose en el concepto de utilizar el "GPS cerebral", permiten evaluar habilidades cognitivas y motoras en condiciones extremas y cambiantes, como las que enfrentan los atletas en el mar.

Estas evaluaciones no solo miden la habilidad para seguir un rumbo específico,

sino también cómo se adapta el cerebro al medio acuático, activando diversas regiones cerebrales como el hipocampo, el córtex parietal y el córtex motor, que ayudan en la orientación, toma de decisiones y a la adaptación al cambio.

Luego de realizados los test y evaluar el estado primario del sistema orientativo del GPS cerebral, se procedió a realizar ejercicios de orientación en tierra para estimular la utilización del GPS cerebral, este proceso de estimulación tuvo una duración de 12 semanas (3 meses) con los siguientes protocolos de ejercicios en Tierra, que se presume ayudaría a estimular el GPS Cerebral en nadadores de aguas abiertas.

Como bien se sabe los nadadores de aguas abiertas necesitan desarrollar una buena orientación y navegación para competir de manera efectiva. Por lo que es importante realizar ejercicios en tierra que pueden ayudar a estimular el GPS cerebral de forma efectiva, con lo que indica el primer ejercicio de orientación:

Tabla 4
Ejercicios en tierra que pueden ayudar a estimular el GPS cerebral

Tipo de Ejercicio	Descripción
<p>Ejercicio 1: Orientación:</p>	<p>Este Ejercicio de visualización, ayuda para practicar desde la mente como sería una posible ruta y trayectorias en un mapa o en una pantalla. Donde el atleta puede imaginarse nadando en diferentes condiciones y visualizar la ruta que tomarías. evaluando la capacidad de un atleta para orientarse referencias visuales. Se observe detalladamente la pantalla de la tv viendo eventos competitivos que ruta tomaría para realizar un recorrido específico de la competición. Esto adapta al cerebro a la toma de decisiones sobre la ubicación espacial.</p> <p>Instrucciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se presenta diferentes videos en situaciones que requieran tomar una decisión de ruta, se pausa el video y se solicita que indique que decisión tomaría para la prueba observada. 2. Después de recibir la contestación por parte del atleta, se continúa con la transmisión del video, luego se lleva a cabo una comparación con retroalimentación en tiempo real. 3. La sesión tendrá una duración de aproximadamente 5 min diarios, supervisados y podrá ser ejecutado por lo atleta de forma individual de 10 a 15 min diarios. 4. La temporada de estimulación tendrá una duración de 12 semanas. <p>Neurociencia Subyacente:</p> <p>El cerebro utiliza el hipocampo para crear mapas espaciales y almacenar información de navegación. El córtex parietal se encarga de la integración espacial y visual, mientras que el córtex motor guía las respuestas cognitivas expresadas en palabras.</p>

Tabla 4. Cont.

Tipo de Ejercicio	Descripción
<p>Ejercicio 2: Percepción Espacial</p>	<p>Este ejercicio de percepción de distancias tiene como objetivo entrenar la habilidad de estimar distancias y percibir la profundidad, lo cual es muy provechoso para identificar la dirección que podría tomar. Puedes emplear conos o marcadores en el suelo para diseñar un recorrido y ejercitar la estimación de distancias. el ejercicio se realizó cambiando entre tener un ojo cerrado y el otro abierto, se puede valorar la habilidad de un atleta para ubicarse utilizando referencias visuales. Esto entrena al cerebro en la comprensión del espacio mediante el cálculo de distancias y profundidades.</p> <p>Instrucciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se presenta establece la ruta en un área abierta con conos o líneas divisorias en el piso. 2. Luego Se le solicita cerrar un ojo y realizar el recorrido con un trote suave tratando de mantenerse sobre la línea marcada. En una distancia de 25 mts lineales, ida y vuelta, para un total de 50 mts, luego se le solicita realizarlo con cambio de ojo el mismo recorrido. 3. La sesión se realizará con 2 veces 4 recorridos de 50 mts dos por cada ojo cerrado, con cambio intercalado. 4. Cada recorrido tendrá una duración de 45 seg y cada 4 recorrido tendrá un descanso macro de 1 min adicional, para un total por estimulación de 4 min por serie y de trabajo total 8 min. 5. La actividad se realizará con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, y la temporada de estimulación tendrá una duración de 12 semanas. <p>Neurociencia Subyacente: El cerebro utiliza el hipocampo para crear mapas espaciales y almacenar información de navegación. El córtex parietal se encarga de la integración espacial y visual, mientras que el córtex motor guía las respuestas motoras para realizar ajustes de dirección.</p>
<p>Ejercicio 3 Visión binocular 2D y 3D</p>	<p>Este ejercicio para mejorar la agudeza visual se realizó por medio de una herramienta utilizada en terapia visual para mejorar la coordinación binocular y la percepción de la profundidad. Por medio de este instrumento se realizan ejercicios que ayudan a los ojos a trabajar juntos de manera más eficiente. Esto entrena al cerebro para mantener la concentración, lo que en el deporte logra mejorar la visión periférica y la percepción de la profundidad.</p> <p>Neurociencia Subyacente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atención selectiva es la habilidad del cerebro para concentrarse en un estímulo particular La mientras obvia otros estímulos que no son pertinentes. Entrenando esta habilidad, obliga al atleta a fijarse en un punto concreto. - El procesamiento visual es la capacidad del cerebro de comprender y manejar información que se presenta visualmente. Lo que contribuye a mejorar la habilidad al forzar al atleta a interpretar información visual desde diversas distancias y en diferentes niveles de luz.

Tabla 4. Cont.

	<ul style="list-style-type: none">- La plasticidad neuronal se refiere a la capacidad del cerebro para modificar y adaptarse en función de las experiencias y el aprendizaje. Lo que se logra al solicitar al atleta que realice actividades visuales que sean desafiantes y variadas.- La corteza visual es el área del cerebro encargada de procesar datos visuales, que es efectiva para activar y entrenar esta región del cerebro, cuando el atleta maneja diversos tipos y complejidades de información visual.- Las redes neuronales como conjunto de neuronas que colaboran para procesar información. Son beneficiadas por entrenar y fortalecer estas redes neuronales que son clave en los procesos de visión y atención.
--	--

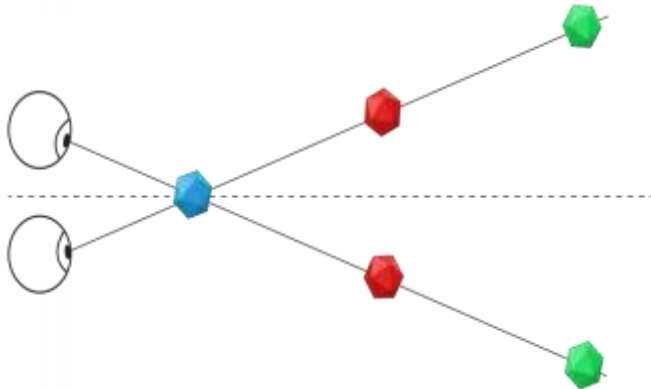
Fuente: Elaboración propia (2025).

En la tabla 4, se puede visualizar la importancia de entrenar a los atletas en situaciones que activen la orientación, la percepción espacial, el enfoque y la agudeza visual, este último, es el objetivo del entrenamiento con la cuerda de Brock, se busca que el atleta logre observar cómo se entrelazan las cuerdas justo en el punto en el que está enfocando su atención. Todo lo que esté antes o después de ese punto debería percibirse en duplicado. Si esto no sucede, es necesario trabajar con el atleta hasta que localice un lugar en el cordón donde pueda ver la imagen adecuada (dos cordones entrelazándose justo en el punto deseado). A partir de allí, empezará a mover gradualmente el punto más cerca, y luego más lejos, asegurándose de mantener siempre una alineación y fusión correctas. El fin es extender el rango desde ese punto hasta obtener una fijación visual normal a cualquier distancia.

Primera Fase: Al observar la primera cuenta (ver Figura 20), la persona debe notar una cuenta, dos cordones cortos dirigidos hacia ella y otros dos cordones largos que se alejan. En los cordones que se apartan de la cuenta, se deben ver tres pares de cuentas.

Figura 20

Primer ejercicio de la cuerda de Brock

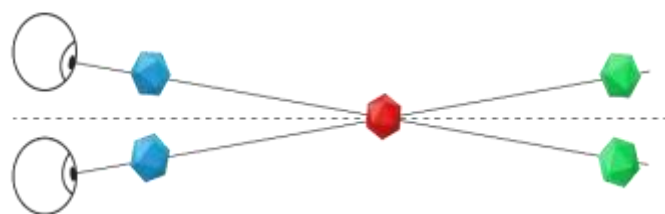


Nota: Tomado de Amblyoplay, manual de uso

Segunda Fase: A continuación, la persona debe enfocar la segunda cuenta (ver Figura 21), situada a aproximadamente medio metro de su nariz. Nuevamente, debería haber dos cordones que van hacia la cuenta y otros dos que se apartan de ella, formando una gran «X». Esto también indica que hay dos cuentas delante y dos detrás de la segunda cuenta.

Figura 21

Segundo ejercicio de la cuerda de Brock

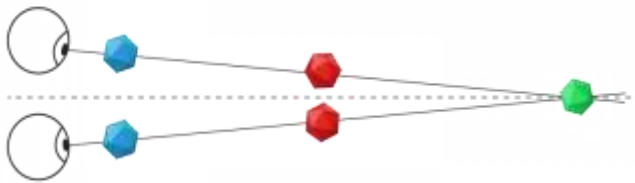


Nota: Tomado de Amblyoplay, manual de uso

Tercera Fase: Finalmente, se observó la primera de las dos últimas cuentas (ver Figura 22), se puede evidenciar cómo los dos cordones forman una «V» hacia la cuenta, cruzándose justo en este punto. Las dos cuentas más cercanas parecerán duplicadas. Además, el pomo de la puerta o el objeto al que esté sujeto el cordón también pueden aparecer dobles, siempre que haya suficiente separación entre este y la cuenta

Figura 22

Tercer ejercicio de la cuerda de Brock



Nota: Tomado de Amblyoplay, manual de uso

Por último, la actividad se llevó a cabo con una frecuencia de 4 a 6 sesiones semanales, durante un período de estimulación de 12 semanas. La práctica constante de ejercicios en tierra constituye una herramienta valiosa para potenciar el denominado "GPS cerebral" en nadadores de aguas abiertas. La realización regular de estos entrenamientos, complementados con el uso de tecnología, contribuye significativamente al desarrollo de habilidades de orientación y navegación. Una vez finalizada esta fase, se procedió a una reevaluación mediante dos pruebas específicas: el Test 1 de Navegación en el Mar con referencias altas y el Test 2 con referencias bajas, con el fin de evaluar el grado de mejora alcanzado por los atletas.

Validez y confiabilidad del instrumento

La validez, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se define como el nivel en que un instrumento efectivamente mide la variable que intenta evaluar. Este

concepto tiene diversas formas de evidencia. Existen evidencias relacionadas con el contenido, con el criterio y con el constructo.

La primera se relaciona con el grado en que un instrumento representa adecuadamente un campo específico del contenido que se evalúa. La segunda establece la validez de un instrumento al compararlo con algún criterio externo que mide lo mismo. La tercera, que probablemente es la más relevante desde un punto de vista científico, se ocupa de la capacidad de un instrumento para reflejar y medir un concepto teórico de manera efectiva.

Bohrnstedt, citado en Hernández y otros (2014), menciona que el nivel en que la medición representa el concepto o variable que se está midiendo. En este sentido, Ruiz (2003) señala que la validez de contenido busca determinar en qué medida los ítems de un instrumento son representativos del dominio o el conjunto de contenido de la propiedad que se desea evaluar.

Por ello, el instrumento será validado mediante el juicio de tres especialistas: dos doctores en educación, expertos en educación física y recreación, y un médico neurólogo, quienes podrán ofrecer sus observaciones sobre la presentación del instrumento, la claridad de los ítems, su pertinencia, relevancia y viabilidad. Sus sugerencias y comentarios serán tenidos en cuenta para la versión final del instrumento y su implementación.

En lo que respecta a la confiabilidad, se considera un objetivo importante en el proceso de calidad de la medición, que puede ser de tipo consistencia interna. Según Hammersley (1987), se refiere al grado de correlación entre los ítems de un instrumento. La consistencia interna se determina utilizando la fórmula 20 de Kuder-Richardson para escalas dicotómicas.

Así, la confiabilidad, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), se refiere al nivel en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto genera resultados idénticos. Esto implica que el instrumento debe ofrecer los mismos resultados al volver a medir la misma característica en condiciones semejantes.

La confiabilidad de un cuestionario es crucial para asegurar la validez de los resultados, y Sabino (2002) la define como la consistencia interna del instrumento y su capacidad para discriminar de manera constante entre un valor y otro. Este coeficiente

puede oscilar entre 0 y 1, y cuanto más cercano esté el valor de KR20 a 1, mayor será la consistencia interna de los ítems analizados. Si los ítems están correlacionados positivamente, la varianza de la suma de los ítems aumenta. Estos valores se pueden interpretar conforme a una escala ya establecida que se presenta en la Tabla 3.

Tabla 5

Escala práctica para interpretar el coeficiente de confiabilidad de un instrumento KR-20.

RANGO	MAGNITUD
0.00 – 0.05	Poca Confiabilidad
$0,50 < \alpha < 0,70$	Confiabilidad Moderada
$0,70 < \alpha < 0,80$	Confiabilidad Buena
$0,80 < \alpha < 0,90$	Confiabilidad Alta
$0,90 < \alpha < 1,00$	Confiabilidad Muy Alta

Nota. Tomado de Gliem y Gliem (2003), adaptado por García (2024).

Por otro lado, al recopilar información sobre la orientación en varias evaluaciones físicas, es fundamental conocer tanto el estado inicial como el final de los atletas en su habilidad para orientarse. Para determinar el grado de desorientación en los nadadores de aguas abiertas, es importante analizar los niveles de relación entre las variables que se emplearán. Para esto, se usará el coeficiente de correlación de Pearson, que, según Hernández y otros autores (2018), es una metodología estadística que ayuda a entender cómo se relacionan dos variables. Esta relación puede ser positiva, lo que significa que ambas variables se mueven juntas, o negativa, indicando que se desplazan en direcciones opuestas, considerando así una correlación negativa. También existe la posibilidad de que haya una relación lineal entre las variables, lo que se llamaría una correlación cero.

Es posible emplear la siguiente referencia: cuanto más se acerque el valor del coeficiente de correlación a +1 o -1, más fuerte será la conexión lineal entre las variables. Por lo tanto, un valor positivo sugiere que existe una relación directa (donde ambas variables aumentan o disminuyen al mismo tiempo), mientras que un valor negativo implica una relación inversa (cuando una variable se incrementa, la otra disminuye). Lo

que un valor cercano o igual a cero indica que no hay una relación lineal significativa entre las variables. A continuación, se presenta una tabla de valores que será útil para clasificar los resultados obtenidos en el coeficiente de correlación de Pearson en la tabla 6.

Tabla 6

Escala práctica para interpretar el coeficiente de correlación de Pearson.

RANGO	INTERPRETACION
$0,00 < r < 0,10$	Correlación Nula
$0,10 < r < 0,30$	Correlación Débil
$0,30 < r < 0,50$	Correlación Moderada
$0,50 < r < 1,00$	Correlación Fuerte

Nota. Tomado de Hernández, et al (2018), adaptado por García (2025).

Procedimientos de la Investigación

De acuerdo con el tipo de investigación se determinan las fases que han de llevarse a cabo a efectos de lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos, para ello se hace necesario, cubrir, cuatro (04) fases, que se describen de la siguiente manera:

Primera Fase: Recopilación y Análisis de Información. Se realizará una búsqueda sistemática de literatura especializada, incluyendo textos, guías y documentos oficiales, para identificar las teorías, investigaciones y enfoques más relevantes sobre el tema.

Segunda Fase: Diseño e implementación de la recolección de datos. En esta etapa se seleccionará la muestra de participantes, se diseñarán los instrumentos de medición y se aplicarán a los participantes seleccionados.

Tercera Fase: Análisis de Datos. Análisis e interpretación de los resultados. Se realizará un análisis detallado de los datos cuantitativos, utilizando técnicas estadísticas descriptivas, para interpretar los resultados y responder a las preguntas de investigación. Finalmente, se pasará a la elaboración de las conclusiones y recomendaciones.

Cuarta Fase: Generativa. Se llevará a cabo la construcción y validación empírica de un modelo teórico práctico sustentado en el GPS cerebral como alternativa de preparación táctica en atletas de nado en aguas abiertas.

Técnica de análisis e interpretación de los datos

Los datos que se recopilaron serán clasificados y examinados usando métodos estadísticos descriptivos, tales como tablas de frecuencia y medidas centrales. Los resultados que se obtengan se analizaron dentro del marco teórico y se confrontarán con los descubrimientos de investigaciones anteriores. Este análisis ayudará a identificar patrones y tendencias significativas que permitan responder las preguntas de investigación.

En este sentido, Bavaresco (2001) menciona que el investigador deberá llevar a cabo todo un proceso sistematizado, que parte de clasificar los datos, de tal forma que le sea fácil su estudio. Para llevar a cabo este proceso, el investigador puede utilizar diferentes métodos, siendo la estadística descriptiva uno de los más comunes y, por lo tanto, el elegido para esta investigación.

En lo que se refiere a la estadística descriptiva, Gómez (2003) la describe como una parte de la estadística cuyo objetivo es examinar a todos los individuos de un conjunto para luego de caracterizar e interpretar numéricamente la información obtenida. La meta fundamental del análisis descriptivo es condensar y resumir los datos recogidos, buscando ofrecer una visión clara y precisa de las características de la muestra y, por ende, inferir las características de la población de la que proviene.

Sobre las tablas, Gómez (ob. cit.) donde indica que las tablas estadísticas consisten en un conglomerado de datos estructuradas. Las tablas de frecuencia son fundamentales para resumir y delinear la distribución de los datos. Al organizar los valores junto con sus respectivas frecuencias, estas tablas permiten detectar patrones, tendencias y características importantes de la muestra, lo que facilita su interpretación y análisis posterior.

Palella y Martins (2010) sostienen que la distribución de frecuencia es la forma más sencilla de describir cada variable. Supone establecer cuántas respuestas hay en cada categoría para la variable. La información reunida se estructura en tablas para hacer más fácil su análisis y exhibición. Las tablas de frecuencia serán útiles para reconocer patrones y tendencias en los datos de manera clara y simple. Rodríguez (2008) menciona que esto se lleva a cabo con apoyos visuales que sirven para crear

vínculos entre los datos, expresadas con esquemas numéricos, figuras, representaciones o palabras. Estas herramientas serán usadas para proporcionar al lector una mejor comprensión de la información.

Así es como se procede a la creación de los gráficos estadísticos, que según Gómez (ob. cit.) son el dibujo del contenido de las tablas estadísticas, para que la información de estos se observe a simple vista. Con relación a los gráficos que se utilizarán en el presente estudio, estos podrán ser del tipo barra.

Para Palella y Martins (ob. cit.), un gráfico de barras, conocido también como gráfico de columnas, es una representación visual formada por barras rectangulares cuya longitud se relaciona directamente con los valores que simbolizan. Los gráficos de barras sirven para contrastar dos o más valores, y las barras pueden estar posicionadas de forma vertical o horizontal. Para mostrar los resultados de una manera más clara, se emplearán gráficos circulares. Estos diagramas facilitarán la comparación visual de la distribución de frecuencias de cada variable, lo que hará más fácil identificar patrones y tendencias.

Después de esta representación, se llevará a cabo un análisis e interpretación de los resultados, lo cual, según Palella y Martins (ob. cit.), es el momento en el que la realidad se puede comprender al examinar las características de la experiencia como un medio para entender la esencia del fenómeno. Es decir, se analizará cada elemento observando las características visibles del problema en investigación, teniendo en cuenta las variables y dimensiones pertinentes.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En el desarrollo de esta investigación, se pudieron verificar distintos elementos que abarcan el entendimiento de los deportistas y sus entrenadores acerca de la existencia del GPS cerebral y su aplicación en los deportes acuáticos, así como el modo en que se puede intervenir en la activación y optimización del sistema de orientación durante competencias deportivas, incluyendo una serie de pruebas físicas, para detectar una posible restricción visual como motivo de desorientación o pérdida temporal de referencias, luego se realizaron test prácticos que ayudaron a identificar su estado primario en el uso de esta habilidad orientativa, como el avance de estas capacidades y poder generar un modelo teórico-práctico sustentado en el GPS cerebral como alternativa de preparación táctica en atletas de nado en aguas abiertas.

Cuando se desarrolló los test, estos se realizaron en el espacio competitivo (mar) siendo de gran utilidad debido a la posibilidad de comprobar en el espacio adecuado el comportamiento de los atletas en la búsqueda de puntos de referencia, tanto en puntos elevados como en puntos ubicados a nivel del mar, estos datos brindaron gran información del cómo los atletas se desplazaban en el espacio y con utilización de medios tecnológicos como el GPS electrónicos se pudo describir de forma precisa su recorrido y observar la realidad de la forma, en que los atletas en estudio buscaban sus puntos de referencia. En este capítulo recopilamos toda la información de los cuestionarios para establecer gráficas y estadísticas del conocimiento de este tema en los entrenadores y atletas, Los cuestionarios estuvieron conformados por 20 preguntas dicotómicas con respuestas cerradas de “SI” y “NO”, analizados y validados por el método Küder Richardson, posterior a los cuestionarios se realizaron test físicos de motilidad ocular, con métodos validados de interpretación de los test, con el objetivo de identificar cualquier anomalía del atleta a nivel de la capacidad de los ojos para moverse de manera controlada y coordinada en diferentes direcciones.

Es una función esencial para lograr el enfoque adecuado, la alineación visual y el

mantenimiento de una visión binocular eficiente. Si los ojos no se mueven juntos de manera coordinada, las repercusiones pueden ser serias: visión doble, cansancio ocular, dolores de cabeza y dificultades con la percepción de la profundidad. Con el movimiento ocular, se extiende el campo visual efectivo, tanto para cada ojo por separado como para ambos, lo que posibilita mantener la imagen nítida en la fovea y conservar la alineación ocular, previniendo así la diplopía o la visión doble.

Realizados los cuestionarios y test físicos, se procedió a realizar los test de orientación que consistieron en realizar varios recorridos en distancias ya establecidas en el mar en espacios abiertos con punto de referencia altos y luego en distancia de recorrido establecidos en el mar con andariveles, con puntos de referencia bajos, lo que arrojó resultados interesantes sobre como los atletas reconocen las rutas para lograr el objetivo puntual de llevar a las referencias establecidas.

Todas estas evaluaciones fueron registradas para la confirmación de gráficas y estadísticas del comportamiento orientativo de los sujetos de estudio, posterior a la toma de datos iniciales se comenzó el proceso de control con diferentes actividades cuya función es la activación y mejoría de la capacidad orientativa, durante 12 semanas para al final realizar una valoración final del estado orientativo y comprobar la mejoraría del GPS Cerebral en esta población muestra.

Es así que en este capítulo se recabo toda la información necesaria para el entendimiento del comportamiento de los atletas en su estado primario y posterior a la aplicación de ciertas actividades que ayudaran a los atleta a desarrollar habilidades coordinativas y orientativas, que son un aspecto importante de la tesis de validar un modelos teórico practico para el desarrollo del GPS cerebral, que consistieron en ejercicios fuera del agua para lograr la activación de esta capacidad de orientación y que luego, se logró realizar la transferencia para poder comparar el estado primario y final de los atletas sometidos a esta propuesta y poder validar dicho modelo.

El Cuestionario

Se llevó a cabo la recolección del cuestionario dirigido a los entrenadores para determinar el grado de conocimiento que tienen sobre el GPS Cerebral. De esta manera, se llevó a cabo un diagnóstico en el entorno en el que se desarrollan las experiencias

deportivas de Aguas Abiertas, específicamente en los clubes y en los eventos donde se practica esta modalidad en Lima, Perú. El objetivo es procesar, a través de la estadística descriptiva, los aspectos relacionados con este estudio para caracterizar las situaciones y reflejar la calidad de los hallazgos de la investigación. El análisis de las variables se realizará para evaluar estos resultados de manera parcial, lo que permitirá una mejor comprensión global de la información, facilitando así la emisión de juicios críticos y conclusiones relevantes a los objetivos planteados inicialmente.

El cuestionario estuvo compuesto por 20 preguntas formuladas de tal manera que todas fueran de tipo dicotómico cerrado, con el propósito de conocer de manera precisa el conocimiento que tienen tanto los atletas como los entrenadores sobre el significado del GPS Cerebral y su relevancia en la disciplina de aguas abiertas, con el fin de mejorar el manejo en las competencias.

Los entrenadores

Cuando se ejecutó la toma de datos a los entrenadores, fue realizada durante un evento nacional de gran importancia, ya que sería clasificatorio para un evento mundial de aguas abiertas en Budapest 2025, lo que generó un ambiente idóneo para la toma de datos de este instrumento. En esta válida nacional de la disciplina de aguas abiertas, se encontraban en su totalidad, los entrenadores involucrados en la disciplina deportiva, lo que daría la información completa y fiel de las preguntas en cuestión, debido a lo complejo de reunir a todos los entrenadores a nivel nacional, el protocolo fue primero dirigirme a las autoridades nacionales para indicarles sobre la necesidad de informar a los entrenadores sobre el proceso investigativo que se llevaría a cabo, se procedió a reunir a los entrenadores para informar sobre la intención investigativa y además sobre la importancia que sería para ellos en su desempeño deportivo, para posterior proceder a la entrega a los 12 entrenadores en físico de los cuestionarios, donde estaban todos los niveles de experiencia en esta área deportiva, luego de unos minutos se procedió a la recopilación del material del cuestionario resultó. Asimismo, se les solicitó el permiso pertinente para poder realizar el mismo proceso a sus atletas. Con el siguiente resultado en la tabla 7:

Tabla 7
Cuestionario de los entrenadores

N°	Preguntas	Resp.	Entrenadores												Subtotal
1	Conoce o has escuchado el termino GPS cerebral.	SI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
		NO	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11
2	En su conocimiento piensa que el GPS cerebral podría ser una herramienta útil para mejorar el rendimiento deportivo de los atletas en aguas abiertas.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3	Considera que los entrenadores deben estar capacitados para mejorar el rendimiento de los atletas a través del GPS cerebral.	SI	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
		NO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	El GPS cerebral puede ser utilizado para medir el nivel de atención mental de los nadadores durante entrenamientos de larga distancia.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
5	Puede el GPS cerebral ayudar a los nadadores a mejorar su concentración durante una competencia en aguas abiertas.	SI	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10
		NO	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
6	Considera que los beneficios del GPS cerebral son evidentes durante entrenamientos de resistencia en aguas abiertas.	SI	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
		NO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
7	Puede el GPS cerebral ayudar a los entrenadores a personalizar los planes de entrenamiento de los atletas.	SI	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10
		NO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2

Tabla 7. Cont.

8	Considera que el GPS cerebral es una herramienta eficaz para monitorear la motivación y el estado emocional de los nadadores.	SI	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	9
		NO	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
9	Opina usted que el GPS cerebral tiene aplicaciones específicas para la mejora de la toma de decisiones en situaciones de competencia en aguas abiertas.	SI	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
		NO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
10	Cree usted que los entrenadores deben enseñar a los nadadores cómo interpretar y utilizar el GPS cerebral en sus entrenamientos.	SI	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10
		NO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11	Considera que el GPS cerebral permite realizar un seguimiento de la fatiga cognitiva que experimentan los atletas durante los entrenamientos o competencia en aguas abiertas.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Podría el GPS cerebral puede ayudar a los entrenadores a evaluar las respuestas emocionales de los nadadores durante entrenamientos intensos en aguas abiertas.	SI	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
		NO	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
13	Los entrenadores de aguas abiertas deberían tener conocimiento profundo sobre el GPS cerebral para aplicarlo en sus programas de entrenamiento para mejorar el rendimiento.	SI	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
		NO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14	Cree usted que el GPS cerebral ayuda a los entrenadores a identificar áreas específicas del cerebro que necesitan más trabajo para mejorar la eficiencia en los nadadores.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
15	Piensa que el GPS cerebral tiene un impacto positivo en la toma de decisiones de los atletas y ayuda a los entrenadores a ajustar los entrenamientos de acuerdo con el estado mental de los nadadores.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Tabla 7. Cont.

16	Considera que los datos obtenidos del GPS cerebral pueden mejorar la planificación táctica de los nadadores durante competencias en aguas abiertas.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Cree usted que el GPS cerebral permite evaluar la conexión entre la mente y el cuerpo durante las actividades en aguas abiertas.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
18	De acuerdo a su conocimiento, piensa que el GPS cerebral es una herramienta relativamente nueva y poco utilizada en el ámbito de las aguas abiertas.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Considera que los entrenadores deben conocer cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a mantenerse concentrados en ambientes cambiantes como los del mar.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
20	Piensa usted que el GPS cerebral facilita la creación de estrategias de entrenamiento mental para los nadadores de aguas abiertas.	SI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
		NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia (2025).

En esta tabla 7 se pudo observar los niveles de respuesta ítems a ítems, y su conformación según la respuesta de carácter dicotómicas, la resolución del cuestionario duro aproximadamente 20 min, con lo que los entrenadores pudieron realizarlo de forma calmada y ofrecer respuesta que se ajustaran a sus realidades, procediendo a realizar la tabla 6 resumen de los datos obtenidos en los cuestionario, simplificando las respuestas de forma binaria, donde la respuesta SI es el numero “1” y la respuesta NO es el muerdo “0”

En la tabla 8, se presenta los valores obtenidos en los cuestionarios realizados a

los entrenadores, donde se realizó el análisis correspondiente de confiabilidad del instrumento por medio de Küder Richardson

Tabla 8
Resumen del cuestionario de los entrenadores

Entrenadores	Preguntas																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	15
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
3	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	15
4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
6	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
9	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	13
10	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	14
11	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
12	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Totales	1	11	11	11	10	10	10	0	10	10	12	10	11	11	11	12	11	12	11	12	197

Nota: Donde Si =1; No=0

De acuerdo con la recopilación de la información obtenida, se puede señalar que respecto al primer punto sobre el grado de conocimiento del término GPS cerebral, el 8.33% de los entrenadores afirma estar familiarizado con dicho término, mientras que un 91.66% indica no conocerlo, lo que resalta la necesidad de llevar a cabo un proceso de investigación. En el segundo punto, al cuestionar si creen que el GPS cerebral podría ser una herramienta valiosa para mejorar el rendimiento de los atletas en aguas abiertas, el 91.66% de los entrenadores expresa que, sí, sería útil para mejorar el rendimiento, mientras que el 8.33% opina que no, al no considerarlo útil o no conocer su impacto.

En el tercer punto, se establece que los entrenadores deben recibir formación para potenciar el rendimiento de los atletas usando el GPS cerebral, resultando que el 91.66% indica la necesidad de capacitarse en el uso de esta herramienta para elevar la calidad

deportiva de los atletas, lo que respalda el trabajo investigativo de esta tesis doctoral, mientras que el 8.33% considera que no es necesario.

En el cuarto aspecto, al preguntarse si el GPS cerebral puede emplearse para evaluar el nivel de atención mental de los nadadores durante entrenamientos de larga distancia, el 91.66% de los entrenadores opina que es importante usar esta herramienta para medir el enfoque de los atletas en la orientación, y únicamente el 8.33% señala que no es importante o no tiene conocimiento al respecto.

En la consulta del quinto punto, respecto a si el GPS cerebral puede asistir a los nadadores en mejorar su concentración durante competencias en aguas abiertas, el 83.33% de los entrenadores indicó que consideraban que sería muy útil para incrementar la concentración de los nadadores, mientras que el 16.66% señala no tener conocimiento o no cree que sea esencial para aumentar la concentración.

En el sexto punto, donde se indagó si se podían observar los beneficios del GPS cerebral durante los entrenamientos de resistencia en aguas abiertas, el 83.33% de los encuestados afirmó que sí eran evidentes en el entrenamiento de resistencia los comportamientos direccionales en el agua, mientras que el 16.66% respondió que no se notaban. Al preguntar en el séptimo punto si el GPS cerebral puede ayudar a los entrenadores a personalizar los planes de entrenamiento de los atletas, el 83.33% respondió afirmativamente, indicando que podría facilitar la planificación de entrenamientos basados en las capacidades de orientación espacial de forma individualizada, mientras que solo el 16.66% expresó que no ayudaría o no sabe. Luego, en el octavo punto, se les pidió su perspectiva sobre si piensan que el GPS cerebral es una herramienta efectiva para monitorear la motivación y el estado emocional de los nadadores.

El total de los encuestados respondió que no creen que el GPS cerebral ayude a evaluar y seguir estas condiciones emocionales. En la pregunta 9, se indagó si el GPS cerebral podría tener usos específicos para mejorar la toma de decisiones en competencias en aguas abiertas. El 83.33% de los entrenadores afirmaron que podría ser un recurso valioso en esos contextos, mientras que solo el 16.66% opinó que no sería útil o que no estaba seguro de su efectividad. En la pregunta número 10, se consultó si creían que los entrenadores deberían instruir a los nadadores sobre cómo interpretar y

usar el GPS cerebral durante sus entrenamientos. La mayoría, en un 83.33%, consideró fundamental que los deportistas aprendan a interpretar y usar esta herramienta cognitiva, mientras que el 16.66% opinó que no era necesario o que no tenía una opinión al respecto.

En la pregunta 11, se pidió a los encuestados que opinaran sobre si el GPS cerebral permite monitorear la fatiga mental que sufren los atletas durante sus entrenamientos o competencias en aguas abiertas, y el total de entrenadores (100%) consultados afirmaron que esta herramienta es útil para ese fin. Un entrenador, en particular, comentó que cuando los atletas se sienten cansados en las competencias, tienden a perder tanto la concentración como la orientación en el nado, y todos los encuestados coincidieron con esta afirmación.

Luego, en la pregunta 12, se indagó si el GPS cerebral podría ayudar a los entrenadores a analizar las respuestas emocionales de los nadadores durante entrenamientos intensos en el agua. Y un 83.33% de los entrenadores opinó que puede ser de utilidad para evaluar respuestas emocionales en situaciones, tales como la pérdida de control, mientras que un 16.66% dijo que no sería útil o que no sabía.

En la pregunta 13, se preguntó a los entrenadores si deberían tener un conocimiento profundo del GPS cerebral para incorporarlo en sus planes de entrenamiento con el fin de optimizar el rendimiento. Un 91.66% expresó que es crucial que los entrenadores comprendan a fondo cómo funciona y cómo se puede aplicar en la disciplina de aguas abiertas, mientras que solo el 8.33% opinó que no es necesario o que no estaba seguro.

En la pregunta 14, se solicitó a los entrenadores su opinión sobre si el GPS cerebral podría ser útil para identificar áreas del cerebro que requieran más entrenamiento para mejorar la eficacia en los nadadores. Un 91.66% de ellos afirmó que sí, podría señalar las áreas del cerebro que hay que activar, lo cual está relacionado con tener un conocimiento más extenso del GPS; por otro lado, solo un 8.33% consideró que no es de ayuda o que no sabe.

En la pregunta 15, se les consultó si pensaban que el GPS cerebral influye positivamente en la toma de decisiones de los atletas y ayuda a los entrenadores a adaptar los entrenamientos según el estado mental de los nadadores. Un 91.66%

respondió que sí, resaltando que, si el atleta cuenta con una mejor orientación durante la competencia, se promueve también un aumento en su seguridad emocional, lo que genera un efecto positivo en la asunción de retos competitivos, y solo el 8.33% señaló que no tiene un impacto positivo o que no sabe.

En la pregunta 16, se les pidió que consideraran si los datos obtenidos del GPS cerebral pueden optimizar la planificación táctica para los nadadores en competencias de aguas abiertas, y el 100% coincidió en que, al registrar y comparar datos durante los eventos, se pueden establecer mejores tácticas de planificación.

Posteriormente, en la pregunta 17, se preguntó si el GPS cerebral ayuda a evaluar la conexión entre mente y cuerpo durante actividades en aguas abiertas. Un 91.66% estuvo de acuerdo en que esta evaluación es clave para comprender qué tan bien se toma decisiones rápidamente y cómo el cuerpo responde a la actividad cerebral, así como el nivel de concentración, mientras que un 8.33% opinó que no es útil para evaluar o que no sabe.

En la pregunta 18, se solicitó la perspectiva del entrenador sobre si el GPS cerebral es una herramienta relativamente reciente y poco utilizada en el ámbito de las aguas abiertas, y el 100% estuvo de acuerdo en que, efectivamente, es una herramienta nueva y escasamente empleada en dicho campo.

En la pregunta 19, se consultó si creían que los entrenadores deberían entender cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a conservar la concentración en entornos cambiantes como el mar. Un 91.66% expresó que es importante profundizar en este tema y mostró interés en aprender más sobre el asunto, mientras que solo el 8.33% dijo que no era necesario o que no sabía.

Finalmente, en la pregunta 20, se indagó si consideraban que el GPS cerebral facilita el desarrollo de estrategias de entrenamiento mental para los nadadores de aguas abiertas, y el 100% de los entrenadores coincidió en que sí, reforzando la necesidad de que los entrenadores se informen más sobre el GPS cerebral y puedan ofrecer herramientas efectivas a los atletas para mejorar sus tácticas en competencias.

En la tabla 7 se realizó los cálculos para establecer el nivel de confiabilidad del instrumento, de acuerdo a la formulas KR20, donde de acuerdo a los cálculos obtenidos se pudo establecer que el instrumento tenía una confiabilidad buena.

Tabla 9
Confiabilidad de Küder Richardson KR20

p	0.08	0.92	0.92	0.92	0.83	0.83	0.83	0	0.83	0.83	1	0.83	0.92	0.92	0.92	1	0.92	1	0.92	1	
q	0.92	0.08	0.08	0.08	0.17	0.17	0.17	1	5.31	0.17	0	0.17	0.08	0.08	0.08	0	0.08	0	0.08	0	
P*q	0.08	0.08	0.08	0.08	0.14	0.14	0.14	0	4.42	0.14	0	0.14	0.08	0.08	0.08	0	0.08	0	0.08	0	5.80
Σp _j q _j												1.52									
K= N° items												20									
σ ²												5.79									
KR20												0.78 Confiabilidad Buena									

La Fórmula 20 de Küder-Richardson es la siguiente:

$$KR-20 = (k / (k-1)) * (1 - \Sigma p_j q_j / \sigma^2)$$

Dónde:

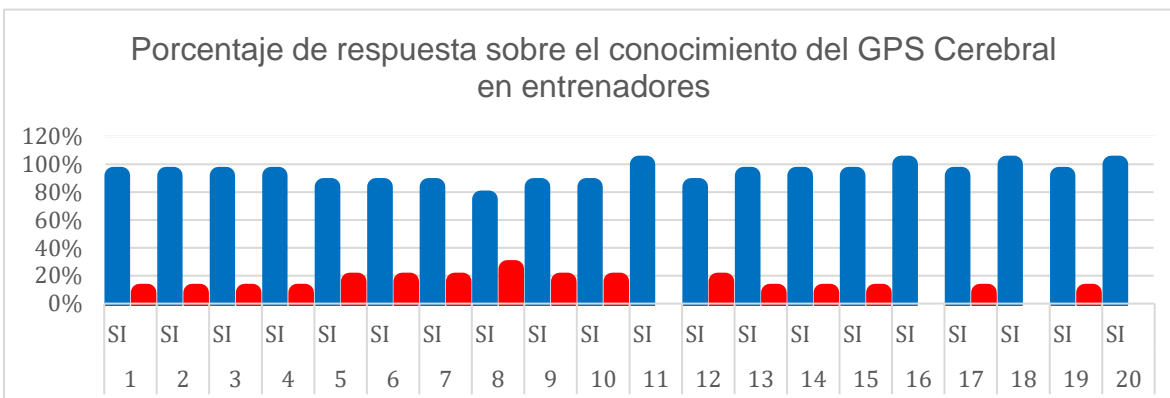
- **k:** Número total de preguntas
- **p_j:** Porcentaje de individuos que respondieron SI a la pregunta j
- **q_j:** Porcentaje de personas que respondieron NO a la pregunta j
- **σ²:** Varianza de las puntuaciones de todos los individuos que tomaron la prueba

Al aplicar la confiabilidad de Küder-Richardson KR20, de los datos obtenidos, podemos constatar que el instrumento aplicado cumple con la rigurosidad que se requiere para una tesis doctoral encontrándose en 0,78 de la escala, posicionándose como un instrumento de confiabilidad buena, lo que nos ayuda a confiar en los datos obtenidos sobre el nivel de conocimiento de los entrenadores, sobre la existencia del GPS cerebral.

Luego al graficar los resultados obtenidos en el cuestionario se puede observar que en la gráfica 1 que el gran porcentaje de entrenadores conoce sobre el tema del GPS cerebral, además de observarse que existe una gran necesidad de información sobre el tema, siendo un indicativo que los entrenadores aun cuando conocen sobre la existencia del GPS Cerebral, no poseen las herramientas para transferir dicha información a los atletas y como poder evaluar y controlar los avances que se tienen en la aplicación de este sistema orientativo.

Gráfica 1

Porcentaje de respuesta sobre el conocimiento del GPS Cerebral en entrenadores



Fuente: Elaboración propia (2025).

Los atletas

El espacio idóneo para agrupar a los atletas y solicitar la elaboración del cuestionario, es un evento competitivo, pero en ese escenario competitivo debido a los preparativos previos al evento, no resulta el más adecuado para la toma de datos de los atletas, ya que se encuentran en antesala del evento deportivo, por lo que se les ofreció la opción de realizar el cuestionario por medio del sistema online, en una herramienta tecnológica de Google, como es la Google form, que se genera un Link que ahí los atletas realizan sus respuestas y se logra el objetivo de conocer la realidad del conocimiento de los atletas sobre tema, lo interesante de esta herramienta es que podría llegar a más personas, que de una u otra manera han realizado este actividad a nivel competitivo, haciendo la muestra para este instrumento más grande y a su vez más significativo sobre el conocimiento que tienen los atletas, sobre el GPS cerebral y su repercusión en el deportes de las aguas abiertas.

Logrando la siguiente relación de respuesta en la tabla 8, haciendo un desglose ítems a ítems, y su conformación según la repuesta de carácter dicotómicas, el cuestionario duraría lo que el atleta requiriera para realizarla, con lo que los atletas pudieran realizarlo de forma calmada y ofrecer respuesta que se ajustaran a sus realidades.

Tabla 10

Resultados del cuestionario de los atletas

Nº	Preguntas	Resp.	Atletas																										Sub Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	Conoces que es el GPS cerebral.	Si	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		No	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
2	Conoces cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a optimizar su rendimiento en pruebas largas.	Si	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
		No	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
3	El GPS cerebral es útil para medir la capacidad de toma de decisiones en situaciones de alta presión durante las competiciones en aguas abiertas.	Si	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	14
		No	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	12
4	Has utilizado el GPS cerebral en entrenamientos o competiciones de aguas abiertas.	Si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
		No	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
5	El GPS cerebral puede evaluar el estado de fatiga mental de un nadador durante un entrenamiento en aguas abiertas.	Si	1	0	1		1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	12
		No	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	14
6	El GPS cerebral permite controlar los niveles de ansiedad, pudiendo tener el control de la situación de entrenamiento y de competencia en nadadores de aguas abiertas.	Si	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	9
		No	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	17
7	El GPS cerebral ayuda a los atletas de aguas abiertas a optimizar sus tiempos de recorrido debido a una adecuada orientación en las competencias de aguas abiertas.	Si	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	11
		No	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	15

Tabla 10. Cont.

8	El uso de GPS cerebral ayuda a mantener la motivación durante entrenamientos largos en el mar.	Si	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	8	
		No	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	18	
9	Los beneficios del GPS cerebral son más evidentes durante las competencias de larga distancia en aguas abiertas.	Si	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	9	
		No	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	17	
10	El GPS cerebral permite entrenar la capacidad de concentración en condiciones adversas, como las que se enfrentan en aguas abiertas.	Si	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	11	
		No	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	15
11	Entiendo cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a adaptarse mejor a los cambios en las condiciones del agua (corrientes, temperatura, etc.).	Si	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	8	
		No	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	18
12	El GPS cerebral puede ayudar a los atletas a mantener un ritmo constante durante pruebas de resistencia en aguas abiertas.	Si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	7	
		No	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	19
13	Has recibido entrenamiento sobre cómo utilizar el GPS cerebral en el contexto de las aguas abiertas.	Si	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
		No	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	23
14	Consideras que el GPS cerebral es una herramienta esencial para los atletas que compiten en maratones de natación en aguas abiertas.	Si	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	18
		No	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	8

Tabla 10. Cont.

15	Los resultados de cómo utilizar el GPS cerebral pueden ayudar a los entrenadores a personalizar los entrenamientos de los atletas en aguas abiertas.	Si	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	23
		No	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
16	El GPS cerebral puede ayudar a evaluar y controlar el estrés mental que experimentan los atletas durante una competencia de larga distancia.	Si	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	20
		No	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
17	El GPS cerebral contribuye a la mejora de la capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes de las aguas abiertas.	Si	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	20
		No	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	6
18	El GPS cerebral es una herramienta relativamente nueva y no está tan difundida en el ámbito de las aguas abiertas.	Si	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
		No	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	22
19	Entiendo cómo el GPS cerebral puede influir en la preparación psicológica de los nadadores antes de una competencia en aguas abiertas.	Si	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	17
		No	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	9
20	El GPS cerebral permite a los nadadores realizar un seguimiento más preciso de su estado mental y rendimiento durante sus entrenamientos en aguas abiertas.	Si	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	19
		No	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	7

Fuente: Elaboración propia (2025).

Aquí se presenta los resultados obtenidos del cuestionario de 26 atletas, que gracias a la herramienta tecnológica se pudo llegar a más atletas en menor tiempo, procediendo a realizarse una tabla 9 resumen de los datos obtenidos en el cuestionario, simplificando las respuestas de forma binaria, donde la respuesta SI es el numero “1” y la respuesta NO es el muero “0”, en esta tabla resumen se aplicaron los análisis estadísticos para determinar la confiabilidad del instrumento por medio de Küder Richardson KR20:

Tabla 11
Resumen del cuestionario de los atletas

Atleta	Preguntas																				Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	9
3	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	10
4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	8
5	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	9
6	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	9
7	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	9
8	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	7
9	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	11
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	5
11	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	13
12	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	15
13	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	10
14	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	5
15	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	10
16	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	10
17	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	8
18	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	10
19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	8
20	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	7
21	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
22	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	7
23	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	8
24	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	6
25	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	11
26	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	11
Totales	5	6	14	1	12	9	11	8	13	11	8	7	3	19	23	20	20	4	17	19	230

Nota: Donde SI=1; No=0
Fuente: Elaboración propia (2025).

Según la información recopilada, se puede mencionar que, sobre el primer aspecto relacionado con el conocimiento del GPS cerebral, un 19.23% de los atletas dice estar familiarizado con este concepto, mientras que un 80.77% afirma no tener conocimiento al respecto. Esto pone de manifiesto la carencia de información en este tema, lo cual motivó la investigación de esta tesis doctoral. En el segundo aspecto, al preguntar sobre si el GPS cerebral podría ayudar a los nadadores a mejorar su rendimiento en pruebas de larga distancia, el 23.07% de los atletas manifestó que sí, que podría ser beneficioso, mientras que el 76.93% considera que no, dado que no ve su utilidad o desconoce su efecto.

En el tercer aspecto, se indagó si los deportistas pueden utilizar el GPS cerebral para evaluar su habilidad de toma de decisiones en momentos de alta presión en competencias de aguas abiertas, y el 53.84% de los encuestados aseguró que sí podría servir para esto, mientras que el 46.16% opinó que no es necesario o no sabe cómo hacerlo.

En el cuarto punto, al consultar si han empleado el GPS cerebral en entrenamientos o competencias en aguas abiertas, solo un 3.84% de los atletas respondió que lo han usado para orientación, en contraste con el 96.16% que indicó que no lo han utilizado o no tiene información al respecto. En relación al quinto aspecto, sobre si el GPS cerebral podría medir la fatiga mental de un nadador en un entrenamiento en aguas abiertas, el 46.16% cree que sería beneficioso evaluar la fatiga mental y aprender a manejarla para no perjudicar su rendimiento en la competencia, mientras que el 53.84% afirma que no sabe cómo evaluar esto o no piensa que sea crucial.

Por último, en el sexto aspecto, se preguntó si el GPS cerebral facilita el control de los niveles de ansiedad, permitiendo gestionar la situación tanto en entrenamientos como en competencias para los nadadores en aguas abiertas. El 34.61% de los encuestados indicó que sí ayuda a gestionar la ansiedad, brindando control sobre los entrenamientos y competencias, mientras que el 65.39% afirmó que no tiene control sobre la ansiedad o que no lo sabe.

En la séptima pregunta, se indagó si el GPS cerebral asiste a los deportistas de aguas abiertas a mejorar sus tiempos debido a una mejor dirección en las competencias, donde el 42.30% contestó que sí, sugiriendo que podría facilitar la orientación adecuada,

en contraste con el 57.70% que manifestó que no sería útil o que no está seguro. A continuación, en el octavo punto, se solicitó su opinión acerca de si el uso de GPS cerebral ayuda a preservar la motivación durante largas sesiones de entrenamiento en el mar. Los atletas respondieron un 30.76% que sí es probable que ayude a mantener la motivación durante una competencia, ya que una correcta dirección mejora la eficiencia, mientras que el 69.24% cree que no es de ayuda o no tiene certeza.

En la novena pregunta, se preguntó si los beneficios del GPS cerebral son más claramente visibles en competencias de larga distancia en aguas abiertas. El 50% de los competidores aseguró que sí son evidentes las ventajas del uso del GPS cerebral, mientras que el otro 50% opinó que no son evidentes o que no estaban seguros de su eficacia. En la décima pregunta, se cuestionó si el GPS cerebral permite entrenar la concentración en condiciones difíciles, como las que se presentan en aguas abiertas. Aquellos que respondieron, en un 42.30%, creyeron que contribuye a la concentración en situaciones desfavorables, mientras que un 57.70% pensó que no ayuda en el entrenamiento de la concentración o no tenía una opinión al respecto.

En la pregunta 11, se planteó a los participantes si comprenden de qué manera el GPS cerebral puede facilitar a los nadadores la adaptación a variaciones en las condiciones del agua (como corrientes y temperatura) y el 30.76% manifestó que sí entienden cómo el GPS cerebral podría ayudarles a ajustarse a esos cambios, mientras que el 69.24% señaló que no piensa que ayude en esta adaptación o no sabe de qué manera podría hacerlo.

Más adelante, en la pregunta 12, se preguntó si el GPS cerebral podría asistir a los deportistas en la conservación de un ritmo constante en competencias de resistencia en aguas abiertas. Un 26.92% de los deportistas consideró que podría ser beneficioso para mantener un ritmo uniforme, ya que esto les permitiría identificar la dirección adecuada, así como conocer las corrientes favorables según su orientación, mientras que un 73.08% opinó que no creen que sea útil para conservar ritmos estables durante la prueba o no están seguros.

En la pregunta 13, se consultó a los atletas si habían recibido formación respecto al uso del GPS cerebral en entornos de aguas abiertas. Un 11.53% indicó que sí recibió formación en orientación espacial, mientras que el 88.47% opinó que no la recibió, lo

cual muestra claramente que los deportistas no están familiarizados con esta habilidad y desconocen cómo desarrollarla.

En la pregunta 14, se pidió a los atletas su percepción sobre si consideran que el GPS cerebral es una herramienta fundamental para quienes compiten en maratones de natación en aguas abiertas. Un 73.07% respondió afirmativamente, indicando que podría ser una herramienta importante en las habilidades necesarias para esta disciplina; por otro lado, solo un 10.16% indicó que no cree que sea útil o que no lo sabe.

En la pregunta 15, se indagó si creían que los resultados obtenidos de eventos competitivos al utilizar el GPS cerebral podrían asistir a los entrenadores en la personalización del entrenamiento de nadadores en aguas abiertas. Un 88.46% opinó que sí señalando que, si los entrenadores planifican para mejorar esta destreza, se lograrían mejores resultados en competencias, mientras que un 11.54% indicó que no ayudaría a los entrenadores en su planificación o que no estaban seguros.

En la pregunta 16, se les pidió que reflexionaran sobre si el GPS cerebral podría ser útil para evaluar y gestionar el estrés mental que los nadadores enfrentan durante una competición de larga distancia. Un 76.92 % estuvo de acuerdo en que el GPS cerebral puede ayudar a identificar el estrés mental en los atletas, dado que un mayor nivel de estrés en competencias puede llevar a la pérdida de orientación, mientras que un 23.08% no considera que sea útil o no está seguro.

Asimismo, en la pregunta 17, se cuestionó si el GPS cerebral ayuda a mejorar la capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes en aguas abiertas. Un 76.92% estuvo de acuerdo en que el GPS contribuye a desarrollar esta adaptabilidad, mientras que un 23.08% opinó que no es eficaz para mejorar esa capacidad o que no sabe.

En la pregunta 18, se consultó al entrenador su opinión sobre si el GPS cerebral es una herramienta relativamente nueva y poco común en el ámbito de las aguas abiertas. Un 15.38% estuvo de acuerdo en que es efectivamente poco utilizada y reciente en este campo, mientras que el 84.62% indicó que no sabe. En la pregunta 19, se preguntó si comprendían cómo el GPS cerebral podría afectar la preparación psicológica de los nadadores antes de una competición en aguas abiertas. Un 65.38% respondió que sí, afirmando que es una herramienta que beneficia la preparación psicológica de los atletas, ya que mantener la estabilidad emocional distingue a un mejor rendimiento,

mientras que un 34.62% dijo que no comprende cómo podría fortalecer factores psicológicos o que no sabe.

Por último, en la pregunta 20, se preguntó si el GPS cerebral permite a los nadadores monitorear con mayor precisión su estado mental y rendimiento durante los entrenamientos en aguas abiertas. Un 73.07% de los atletas coincidió en que sí, ya que ayuda a seguir de cerca su estado mental y su rendimiento, notando que, al estar más enfocados y concentrados, toman mejores decisiones en el evento competitivo, mientras que un 26.93% considera que no es útil para el seguimiento o que no sabe.

A partir de lo analizado en cada pregunta del cuestionario, se puede deducir que los atletas no poseen información clara sobre lo que es el GPS cerebral, y además creen que es fundamental que los entrenadores proporcionen herramientas que ayuden a mejorar esa habilidad en ellos. En la tabla 10 se realizó los cálculos para establecer el nivel de confiabilidad del instrumento, de acuerdo a la formula KR20, donde al ejecutar las diferentes fórmulas.

Tabla 12
Confiabilidad de Küder Richardson KR20

p	0.19	0.23	0.54	0.04	0.46	0.35	0.42	0.31	0.50	0.42	0.31	0.27	0.12	0.73	0.88	0.77	0.77	0.15	0.65	0.73	
q	0.81	0.77	0.46	0.96	0.54	0.65	0.58	0.69	0.50	0.58	0.69	0.73	0.88	0.27	0.12	0.23	0.23	0.85	0.35	0.27	
P*q	0.16	0.18	0.25	0.04	0.25	0.23	0.24	0.21	0.25	0.24	0.21	0.20	0.10	0.20	0.10	0.18	0.18	0.13	0.23	0.20	3.76
$\Sigma p_j q_j$	3.76																				
K= N° items	20																				
σ^2	7.87																				
KR20	0.55 Confiabilidad Moderada																				

Los cálculos de confiabilidad fueron realizados por la fórmula de Küder-Richardson es la siguiente:

$$KR-20 = (k / (k-1)) * (1 - \Sigma p_j q_j / \sigma^2)$$

Dónde:

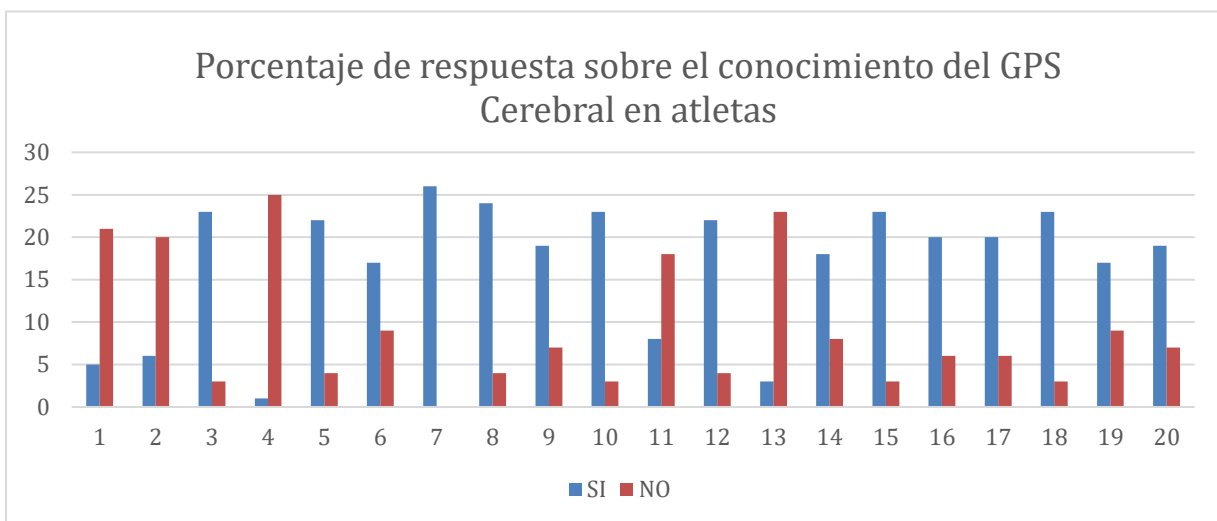
- **k:** Número total de preguntas
- **p_j:** Porcentaje de individuos que respondieron SI a la pregunta j

- q_j : Porcentaje de personas que respondieron NO a la pregunta j
- σ^2 : Varianza de las puntuaciones de todos los individuos que tomaron la prueba

De acuerdo al análisis estadístico realizado a los datos obtenidos, se puede constatar que el instrumento aplicado cumple con la rigurosidad que se requiere para una tesis doctoral encontrándose en 0,55 en la escala de küder Richardson, posicionándose como un instrumento de confiabilidad moderada, lo que nos ayuda a tomar estos datos y poder establecer el nivel de conocimiento del instrumento en relación al conocimiento de los atletas sobre el GPS cerebral.

Gráfica 2

Porcentaje de respuesta sobre el conocimiento del GPS Cerebral en atletas



Fuente: Elaboración propia (2025).

En la gráfica 2 se pudo observar que en el ítems1 y 2 que se refiera a si conocen el GPS cerebral la respuesta el 81% de la población de deportistas, no conocen del tema, con lo que se abre la brecha que se estaba esperando para realizar la intensión investigativa, lo que las otras repuestas reflejan es sobre su necesidad de conocer nuevos métodos en mejorar su capacidad de orientación y a su vez competitiva.

Motilidad ocular

Para la evaluación física, se eligió la prueba de Hess - Lancaster, que mide la movilidad ocular, dada la relevancia de esta capacidad visual para la percepción, la visión en 3D y la capacidad de reconocer cercanía o lejanía, pudiendo a presentar una cuantificación estimada de las distancias, teniendo en cuenta que para los ojos este tipo de movimiento es automático, natural y coordinado. Este mecanismo permite que el cerebro genere una imagen tridimensional precisa, utilizando seis músculos oculares que deben funcionar adecuadamente para descartar problemas de desorientación o cuestiones físicas relacionadas con la visión.

Cuando la visión en cualquiera de sus movimientos se ve alterada, se observa anomalías que impactan en la calidad de la vista. La evaluación se centra en el comportamiento de los nervios que controlan los músculos oculares, siendo el nervio oculomotor uno de los que se analiza para detectar cualquier disfunción en los movimientos oculares.

La prueba de movilidad ocular se realizó para poder diagnosticar si los movimientos de los ojos de los atletas se encontraban sin ningún tipo de afecciones y debía ser realizada en todas las direcciones conocidas por los ojos. Este examen se utilizó principalmente para identificar anomalías en el funcionamiento de los músculos oculares. Durante la evaluación, se solicitó a los deportistas que siguieran con la vista un objeto de color visible en movimiento, descendiendo, ascendiendo, a la izquierda, a la derecha y en trayectorias diagonales, examinando la coordinación en el movimiento ocular.

Esta evaluación es muy importante para poder saber que los 6 músculos tienen la funcionabilidad adecuada. Si alguno de estos músculos está debilitado, lesionado o paralizado, esto puede resultar en un movimiento ocular poco coordinado o limitado, lo que podría afectar la visión y el rendimiento deportivo del atleta.

La acción de los músculos oculares se evaluó mediante un patrón de movilidad en forma de H; estas seis posiciones cardinales, junto con la mirada en posición neutral, son especialmente efectivas para examinar la movilidad ocular, puesto que cada posición principal depende en gran medida de la acción de un músculo específico. Al evaluar la

movilidad, se revisó la alineación de los ojos en la mirada neutral, y luego se pidió al atleta que desplazara los ojos siguiendo un patrón de "H". Un objeto puntual se utilizó para trazar este patrón frente al atleta, indicándosele que mantuviera su cabeza inmóvil. Se alternó la observación entre el ojo izquierdo y el derecho en cada movimiento durante la evaluación. Obteniéndose los siguientes resultados en las valoraciones de los atletas, en la siguiente tabla 13:

Tabla 13
Resultados del test de motilidad ocular

Atleta	Test Hess Lancaster						
	Visión Primaria	Lateral Recto Derecho	Superior Recto Derecho	Inferior Recto Derecho	Lateral Recto Izquierdo	Superior Recto Izquierdo	Inferior Recto Izquierdo
A1	1	1	0	1	1	1	1
A2	1	1	1	0	1	1	1
A3	1	1	1	1	0	1	1
A4	1	1	1	1	1	1	1
A5	1	1	1	1	1	0	1
A6	1	1	1	1	1	1	1
A7	1	1	1	1	1	0	0
A8	1	1	1	1	1	1	1
A9	1	1	1	1	1	0	1
A10	1	1	1	1	1	1	1
A11	1	0	1	1	1	1	1
A12	1	1	1	1	1	1	1
A13	1	1	0	1	1	0	1
A14	1	1	1	1	1	1	1
A15	1	0	1	1	1	1	1
A16	1	1	1	1	0	1	1
A17	1	1	1	1	1	1	1
A18	1	1	1	0	1	1	1
A19	1	1	1	1	1	1	1
A20	1	1	1	1	1	0	1
A21	1	1	1	1	1	1	1
A22	1	1	1	1	1	1	1
A23	1	1	1	0	1	1	1
A24	1	1	1	1	1	1	1
A25	1	1	0	1	1	1	1
A26	1	1	1	1	1	1	1

Nota. Nomenclatura: (1) comportamiento correcto; (0) comportamiento Incorrecto.
Correcto: Normalidad en el movimiento ocular realizado.
Incorrecto: Presenta irregularidad en el movimiento.

Los resultados indican que la población muestra no presentan problemas que afecten situaciones de afecciones graves, pero si se observa una condición de movimiento inadecuados en los atletas, lo que podría generar en algunos casos intervención de la orientación en sus resultados orientativos en eventos competitivos, durante la toma de datos se realizó uno a uno el test de motilidad ocular, bajo el protocolo descrito, lo cual fueron registrados en la tabla 9 de datos, esto crea un buen punto de inicio de la investigación, ya que cualquier situación de desorientación podrá ser atribuido a problemas leves de visión, relacionados con la capacidad de visión monocular, binocular, tridimensional o de profundidad, aspectos importantes en el desarrollo de esta disciplina.

Test de orientación en el mar

Para este test se diseñó un modelo que se basó en dos tipos de referencias, una referencia alta y otra referencia baja, cuya intención era determinar, cuál de las variables son más difícil de ubicar por los atletas y la ruta que estos desarrollan durante la evaluación. Se utilizó GPS electrónicos y videos para determinar el recorrido de cada atleta y establecer la direccionalidad que estos atletas alcanzaron durante la prueba. Se estableció una ruta de partida y uno de llegada, inicialmente con punto de referencia alto, para observar el recorrido y los grados de desviación de los atletas durante su recorrido, en una distancia de 150 mts para el punto de referencia alto y de 100 mts para punto de referencia bajo, el atleta solo tenía permitido realizar dos visualizaciones para identificar el punto de llegada, posterior a la identificación se procedió a registrar las rutas de cada atleta e plasmar las rutas realizada por los atletas en el punto de referencia alto que reflejo las desviaciones medidas en grados de desorientación. Aquí mostramos la tabla 14 de valoración, resultado de los recorridos iniciales de los atletas.

Tabla 14*Resultados del test 1 inicial con punto de referencia alta*

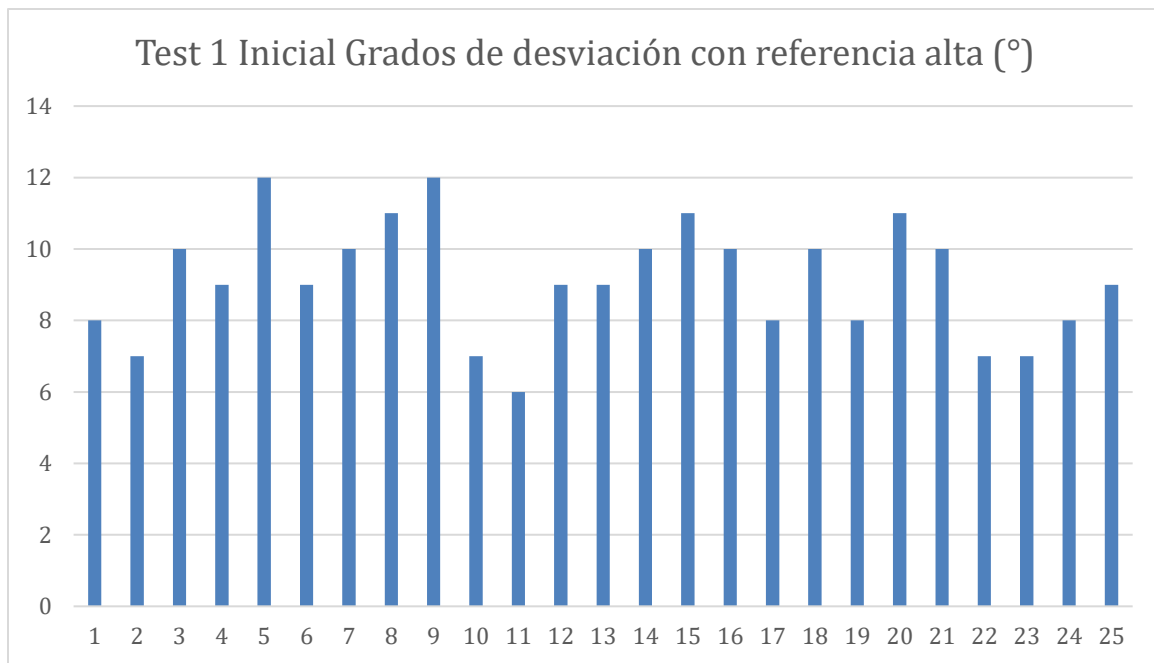
N° Atleta	Test 1 Inicial
	Grados de desviación con referencia alta (°)
1	8
2	7
3	10
4	9
5	12
6	9
7	10
8	11
9	12
10	7
11	6
12	9
13	9
14	10
15	11
16	11
17	10
18	8
19	10
20	8
21	11
22	10
23	7
24	7
25	8
26	9
Promedio	9.19

Fuente: Elaboración propia (2025).

Esta información registrada se plasma en la gráfica 3, donde se puede observar que la población muestra presenta notable variación en los resultados, sobre los grados de desorientación, alcanzando valores de hasta 12° de desviación y el menor llega hasta 6°, esto indica valores que no buscan cercanía a los puntos de referencia, presentando un promedio de 9.19° de desviación general del grupo de atletas evaluados.

Gráfica 3

Test 1 Inicial Grados de desviación con referencia alta (°)



Fuente: Elaboración propia (2025).

Posterior se realizaron las evaluaciones iniciales de los recorridos de punto de referencia bajos, a nivel del mar que fueron también un medio de identificar el estado inicial de los atletas, aquí la tabla 15, marcando la variable de grados de desorientación de los atletas con punto de referencia bajo.

Tabla 15*Resultados del test 2 inicial de punto de referencia bajo*

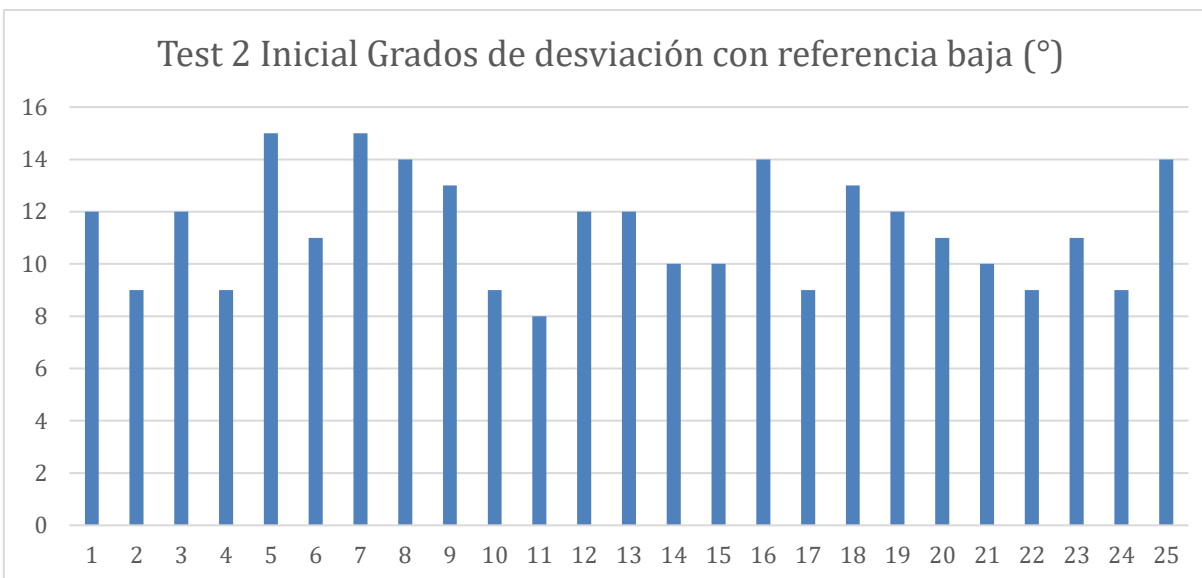
N° Atleta	Test 2 Inicial
	Grados de desviación con referencia baja (°)
1	12
2	9
3	12
4	9
5	15
6	11
7	15
8	14
9	13
10	9
11	8
12	12
13	12
14	10
15	11
16	10
17	14
18	9
19	13
20	12
21	11
22	10
23	9
24	11
25	9
26	14
Promedio	11.31

Fuente: Elaboración propia (2025).

Lo observado en esta tabla15, es que los valores de desorientación, son elevados, tomando como referencia los obtenidos en el test1 de referencia alta, donde el mayor valor fue de 15° y el menor de 8°, y un promedio de 11.31 de desviación general del grupo de evaluación con el punto de referencia baja, que en la gráfica 4 se podrá observar los mayores y menores valores presentados.

Gráfica 4

Test 2 Inicial Grados de desviación con referencia baja



Fuente: Elaboración propia (2025).

En esta gráfica 4, se observa que los mayores valores alcanzan 15° de desorientación, como máximo y 8° de desorientación como mínimo, lo que es también visible la notable separación entre estos valores y la variabilidad de los atletas en referencia a nivel del mar.

Luego se procedió a comparar los valores obtenidos en el test 1 de referencia alta y el test 2 de referencia baja, lo que no muestra la siguiente tabla 16, esta comparación nos ayuda a entender que tan fácil o difícil es para los atletas un punto de referencia alto o bajo, adema de realizar un análisis estadísticos de estos valores por medio de determinar la variable de Correlación de Pearson, que nos sirve para determinar si estas dos variables tienen una correlación positiva o si por el contrario se mueven en direcciones opuestas, considerada correlación negativa, o si no existe una relación lineal entre ellas que se diría correlación cero, aquí se puede observar la tabla 12 comparativa de ambos valores.

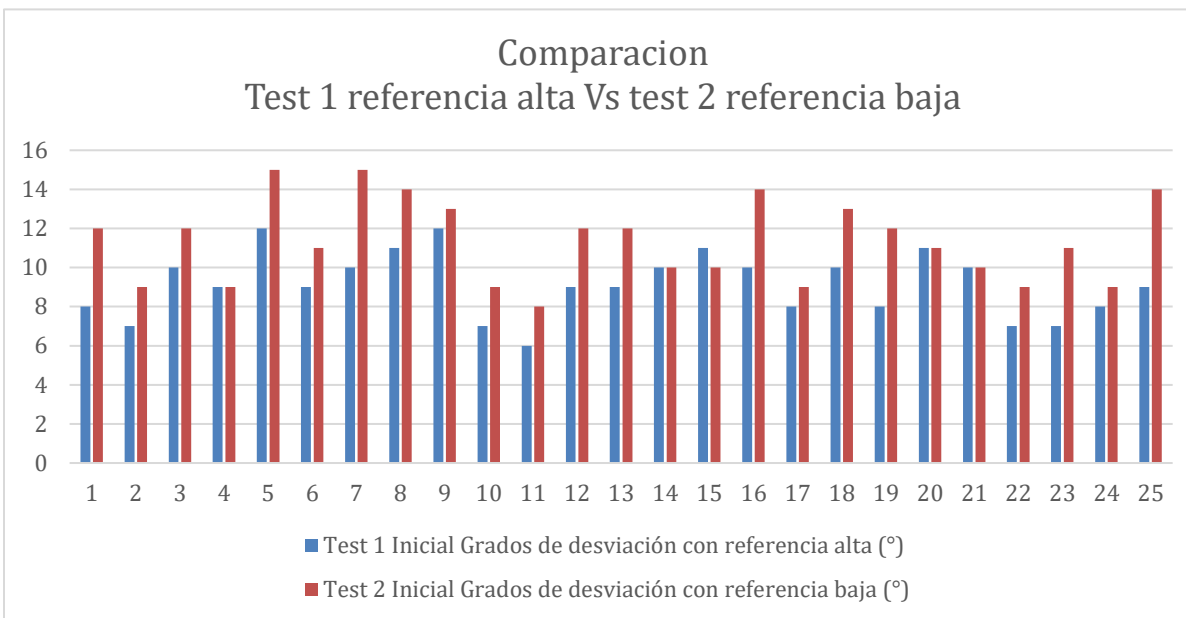
Tabla 16*Resultados comparativos iniciales del test 1 referencia alta vs test 2 referencia bajo*

N° Atleta	Test 1 Inicial Grados de desviación con referencia alta (°)	Test 2 Inicial Grados de desviación con referencia baja (°)
1	8	12
2	7	9
3	10	12
4	9	9
5	12	15
6	9	11
7	10	15
8	11	14
9	12	13
10	7	9
11	6	8
12	9	12
13	9	12
14	10	10
15	11	11
16	11	10
17	10	14
18	8	9
19	10	13
20	8	12
21	11	11
22	10	10
23	7	9
24	7	11
25	8	9
26	9	14
Promedio	9.19	11.31

Al realizar los cálculos del coeficiente de correlación de Pearson (r) se pudo obtener que la correlación existente entre la direccionalidad obtenida por las referencia alta y bajas son de 0.63, que según la tabla de valoración de Pearson se considera que esta en una correlación fuerte o positiva, eso quiere decir que ambas a se mueven un linealmente directamente proporcional, además se pudo comparar los promedio arrojados por cada test y es visible que la desviación mayor se observa en el test de referencia baja, Luego al visualizar la gráfica 5, se puede observar la gran diferencia de la desorientación en relación a los puntos de referencia alto y bajos, pudiendo, pudiendo inferir que para los atletas es más difícil buscar una buena orientación cuando los punto de referencia están a nivel de mar que cuando está en puntos más elevados.

Gráfica 5

Comparación Test 1 referencia alta Vs test 2 referencia baja



Fuente: Elaboración propia (2025).

Luego de realizado los test iniciales, se procedió a realizar una serie de ejercicios de que lograra estimular los sentidos de orientación espacial y activación de los sentidos visoespaciales, y relacionarlos con la ejecución visomotora, cuyos protocolos y direcciones de los ejercicios fueron explicado con anterioridad.

Los ejercicios fueron ejecutados en tierra durante 12 semanas, bajo patrones establecidos con la intención de modificar los sistemas de posicionamiento del cerebro, en la activación del GPS Cerebral, esta integración de actividades de estimulación físico basados en la interpretación del cerebro es una clara ejecución de los lineamientos neurocientíficos de para el desarrollo del GPS cerebral.

Luego de las 12 semanas de realización de los ejercicios, de activación orientaciones se procedió a realizar retest de orientación en el mar, y utilizando la variable principal de grados de desorientación en puntos altos y bajos de referencia se pudo representar los siguientes resultados

Donde en la tabla 17 se logra reflejar los datos obtenidos del test 1 con referencia altas y poder comprobar el comportamiento de estos valores luego de las 12 semana de activación con los ejercicios de estimulación de los atletas.

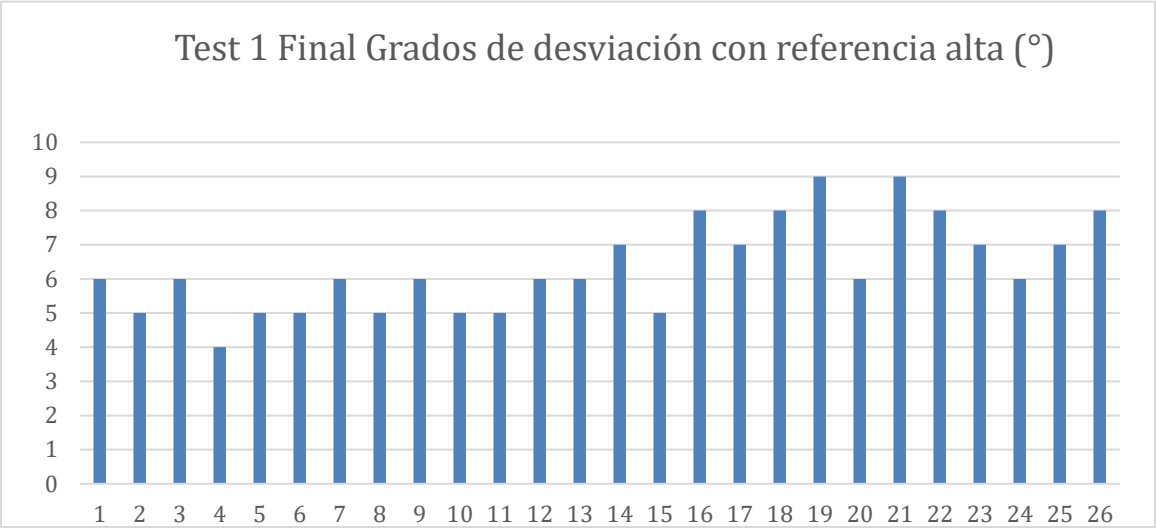
Tabla 17
Resultados test 1 final del punto de referencia alto

N° Atleta	Test 1 Final Grados de desviación con referencia alta (°)
1	6
2	5
3	6
4	4
5	5
6	5
7	6
8	5
9	6
10	5
11	5
12	6
13	6
14	7
15	5
16	8
17	7
18	8
19	9
20	6
21	9
22	8
23	7
24	6
25	7
26	8
Promedio	6.34

Fuente: Elaboración propia (2025).

En la tabla 17, es visible como los valores de los atletas han variado de forma significativa con relacion a las referencias iniciales, para poder hacerlo mas visible se trasformaron los datos en una gráfica 6, podemos ver como los valores referenciales de desorientacion disminuyen, teniendo que el valor mayor esta en 9° y en el caso del menor valor obtenido es de 4° y un promedio de 6.34°, mucho menos que en el test inicial, que al ser comparado mas adelante comprobaremos la efectividad de los ejercicios de estimulacion a la que fueron sometidos en el plazo de 12 semana.

Gráfica 6
Test 1 Final Grados de desviación con referencia alta (°)



Fuente: Elaboración propia (2025).

Posterior se realizaron las evaluaciones finales de los recorridos de punto de referencia bajos, a nivel del mar que fueron también un medio de identificar el estado inicial de los atletas, aquí la tabla 18, marcando la variable de grados de desorientación de los atletas con la variable principal.

Tabla 18
Resultado del test 2 final de punto de referencia bajo

Nº Atleta	Test 2 Final Grados de desviación con referencia baja (°)
1	7
2	6
3	5
4	3
5	6
6	4
7	4
8	6
9	7
10	6
11	4
12	7
13	5
14	7
15	6
16	4
17	6
18	6

Tabla 18. Cont.

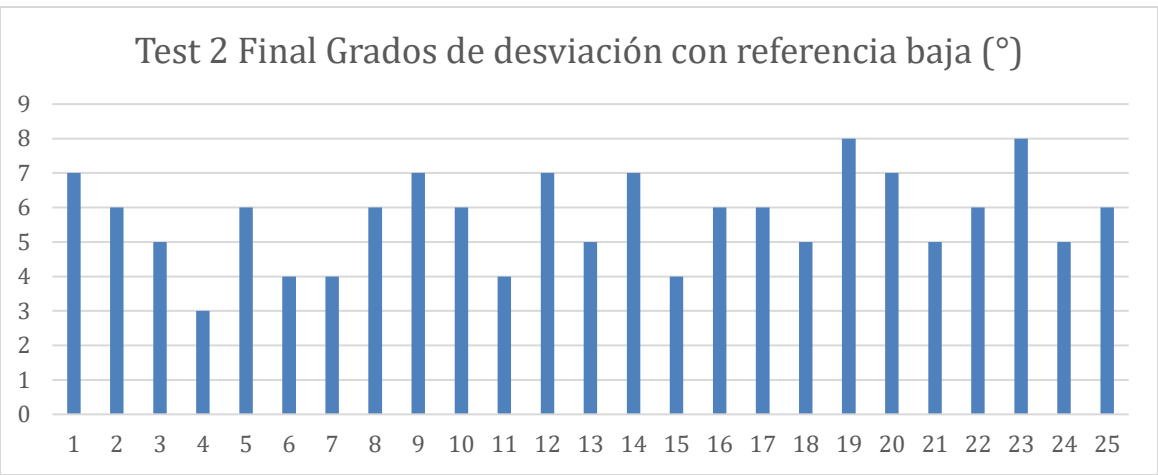
19	5
20	8
21	7
22	5
23	6
24	8
25	5
26	6
Promedio	5.80

Fuente: Elaboración propia (2025).

Al igual que en el test de punto de referencia altos, se pudo observar una variación de los valores en base a la referencia inicial, donde los promedios disminuyen hasta el 5.80°, que se observa que los atletas en su mayoría han logrado mejoría en los valores de grados de direccionalidad. En la gráfica 7, se puede observar que los valores de menor llegan a estar en 3° y los mayores sobre 8°, esto al compararlo con los valores iniciales podremos ver la diferencia obtenida

Gráfica 7

Test 2 Final Grados de desviación con referencia baja (°)



Fuente: Elaboración propia (2025).

Luego se realizó la comparación de los valores obtenidos en el test 1 de referencia alta y el test 2 de referencia baja, lo que no muestra la siguiente tabla 15, esta comparación nos ayuda a entender que variable se vio más afectada después de los

procesos de estimulación de 12 semana y se mantiene la correlación de Pearson y si continua siendo de mayor dificultad la referencia baja, con relación a la referencia alta, donde el análisis estadísticos de estos valores se realizó con la correlación de Pearson, que sirve para determinar si estas dos variables tienen una correlación positiva o si por el contrario se mueven en direcciones opuestas, considerada correlación negativa, o si no existe una relación lineal entre ellas que se diría correlación cero, aquí podemos observar la tabla 19, comparativa de ambos valores. Seguidamente, se compararon ambos valores para determinar la variable de correlación de Pearson

Tabla 19

Comparación de resultados finales del test 1 referencia alta vs test 2 referencia baja

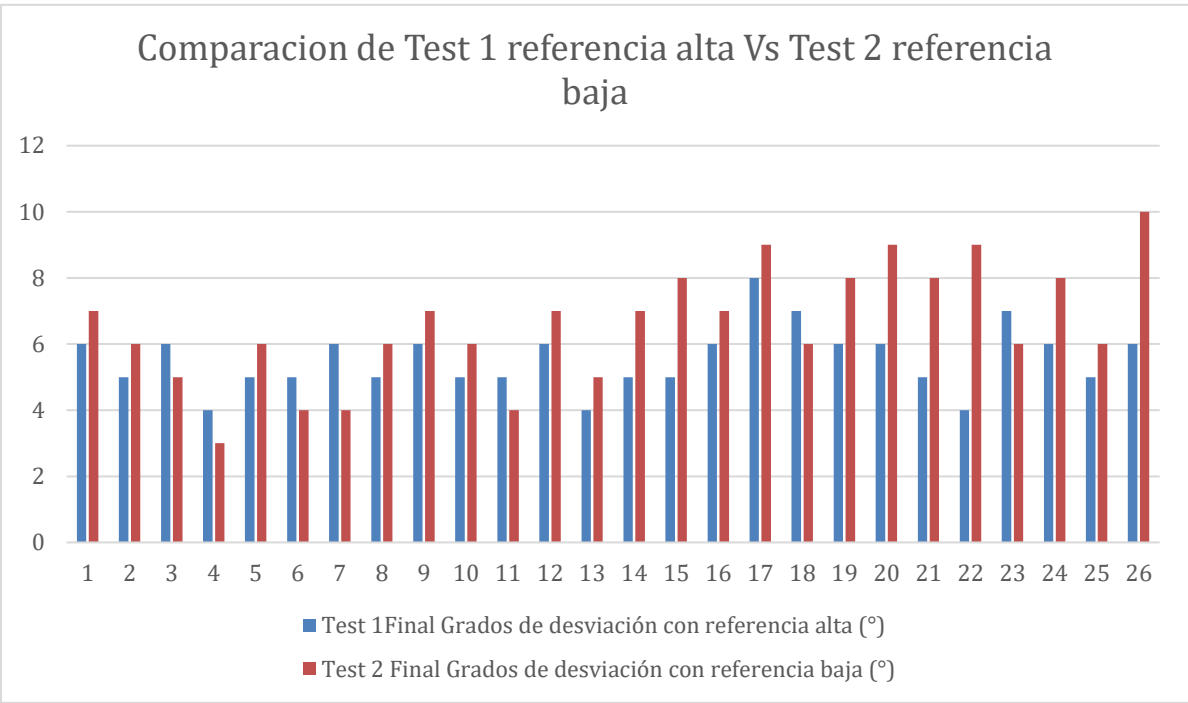
N° Atleta	Test 1 Final Grados de desviación con referencia alta (°)	Test 2 Final Grados de desviación con referencia baja (°)
1	6	7
2	5	6
3	6	5
4	4	3
5	5	6
6	5	4
7	6	4
8	5	6
9	6	7
10	5	6
11	5	4
12	6	7
13	4	5
14	5	7
15	5	8
16	6	7
17	8	9
18	7	6
19	6	8
20	6	9
21	5	8
22	4	9
23	7	6
24	6	8
25	5	6
26	6	10
Promedio	6.34	5.80

Fuente: Elaboración propia (2025).

Al realizar los cálculos del coeficiente de correlación de Pearson (r) se pudo obtener que la correlación existente entre la direccionalidad obtenida por las referencia

alta y bajas son de 0.33, que según la tabla de valoración de Pearson se considera que esta en una correlación moderada positiva, eso quiere decir que ambas a se mueven un linealmente directamente proporcional, pero algunos puntos de la tabla de valores no lograron la mejoría esperada, y en los promedios generados por los grupos evaluados se visualiza un acercamiento de estas variables. Luego al visualizar la gráfica 8 se puede observar que la diferencia existente en los valores iniciales se acortó, desde el punto de vista de la desorientación en relación a los puntos de referencia alto y bajos, siendo ratificado que para los atletas sigue siendo más difícil, buscar una buena orientación cuando los puntos de referencia están a nivel de mar que cuando está en puntos más elevados.

Gráfica 8
Comparación de resultados finales Test 1 referencia alta Vs Test 2 referencia baja



Fuente: Elaboración propia (2025).

Luego se hizo una comparación inicial y final del Test 1 con referencias altas, lo que nos daría los primeros indicios claros de la mejoría que manifestaron los atletas durante la temporada de estimulación que dura 12 semanas, esta comparación está

reflejada en la tabla 20, este resultado en sí mismo es la resolución a la hipótesis, obteniendo promedios comparativos de un valor inicial de 9.19° y final de 6.34° eso representa una mejoría de hasta 31% del valor original, antes de los estímulos, ya que la notable mejoría de los resultados refuerzan que si es posible desarrollar las capacidades orientativa de los atletas de aguas abiertas y que además puede ayudar a otros deportes donde la orientación es un punto clave para lograr beneficios.

Tabla 20

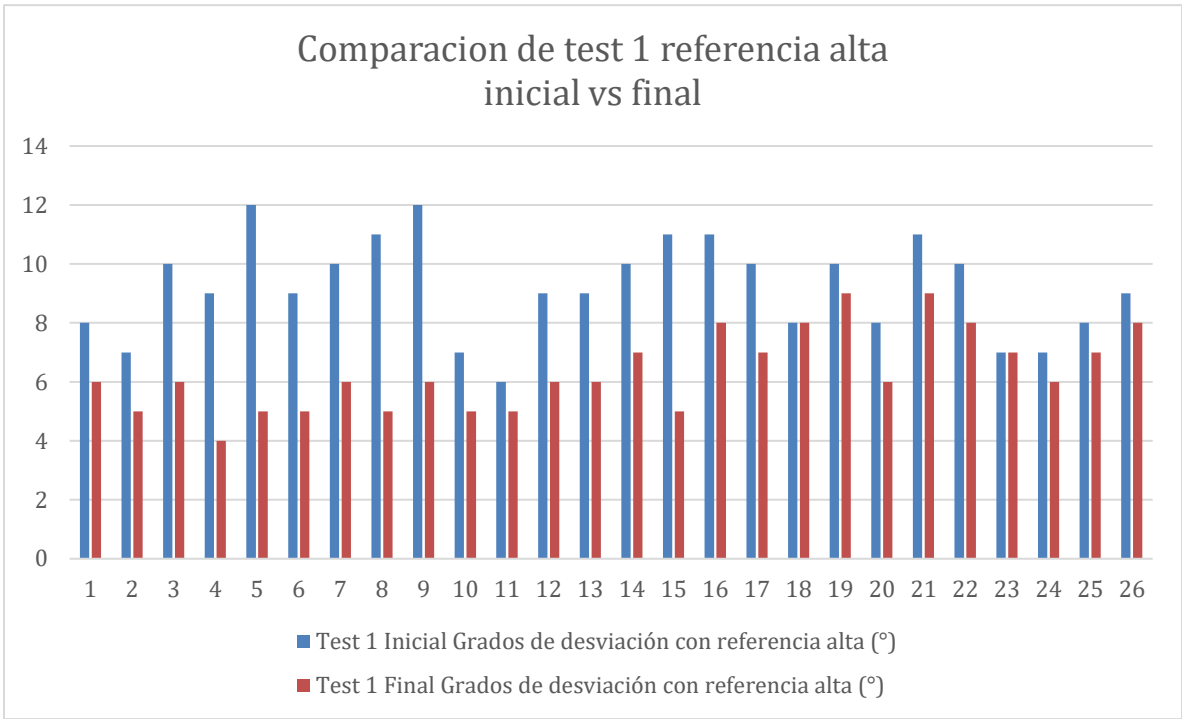
Comparación inicial vs final del test 1 de referencia alta

N° Atleta	Test 1 Inicial Grados de desviación con referencia alta (°)	Test 1 Final Grados de desviación con referencia alta (°)
1	8	6
2	7	5
3	10	6
4	9	4
5	12	5
6	9	5
7	10	6
8	11	5
9	12	6
10	7	5
11	6	5
12	9	6
13	9	6
14	10	7
15	11	5
16	11	8
17	10	7
18	8	8
19	10	9
20	8	6
21	11	9
22	10	8
23	7	7
24	7	6
25	8	7
26	9	8
Promedio	9.19	6.34

Fuente: Elaboración propia (2025).

En la gráfica 9, puede con más detalle que los valores iniciales del test 1 de referencia altas, tuvo una gran mejoría con relación a sus valores iniciales.

Gráfica 9
Comparación de test 1 referencia alta inicial vs final



Fuente: Elaboración propia (2025).

Y como última comparación de los valores iniciales y finales, se observa la tabla 17, que es la relación del test 2 con referencias bajas (al nivel del mar) que nos muestra de igual forma que el test 1 de referencia alta, se observó un notable mejoría, aun cuando siguen siendo los valores más altos que los relacionados con el test 1 de referencia altas, en los promedio se pudo comparar la mejoría de 11.31° del valor promedio inicial a obtener 5.80° del valor final, que eso representa una mejoría de 48.71%, siendo valores muy bueno en la utilización de la estimulación orientativa.

Tabla 21*Comparación de resultados del test 2 referencia baja inicial vs final*

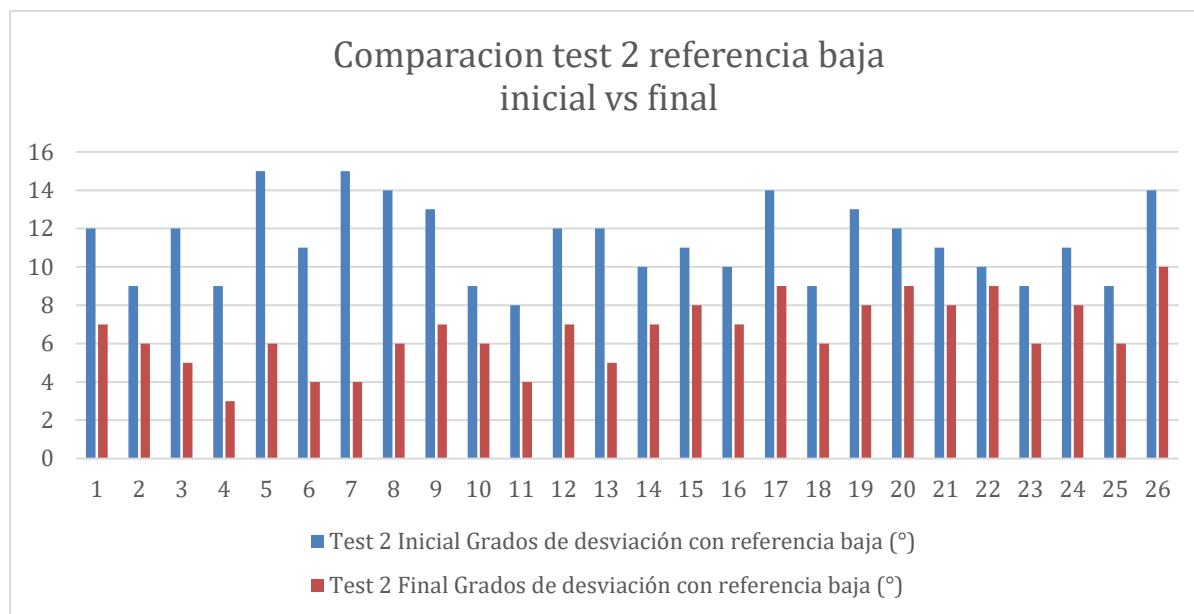
N° Atleta	Test 2 Inicial Grados de desviación con referencia baja (°)	Test 2 Final Grados de desviación con referencia baja (°)
1	12	7
2	9	6
3	12	5
4	9	3
5	15	6
6	11	4
7	15	4
8	14	6
9	13	7
10	9	6
11	8	4
12	12	7
13	12	5
14	10	7
15	11	8
16	10	7
17	14	9
18	9	6
19	13	8
20	12	9
21	11	8
22	10	9
23	9	6
24	11	8
25	9	6
26	14	10
Promedio	11.31	5.80

Fuente: Elaboración propia (2025).

Al transformar la tabla de valores en gráfica 10, es visible los cambios que sufrieron todos los nadadores con estimulación de 12 semanas, aun cuando se muy notables la variación de los resultados.

Gráfica 10

Comparación test 2 referencia baja inicial vs final



Fuente: Elaboración propia (2025).

Conclusión

Se presentan las conclusiones sobre las diversas herramientas e instrumentos utilizados en esta investigación, proporcionando un análisis exhaustivo de cada uno para establecer un modelo teórico-práctico fundamentado en el GPS cerebral como una alternativa de preparación táctica para nadadores en aguas abiertas. Se valida la hipótesis de que la creación de un modelo teórico-práctico apoyado en el GPS cerebral es una opción táctica viable para estos atletas; implementado adecuadamente en las competencias de alto nivel en Lima, Perú, fungiendo como un método de preparación que mejora considerablemente la orientación en el agua. Esto a su vez optimiza su rendimiento deportivo, ya que les permitirá identificar de manera más precisa los referentes y ser más eficaces en su búsqueda, logrando así un trayecto más eficiente.

La investigación se desarrolló en cuatro etapas para garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados. En la primera fase, se llevó a cabo la recolección y el análisis de información, buscando de manera sistemática la literatura especializada, que abarca textos y manuales, y posteriormente identificando las teorías, estudios y enfoques más

relevantes al tema investigado. La segunda fase se centró en la recolección de datos, la cual fue crucial, ya que fue el momento de interactuar con atletas y entrenadores, aplicando los instrumentos de medición.

Luego, en la tercera etapa, se analizó e interpretó la información desde una perspectiva cuantitativa, empleando métodos estadísticos descriptivos para entender los resultados y responder a la hipótesis planteada, junto con las conclusiones y sugerencias. Finalmente, la cuarta fase consistió en la elaboración y validación empírica del modelo teórico-práctico basado en el GPS cerebral como opción de preparación táctica para nadadores en aguas abiertas.

En el marco de las técnicas y herramientas para la recopilación de datos, se creó un medio de medición que se consideró el más adecuado para recolectar la información necesaria sobre el nivel de conocimiento que tanto deportistas como entrenadores tienen respecto al GPS Cerebral. La selección de esta herramienta se fundamentó en la información proporcionada por la población objetivo sobre el tema en cuestión, logrando así identificar las características de los participantes, con el propósito de asegurar la validez y la consistencia de los datos obtenidos, tal como señala Arias (2016). La implementación de la encuesta se llevó a cabo de manera abierta para la recolección de datos, que posteriormente fueron analizados e interpretados desde una perspectiva cuantitativa, elaborándose a partir de una serie de preguntas.

El diseño requirió un proceso riguroso tanto en su forma como en su contenido, considerando distintos elementos que le otorguen robustez y sistematicidad, como indican Hernández, Fernández y Baptista (2014). El diagnóstico se efectuó en el entorno donde se desarrollan las experiencias deportivas de Aguas Abiertas, específicamente en los clubes y en los eventos relacionados con esta disciplina en Lima, Perú. Se pudieron procesar estadísticamente los elementos pertinentes a este estudio para describir las situaciones y reflejar la calidad de los resultados de la investigación. Se realizó un análisis de las variables para evaluar estos resultados de manera parcial, facilitando así una comprensión completa que permita emitir juicios críticos y conclusiones coherentes alineadas con los objetivos previamente establecidos.

El cuestionario consistió en veinte (20) preguntas cerradas de tipo dicotómico, con el propósito de evaluar de manera precisa la situación inicial de los entrenadores y atletas

respecto al GPS Cerebral y su relevancia en la disciplina de aguas abiertas. Se buscó determinar si los atletas y entrenadores poseían conocimientos básicos sobre el tema en estudio y de qué manera el GPS Cerebral podría contribuir a mejorar el rendimiento deportivo. Fue notable descubrir que los entrenadores estaban informados sobre el GPS Cerebral, pero también se evidenció que no tenían las herramientas necesarias para transmitir ese conocimiento de manera que ayude a sus atletas a progresar en su orientación. Un modelo teórico práctico podría ofrecer esta posibilidad.

Al observar los resultados proporcionados por los atletas, fue interesante notar que muchos no estaban al tanto de la existencia de un GPS Cerebral, aunque sus respuestas sugieren que creen que podría ser útil para optimizar su desempeño en competencias de aguas abiertas. Además, expresaron al investigador su deseo de aprender cómo mejorar sus habilidades de orientación.

En cuanto a los entrenadores, se llevó a cabo un cuestionario para 12 de ellos, quienes poseían diversas trayectorias y niveles de competencia. Respondieron a un total de 20 preguntas de sí o no. La información recabada de este cuestionario resultó ser muy relevante estadísticamente. Se realizó de manera presencial durante una competencia nacional, lo que facilitó obtener las respuestas el mismo día en que se distribuyeron los cuestionarios. Esto permitió crear una tabla de evaluación con todas las respuestas proporcionadas por los entrenadores, y se aplicó el coeficiente de confiabilidad de Küder-Richardson, que mostró que el instrumento tiene una alta confiabilidad con un KR20 de 0.78, asegurando un buen rigor científico para esta investigación.

Otro dato importante fue que se corroboró a través de las respuestas que los entrenadores conocen la existencia del GPS cerebral, aunque carecen de las herramientas necesarias para transmitir esa información y ponerla en práctica con los atletas. Por otra parte, al evaluar a los atletas con un test similar, se trabajó con una muestra de 26 individuos de distintas edades y niveles de competencia, compuesta equitativamente por hombres y mujeres.

Esta evaluación demandó más tiempo para su realización, ya que a los atletas se les proporcionó un enlace de Google Forms para completar los cuestionarios. Esto generó un conjunto de datos que, al ser analizado con el coeficiente de confiabilidad de

Küder-Richardson, indicó que el instrumento es confiable con un KR20 de 0.55. Aún dentro de los parámetros de rigor científico, se observó que al analizar las diversas reacciones de los atletas se confirmó la carencia de conocimiento que tienen sobre la existencia del GPS cerebral. Esta situación ya había sido anticipada por el investigador, pero necesitaba ser verificada. La falta de información por parte de los atletas, junto con la carencia de herramientas en los entrenadores, es el factor clave para el desarrollo de esta investigación.

Siguiendo con el plan de actividades, se llevó a cabo la evaluación física de los atletas con el objetivo de descartar cualquier posible problema anatómico que pudiera causar confusión o la pérdida de información sobre las respuestas visoespaciales y visomotoras. Para ello, se eligió realizar el test de movilidad ocular de Hess - Lancaster. Este examen físico fue seleccionado para analizar la motilidad ocular, dado su valor para la percepción visual, la visión tridimensional y la habilidad para calcular distancias mediante movimientos automáticos, espontáneos y coordinados. Esto permite que el cerebro genere una imagen tridimensional precisa, con el aporte de los seis músculos oculares. Al realizarse este test, se descartan problemas visuales en los atletas, permitiendo así asegurar un buen funcionamiento y eliminar la confusión relacionada con problemas físicos.

Se ejecutó el test de movilidad ocular para examinar los movimientos oculares en todas las direcciones. Este examen se utilizó principalmente para identificar irregularidades en la capacidad de los músculos oculares. Durante la prueba, se pidió a los atletas que siguieran con la vista un objeto de color visible mientras se movía en diferentes direcciones: arriba, abajo, izquierda, derecha y en diagonales. Se evaluó la coordinación de los ojos utilizando un patrón de movilidad en forma de "H", primero analizando la alineación ocular en la posición neutral y luego solicitando al atleta que moviera los ojos siguiendo dicho patrón sobre el objeto mientras se le indicaba que mantuviera la cabeza en una posición fija. Fue determinante asegurarse con cada atleta de la ausencia de lesiones o problemas relacionados con la musculatura ocular, dejando claro que cualquier estado de confusión está relacionado con variables del GPS cerebral o sus elementos neuronales, no con dificultades visuales.

Al descartar problemas visuales, se lleva a cabo una serie de pruebas de

orientación, seleccionadas para determinar la capacidad inicial de los atletas en relación con su orientación en el mar (estado básico de activación del GPS cerebral). Estas pruebas se diseñaron para ser lo más similares posible a una competencia real, especialmente en lo que respecta a la dirección al nadar en ambientes abiertos. Se programaron dos tipos de pruebas en este contexto marino. Las evaluaciones de orientación espacial, sustentadas en el GPS cerebral, estaban destinadas a medir la habilidad de las personas para navegar y orientarse en una situación deportiva. Esto requiere el uso de tanto la percepción visual y espacial como de habilidades cognitivas ligadas a la navegación.

En la natación de aguas abiertas, los nadadores deben orientarse en espacios donde no existen puntos de referencia permanentes, como sucede en tierra. Este tipo de pruebas también evaluó sus competencias cognitivas y motoras para mantener una dirección adecuada, realizar modificaciones en su trayectoria y tomar decisiones en situaciones dinámicas. En concreto, se llevó a cabo una primera prueba de navegación en el mar con referencias visuales elevadas. Este test analizó la habilidad del atleta para orientarse utilizando marcadores visuales altos ubicados a seis metros sobre el nivel del mar y a una distancia horizontal de 150 metros. En un evento competitivo, estos puntos de referencia podrían incluir barcos o estructuras costeras situadas sobre el nivel del mar. Se instruyó al atleta para que intentara nadar en línea recta, a pesar de la naturaleza cambiante del mar, permitiendo que su cerebro se adaptara a la navegación mediante este "GPS cerebral".

Durante la evaluación, al atleta se le ofreció la oportunidad de visualizar la referencia en dos ocasiones, lo que le permitió ajustar su dirección aleatoriamente y corregir su rumbo sin perder la orientación. La precisión del arribo del atleta se registró en grados (°) a través de video grabaciones que permitieron trazar su ruta y calcular los grados (°) de desviación respecto al punto final. Igualmente, se emplearon dispositivos GPS que generaron un diagrama de la trayectoria que siguieron los atletas. La medida de precisión se refiere a qué tan cerca se acercaron los competidores al destino final de la ruta establecida.

En las evaluaciones relacionadas con el cerebro, al llevar a cabo este examen, se analizó cómo el cerebro interpreta el estímulo, lo cual es aclarado por la neurociencia.

Esta disciplina explica que el cerebro se vale del hipocampo para formar mapas del espacio y guardar información sobre la navegación. Por su parte, el córtex parietal se ocupa de combinar la información espacial y visual, creando una guía para las respuestas motoras que permiten hacer correcciones en la dirección. Posteriormente, se llevó a cabo una comparación entre los resultados iniciales y finales del Test 1 con valores altos, lo cual ofrecería los primeros signos evidentes de la mejora que mostraron los deportistas a lo largo de las 12 semanas de estímulo.

Este resultado valida la hipótesis inicial, obteniendo promedios que reflejan una desviación de 9. 19° en su estado inicial respecto al punto de referencia, y un resultado final de 6. 34° en desviación. Esto marca un avance del 31% en comparación con el valor inicial, evidencia que muestra que sí es posible potenciar las habilidades de orientación de los atletas en aguas abiertas, lo cual también puede beneficiar a otros deportes donde la orientación representa un aspecto crucial para obtener resultados positivos. Posteriormente, se llevó a cabo la prueba 2, que consistió en navegar por el mar con referencias bajas, donde se analizó la capacidad del deportista para seguir un rumbo estable a pesar de las condiciones cambiantes, tales como las olas, corrientes y la dirección de la luz solar.

El deportista tuvo que seguir una dirección específica, sin desviarse más de 100 metros horizontalmente, mientras mantiene la noción de su posición en el agua, utilizando un punto de referencia a nivel del mar, con una boya fluorescente de un metro de diámetro. Este experimento fue diseñado para que la boya se encontrara a 100 metros en línea recta, siguiendo una trayectoria imaginaria en el agua.

El atleta nadó hacia la boya sin una guía visual constante, pudiendo ver la boya de referencia solo en dos ocasiones, confiando exclusivamente en su habilidad para orientarse. Al igual que en la prueba anterior, se midió la desorientación en grados y se continuó empleando dispositivos GPS, que trazaron la ruta de los atletas, así como grabaciones en video que ayudaron a calcular los grados de desviación del destino. Se buscó estimular el hipocampo, el cual se encarga de recordar la ubicación y las posibles rutas, mientras que la corteza parietal ayudó a conservar la orientación espacial y el córtex motor ajustó las acciones para mantener la dirección durante la prueba.

La orientación en el mar, utilizando estos dos tipos de referencias y el concepto

del “GPS cerebral”, permite evaluar las capacidades cognitivas y motoras en condiciones difíciles y cambiantes, como las que enfrentan los deportistas en el mar. Estas pruebas no solo miden la habilidad para mantener el rumbo, sino también la flexibilidad del cerebro frente al entorno marino, implicando diversas áreas cerebrales, como el hipocampo, la corteza parietal y el córtex motor, que son cruciales para la navegación, la toma de decisiones, y la adaptación a las variaciones.

Al comparar los resultados iniciales y finales de la prueba 2 con referencias bajas, se nota que la relación con la prueba 2 a nivel del mar muestra, similarmente a la prueba 1 de referencia alta, una mejoría significativa. Aunque los valores siguen siendo más altos que los obtenidos en el test 1, la media indica una reducción de 11. 31° de desviación hacia el destino, que en este caso es la boya, al valor final medio de 5. 80° de desviación, lo que implica una mejoría del 48. 71%, reflejando resultados muy positivos en el uso de la estimulación orientativa.

Para alcanzar esa variación en los niveles de desviación de los deportistas de manera positiva, se implementó un programa sencillo que buscó activar el estado inicial del sistema de orientación del GPS cerebral. Los ejercicios de orientación se realizaron en tierra con la intención de fomentar el uso del GPS cerebral. Este proceso de activación se llevó a cabo durante un periodo de 12 semanas (3 meses) y se incluyó una serie de protocolos de ejercicios en tierra, logrando así activar el GPS cerebral en nadadores de aguas abiertas.

Es bien conocido que los nadadores en aguas abiertas deben mejorar su capacidad de orientación y navegación para competir eficazmente. Por ello, es fundamental realizar ejercicios en tierra que puedan estimular el GPS cerebral con eficiencia. El primer ejercicio de orientación se llevó a cabo durante las 12 semanas mientras se llevaron a cabo diferentes actividades para mejorar la orientación y la percepción del espacio. Se pudo observar cómo los atletas mostraban un interés creciente en este tema y cómo refinaban continuamente su capacidad de orientación en las sesiones, apoyándose en la Neurociencia y estimulando el hipocampo para retener recuerdos espaciales. Además, la corteza parietal se activa para ayudar en la orientación espacial, mientras que el córtex motor se responsabiliza de mantener las acciones motrices.

Este proceso de estimulación para la utilización del GPS cerebral se extendió también por 12 semanas (3 meses) con los protocolos de ejercicios en tierra, iniciando con la orientación. Este ejercicio invitó al atleta a realizar visualizaciones para practicar la representación de rutas y trayectorias en un mapa o en una pantalla. En este enfoque, el atleta podía imaginarse nadando en diversas condiciones y visualizar la ruta a seguir, evaluando su capacidad para orientarse usando referencias visuales.

Se observó detenidamente la pantalla del televisor, analizando eventos competitivos para decidir qué ruta tomar durante una competencia específica. Esta práctica prepara al cerebro para tomar decisiones sobre la posición espacial, activando constantemente el hipocampo durante la visualización para crear mapas espaciales y retener información sobre navegación. La corteza parietal se ocupa de integrar la información espacial y visual, mientras que el córtex motor genera respuestas cognitivas que se pueden expresar en palabras.

Se implementó un segundo ejercicio vinculado a la percepción del espacio, destacando la importancia de la medición de distancias, que permitió practicar la valoración de distancias y la percepción de la profundidad, siendo muy beneficioso para identificar la trayectoria que un deportista podría seguir en un momento dado. En este protocolo se emplearon conos o señalamientos en el suelo para diseñar un circuito y trabajar en la estimación de distancias. Se alternó entre usar un ojo cerrado y uno abierto, evaluando cómo se orientaba el atleta con puntos de referencia visual. Esto ayuda al cerebro a adaptarse a la situación espacial considerando la distancia y la profundidad, solicitándose al atleta que cierre un ojo y complete el recorrido trotando suavemente, intentando permanecer sobre la línea trazada.

El recorrido consistía en una distancia de 25 metros en cada dirección, sumando un total de 50 metros. Después, se le pedía realizar el mismo trayecto abriendo el ojo contrario. Al inicio de las actividades, era evidente que mantenían dificultad para seguir la línea recta, pero tras ejecutar varias sesiones de dos quebradas con cuatro recorridos de 50 metros, repitiendo dos con un ojo cerrado y alternando, cada recorrido duraba 45 segundos y después de cuatro recorridos, se daba un descanso de un minuto, totalizando 4 minutos por serie y un trabajo general de 8 minutos.

Esta actividad se llevaba a cabo entre dos y tres veces por semana, ya fuera de

manera guiada o individual, durante toda la temporada, buscando estimular al cerebro a través del hipocampo para formar mapas espaciales, con el córtex parietal encargándose de la integración de la información espacial y visual, mientras que el córtex motor coordina las respuestas motoras para la dirección.

Asimismo, se llevaron a cabo ejercicios de agudeza visual y enfoque utilizando el cordón de Brock, implementándose a diario para generar una terapia visual para todos los deportistas, especialmente aquellos con alguna anomalía en la visomotricidad. La práctica de los músculos oculares se realizó conforme a protocolos establecidos para esta técnica.

Es fundamental resaltar que el entrenamiento regular en tierra provee una herramienta eficaz para potenciar el GPS cerebral en nadadores de aguas abiertas. La práctica constante y el uso de tecnología son elementos que pueden contribuir a mejorar las capacidades de orientación y navegación.

CAPITULO V

MARCO GENERATIVO

MODELO TEÓRICO-PRÁCTICO SUSTENTADO EN EL GPS CEREBRAL COMO ALTERNATIVA DE PREPARACIÓN TÁCTICA EN ATLETAS DE NADO EN AGUAS ABIERTAS (MTP.GPSCB)

La natación en aguas abiertas es una actividad deportiva, que presentan retos únicos, más allá de lo técnico y lo físico: como variaciones en el entorno natural, ausencia de referencia visuales fijas, influencias externas y situaciones de cognición altas. En este contexto, el deportista no solo se basa en su destreza física, sino también en su capacidad para orientarse, anticiparse y decisiones atinadas, para adaptarse a tiempo real a las situaciones. Estas habilidades exigen un enfoque estratégico diferente, que combine procesos mentales complejos como la percepción espacial, generación de trayectorias y autocontrol.

En respuesta a esta necesidad, este estudio propone un modelo que combina teoría y práctica sustentado en el concepto de GPS cerebral. Este último se refiere a la activación de circuitos neuronales que ayudan en la navegación, la toma de decisiones táctica y la generación de mapas cognitivos. Fusionando conocimientos de la neurociencia, la pedagogía deportiva y el constructivismo, situando al entrenador como un facilitador entre la preparación física del nadador y su desarrollo táctico y cognitivo. Se propone una estrategia metodológica que incorpora herramientas como la visualización, el entrenamiento en ambientes naturales, la utilización de tecnologías de GPS electrónicos.

La propuesta se enmarca en un enfoque holístico, reconociendo al nadador como sujeto integral, cuya preparación requiere la articulación de dimensiones físicas, cognitivas, afectivas y estratégicas. El modelo no solo apunta a mejorar el rendimiento competitivo, sino también a fortalecer la capacidad del entrenador para diseñar estrategias que fomenten la independencia, el pensamiento estratégico y la percepción del espacio. En este ámbito, el concepto de GPS cerebral surge como una base teórica

y práctica que redefine la forma de enseñar, entrenar y apoyar al deportista en su desarrollo.

Presentación del Modelo

La propuesta de un modelo práctico y teórico basado en el GPS cerebral como una alternativa en la preparación táctica de nadadores en aguas abiertas (MTP. GPSCB), introduce un enfoque metodológico innovador que une neurociencia, deporte y tecnología. Este método reconoce que los nadadores en aguas abiertas se enfrentan a entornos cambiantes, impredecibles y carecen de referencias visuales fijas, lo que demanda una gran habilidad para orientarse, tomar decisiones y adaptarse. El GPS cerebral, considerado como la activación de redes neuronales vinculadas a la navegación espacial, la memoria espacial y la anticipación táctica, se convierte en el eje conceptual del modelo.

Desde la dimensión práctica, el modelo propone estrategias de entrenamiento que estimulan el desarrollo de mapas mentales, percepción del ambiente acuático y la toma de decisiones. Incluyendo actividades de simulación cognitiva, visualización guiada, práctica en espacios naturales con variaciones controladas, así como la utilización de herramientas tecnológicas como relojes GPS y lentes inteligentes que mejoren la retroalimentación sensorial.

Estas actividades tienen como objetivo mejorar la independencia táctica del nadador, su habilidad para prever situaciones, obstáculos y crear rutas ideales, además de su autocontrol en situaciones de gran presión. Desde este punto de vista, se resalta la relevancia de entrenar no solo el físico, sino también lo cognitivo como un recurso táctico esencial durante competencias reales.

Finalmente, el modelo se basa en principios del constructivismo y el enfoque ecológico del aprendizaje motor y promueve que el atleta desarrolle su conocimiento táctico a partir de la experiencia y las interacciones ambientales permanentes. La integración del GPS cerebral no solo mejora los resultados a nivel competitivo, sino que también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas, que pueden transferirse a otros contextos deportivos y personales. El modelo propuesto tiene el potencial de

contribuir a la capacitación de nadadores en aguas abiertas de forma integral, estimulando la orientación cognitiva, la regulación emocional y las habilidades de toma de decisiones que pueden transferirse a otros deportes y contextos importantes, a este respecto, el modelo abre nuevas oportunidades de investigación y educación en deportes abiertos y dinámicos.

Objetivos del Modelo

Objetivo General

Configurar un modelo teórico-práctico sustentado en el concepto de GPS cerebral para ser aplicado por entrenadores de nado en aguas abiertas como herramienta para mejorar la preparación táctica de los atletas.

Objetivos específicos

- Elaborar los componentes estructurales del modelo GPS cerebral, considerando aspectos neurocientíficos, pedagógicos y metodológicos orientados a su aplicación por entrenadores.
- Diseñar las fases de implementación práctica del modelo dentro del plan de entrenamiento y entornos acuáticos.
- Compartir la estructura del modelo con los entrenadores en el uso mediante su uso, comprensión y ejecución de técnicas de orientación táctico-cognitiva.
- Validar la eficacia del modelo desde la perspectiva de los entrenadores, considerando criterios como viabilidad, aplicabilidad, impacto en el rendimiento de los nadadores y percepción de mejora táctica.

Justificación

Desde una visión ontológica, el modelo GPS cerebral parte del reconocimiento del ser humano como un organismo dinámico, dotado de facultades cognitivas, perceptivas

y emocionales que interactúan constantemente con el entorno. En el caso del nadador en aguas abiertas, la existencia deportiva está determinada por la adaptación continua a un medio sin referencias visuales estáticas, donde la orientación y la toma de decisiones emergen como procesos fundamentales. El modelo asume que el deportista no solo actúa en el agua, sino que “es” en el agua, conformando una realidad táctica viva, situada y mutable. El GPS cerebral, entonces, representa una dimensión ontológica del nadador como sujeto navegante, capaz de construir significados espaciales y tácticos desde su experiencia corporal.

En el plano epistemológico, el modelo se sostiene sobre un enfoque constructivista del conocimiento, donde el saber táctico no se transmite de forma pasiva, sino que se construye a través de la interacción con el entorno. El GPS cerebral se fundamenta en la idea de que los nadadores y entrenadores desarrollan esquemas mentales, mapas cognitivos y rutas de acción mediante procesos experienciales y reflexivos. El conocimiento táctico se adquiere como resultado del aprendizaje situado, la percepción contextual y la activación de memorias espaciales, validando la experiencia como fuente legítima de conocimiento. Asimismo, el modelo reconoce el papel del entrenador como mediador epistémico, capaz de facilitar condiciones para el desarrollo del saber en acción.

Desde la axiología, este modelo incorpora valores fundamentales como la autonomía cognitiva, la adaptabilidad, la resiliencia emocional y el pensamiento estratégico. Al centrarse en la preparación táctica desde un enfoque cerebral, se promueve el desarrollo del atleta como sujeto consciente, ético y reflexivo. La capacitación de entrenadores en este modelo, además, refuerza valores pedagógicos como el respeto al ritmo de aprendizaje, la individualización de la enseñanza y la formación integral del deportista. El GPS cerebral no solo aporta herramientas técnicas, sino que cultiva una ética del rendimiento basada en la comprensión profunda del entorno y el autocuidado táctico.

La dimensión metodológica del modelo se articula mediante la integración de estrategias didácticas activas, que incluyen la simulación mental, la práctica en entornos naturales, el uso de tecnologías de seguimiento espacial y la retroalimentación cognitiva. El modelo propone una metodología sistémica, flexible y centrada en el proceso, donde

el entrenador utiliza el GPS cerebral como herramienta para diseñar escenarios de aprendizaje ricos en estímulos y desafiantes para la mente del nadador. La estructura metodológica favorece la adaptación a diferentes niveles deportivos y estilos de entrenamiento, permitiendo su implementación progresiva y evaluable.

Finalmente, desde una perspectiva teleológica, el modelo GPS cerebral tiene como fin último el fortalecimiento de las competencias táctico-cognitivas del nadador en aguas abiertas, a través de una intervención consciente del entrenador. Se persigue el logro de un atleta capaz de tomar decisiones autónomas, regular sus emociones ante el entorno cambiante y anticiparse a las condiciones de la competencia. La teleología del modelo también apunta al desarrollo profesional del entrenador, fomentando una práctica pedagógica reflexiva, innovadora y centrada en el aprendizaje significativo. En conjunto, el propósito es contribuir a la evolución del entrenamiento deportivo desde una visión holística y cerebral.

Fundamentación Teórica

El modelo se basó en la experiencia observada durante esta investigación, presentando un paso a paso de como poder establecer un mecanismo de desarrollo orientativo en atletas de aguas abiertas, todo estructurado en la correcta aplicación de medio y métodos utilizados en esta investigación y dejando abierta la palestra para su modificación y utilización, no solo en la aguas abiertas, sino en deportes donde se requiera tener desarrollado este sistema de orientación espacial y generar una respuesta motora.

El concepto de GPS cerebral en nadadores de aguas abiertas es un enfoque innovador que hace referencia al desarrollo de la percepción espacial, la orientación, la capacidad de toma de decisiones rápidas y la memoria espacial de los atletas, particularmente en condiciones desafiantes como las que enfrentan en aguas abiertas. Esto implica una combinación de factores cognitivos, psicológicos y físicos que permiten a los nadadores mantenerse en curso, tomar decisiones sobre rutas eficientes y adaptarse al entorno competitivo.

Para crear un modelo teórico-práctico del desarrollo del GPS cerebral en

nadadores de aguas abiertas, es necesario integrar conocimientos de neurociencia, psicología deportiva, entrenamiento físico y desarrollo de habilidades específicas para el deporte y para la ejecución de este modelo teórico-práctico para el desarrollo del GPS Cerebral en nadadores de aguas abiertas se debe realizar a través de una serie de pasos estructurados que buscan fortalecer tanto las habilidades físicas como las cognitivas del nadador. El proceso debe integrar teoría y práctica de manera fluida, permitiendo que el atleta no solo se desarrolle físicamente, sino que también afine sus capacidades mentales, como la orientación espacial, la memoria y la toma de decisiones en el recorrido del evento.

Es por ello que, para abarcar el punto de vista teórico, se deben considerar tres áreas clave, como la percepción espacial, la orientación cognitiva y la memoria espacial. Donde la percepción espacial, habilita al cerebro a percibir el entorno físico de forma precisa, identificar referencias visuales (boyas, barcos, costa) y encargarse del sentido de dirección, esto sin una guía o marcas físicas fijas como en una piscina, mientras que la orientación cognitiva, abarca la capacidad de un nadador para evaluar su posición en el espacio, y estimar la dirección correcta a seguir, para ajustar sus movimientos en función de cambios en el entorno y el evento, pero lo más importante en el desarrollo de la orientación o ubicación espacial es la memoria espacial, que es donde el cerebro a través del hipotálamo crea la habilidad para recordar puntos de referencia visuales y establecer mapas mentales del entorno en el que se desarrolla la competencia. En aguas abiertas, esta habilidad es esencial para hacer ajustes en el rumbo durante distancias largas.

Es como este modelo tiene como objetivo desarrollar y optimizar el GPS cerebral de los nadadores de aguas abiertas, basándose en principios neurocientíficos que abordan tanto las capacidades cognitivas, necesarias para tener eficiencias direccionales en su desempeño deportivo. El modelo como todo proceso se establece bajo un conjunto que conforman un todo, es por ello que el mismo, se estructura en dos pilares fundamentales:

Teórico: Fundamentos científicos y principios neurocognitivos que sustentan el proceso de aprendizaje y desarrollo de la orientación espacial, en la toma de decisiones direccionales en los nadadores de aguas abiertas.

Práctico: Implementación de técnicas y ejercicios específicos para entrenar estas habilidades en los nadadores.



Que será necesario desglosar de forma correcta para que de ser necesario replicar, sea de la forma más precisa y acorde a los principios de la elaboración de la investigación, donde:

I. Pilar Teórico: Fundamentos Neurocientíficos del GPS Cerebral.

El GPS cerebral hace referencia a la habilidad del cerebro para orientar al cuerpo en el espacio, adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno, y tomar decisiones sobre las direcciones que debe tomar en el evento deportivo bajo presión, especialmente en contextos como el de la natación en aguas abiertas, que son dinámicas y difíciles de controlar. A continuación, se describen en la tabla 22, las áreas clave implicadas desde la neurociencia en este proceso:

Tabla 22

Áreas clave implicadas desde la neurociencia

<p>Neurociencia de la Orientación Espacial</p> 	<p>Esta capacidad ayuda al nadador para mantener la orientación en un entorno acuático sin referencias visuales claras, se apoya en los sistemas cerebrales relacionados con la percepción espacial, la memoria espacial y la integración de señal sensorial (vista):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipocampo: Participa en la navegación espacial, formando mapas mentales del entorno. - Córtex parietal posterior: Relacionada con la percepción espacial y el control del movimiento. - Córtex motor (Cerebelo): Regula la coordinación motora y el equilibrio, aspectos fundamentales para mantener la dirección durante el nado.
<p>Neurociencia de la Toma de Decisiones</p> 	<p>Como visión general, el cerebro de un nadador de aguas abiertas debe tomar decisiones rápidas sobre la dirección, velocidad y técnica a seguir, a menudo bajo condiciones impredecibles. Las zonas cerebrales implicadas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Corteza prefrontal: Área clave para la toma de decisiones y el control de impulsos. Ayuda a predecir, evaluar opciones y ejecutar decisiones rápidas. - Amígdala: Regula la respuesta emocional a situaciones de estrés o ansiedad, como cuando se experimentan cambios en el clima o en la proximidad de otros nadadores. - Corteza cingulada anterior: Implicada en la evaluación de la recompensa y el dolor, importante para ajustar el esfuerzo físico y emocional.

Fuente: elaboración propia (2025).

II. Pilar Práctico: Implementación para el Desarrollo del GPS Cerebral en Nadadores.

1. Entrenamiento Cognitivo para la Orientación Espacial: Este tipo de entrenamiento tiene como objetivo mejorar la percepción espacial y la memoria espacial en los nadadores, facilitando la navegación en aguas abiertas sin la necesidad de puntos de referencia visuales constantes. Ejercicios Prácticos:

- *Orientación:* Utilizar herramientas tecnológicas como TV para poder visualizar rutas y posibles respuestas de acciones que debe realizar el atleta, el atleta debe ser capaz de dar respuesta verbal rápida a todas las situaciones que se le presenten.

- Entrenamiento de Memoria Espacial: Hacer que el nadador memorice rutas específicas o puntos de referencia en el entorno antes de realizar un recorrido. Durante la actividad, se puede cambiar aleatoriamente algún punto de referencia o añadir obstáculos.

2. Entrenamiento para la Toma de Decisiones orientativas: Este entrenamiento está enfocado en mejorar la velocidad de procesamiento y la eficacia en la toma de decisiones rápidas durante el nado en aguas abiertas, respondiendo con rapidez y precisión a los cambios en el entorno. Ejercicios Prácticos:

- Simulaciones de Competencia con Decisiones Rápidas: Simular un recorrido en aguas abiertas en el que el nadador debe tomar decisiones en momentos críticos, como cambiar de dirección debido a la cercanía de otros nadadores, cambiar de ritmo según las señales del entrenador, o ajustar la velocidad dependiendo de las condiciones de la corriente.

3. Entrenamiento de percepción espacial: Introducir factores estresantes como navegar con un ojo abierto y otro cerrado, para estimular el córtex parietal en la resolución cognitiva, para que el córtex motor ejecute la respuesta en competencia cercana, o incluso la presencia de obstáculos en el agua. El nadador debe ser capaz de reaccionar rápidamente sin perder el control del ritmo.

- Entrenamientos con Feedback Inmediato: Diseñar dispositivos de retroalimentación (como señales de audio o luz) que indiquen cambios de dirección o ritmo durante el nado (por ejemplo, “giro a la derecha”, “aumenta la velocidad”). Este entrenamiento mejora la toma de decisiones en tiempo real y la capacidad de ajustar

estrategias.

III. Pilar de control y evaluación: Retroalimentación Continua

Como todo proceso donde se busca la evolución de una habilidad o acción, necesario realizar una evaluación continua del progreso del atleta o del equipo, en cada uno de los aspectos donde esté involucrado el GPS cerebral (orientación espacial y toma de decisiones). A continuación, se proponen algunos métodos:

- Evaluación Cognitiva: A través de test A con referencia de punto altos y bajos, periódicos que evalúan la capacidad del nadador para orientarse en el agua, tomar decisiones rápidas y adaptarse a situaciones cambiantes.

- Sesiones de Feedback Psicológico: Implementar sesiones de retroalimentación individualizadas donde el nadador discuta sus emociones, decisiones y percepción espacial con un entrenador o psicólogo deportivo. Este feedback debe ayudar a identificar áreas de mejora y ajustar los entrenamientos según sea necesario.

En la tabla 23, se puede observar los sustentos teóricos que respaldan la elaboración del modelo teórico-práctico sustentado en el GPS cerebral como alternativa de preparación táctica en atletas de nado en aguas abiertas, estos aportaron gran parte de las referencias necesarias para que el producto final representara un instrumento de mucho valor científico, y sirviera para el desarrollo deportivo.

Tabla 23
Teorías del Sustento del Modelo

Pragmatismo Dewey J (1995)	Constructivismo Vygotsky (1960)	Neuro-aprendizaje Loja (2015)	Aprendizaje Humano Kandel y otros (2001)
			
La teoría pragmática aplicada al modelo del GPS cerebral en atletas de nado en aguas abiertas enfatiza el aprendizaje táctico basado en la experiencia directa, la toma de decisiones en tiempo real y el desarrollo cognitivo adaptativo, integrando percepción espacial y retroalimentación contextual para optimizar el rendimiento deportivo.	La teoría constructivista de Vygotsky destaca que el aprendizaje se construye a través de la interacción social y el lenguaje. Introduce conceptos clave como la Zona de Desarrollo Próximo y el andamiaje, donde el conocimiento emerge mediante la colaboración guiada y el contexto cultural que rodea al individuo.	La teoría del neuro-aprendizaje, desarrollada en Loja (2015), destaca la importancia de comprender cómo funciona el cerebro para optimizar la enseñanza. Propone estrategias pedagógicas basadas en la neurociencia que favorecen la atención, la memoria y la motivación, mejorando significativamente el proceso de aprendizaje en contextos educativos.	La teoría del aprendizaje humano de Kandel y otros (2001) sostiene que la mente es producto del cerebro. Propone que todo proceso mental tiene una base biológica, y que el aprendizaje implica cambios sinápticos duraderos, integrando genética, neurociencia y conducta para comprender cómo se forma la memoria.

Fuente: Elaboración propia. García (2025)

Fases del Modelo

Para lograr desarrollar este modelo teórico se debe programar un plan de entrenamiento para el desarrollo del GPS cerebral, que será dividido en cinco (5) fases tal como se muestra en la tabla 24:

Tabla 24.
Plan de Entrenamiento para el desarrollo del GPS cerebral

FASE 1. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO COGNITIVO	
Objetivo: El objetivo de esta fase es conocer el punto de partida del nadador en cuanto a sus capacidades cognitivas y físicas, y determinar sus fortalezas y áreas de mejora.	
EJECUCIÓN	
Evaluación de la percepción espacial	<p>Método: Realizar entrenamientos en aguas abiertas donde las condiciones (corrientes, visibilidad, oleaje) cambian constantemente. El nadador debe aprender a reconocer puntos de referencia (boyas, costas, objetos en el agua) y mantenerse en línea recta sin perder la orientación.</p> <p>Herramientas: Sensores GPS portátiles, cámaras subacuáticas para analizar la dirección, y ejercicios que simulen condiciones impredecibles de manera controlada.</p>

Tabla 24. Cont.

Pruebas de memoria espacial	<p>Método: Los nadadores deben nadar recorridos con varios puntos de referencia y luego ser evaluados sobre su capacidad para recordar esos puntos y su posición relativa a ellos.</p> <p>Herramientas: Mapas visuales de rutas, ejercicios de seguimiento de referencia en tierra, piscina y en aguas abiertas.</p>
Evaluación de la toma de decisiones	<p>Método: Simulaciones de competencia donde se presentan situaciones imprevistas, como cambios repentinos en las corrientes o la dirección del viento, y el nadador debe decidir rápidamente qué ajustes hacer en su ruta.</p> <p>Herramientas: Ejercicios con cambio de dirección en tiempo real y variabilidad en las condiciones ambientales (por ejemplo, entrenamientos en condiciones de neblina o nublados).</p>
Evaluación de la percepción espacial	A través de ejercicios de orientación en evaluamos el estado inicial de los atletas.
Pruebas de memoria espacial	Se pueden realizar pruebas con mapas visuales del recorrido para ver si el nadador recuerda las rutas correctas, la ubicación de las boyas, y la dirección en la que se encuentra.
FASE 2. ENTRENAMIENTO COGNITIVO	
<p>Objetivo: Desarrollar habilidades específicas del GPS cerebral a través de ejercicios tanto físicos como cognitivos, que mejoren la percepción espacial, la toma de decisiones en tiempo real y la memoria espacial.</p>	
EJECUCIÓN	
Visualización y mapas mentales	<p>Método: Instruir a los nadadores en técnicas de visualización, donde deben imaginar el recorrido y el entorno en el que competirán. La visualización debe incluir la anticipación de situaciones imprevistas, como cambios en el clima, el oleaje o las corrientes.</p> <p>Ejercicio: Antes de cada sesión de entrenamiento, realizar ejercicios de visualización en los que el nadador se imagine nadando hacia las boyas, enfrentando desafíos o buscando puntos de referencia en el agua. Esto ayuda a mejorar la memoria espacial.</p>
Entrenamiento con objetivos cognitivos	<p>Método: Durante los entrenamientos, se introducen objetivos cognitivos, como encontrar y mantener la dirección correcta utilizando referencias no tradicionales (por ejemplo, ubicaciones de barcos, boyas no alineadas).</p> <p>Ejercicio: Después de nadar un tramo determinado, se les pide a los nadadores que describan las referencias visuales que usaron y cómo ajustaron su trayectoria.</p>
Ejercicios de toma de decisiones	<p>Método: Crear escenarios donde los nadadores deben tomar decisiones rápidas sobre la dirección o el ritmo a seguir.</p> <p>Ejercicio: Entrenamientos en los que, de manera inesperada, el entrenador da señales de dirección (por ejemplo, cambiar de ruta o reducir la velocidad) y el nadador debe decidir rápidamente cómo ajustar su estrategia sin perder la orientación.</p>

Tabla 24. Cont.

FASE 3. INTEGRACIÓN FÍSICA Y COGNITIVA	
Objetivo: Integrar la capacidad cognitiva con la ejecución física, para asegurar que el nadador pueda aplicar lo aprendido en un entorno competitivo.	
EJECUCIÓN	
Simulaciones de competencias en aguas abiertas	<p>Método: Realizar simulaciones que imiten las condiciones de una competencia real, con distancias largas, presencia de otros nadadores, y condiciones ambientales variables (cambio de oleaje, viento, visibilidad).</p> <p>Ejercicio: Competencias internas o simuladas en las que se crea un entorno lo más parecido posible a una competencia de aguas abiertas, permitiendo que los nadadores apliquen las habilidades cognitivas (orientación, memoria espacial) junto con las físicas.</p>
Entrenamientos mixtos de resistencia y cognición	<p>Método: Realizar entrenamientos largos en los que los nadadores deban tomar decisiones sobre el ritmo, la dirección y la técnica, mientras experimentan la fatiga. Este entrenamiento es clave para mejorar la capacidad de toma de decisiones cuando el cuerpo está agotado.</p> <p>Ejercicio: Nadar durante 60-90 minutos en condiciones cambiantes, realizando ajustes en el rumbo y ritmo en función de las señales dadas por el entrenador (como señales de dirección o situaciones de navegación).</p>
Entrenamientos mixtos	<p>Método: Combinar sesiones de entrenamiento físico con tareas cognitivas.</p> <p>Ejercicio: realizar ejercicios de nado con una cantidad de distracciones controladas (como interrupciones visuales o sonoras) que desafíen la capacidad de concentración.</p>
Simulación de recorridos con diferentes obstáculos físicos	<p>Método: Crear situaciones de recorrido de rutas dentro y fuera del agua, con dificultades físicas</p> <p>Ejercicio: Con un ojo abierto y otro cerrado, con ambos cerrados, con obstáculos como boyas cercanas, etc. donde se evalúe tanto el rendimiento físico como la capacidad de mantener el rumbo correcto bajo condiciones atípicas.</p>
FASE 4. MONITOREO Y FEEDBACK CONTINUO	
Objetivo: Realizar un seguimiento constante del progreso del nadador, identificando áreas de mejora y proporcionando retroalimentación para asegurar el desarrollo continuo del GPS cerebral.	
EJECUCIÓN	
Monitoreo con tecnología	<p>Método: Usar dispositivos de seguimiento como GPS, sensores de ritmo cardíaco y cámaras subacuáticas para analizar el rendimiento del nadador. Estos dispositivos proporcionan información en tiempo real sobre la orientación y los cambios de dirección.</p> <p>Herramienta: Dispositivos GPS portátiles y aplicaciones de análisis de datos que permitan ver el recorrido exacto y compararlo con la ruta ideal.</p>
Feedback post-entrenamiento	<p>Método: Después de cada entrenamiento o simulación de competencia, proporcionar retroalimentación detallada sobre la toma de decisiones, la orientación y el uso de referencias visuales.</p> <p>Ejercicio: Revisar el recorrido realizado con el nadador, analizando los puntos donde la orientación no fue adecuada o donde se podrían mejorar las decisiones cognitivas (por ejemplo, cambios de dirección innecesarios o desajustes en el ritmo).</p>

Tabla 24. Cont.

FASE 5. EVALUACIÓN FINAL Y AJUSTES	
Objetivo: Evaluar el progreso global del nadador en cuanto a su capacidad para utilizar el GPS cerebral en un entorno de competencia y realizar ajustes finales.	
EJECUCIÓN	
Evaluación final de la capacidad cognitiva y física	<p>Método: Realizar una competencia simulada final que combine los elementos de orientación, memoria espacial, toma de decisiones y resistencia física.</p> <p>Feedback: Evaluar los tiempos, la precisión en la toma de decisiones, el uso de referencias visuales, la capacidad para ajustarse a condiciones cambiantes y la adaptación a las corrientes.</p>
Ajustes según los resultados	<p>Método: En función de los resultados obtenidos en la evaluación final, diseñar un plan de mejora para seguir trabajando en áreas específicas donde el nadador haya tenido dificultades.</p> <p>Feedback:</p>

Fuente: Elaboración propia (2025).

Para demostrar la efectividad de los modelos es necesario mantener la rigurosidad científica utilizando es necesario aplicar herramientas estadísticas que permitan evaluar los cambios en el rendimiento, la mejora en las capacidades cognitivas y la eficiencia en la toma de decisiones de los nadadores. A continuación, se detallan en la tabla 25, las estadísticas clave que deberían ser utilizadas en cada fase del proceso de aplicación de esta modelo, desde la evaluación diagnóstica hasta la evaluación final.

Tabla 25

Estadísticas clave que deberían ser utilizadas en cada fase del proceso de aplicación de esta modelo.

ESTADÍSTICAS PARA LA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	
Análisis Descriptivo	<p>Objetivo: Obtener una visión general de las habilidades iniciales de los nadadores en términos de rendimiento físico y cognitivo.</p> <p>Métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Media (Promedio):</i> Para analizar el rendimiento promedio de los nadadores en diversas métricas, como tiempo, distancia y precisión de orientación. - <i>Frecuencia:</i> Para determinar cuántos nadadores mantienen una dirección adecuada, cómo se distribuyen las respuestas a las condiciones ambientales, etc. - <i>Ejemplo:</i> Si se realiza un test de orientación, la media de las distancias desviadas de la ruta ideal que pueden ser tomadas con variables, como grados de desviación o distancia en metros que se aleja del punto de llegada y la desviación estándar para medir la consistencia de los resultados.

Tabla 25. Cont.

Análisis de Correlación	<p>Objetivo: Evaluar las relaciones entre diferentes variables (por ejemplo, la relación entre la variación de la eficiencia de recorrido de varias ejecuciones).</p> <p>Método:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Coeficiente de Correlación de Pearson (r):</i> Para medir la relación lineal entre variables como la capacidad de orientación y la memoria espacial. - <i>Ejemplo:</i> Analizar si existe una correlación significativa entre el tiempo de recorrido y la precisión en la navegación, es decir, cómo el tiempo de recorrido se ve afectado por la habilidad de mantener la orientación.
ESTADÍSTICAS PARA EL ENTRENAMIENTO COGNITIVO Y FÍSICO	
Pruebas de Comparación de Medias	<p>Objetivo: Comparar las mejoras en el rendimiento y las habilidades cognitivas antes y después de las sesiones de entrenamiento o de un programa estipulado.</p> <p>Métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>T-test para muestras dependientes:</i> Comparar las puntuaciones de orientación o rendimiento cognitivo de los nadadores antes y después de un período de entrenamiento. - <i>Ejemplo:</i> Comparar la precisión en la toma de decisiones (por ejemplo, la cantidad de desviaciones de la ruta ideal) antes y después de un entrenamiento específico de simulación de competencia.
ESTADÍSTICAS PARA EL MONITOREO Y FEEDBACK CONTINUO	
Análisis de Tendencias	<p>Objetivo: Estudiar la evolución de los datos de rendimiento a lo largo del tiempo para identificar patrones de mejora o estancamiento.</p> <p>Método:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Gráficos de tendencias:</i> Representación visual de la mejora en el rendimiento durante las distintas fases del entrenamiento (ej., gráficos de líneas para seguimiento de tiempos, distancias recorridas y precisión en la navegación). - <i>Ejemplo:</i> Graficar la mejora en el tiempo necesario para completar un tramo específico con precisión de orientación durante el ciclo de entrenamiento.
Evaluación de la Fiabilidad y Validez	<p>Objetivo: Determinar si las pruebas utilizadas para medir el rendimiento son confiables y miden lo que se pretende medir.</p> <p>Métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Fiabilidad (Küder Richardson):</i> Para determinar la consistencia interna de las pruebas de desempeño cognitivo y físico. - <i>Ejemplo:</i> Evaluar la validez de las métricas de rendimiento de orientación utilizando el análisis de correlación con los resultados de pruebas cognitivas específicas (como el reconocimiento de mapas y puntos de referencia).

Fuente: Elaboración propia (2025).

En el contexto del entrenamiento en aguas abiertas, donde la imprevisibilidad del entorno exige respuestas tácticas dinámicas, surge la necesidad de repensar los

modelos tradicionales de preparación. Con base en dicha inquietud, se ha construido un ideograma que sintetiza los fundamentos conceptuales, metodológicos y operativos de un enfoque innovador: el Modelo Teórico-Práctico sustentado en el GPS Cerebral.

Esta herramienta gráfica no solo visibiliza las conexiones entre neurociencia, cognición espacial y pedagogía deportiva, sino que también orienta el desarrollo de intervenciones que potencien la autonomía táctica del nadador. A continuación, se presenta la figura 23, contentiva del modelo (MTP.GPSCB) como una alternativa integral para fortalecer la toma de decisiones en entornos acuáticos abiertos.

Figura 23.

Representación del Modelo teórico-Practico sustentado en el GPS Cerebral como alternativa de preparación táctica de nado en aguas abiertas (MTPGPSCB).



Fuente: Elaboración propia García (2025)

Validación

La ejecución del modelo teórico-práctico para el desarrollo del GPS cerebral en nadadores de aguas abiertas implica un enfoque integral que combina el entrenamiento físico con el desarrollo de habilidades cognitivas. A través de la evaluación continua, simulaciones realistas y el uso de tecnología para el monitoreo y feedback, se busca optimizar tanto el rendimiento físico como la capacidad de orientación, toma de decisiones y memoria espacial, elementos esenciales para competir de manera efectiva en aguas abiertas.

Por ello es fundamental que, para el rendimiento de los nadadores en aguas abiertas, ya que no solo involucra habilidades físicas, sino también capacidades cognitivas y psicológicas. Un enfoque integral que combine entrenamiento físico con prácticas mentales y simulaciones de condiciones reales mejorará la capacidad del nadador para navegar eficientemente en aguas abiertas y tomar decisiones rápidas, lo que puede marcar la diferencia en la competencia.

Por esto que este modelo teórico-práctico ofrece un enfoque integral para el desarrollo del GPS cerebral en nadadores de aguas abiertas. Al combinar principios neurocientíficos con ejercicios prácticos adaptados a las necesidades del nadador, se puede optimizar su capacidad para navegar y tomar decisiones rápidas durante las competencias. Siendo necesario mantener la validez constante de todos los instrumentos que se utilicen, demostrando la efectividad del modelo teórico-práctico para el desarrollo del GPS Cerebral en nadadores de aguas abiertas, es necesario utilizar un enfoque estadístico completo que abarque desde la evaluación descriptiva inicial hasta análisis avanzados como la regresión, análisis multivariante y el cálculo del tamaño del efecto. Estos métodos permitirán determinar si las intervenciones cognitivas y físicas han mejorado las capacidades de navegación y la toma de decisiones en condiciones cambiantes.

La efectividad del instrumento fue confirmada mediante la evaluación inicial de la muestra poblacional, donde se recogieron resultados preliminares. Posteriormente, se llevó a cabo el modelo de manera gradual, siguiendo el procedimiento establecido en el plan de entrenamiento que se dividió en cinco fases, la etapa de diagnóstico, se

realizaron valoraciones iniciales a través de diferentes test. Después, comenzó un periodo de entrenamiento que se extendió por 12 semanas, iniciando desde el aspecto cognitivo, con el uso de diversas herramientas como la visualización de rutas mediante imágenes o gráficos. Los atletas diseñaron distintas rutas mentalmente, que podrían utilizar en una competición, y la repetida aplicación de este recurso, junto con las técnicas de visualización, permite a los atletas imaginar el recorrido y el entorno en el que competirán. Esta visualización contribuye a anticipar situaciones inesperadas, mejorando así las capacidades específicas del GPS cerebral a través de ejercicios tanto físicos como cognitivos, que optimizan la percepción espacial, la toma de decisiones en tiempo real y la memoria espacial.

En la tercera fase, denominada integración física y cognitiva, se buscó garantizar que el nadador pudiera implementar lo aprendido en un ambiente competitivo. Esto se llevó a cabo mediante simulaciones de competencias en entrenamientos en el mar o en la piscina, con el objetivo de mejorar la orientación. Además, se realizó entrenamiento de natación en diferentes distancias, siempre con un enfoque en potenciar la concentración en la creación de nuevas rutas para cumplir con los circuitos establecidos en los entrenamientos, facilitando así diversas combinaciones de recorridos posibles. Luego se ejecutó la cuarta fase, que se centró en el monitoreo constante del progreso del nadador, identificando áreas de mejora y proporcionando retroalimentación para asegurar un desarrollo continuo del GPS cerebral.

Esto se llevó a cabo a través de herramientas tecnológicas como GPS electrónicos y grabaciones en video para evaluar cómo se manifestaba el progreso de esta habilidad. Otro seguimiento y Feedback que se realizó fue la interacción continua con los atletas, quienes brindaron información valiosa sobre cómo perciben su capacidad de orientación durante este proceso de entrenamiento. Finalmente, la quinta fase consistió en una evaluación final y ajustes, donde se constató que al aplicar los test finales, se logró una mejora significativa en la capacidad de orientación.

La validación del modelo fue intrínseca, ya que después de la temporada de ejecución del modelo y tras cumplir con las cinco fases del entrenamiento, se pudieron valorar los resultados finales. Esto mostró una mejora en la ubicación espacial y la direccionalidad de los atletas tanto en los entrenamientos como en las competiciones.

REFERENCIAS

- Abdelkrim, NB, Castagna, C., El Fazaa, S., y El Ati, J. (2010). *El efecto de la estrategia táctica y estándar de los jugadores en las exigencias del juego en el baloncesto masculino*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24 (10), 2652-2662. https://www.researchgate.net/publication/47156844_The_Effect_of_Players'_Standard_and_Tactical_Strategy_on_Game_Demands_in_Men's_Basketball
- Agencia de Noticias UNAL. (s/f.). *Fotografía de un evento en la Universidad Nacional de Colombia*. [Fotografía]. Agencia de Noticias UNAL. https://agenciadenoticias.unal.edu.co/fileadmin/legacy/AgenciaUN_1007_72.jpg
- Aguas Abiertas, (s/f). *Fotografía de Atletas nadando*. [Imagen PNG]. <https://zpc-dzk.nl/openwater/>
- Aguilera, R. (2013). *Identidad y diferenciación entre Método y Metodología*. *Estudios políticos* (México), (28), 81-103. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-16162013000100005&lng=es&tlng=es.
- Álvarez, C. (2012). *Redes neuronales de la memoria espacial: uso de estrategias egocéntrica y de guía*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo. <https://portalinvestigacion.uniovi.es/documentos/5e4e71f72999524eaa94b4ef>
- Amblard, B., & Carblanc, A. (1980). *Role of foveal and peripheral visual information in maintenance of postural equilibrium in man*. *Perceptual and Motor Skills*. <https://doi.org/10.2466/pms.1980.51.3.903>
- Angulo, J. (2013). *Breve introducción a la epistemología en educación*. Grupo de Investigación L.A.C.E. https://www.academia.edu/5617561/Epistemolog%C3%ADa_Educaci%C3%B3n
- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigación*. Séptima edición. Editorial Episteme C A. Caracas República Bolivariana de Venezuela.
- Balestrini, M. (2003). *Como se elabora el Proyecto de Investigación*. (6ª ed.) Caracas. Servicio Editorial BL Consultores Asociados.
- Bavaresco, M. (2001). *Proceso Metodológico en la Investigación como hacer un diseño de Investigación*. Mc Graw Hill. Interamericana.
- Benedet; M (2002) *Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO) 1ra edición, Neuropsicología Cognitiva*. Aplicaciones a la clínica y a la investigación

Fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva. <https://sid-inico.usal.es/idos/F8/8.1-6407/neuropsicologia.pdf>

- Blundell, N.L (1985). *The contribution of vision to the learning and performance of sports skills: Part 1: The role of selected visual parameters*. Australian Journal of science and medicine in sports.
- Borràs, M., Gispets, J., Ondategui, J., Pacheco, M., Sánchez, E., & Varón, C. (2004). Visión binocular. Diagnóstico y tratamiento. Catalunya: universidad politécnica de Catalunya.
- Cumsille U, Cristian. Rojas V, Tomas (2022) Manual de oftalmología, Universidad de Chile. <https://libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/1104/submission/proof/>
- De la Cruz, P. (2020). *El hipotético-deductivismo en la explicación de las ciencias sociales*. Horizonte de la Ciencia, 10(18), 77-88. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7762149.pdf>
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación, Una introducción a la filosofía de la educación*. Sexta edición. Ediciones Morata 1920 https://www.google.com.pe/books/edition/Democracia_y_educaci%C3%B3n/s8KsHz4q7ZIC?hl=es-419&gbpv=1
- Erickson, KI, Voss, MW, Prakash, RS, Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., y Kramer, AF (2011). *El entrenamiento físico aumenta el tamaño del hipocampo y mejora la memoria*. Actas de la Academia Nacional de Ciencias, 108 (7), 3017-3022. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3041121/pdf/pnas.201015950.pdf>
- Gabbett, T., Kelly, J., & Pezet, T. (2008). A comparison of fitness and skill among playing positions in sub-elite rugby league players. *Journal of science and medicine in sport*, 11(6), 585-592. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S144024400700148X>
- Geva-Sagiv, M., Las, L., Yovel, Y., y Ulanovsky, N (2015) **Spatial cognition in bats and rats: from sensory acquisition to multiscale maps and navigation**. <https://www.nature.com/articles/nrn3888>
- Gliem, J. A., y Gliem, R. R. (2003). Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. Midwest Research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education. Disponible: <https://scholarworks.iupui.edu/handle/1805/344>
- Gómez, A. (2003). *La Investigación Social y Educativa*. (1ra. ed.). Bogotá: Convenio Andrés Bello.
- 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. <http://www.cafyd.com/REVISTA/02305.pdf>
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). *Separate visual pathways for perception and action*. Trends in neurosciences, 15(1), 20-25. https://www.cnbcmu.edu/braingroup/papers/goodale_milner_1992.pdf
- Hammersley, M. (1987). *Some Notes on the Terms Validity and Reliability*. British Educational Research Journal, 13(1), 73–82.
- Hernández Sampieri, R. Fernández, C y Baptista P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Editorial McGRAW-HILL interamericana editores, S.A. de C. V. México. Disponible: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf> .
- Hernández, J; Espinosa, F; Rodríguez, Johel E; Chacón, J; Toloza, C; Arenas, M; Carrillo, S; Bermúdez, V (2018) Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica Venezuela <https://www.redalyc.org/journal/559/55963207025/55963207025.pdf>
- Hospital Benedict W., Schultz, F., Höner, O., Kasneci, E., (2021) Soccer goalkeeper expertise identification based on eye movements, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0251070>
- Izquierdo, N. (2014). *El GPS cerebral*. Fotografía de un cerebro mostrando las neuronas en el hipocampo y la corteza Entorrinal. [Imagen PNG]. <https://diarium.usal.es/imisiego/2014/10/10/el-gps-cerebral/>
- Kandel, E., Schwartz, J. & Jessel, T (2001). *Principios de neurociencia*. (4ª ed.). Madrid España: McGraw-Hill/Interamericana. Disponible en: <https://dokumen.pub/principios-de-neurociencia-kandel.html>
- Kandel, Schwartz y Jessel. (1997). *Neurociencia y conducta*. <https://es.scribd.com/document/443644626/Neurociencia-y-Conducta-Kandel>
- Kaplan, T., Erkmen, N., y Taskin, H. (2009). *Evaluación de la velocidad de carrera y el rendimiento de agilidad en jugadores de fútbol profesionales y amateurs*. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23 (3), 774-778. https://www.researchgate.net/publication/24350725_The_Evaluation_of_the_Running_Speed_and_Agility_Performance_in_Professional_and_Amateur_Soccer_Players
- Kaufman, D. (2008). *Neurología clínica para psiquiatras*. Elsevier.
- Kropff, E (2015). *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*. Artículo

- digital "Speed cells: el elemento que faltaba" Disponible digital en: <https://www.conicet.gov.ar/speed-cells-el-elemento-que-faltaba/>
- Kropff, E. Carvalho, M. Tanke, N. Witter, M. Moser, M. Moser E. (2020). A brainstem locomotor circuit drives the activity of speed cells in the medial entorhinal cortex. Editorial Elsevier Science. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/139209>
- La Gaceta. (s/f). *Cómo funciona el GPS del cerebro*. Fotografía de un cerebro. [Imagen PNG]. https://www.lagaceta.com.ar/nota/610881/sociedad/como-funciona-gps-cerebro.html#google_vignette
- Leutgeb, J, Leutgeb, S, Treves A, Meyer R, Barnes C, McNaughton B, Moser M, Moser E. (2005). *Progressive transformation of hippocampal neuronal representations in "morphed" environments*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16242413/>
- Leutgeb, S., Leutgeb, J, Moser, M y Moser, E. (2005). *Células de lugar, mapas espaciales y el código de población para la memoria*. Current opinion in neurobiology, 15 (6), 738-746. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.10.002>
- Librería en Línea Wiley (2019). *Funcionamiento del GPS en la corteza entorrinal*. Fotografía. [Imagen PNG]. [https://www.google.com/search?q=Librer%C3%ADa+en+L%C3%ADnea+Wiley+\(2019\)&oq=Librer%C3%ADa+en+L%C3%ADnea+Wiley+\(2019\)&gs_lcrp=EgZja_HJvbWUyBggAEEUYOdIBBzgZOGowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Librer%C3%ADa+en+L%C3%ADnea+Wiley+(2019)&oq=Librer%C3%ADa+en+L%C3%ADnea+Wiley+(2019)&gs_lcrp=EgZja_HJvbWUyBggAEEUYOdIBBzgZOGowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- Llorens, F. (2014). *Esfuerzo Físico Puntual y Orientación Espacial Exógena*. Tesis doctoral. Universidad Católica de Valencia, San Vicente Mártir. <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=jm3x6rc2lvA%3D>
- Loja, M. (2015). *Neuro aprendizaje en el aula*. Ecuador: ERIM
- López, N, Font, M (2021). *Los Gps Cerebral, navegar por el espacio y los afectos* <http://www.digital-reasons.es/>
- López, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsoccua_a2016_cap1-2.pdf.
- MacLean, P. (1973). *A Triune concept of the brain and behaviour*, by Paul D. MacLean. Including Psychology of memory, and Sleep and dreaming; papers presented at Queen's University, Kingston, Ontario, February 1969, by V. A. Kral [et al.] <https://archive.org/details/triuneconceptofb0000macl/page/n7/mode/2up?q=brain>.
- Martínez, M. (2011). *Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa*. Editorial Trillas. México.

- Maureira, F., Mallea, I. D., Espuña, P. F., Alarcón, C. I., Carrión, D. M., Muñoz, F. A., ... & Menares, M. B. (2014). *Relación de la práctica de actividad física y el rendimiento académico en escolares de Santiago de Chile*. *Revista Ciencias de la Actividad Física*, 15 (1), 43-50.
https://www.researchgate.net/publication/271328598_Relacion_de_la_practica_de_actividad_fisica_y_el_rendimiento_academico_en_escolares_de_Santiago_de_Chile
- McIntosh, RD, & Schenk, T. (2009). *Dos corrientes visuales para la percepción y la acción: tendencias actuales*. *Neuropsychologia*, 47 (6), 1391-1396.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.009>
- Meir, R., Newton, R., Curtis, E., Fardell, M., & Butler, B. (2001). *Physical fitness qualities of professional rugby league football players: determination of positional differences*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(4), 450-458.
https://www.researchgate.net/profile/Rudi-Meir/publication/11630103_Physical_Fitness_Qualities_of_Professional_Rugby_League_Football_Players_Determination_of_Positional_Differences/links/59e1a684458515393d57b07e/Physical-Fitness-Qualities-of-Professional-Rugby-League-Football-Players-Determination-of-Positional-Differences.pdf
- Moser, EI, Moser, MB y Roudi, Y. (2014). *Mecanismos de red de celdas de cuadrícula*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369 (1635), 20120511.
- O'Keefe, J., & Dostrovsky, J. (1971). *The hippocampus as a spatial map: preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat*. *Brain research*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0006899371903581>
- Oliva, M. (1999). *Manual de exploración vestibular para residentes de ORL y algunos adjuntos, especialmente torpes para estos menesteres*.
<https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-del-centro-de-la-provincia-de-buenos-aires/sistema-locomotor/libroexploracion-vestivular/92956122>
- Palella, S. y Martins, F. (2010). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. (3ª ed.). Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL).
- Paulsen, F., Waschke J. (2018). *Sobotta*. Atlas de anatomía humana vol 2: Órganos internos Elsevier Health Sciences,
- Peña Freire, A (2025). *Habilidades visuales en porteros de fútbol*. Tesis de maestría.
<https://saera.eu/wp-content/uploads/2025/04/Ana-Pena-Freire-2025.-Habilidades-visuales-en-porteros-de-futbol-SAERA.pdf>

- Peterson, E. MSIV, BS (2016) *The Motility Exam, Moran CORE (Clinical Ophthalmology Resource for education)* <https://morancore.utah.edu/about/>
- Plasticidad Neuronal y Cognición. (s/f). *Fotografía de redes neuronales*. [Imagen PNG]. <https://www.cognifit.com/es/plasticidad-cerebral>
- Popper, K. (1995). *La Lógica de la investigación científica*. (M. A. Albisu, Trad.) Madrid, España: Tecnos. Trabajo original publicado en 1974.
- Premio Nobel (2014). *Fundación Ramón Areces, Real Academia de Doctores de España* <https://www.fundacionareces.es/recursos/doc/portal/2018/03/19/premios-nobel-2014pdf.pdf>
- Quevedo, L., & Fortó, J. (2007). *Visión periférica: propuesta de entrenamiento*. Apunts. Educación física y deportes, 2(88), 75-80. <https://www.redalyc.org/pdf/5516/551656954011.pdf>
- Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). *A multidisciplinary approach to talent identification in soccer*. *Journal of sports sciences*, 18(9), 695-702. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410050120078>
- Revista Anual de Neurociencia (2016). *Las diferentes neuronas que conformas el GPS cerebral*. Fotografía Neuronas relacionadas con la navegación en pequeñas escalas espaciales. Imagen PNG. <https://www.semanticscholar.org/paper/1--18-Bat-Navigation-Yovel/190ce58e4dfc7ff2272aae721cda8c6202b4724a/figure/3>
- Revista Educación Futura. (2015). *Fotografía de un cerebro*. [Imagen PNG]. <https://www.educacionfutura.org/wp-content/uploads/2013/10/mente-cerebro-250x250.jpg>
- Robles, J. (2014). *El Tiempo De Reacción Específico Visual En Deportes De Combate*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/661009>
- Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. *Revista Ean*, (82), 179-200. <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1647>
- Rodríguez, M. (2008). *Estrategias exitosas para la investigación*. Editorial La Liebre Libre. Maracay, Venezuela.
- Rosselli, M. (2015). *Desarrollo Neuropsicológico de las Habilidades Visoespaciales y Viso constructivas*. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, enero-diciembre, Vol.15, Nº1, pp. 175-200 ISSN: 0124-1265D, Disponible en: <http://revistaneurociencias.com/index.php/RNNN/article/view/87>

- Ruiz, A., & Latarjet, M. (2006). *Anatomía humana*. Buenos Aires-Argentina: Médica Panamericana.
<https://books.google.co.ve/books?id=Gn64RKVTw0cC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Sabino, C. (2002). *El Proceso de Investigación*. Editorial Panapo de Venezuela, C.A. Primera Edición. Caracas.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). *Agility literature review: Classifications, training and testing*. Journal of sports sciences, 24(9), 919-932.
https://www.researchgate.net/publication/6903399_Agility_Literature_Review_Classifications_Training_and_Testing
- Sport Universe. (s/f). *Fotografía de un atleta practicando surf*. [Imagen PNG].
<https://sportuniverse.com/imagenes/publicaciones/lq-3168.png>
- Sucari, W., Sucari, H., Calsin, M., Mamani-Condori, J., Choque-Copari, C., & Gil, I. *Paradigmas y Métodos de la Investigación Científica*.
https://editorial.inudi.edu.pe/plus/public/main_teaching/main/public/pdfuniversitario/672a86f1505d3_LIB.IP.013-Paradigmas%20y%20m%C3%A9todos%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica.pdf
- Suthana, N (2021). *Cómo funciona el mapeo de nuestro cerebro y por qué nos movemos en función de lo que vemos hacer a otros seres humanos*. Facultad de Letras y Ciencias de la UCLA. https://www.informacion.es/salud/guia/2025/01/25/ondas-cerebrales-ponen-lugar-otra-persona-34134826.html?utm_term=Autofeed&utm_medium=Social&utm_source=Facebook&fbclid=IwY2xjawIP7ppleHRuA2FlbQIxMAABHWhXK4fEgJowzVZSii5TZhmXFaq5cgebBsBq_NdIFpL7TYKbTlhztAQ_VQ_aem_Rts-P8Q6aP2cAzoDWvE3OA#Echobox=1737774776
- Ubago J. (2022). *Efectos de un programa de actividad física y deportiva sobre el desarrollo de las inteligencias múltiples: salud física, social y psicológica*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/84748435.pdf>
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado (2022). *Manual de trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales Fedupel*. Caracas.
- Vizuite, J. (2012). *La Capacidad de Repetir Cambios de Dirección: Especificidad, Valoración Y Entrenamiento*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/102032/1/JJV_TESIS.pdf
- Volkow, N. D., Wang, G. J., Tomasi, D., & Baler, R. D. (2013). *Obesity and addiction: neurobiological overlaps*. Obesity reviews, 14(1), 2-18.

<https://doi.org/10.1016/j.conb.2013.01.002>

Young, WB y Willey, B. (2010). *Análisis de una prueba de campo de agilidad reactiva*. Revista de Ciencia y Medicina del Deporte, 13 (3), 376-378.
[https://www.jsams.org/article/S1440-2440\(09\)00149-2/abstract](https://www.jsams.org/article/S1440-2440(09)00149-2/abstract)

ANEXOS

Anexo A

Cuestionario sobre el Conocimiento del GPS CEREBRAL en Entrenadores de Aguas Abiertas.

Con este instrumento llamado cuestionario de escala dicotómica con estadístico Küder Richardson se pretende determinar el nivel de conocimiento del GPS cerebral en entrenadores de aguas abiertas. Esta encuesta está diseñada para medir el nivel de conocimiento que los entrenadores tienen sobre el uso del GPS cerebral en el entrenamiento y el rendimiento de los atletas de aguas abiertas. Las respuestas pueden ser de opción dicotómica (por ejemplo, de 1 a 2, donde 1 es "SI" y 2 es "NO").

Instrucciones: Por favor, selecciona la opción que mejor refleje tu nivel de conocimiento.

ÍTEMS	PREGUNTA	SI	NO
1	Conoce que es el GPS cerebral.		
2	El GPS cerebral es una herramienta útil para mejorar el rendimiento deportivo de los atletas en aguas abiertas.		
3	Considera que los entrenadores deben estar capacitados para mejorar el rendimiento de los atletas a través del GPS cerebral		
4	El GPS cerebral puede ser utilizado para medir el nivel de atención mental de los nadadores durante entrenamientos de larga distancia.		
5	Conozco cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a mejorar su concentración durante una competencia en aguas abiertas.		
6	Los beneficios del GPS cerebral son más evidentes durante entrenamientos de resistencia en aguas abiertas		
7	El GPS cerebral puede ayudar a los entrenadores a personalizar los planes de entrenamiento de los atletas		
8	El GPS cerebral es una herramienta eficaz para monitorear la motivación y el estado emocional de los nadadores		
9	El GPS cerebral tiene aplicaciones específicas para la mejora de la toma de decisiones en situaciones de competencia en aguas abiertas		
10	Los entrenadores deben enseñar a los nadadores cómo interpretar y utilizar el GPS cerebral en sus entrenamientos		
11	El GPS cerebral permite realizar un seguimiento de la fatiga cognitiva que experimentan los atletas durante los entrenamientos en aguas abiertas		

12	El GPS cerebral puede ayudar a los entrenadores a evaluar las respuestas emocionales de los nadadores durante entrenamientos intensos en aguas abiertas		
13	Los entrenadores de aguas abiertas deberían tener conocimiento profundo sobre el GPS cerebral para aplicarlo en sus programas de entrenamiento para mejorar el rendimiento		
14	El GPS cerebral ayuda a los entrenadores a identificar áreas específicas del cerebro que necesitan más trabajo para mejorar la eficiencia en los nadadores		
15	El GPS cerebral tiene un impacto positivo en la toma de decisiones de los atletas y ayuda a los entrenadores a ajustar los entrenamientos de acuerdo con el estado mental de los nadadores		
16	Los datos obtenidos del GPS cerebral pueden mejorar la planificación táctica de los nadadores durante competencias en aguas abiertas		
17	El GPS cerebral permite evaluar la conexión entre la mente y el cuerpo durante las actividades en aguas abiertas		
18	El GPS cerebral es una herramienta relativamente nueva y poco utilizada en el ámbito de las aguas abiertas		
19	Los entrenadores deben conocer cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a mantenerse concentrados en ambientes cambiantes como los del mar		
20	El GPS cerebral facilita la creación de estrategias de entrenamiento mental para los nadadores de aguas abiertas.		

Instrucciones adicionales:

El cuestionario busca evaluar el grado de familiaridad y conocimiento que tienen los entrenadores sobre el uso del *GPS cerebral* en sus programas de entrenamiento, específicamente en el contexto de las *aguas abiertas*. Los resultados permitirán identificar áreas de mejora en la educación de los entrenadores y en la integración de nuevas tecnologías en los entrenamientos.

Anexo B

Cuestionario sobre el Conocimiento del GPS Cerebral en Atletas de Aguas Abiertas.

Con este instrumento llamado cuestionario de escala dicotómica con estadístico Küder Richardson se pretende determinar el nivel de conocimiento del GPS cerebral en atletas de aguas abiertas. Esta encuesta está diseñada para evaluar el nivel de conocimiento de los atletas sobre el uso y la aplicación del GPS cerebral en su entrenamiento y rendimiento. Donde la escala de respuesta es (por ejemplo, de 1 a 2, donde 1 es "SI" y 2 es "NO").

Instrucciones: Marca la opción que mejor refleje tu nivel de acuerdo.

ÍTEMS	PREGUNTA	SI	NO
1	Conoces que es el GPS cerebral.		
2	Conoces cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a optimizar su rendimiento en pruebas largas.		
3	El GPS cerebral es útil para medir la capacidad de toma de decisiones en situaciones de alta presión durante las competiciones en aguas abiertas		
4	Has utilizado el GPS cerebral en entrenamientos o competiciones de aguas abiertas		
5	El GPS cerebral puede evaluar el estado de fatiga mental de un nadador durante un entrenamiento en aguas abiertas		
6	El GPS cerebral permite controlar los niveles de ansiedad, pudiendo tener el control de la situación de entrenamiento y de competencia en nadadores de aguas abiertas		
7	El GPS cerebral ayuda a los atletas de aguas abiertas a optimizar sus tiempos de recorrido debido a una adecuada orientación en las competencias de aguas abiertas.		
8	El uso de GPS cerebral ayuda a mantener la motivación durante entrenamientos largos en el mar.		
9	Los beneficios del GPS cerebral son más evidentes durante las competencias de larga distancia en aguas abiertas		
10	El GPS cerebral permite entrenar la capacidad de concentración en condiciones adversas, como las que se enfrentan en aguas abiertas		
11	Entiendo cómo el GPS cerebral puede ayudar a los nadadores a adaptarse mejor a los cambios en las condiciones del agua (corrientes, temperatura, etc.).		

12	El GPS cerebral puede ayudar a los atletas a mantener un ritmo constante durante pruebas de resistencia en aguas abiertas		
13	Has recibido entrenamiento sobre cómo utilizar el GPS cerebral en el contexto de las aguas abiertas.		
14	Consideras que el GPS cerebral es una herramienta esencial para los atletas que compiten en maratones de natación en aguas abiertas		
15	Los resultados de cómo utilizar el GPS cerebral pueden ayudar a los entrenadores a personalizar los entrenamientos de los atletas en aguas abiertas		
16	El GPS cerebral puede ayudar a evaluar y controlar el estrés mental que experimentan los atletas durante una competencia de larga distancia		
17	El GPS cerebral contribuye a la mejora de la capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes de las aguas abiertas		
18	El GPS cerebral es una herramienta relativamente nueva y no está tan difundida en el ámbito de las aguas abiertas		
19	Entiendo cómo el GPS cerebral puede influir en la preparación psicológica de los nadadores antes de una competencia en aguas abiertas.		
20	El GPS cerebral permite a los nadadores realizar un seguimiento más preciso de su estado mental y rendimiento durante sus entrenamientos en aguas abiertas.		

Este cuestionario es útil para medir el grado de conocimiento y la familiaridad de los atletas de aguas abiertas con el uso del GPS cerebral.

Anexo C

RESUMEN CURRICULAR
DATOS PERSONALES
<p>Nombres y Apellidos: Ronald José García Rojas</p> <p>Nacionalidad: venezolano.</p> <p>Lugar de Nacimiento: Caracas, Distrito Capital.</p> <p>Fecha de Nacimiento: 19-09-1972.</p> <p>Carnet de Extranjería: N°: 001796958.</p> <p>Cédula de Identidad (Venezuela): 10817713.</p> <p>Estado Civil: Soltero.</p> <p>Dirección: Calle Bernardino Gutiérrez 194, Pueblo Libre, Lima</p> <p>Teléfono: +51 922 649242.</p> <p>Email: ronaldgarciaojas@gmail.com</p>
FORMACIÓN ACADÉMICA
<p>Profesor de Educación Física: Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) Mención: Cum Laude</p> <p>Magíster en Biomecánica del Deporte: Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL). Reconocido por la SENEDU (Resolución N° 008549-2022-SUNEDU-02-15-02)</p> <p>Antropometrista Deportivo: International Society for the Advancement of Kinanthropometric (ISAK). Doctorante en Ciencias aplicadas al Deporte y Actividad Física: UPEL Instituto Pedagógico de Maracay.</p>
EXPERIENCIA PROFESIONAL
<ul style="list-style-type: none">- Entrenador de natación con 30 años de experiencia.- Profesor de Educación Física, Graduado Suma Cum Laude.- Magíster en Biomecánica Deportiva – Evaluaciones en natación, atletismo, gimnasia, levantamiento de pesas, fútbol, entre otros deportes- Antropometrista certificado internacional ISAK.- Entrenador de selecciones nacionales de natación y aguas abiertas en Venezuela y Perú.- Docente de Biomecánica Deportiva y Anatomía – YMCA de Caracas, Instituto Universitario.- Docente en cursos de formación tecnológica y precursor de las ciencias aplicadas al deporte en Perú.- Fundador del 1er laboratorio biomecánico privado del Perú – Evaluaciones a triatletas, corredores, ciclistas, nadadores y deportes de conjunto.- Fundador del 1er centro privado de correcciones técnicas en natación basado en neurociencia y biomecánica en Perú.
ENTRENADOR DE SELECCIONES NACIONALES
<ul style="list-style-type: none">- Perú - Copa Pacífico Salinas Ecuador 2025.- Perú - Copa Pacífico Santa Cruz Bolivia 2024.- Perú - Juegos Panamericanos Santiago 2023.- Perú - IV Juegos Suramericanos Mar y Playa ODESUR Santa Marta, Colombia, julio 2023- Perú - Juegos Suramericanos ODESUR, La Asunción Paraguay, octubre 2022- Perú - Juegos Bolivarianos Valledupar Colombia, agosto 2022- Club Regatas Lima (enero 2020 - actualidad)- Club de Natación Villa (febrero 2019 - noviembre 2020)- Club de Natación Surco Lima (octubre 2018 - febrero 2019)- Venezuela - XIV Word Cup Aguas Abiertas, Viedma Argentina, febrero 2016

- Venezuela - XIII Word Cup Aguas Abiertas, Viedma Argentina, febrero 2015
- Venezuela - Juegos Suramericanos, Santiago Chile, marzo 2014
- Venezuela - Juegos Bolivarianos, Trujillo Perú, septiembre 2013
- Venezuela - Mundial FINA, Barcelona España, junio 2013
- Venezuela - XI Word Cup Aguas Abiertas, Viedma Argentina, marzo 2013
- Venezuela - X Gram Prix Aguas Abiertas, Rosario Argentina, febrero 2013
- Venezuela - I Juegos Bolivarianos de Playa, Lima Perú, noviembre 2012
- Centro Social Madeirense (2005-2009)
- Círculo Cubano Venezolano (2003)
- Centro de Natación Carabobo (2002-2004)
- Atlántico de Carabobo (2001-2002)
- Club Acuáticos de Carabobo (1995-1997)

DOCENCIA Y ACTIVIDAD ACADÉMICA

- Docente YMCA Caracas, Instituto Universitario, Biomecánica Deportiva y Anatomía (2020-actualidad)
- Docente en Biomecánica Deportiva para escuelas de formación deportiva y docentes (febrero 2020 - enero 2022)
- Docente IDDE, Metodología del Entrenamiento Deportivo y Biomecánica (enero 2019 - enero 2020)
- Jefe de Alto Rendimiento para personas con discapacidad, Estado Carabobo (2005-2017)
- Coordinador Nacional de Natación, Universidad de las Fuerzas Armadas (UNEFA) (2010-2017)
- Coordinador Escuela de Talentos, Carabobo (2009-2010)
- Metodólogo y planificador deportivo FUNDADEPORTE (2009-2010)
- Docente interino de educación física, Ministerio de Educación (2008-2014)
- Coordinador de Natación en Olimpiadas Especiales Venezuela (2006-actualidad)

ENTRENADOR JEFE DE DELEGACIONES ESPECIALES

- II Latinoamericanos de Natación, Panamá, 2017
- I Juegos Suramericanos para sordos, Brasil, 2015
- Juegos Latinoamericanos, Panamá, 2012
- Mundial de Natación, Puerto Rico, 2012
- Juegos Mundiales, Grecia, 2011
- Juegos Latinoamericanos, Puerto Rico, 2010
- Mundial de Natación, España, 2008
- Juegos Mundiales, Shanghái, China, 2007
- I Juegos Latinoamericano, El Salvador, 2006

CERTIFICACIONES, DIPLOMADOS Y CONGRESOS

- Diplomado de entrenador de alto rendimiento, Lima, 2023
- Curso FINA para entrenadores de natación, Lima, enero 2020
- Clínica internacional de natación, Lima, enero 2017
- Simposio de Natación, Fundación Michael Phelps, Puerto Rico, 2012
- Certificaciones y jornadas en metodologías, medicina y psicología deportiva desde 1990.

PUBLICACIONES

Características mecánicas de la brazada en Nadadores de Aguas Abiertas, Editorial Académica Española EAE, septiembre 2018.
Código: 978-620-2-17365-0