

**UNIVERSIDAD EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**



**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**TEMA**

**CONOCIMIENTOS, ACTITUDES Y PRÁCTICA DE ENTRENADORES CON RESPECTO A  
LA NEUROCIENCIA.**

**SUB TEMA**

**INCORPORACIÓN DE LA NEUROCIENCIA EN LOS PROGRAMAS DE EJERCICIO FÍSICO  
POR ENTRENADORES DE LOS GIMNASIOS Y CENTROS DE ENTRENAMIENTO DE SAN  
SALVADOR, SANTA ANA, LA LIBERTAD Y SONSONATE, DURANTE EL AÑO 2020.**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO POR**

**BR. DE LEÓN ANDRADE, DANIEL FERNANDO  
BR. SÁNCHEZ ORTIZ, HENRY OSMAR**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN ESPECIALIDAD EN EDUCACIÓN FÍSICA,  
DEPORTE Y RECREACIÓN**

**DOCENTE DIRECTOR**

**LIC. BORIS EVERT IRAHETA ROSALES**

**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

**DR. RENATO ARTURO MENDOZA NOYOLA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA "DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA", SAN SALVADOR, EL  
SALVADOR, CENTROAMÉRICA, 10 DE OCTUBRE DE 2020.**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

Maestro Roger Armando Arias Alvarado

**VICE-RECTOR ACADÉMICO**

Dr. Raúl Azcúnaga

**VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO**

Ing. Juan Rosa Quintanilla

**SECRETARIA GENERAL**

MsC. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

**DECANO**

MsD. Oscar Wuilman Herrera Ramos

**VICEDECANA**

Lic. Sandra Lorena Benavides de Serrano

**SECRETARIO GENERAL**

Mtro. Juan Carlos Cruz Cubias

**AUTORIDADES DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

Dra. Gloria Elizabeth Arias de Vega

**COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN**

Dr. Renato Arturo Mendoza Noyola

**DOCENTE DIRECTOR**

Lic. Boris Evert Iraheta

# Índice

<b>Resumen</b>	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>CAPÍTULO I</b>	5
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	5
<b>1.1 Situación problemática</b>	5
<b>1.2 Enunciado del problema</b>	6
<b>1.3 Justificación</b>	7
<b>1.4 Alcances y Delimitaciones</b>	8
<b>1.4.1 Alcances</b>	8
<b>1.4.2 Delimitaciones</b>	9
<b>1.4.2.1 Espaciales</b>	9
<b>1.4.2.2 Temporales</b>	11
<b>1.4.2.3 Sociales</b>	11
<b>1.5 Objetivos</b>	11
<b>1.5.1 Objetivo General</b>	11
<b>1.5.2 Objetivo Específicos</b>	12
<b>1.6 Sistema de Hipótesis</b>	12
<b>1.6.1 Hipótesis General</b>	12
<b>1.6.2 Hipótesis Específicas</b>	12
<b>1.6.2.1 Hipótesis Específica 1</b>	12
<b>1.6.2.2 Hipótesis Específica 2</b>	12
<b>1.6.2.3 Hipótesis Específica 3</b>	13
<b>1.6.3 Hipótesis Estadísticas</b>	13
<b>1.6.3.1 Hipótesis Estadística General</b>	13
<b>1.6.3.2 Hipótesis Estadística específica 1</b>	13
<b>1.6.3.2 Hipótesis Estadística específica 2</b>	13
<b>1.6.3.2 Hipótesis Estadística específica 3</b>	13
<b>1.7 Sistema de hipótesis y operacionalización de variables</b>	14
<b>CAPÍTULO II</b>	18
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	18
<b>2.1 Antecedentes de la investigación</b>	18
<b>2.2 Fundamentos teóricos</b>	27
<b>2.2.1 Antecedentes históricos</b>	27

2.2.2 Bases teóricas de la neurociencia	30
2.2.3 El Encéfalo	30
2.2.4 La médula espinal	32
2.2.5 Sistema Nervioso Periférico	33
2.2.6 Funciones del sistema nervioso	34
2.2.7 El Cerebro	36
2.2.8 La neurona	38
2.2.9 Estructura y comunicación entre neuronas.	39
2.2.10 Neurotransmisores	40
2.2.11 Aprendizaje motor	40
2.2.12 Factores que influyen en el aprendizaje motor	42
2.2.13 Control de los actos motores	44
2.2.14 Efectos del aprendizaje sobre el sistema nervioso	46
2.2.15 Aprendizaje y memoria	50
2.2.16 Fases del aprendizaje motor	53
2.3 Relación entre neurociencia y deporte	54
2.4 Relación entre neurociencia y educación	58
2.5 Relación entre neurociencia y movimiento corporal	59
2.6 Definición de Términos Básicos	60
Capítulo III	63
3. METODOLOGÍA	63
3.1 Método	63
3.2 Enfoque	63
3.3 Tipo de investigación	64
3.4 Población	64
3.5 Muestra	66
3.6 Técnica e instrumentos	68
3.6.1 Técnica	68
3.6.2 Instrumento	69
3.7 Validación y fiabilidad de los instrumentos	69
3.8 Estadístico	71
3.8.1. Coeficiente de correlación de Pearson	71
3.9 Metodología y procedimiento	73
CAPITULO IV	75

<b>4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS</b>	75
<b>4.1. Organización y clasificación de los datos</b>	75
<b>4.2 Análisis e interpretación de resultados</b>	75
<b>CAPITULO V</b>	122
<b>5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, REFERENCIAS Y ANEXOS</b>	122
<b>5.1. Conclusiones</b>	122
<b>5.2 Recomendaciones</b>	124
<b>ANEXOS</b>	127

## **Resumen**

En esta investigación, se explora diferentes escenarios en los que la neurociencia puede tener un rango de importancia para entrenadores de distintos centros de entrenamiento a nivel departamental, aplicados en sus programas de entrenamiento físico. Se realizó un cuestionario tipo CAP, para tener un mayor grado de veracidad en las respuestas obtenidas, tanto en el apartado de conocimientos acerca de la neurociencia, actitudes con respecto a ella, y su aplicación práctica dentro de los planes de entrenamiento físico. En el apartado de conocimientos, se concluye que los entrenadores sí poseen tales conocimientos al respecto de dicha ciencia; en el apartado de actitudes, se demuestra que los entrenadores sí tienen una actitud de aprobación con respecto a conocer más acerca de dicho tema, manteniendo actualizaciones constantes con respecto a temas contemporáneos en el campo de la neurociencia y el deporte; y finalmente en el apartado de aplicación, se da por hecho que los entrenadores implementan muchos componentes dentro de sus planes de trabajo que buscan el desarrollo cognitivo de sus entrenados, todo para buscar optimizar la relación de la función física con la mental. Recientemente, este tema abarca un mayor campo de acción dentro del ámbito deportivo, que busca como objetivo la optimización del rendimiento físico funcional y cognitivo de la persona entrenada, para lo cual los entrenadores de distintas ramas deben implementar más estrategias para lograr tal objetivo.

***Palabras clave:*** neurociencia, cognitivo, deporte, entrenamiento, optimización

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se habla mucho del control neurológico de los movimientos y de la ejecución de estos al momento de realizar una sesión de entrenamiento, pero por lo general no se menciona el papel que juega la neurociencia en dichos procesos, y es que, la neurociencia es una de las disciplinas científicas que más ha avanzado en las últimas décadas, logrando grandes aportes al patrimonio de otras ciencias, convirtiéndose en una disciplina incipiente y a la vez prolífica. No obstante, esto no quiere decir que, aunque este tema ha sido lo suficientemente analizado y debatido por muchos autores, ya es un tema finalizado, por el contrario, este tema siempre se encuentra revolucionando la ciencia, pues cada día existen nuevos aportes que contribuyen al constructo humano.

Ahora bien, cuando hablamos de neurociencia muchas veces la pregunta más común es ¿qué es? Pues, la neurociencia, es una disciplina que surge por la necesidad de obtener un estudio de la conducta humana a partir de las capacidades del sistema nervioso y en especial el cerebro humano, justo con sus relaciones e implicaciones con respecto al quehacer del ser humano, incluyendo su personalidad. Partiendo de esto, se entiende que esta disciplina se puede servir de otras ciencias para obtener un análisis más específico del funcionamiento del cerebro humano. Cabe destacar que el término NEUROCIENCIA fue utilizado por primera vez entre finales de los ´60 y principios de los ´70, e introducido en la lengua inglesa (neuroscience) desde entonces, en la actualidad la neurociencia ha dejado de ser un campo de investigación exclusivo de la psicología y la biología y ha pasado a ser un campo inter, multi y transdisciplinario.

La neurociencia como disciplina científica dispuesta al servicio de la educación presenta algunas implicaciones dignas de considerar en la teoría y la práctica educativa, siendo de esta manera se percibe una influencia muy acentuada desde el contexto de la actividad física estructurada, la enseñanza de la educación física y el deporte. Con el trabajo presentado en este escrito no se persigue agotar el tópico y mucho menos el ser recurrentes en la información que se maneja con respecto a la temática abordada por otros autores e investigadores, lo que se persigue es mucho más simple, es correlacionar los aportes de la neurociencia al contexto de una planificación de sesiones de entrenamiento, partiendo desde la comprensión del acto motor y la importancia del movimiento.

A continuación, se sintetizan los cinco capítulos, bibliografía y anexos, que constituyen el presente trabajo de investigación.

El primer capítulo hace referencia al planteamiento del problema, en el cual se describe la situación problemática, enunciado del problema, justificación, alcances y delimitaciones, objetivos e hipótesis, que orientan el trabajo de investigación y forman la base para el desarrollo de los capítulos posteriores.

El segundo capítulo comprende el marco teórico en donde se hace referencia a los antecedentes de la investigación, presentando las temáticas desarrolladas en las investigaciones locales o externas que tienen similitud con la presente investigación y que podrían sumar al desarrollo del presente trabajo investigativo. Se aborda de igual manera la fundamentación teórica, enfatizando la importancia de la neurociencia en los programas de entrenamiento.

En el tercer capítulo se presentan los métodos y técnicas adecuadas al tipo de población, la selección de la muestra se hizo a conveniencia, ya que se selecciona a la población que este más accesible y que más interés muestra. Por lo tanto, la muestra para esta



investigación está formada de 41 personas en total de los diferentes gimnasios a nivel departamental concretamente 14 de San Salvador, 9 de Santa Ana, 11 de La Libertad y 7 de Sonsonate.

El cuarto capítulo, muestra la organización y clasificación de los datos resultantes del cuestionario de conocimientos, reflejando los resultados a través de gráficas, en donde se refleja una variación de los resultados de su opinión con respecto al conocimiento y aplicación de la neurociencia

El capítulo cinco, contiene las conclusiones y recomendaciones ideadas por el grupo que realizó la investigación, en donde establecen criterios derivados de los resultados obtenidos en el capítulo anterior.

Finalmente se presenta la bibliografía en donde se enumeran las fuentes de obtención de información utilizada para esta investigación.

# CAPÍTULO I

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Situación problemática

Desde hace varios años nuestro cerebro ha sido estudiado, analizado e interpretado con diferentes métodos, con el fin de descubrir su funcionamiento, para poder potenciar y estimular de una mejor forma su capacidad. A medida que pasan los años y con la ayuda de las nuevas tecnologías, se realizan nuevas observaciones y análisis de la actividad cerebral y su funcionalidad. De estos análisis surgen datos funcionales y aplicables a nuestra vida cotidiana, a diferentes campos del conocimiento y a variadas actividades con distintos niveles de complejidad.

En la actualidad, a pesar de los avances en las diferentes investigaciones científicas, un buen porcentaje de entrenadores siguen realizando su trabajo de manera tradicional, aplicando métodos y estrategias que son más cómodos a la hora de entrenar, sin embargo, no siempre son los más efectivos al llevar a cabo una sesión de entrenamiento (grupal o individual), y es justo en ese momento en el que se propone un modelo destinado a mejorar el aprendizaje por medio de la aplicación de los últimos descubrimientos de la neurociencia.

Se sabe por estudios recientes que todo tipo de aprendizaje está sustentado por cambios biológicos en nuestras conexiones neuronales a las cuales se les denominan sinapsis, es decir, la adquisición de nuevos conocimientos, como por ejemplo, la realización de actividad física cotidiana, la cual genera tanto cambios químicos como morfológicos en las estructuras cerebrales por ende podemos decir que gracias a estos cambios y al uso

repetido de impulsos nerviosos similares, se logra un refuerzo en la calidad de las conexiones, lo cual posibilita que lo puesto en práctica con cierta frecuencia e intensidad se pueda incorporar a un repertorio motor. Generando de esta manera una mayor habilidad motriz y gesticulando de manera óptima los movimientos que nuestro cuerpo realiza.

Es por ello que los entrenadores deben entender que el cerebro es fundamental durante el proceso de transformación física, por muchas razones, entre ellas se encuentran: la sinapsis, la comprensión del proceso de mielinización, los neurotransmisores, etc. Estos facilitan en gran manera la comunicación cerebro/cuerpo y por ende permiten el proceso de aprendizaje en las personas.

Cabe destacar que en nuestro país este tipo de temáticas se encuentra poco valorada y estudiada por parte de las autoridades correspondientes; no se suele capacitar a los entrenadores más allá del conocimiento que puedan tener previamente al comenzar a trabajar en los diferentes gimnasios a nivel nacional, por ende, la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje por parte de nuestros entrenadores es deficiente y se encuentra alejada de la realidad de países más desarrollados, por lo cual entrenado en este contexto nos preguntamos: ¿Los entrenadores a nivel nacional conocen a profundidad cómo aprende el cerebro y cuál es su importancia en el proceso de transformación física de sus entrenados?.

## **1.2 Enunciado del problema**

¿Los entrenadores de los diferentes gimnasios a nivel nacional conocen acerca de la neurociencia?

¿Cuál es la importancia que tiene para un entrenador conocer información sobre neurociencia y que tan dispuesto está en aplicar dichos conocimientos en sus programas de ejercicio físico?

### **1.3 Justificación**

Durante las últimas décadas, el estudio de las ciencias biológicas y cognitivas se han unido con la finalidad de comprender las bases biológicas de la conciencia y de los procesos mentales por los cuales podemos percibir, actuar, aprender y recordar. A este tipo de asociación de disciplinas se le conoce como neurociencia. La cual puede ser considerada como un conjunto de disciplinas científicas, cuyo objeto de investigación es el sistema nervioso, con particular interés en como la actividad del cerebro interactúa y se relaciona con la conducta y el aprendizaje.

Actualmente el conocimiento acerca del cerebro ofrece información de primera mano para al entrenador, ya que ayuda a comprender de mejor manera los procesos cognitivos que ocurren cuando alguien reacciona ante algún tipo de estímulo, cuando desea coordinar diferentes grupos musculares en una misma acción o entender cómo afecta al rendimiento físico de cada persona sensaciones como: el miedo, el estrés, la ansiedad, la depresión, la alegría, entre otras emociones, provocadas por alguna situación interna o externa (familiar, laboral, etc.) por la cual esté pasando la persona.

La neurociencia tiene una gran incidencia para ayudar a comprender de mejor manera como es el funcionamiento del aprendizaje motor, como es la fatiga, la sed, la ansiedad, el sueño, el hambre, entre otros; así mismo también busca comprender la relación entre el cerebro y las posibilidades motrices de nuestro cuerpo al momento de realizar una acción predeterminada.

Es por ello por lo que, al momento de realizar un movimiento físico con una complejidad considerable, las regiones más importantes son los lóbulos frontales y el cerebelo, los cuales se encargan de mecanizar las secuencias complejas en los movimientos específicos de cada tipo de actividad a realizar, estos envían señales para que se ejecuten todas las acciones necesarias para dicha acción. De manera que este tipo de acción se puede explicar y comprender de mejor manera al momento de realizar con frecuencia constante un movimiento, puesto que cuando más se entrene, más fácil resultará reconocer los circuitos nerviosos y las fibras musculares necesarias en cada momento de su ejecución.

Por ende, se puede decir que la actividad física es un comportamiento simple y ampliamente practicado, el cual activa segmentos moleculares y celulares que apoyan y mantienen la plasticidad del cerebro, promueve la vascularización cerebral y la neurogénesis, provocando cambios en la estructura neuronal, y retardando el envejecimiento y el daño cerebral. Hay que destacar que todos estos efectos ocurren en el hipocampo, lugar en donde se genera el aprendizaje significativo y ocurre el almacenamiento de la memoria.

Finalmente, se debe destacar que lo antes mencionado servirá para remarcar la importancia que tiene esta temática para la comunidad de entrenadores de la cultura física, generando de esta manera la posibilidad de poder aplicar este conocimiento en sus programas de ejercicio físico, iniciando un nuevo proceso de sistematización y de control de información de las personas bajo su cargo, produciendo un cambio significativo en el conocimiento de un tópico poco estudiado a nivel nacional.

## **1.4 Alcances y Delimitaciones**

### **1.4.1 Alcances**

Con el desarrollo de esta investigación se busca saber, el grado conocimiento acerca de la neurociencia, su importancia y la disposición por parte de los entrenadores de aplicar estos nuevos conocimientos a sus futuros programas de ejercicio, en los gimnasios de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate.

## 1.4.2 Delimitaciones

### 1.4.2.1 Espaciales

Esta investigación se llevará a cabo con entrenadores personales de los distintos gimnasios a nivel nacional, en los departamentos de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate:

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
San Salvador	Level up (Galerías)	Musculación/Crossfit	2	1
San Salvador	Bodytek Fitness Center	Musculación	2	2
San Salvador	Profitness	Musculación	1	1
San Salvador	Perfect Body	Musculación	1	1
San Salvador	Nautilus Gym (Escalón)	Musculación	2	2
San Salvador	Crossfit Fortaleza	Crossfit	1	1
San Salvador	Body Impact (Plaza Futura)	Musculación/Funcional	1	---
Sub Total			<b>10</b>	<b>8</b>
Total			<b>18</b>	

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
Santa Ana	Smart Fit	Musculación/Funcional	2	2
Santa Ana	Crossfit El Yunque	Crossfit	2	---
Santa Ana	Gimnasio Palace	Musculación	1	1
Santa Ana	Vip Fitness	Musculación	1	---
Santa Ana	Fit Girls	Musculación/Aeróbicos/Bail e	1	2
Sub Total			<b>7</b>	<b>5</b>
Total			<b>12</b>	

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
La Libertad	Sfira	Musculación/Funcional	1	1
La Libertad	Word Gym	Musculación/Hiit	2	---
La Libertad	Work Outs Gym	Musculación/Funcional	1	1
La Libertad	Body Impact (Santa Elena)	Funcional Training	1	2
La Libertad	Body Impact (Antiguo Cuscatlán)	Funcional Training	1	1
La Libertad	Body Impact (Merliot)	Musculación	1	1
La Libertad	Sport Gym	Musculación	1	---
<b>Sub Total</b>			<b>8</b>	<b>6</b>

<b>Total</b>	<b>14</b>
--------------	-----------

<b>Departamento</b>	<b>Nombre del Gimnasio</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Población</b>	
			<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>
Sonsonate	Body Impact (Sonsonate)	Funcional Training	1	1
Sonsonate	Sport City	Crossfit	1	1
Sonsonate	JV Fitness Center	Musculación	2	---
Sonsonate	Gimnasio Brizuela	Musculación	1	---
Sonsonate	Gimnasio Sonsonateco	Musculación	1	1
Sub Total			<b>6</b>	<b>3</b>
Total			<b>9</b>	

### **1.4.2.2 Temporales**

La investigación se realizará en el periodo de marzo a octubre de 2020.

### **1.4.2.3 Sociales**

La población objeto de estudio serán entrenadores personales de los distintos gimnasios departamentales de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**



- Identificar el nivel de conocimiento, actitudes y práctica por parte de los entrenadores personales respecto a la utilización de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

### **1.5.2 Objetivo Específicos**

- Evaluar el nivel de conocimiento que poseen los entrenadores respecto a la neurociencia y el aprendizaje motor.
- Definir la actitud que poseen los entrenadores respecto a la utilización y práctica de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.
- Demostrar la aceptación que existe por parte de los entrenadores personales, de agregar apartados sobre neurociencia en sus futuras capacitaciones para poder optimizar sus programas de ejercicio físico.

## **1.6 Sistema de Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

Los entrenadores personales si poseen nivel de conocimiento, actitudes y practica respecto a la utilización de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas**

#### **1.6.2.1 Hipótesis Específica 1**

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si poseen un grado de conocimiento respecto al aprendizaje motor y la memoria, durante la ejecución de un movimiento.

H<sup>0</sup> Los entrenadores personales no poseen un grado de conocimiento respecto al aprendizaje motor y la memoria, durante la ejecución de un movimiento.

#### **1.6.2.2 Hipótesis Específica 2**

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si poseen actitudes de aprobación con respecto a la aplicación de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

H<sup>0</sup> Los entrenadores personales no poseen actitudes de aprobación con respecto a la aplicación de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

### **1.6.2.3 Hipótesis Específica 3**

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si aceptan agregar apartados sobre neurociencia en sus futuras capacitaciones para poder optimizar sus programas de ejercicio físico.

H<sup>0</sup> Los entrenadores personales no aceptan agregar apartados sobre neurociencia en sus futuras capacitaciones para poder optimizar sus programas de ejercicio físico.

## **1.6.3 Hipótesis Estadísticas**

### **1.6.3.1 Hipótesis Estadística General**

H<sub>1</sub>:  $X_1 < X_2$

H<sub>0</sub>:  $X_1 \geq X_2$

### **1.6.3.2 Hipótesis Estadística específica 1**

H<sub>1</sub>:  $X_1 < X_2$

H<sub>0</sub>:  $X_1 \geq X_2$

### **1.6.3.2 Hipótesis Estadística específica 2**

H<sub>1</sub>:  $X_1 < X_2$

H<sub>0</sub>:  $X_1 \geq X_2$

### **1.6.3.2 Hipótesis Estadística específica 3**

H<sub>1</sub>:  $X_1 < X_2$

H<sub>0</sub>:  $X_1 \geq X_2$

## **1.7 Sistema de hipótesis y operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Nivel de medición</b>
Aprendizaje motor.	Cuantitativa - policotómica- Atributiva- Descriptiva	Adquisición, aplicación y mantenimiento de las destrezas motoras. Centrándose en el desarrollo de las capacidades coordinativas y condicionales, y las respuestas del cuerpo ante un estímulo externo.	Destrezas motoras	Capacidad para coordinar movimientos corporales para alcanzar una meta específica.	Locomotoras No locomotoras Manipulativas	Nominal
			Capacidades condicionales	Cualidades físicas que determinan la condición física de una persona, y que se pueden mejorar con el entrenamiento	Fuerza Resistencia Velocidad Flexibilidad	Nominal
			Capacidades coordinativas	Cualidades físicas que se realizan conscientemente en la regulación y dirección de los movimientos.	Coordinación Equilibrio	Nominal
			Estímulos	Acontecimiento interno o externo que altera el comportamiento de un organismo.	Interno Externo	Nominal

Variable	Tipo de variable	Definición operativa	Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de medición
Neurociencia	Cuantitativa - policotómica - Atributiva-Descriptiva	Disciplina científica cuyo objeto de estudio es el sistema nervioso, con particular interés en como la actividad del cerebro interactúa con la conducta y el aprendizaje.	Sistema nervioso	Sistema corporal formado por el encéfalo, la medula espinal y los nervios. Tiene un sistema complejo de neuronas que transportan información por medio de impulsos nerviosos.	Sistema Nervioso Central  Sistema Nervioso Periférico	Nominal
			Conducta	Expresión de la particularidad de un individuo, la manifestación de su personalidad.	Reflejos Inteligencia Conducta inconsciente Conducta adaptativa Conducta comunicativa	Nominal
			Aprendizaje	Proceso neural interno, asociado con la práctica o experiencia, que conlleva cambios relativamente permanentes en el comportamiento que no se deben al	Aprendizaje Cognitivo  Aprendizaje Motor	Nominal

Variable	Tipo de variable	Definición operativa	Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de medición
Programa de ejercicio	Cuantitativa - policotómica- Atributiva- Descriptiva	Es un programa que prescribe de modo ordenado, progresivo e individualizado: la frecuencia, la intensidad, el tiempo y el tipo de ejercicio que debe de realizar una persona durante un período de establecido, para mejorar progresivamente su condición física, su composición corporal, su salud y calidad de vida.	Frecuencia	Cantidad de sesiones de entrenamiento a la semana	Sesiones diarias Sesiones semanales	Ordinal
			Intensidad	Frecuencia cardíaca al realizar un ejercicio; porcentaje de carga de trabajo	Pulsaciones por minuto Porcentaje de carga 1RM	Ordinal
			Tiempo	Cantidad de minutos realizados en una sesión	Segundos Minutos Horas	Ordinal
			Tipo	Tipo de ejercicio que se realiza en la sesión: fuerza muscular, resistencia muscular, resistencia aeróbica, flexibilidad	Ejercicios aeróbicos Ejercicios de fuerza muscular Ejercicios de resistencia muscular Ejercicios de flexibilidad	Nominal

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

Sobre las investigaciones realizadas en la biblioteca de la Universidad de El Salvador, sobre el tema, se encontraron estos trabajos en relación con el tema de estudio.

**Tema:** Neurociencia y entrenamiento deportivo: una herramienta complementaria.

- **Autor:** Juan Ibarra
- **Año:** 2019
- **Lugar:** Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

**Conclusiones:** En fin, como afirma De Rose: nos resulta pertinente ratificar nuestra discrepancia con las teorías del entrenamiento tradicionales que postulan los procesos analíticos de “tecnificación”, ya que intentar fragmentar estos deportes es desconocer su propia esencia.

La disociación de la complejidad simplifica y brinda seguridad, pero indefectiblemente decanta en una miopía hacia el futuro, inhibiendo el desarrollo perceptivo y adaptativo, interfiriendo el deseo de contribuir en la formación de un jugador inteligente. Como contrapartida a este paradigma, la estrategia metodológica que proponemos se rige bajo los preceptos de la pedagogía no lineal. Planteamos una serie de tareas globales (generales o posicionales), fundadas dentro de una atmosfera contextual, en la que se les brindará a los deportistas información clara y precisa sobre el objetivo, pero sin enunciar datos acerca del “cómo” conseguirlo, dejándolos como responsables de descubrir los medios necesarios para lograrlo. La premisa fundamental será motivarlos a potenciar su capacidad perceptiva, creadora, expresiva y socioafectiva, fruto de su afán por adaptarse funcionalmente ante la demanda de las tareas. Desde esta perspectiva, el rol del entrenador podrá ser entendido como un administrador

de condicionantes, encargado de manipular propiedades del entorno (como cantidad de jugadores, dimensión de espacio de juego, tiempos, reglas, etc.) y que busca originar la atmosfera más propicia que posibilite a los deportistas evolucionar en su capacidad de auto organizarse, dentro de un proceso de enseñanza-aprendizaje más específico y significativo”.

Y por último a raíz de lo expuesto, podemos concluir que las neurociencias son una herramienta útil y complementaria para jerarquizar el entrenamiento deportivo, como así también para complejizarlo a través de integrar los aspectos cognitivos y perceptuales sumados a las emociones en el entrenamiento deportivo. Todo esto pone de relieve a un deportista más inteligente en su toma de decisiones, ya que se encuentra sumergido e influenciado por un contexto más específico, dinámico, no lineal y complejo en el que se tiene que adaptar y auto organizarse permanentemente.

**Tema:** Neurociencia y su relación en el proceso de enseñanza aprendizaje.

- **Autor:** Caroll Castillo
- **Año:** 2015
- **Lugar:** Lima, Perú.

**Conclusiones:** De la presente investigación se desprenden una serie de conclusiones relevantes no solo para poder comprender la relación existente entre los aportes realizados por las neurociencias y el proceso enseñanza aprendizaje; sino, incluso, que permitirán valorar el nivel de coherencia entre las prácticas docentes establecidas dentro de las aulas escolares y la forma en la que se desarrolla y aprende el cerebro.

Las neurociencias constituyen un conjunto de ciencias cuyos aportes son muy valiosos para el establecimiento de prácticas de enseñanza aprendizaje acordes con la forma en la que se



desarrolla y aprende el cerebro al brindar información acerca de las condiciones en las cuales los aprendizajes pueden ser más efectivos, posibilitando de esta forma la aplicación de prácticas educativas más adecuadas en los ambientes educativos.

- Las posibilidades que apertura el conocimiento de la organización anatómica y funcional del sistema nervioso supone una gran ayuda para la toma de decisiones adecuadas por parte de los docentes; pues, es partir del conocimiento de los sistemas funcionales y de los procesos mediante los cuales se desarrollan las funciones cognitivas superiores que se podrán tomar decisiones pertinentes acerca de las estrategias y materiales de enseñanza aprendizaje y herramientas acordes con la forma en que el cerebro reacciona ante los estímulos, teniendo en cuenta que deben resultar significativos y mostrar ser un desafío para los alumnos; es decir generar motivación por aprender.
- Todo proceso de aprendizaje genera cambios estructurales en el cerebro y es; por lo tanto, un proceso de plasticidad cerebral que debe ser aprovechado en los ambientes educativos teniendo en cuenta que aunque los niños y niñas estén predispuestos a desarrollar ciertas habilidades como la lectura y escritura por encontrarse expectantes a estos aprendizajes, los docentes no deben olvidar que si no reciben un adecuado estímulo y si no se respeta su necesidad de relacionarse con los objetivos de aprendizaje a través de experiencias concretas les será más difícil aprender, porque para hacerlo necesitan enfrentarse a experiencias de aprendizaje que les resulten significativas y que satisfagan alguna necesidad o interés propio que los motive intrínsecamente a desear aprenderlo.
- La aplicación de organizadores gráficos dentro de las aulas de clase como una herramienta para la enseñanza aprendizaje, resulta muy importante, pues permiten la organización de los conocimientos y la generación de redes de ideas que posibilitan que

el niño y la niña pueda observar claramente los objetivos de aprendizaje y conozca los pasos a dar para poder aprender. Así mismo, la utilización de organizadores gráficos facilitaría la tarea de relacionar los conocimientos nuevos con los previos pues son en sí mismos una red interconectada de ideas.

- La organización de proyectos educativos como herramientas de aprendizaje en las aulas proporciona la oportunidad de desarrollar activamente una información; debido a que, su formulación parte de la realidad, de los intereses y necesidades propias del niño y niña, posibilitando la aplicación de estos nuevos conocimientos, lo que supone que los objetivos de aprendizajes resulten significativos para los estudiantes y además sean funcionales; es decir, que los motiven a desear aprenderlos.
- El juego debe ser considerado como la estrategia básica para el aprendizaje debido a que posibilita, no sólo el desarrollo de diversas habilidades en el niño y la niña al encontrarse las neuronas listas para múltiples conexiones, lo que posibilitaría múltiples aprendizajes; sino también, el desarrollo de su creatividad e imaginación. Al mismo tiempo, el juego también permite a los estudiantes el relacionarse con otros desarrollando su socialización al enfrentarse a situaciones que representan relaciones sociales y le posibilitarán aprender respuestas socialmente adecuadas.
- El movimiento o ejercicio físico debe ser tomado con la debida importancia dentro de las escuelas; por ser una actividad que al oxigenar el cerebro lo prepara para el aprendizaje y le permite a los niños y niñas contar con un espacio de recreo que los relaja emocionalmente y, a la vez les brinda un espacio para retomar energía y generar cohesión de grupo. Por ello, en todas las escuelas debe motivarse la práctica de sesiones

de ejercicios que pueden ser también aprovechadas para aprender o reforzar algunos contenidos de clase.

- El aprendizaje del lenguaje debe darse por medio de la exposición del niño y niña a situaciones comunicativas reales y completas; es decir, frente a textos con sentido completo y que respondan a sus intereses; pero, de igual forma debe tenerse en cuenta que es muy necesario no dejar de lado el desarrollo del aspecto fonético, para lo cual la labor docente sería la de acompañar todo este proceso a través de la evaluación formativa.
- El aprendizaje de las habilidades matemáticas debe tener en cuenta el nivel de maduración y desarrollo de los niños y niñas y; por ende, utilizar para tal fin situaciones reales, que sean desafiantes para cada uno de los alumnos y que utilicen materiales concretos que ayuden a los niños y niñas a construir estos aprendizajes por ser complejos al necesitar activarse varias zonas cerebrales. Además, es muy importante que los docentes comprendan que la deficiencia o habilidad en una determinada área o habilidad matemática no determina esa misma característica en otra; por ello, deben procurar flexibilizar su pensamiento y posibilitar que sus evaluaciones y categorizaciones acerca de los alumnos no sean determinantes y se brinden las oportunidades necesarias para que sus alumnos puedan aprender.
- Las emociones son un aspecto básico para el desarrollo de aprendizajes, pues son las que determinan el desarrollo de los mismos; por ello, es necesario enfrentar a los niños y niñas a situaciones que les sean desafiantes; pero sin llegar a generar niveles excesivos de estrés que limitarían los aprendizajes. Para lo cual, una importante tarea de los docentes es el crear y mantener ambientes emocionalmente adecuados en las aulas,

promoviendo situaciones que generen convivencia armoniosa y actividades que estimulen la creatividad y el deseo por aprender en sus estudiantes.

- El conocimiento del sistema de neuronas espejo en las aulas ayuda a comprender el porqué de muchas de las situaciones emocionales y sociales que se viven a diario en las escuelas; por ello, sería muy importante que cada docente analice su propia actuación para poder identificar los modelos de comportamiento que configura en sus alumnos y también para promover situaciones en las cuales se vaya desarrollando la empatía en cada uno de sus estudiantes, iniciándose este proceso con el adecuado control de las emociones en los niños y niñas a estas edades.

**Tema:** Neurociencia deporte y educación.

- **Autores:** Dr. Francisco Alarcón López, Dr. David Cárdenas Vélez, Dr. Vicente Javier Clemente.
- **Año:** 2018
- **Lugar:** Sevilla España.

**Conclusiones:** Dado que la cognición o capacidad cognitiva de una persona es la facultad para procesar información a partir de la percepción, del conocimiento adquirido (experiencia) y de las características subjetivas que permiten valorar la información, podríamos decir que el rendimiento cognitivo de un sujeto, en este caso de un estudiante, consiste en realizar de la forma más óptima posibles procesos cognitivos como el aprendizaje, el razonamiento, la atención, la memoria, la resolución de problemas, la toma de decisiones o el procesamiento de la información, entre otros.

El profesor Howard Gardner de la Universidad de Harvard, habla de inteligencias múltiples, en concreto nueve, siendo la inteligencia existencial la última de la que nos habla. Los ocho restantes son la lingüístico-verbal, lógico-matemática, viso-espacial, musical, corpóreo-cinestésica, intrapersonal, interpersonal y naturalista. Para Gardner, la inteligencia es un potencial biopsicológico de procesamiento de información que se puede activar en uno o más contextos culturales para resolver problemas o crear productos que tienen valor para dichos contextos. Es imposible atribuir un único factor a estos procesos cerebrales, relacionados directamente con los mejores o peores resultados académicos de los niños y adolescentes.

Las funciones cerebrales son muy complejas, influyendo en ellas la genética y lo mucho o poco que hagamos trabajar nuestras neuronas. Sabemos que la actividad física y el juego hacen trabajar de forma muy saludable al cerebro, favoreciendo positivamente dichos procesos mentales, su oxigenación, neurogénesis (creación nuevas neuronas), sinaptogénesis (creaciones nuevas conexiones entre neuronas), angiogénesis (formación de vasos sanguíneos) y segregación de neurotransmisores asociados a diferentes funciones cognitivas, emociones y estados de ánimo, como el control inhibitorio, memoria, flexibilidad cognitiva, atención, buen estado de humor y motivación, entre otros, en definitiva, contribuye a mejorar la plasticidad cerebral, por tanto, su capacidad de aprendizaje. No obstante, debemos tener claro que, si practicamos mucho ejercicio físico, pero no estimulamos nuestro cerebro, es como abonar mucho la tierra sin sembrar semillas. De ahí que si practicamos actividad física jugando (por ejemplo, en una clase de Educación Física), estaremos favoreciendo ambos procesos simultáneamente (siembra y abono).

Si el cerebro de un niño fuera un árbol y sus ramas, hojas y frutos, las neuronas; el juego y la actividad física recomendada harían que ese árbol pareciera estar siempre en

primavera. Mientras que, si ese mismo niño fuera sedentario e instruido en su colegio con metodologías basadas en la instrucción directa, el árbol (su cerebro) estaría casi sin ramas, con pocas hojas y frutos, sería como ver un árbol de hoja caduca en otoño.

La Educación Física actual además de favorecer los procesos cognitivos, también favorece la eliminación de estrés y ansiedad, estado psicológico de bienestar o well-being, relajación, relaciones interpersonales, construcción del carácter y mejora la autoestima, factores que ayudan al cuidado y mejora de la salud psíquica y emocional de nuestros jóvenes. El suicidio es la primera causa de muerte en el mundo. Así, los beneficios mentales y neurocognitivos de llevar un estilo de vida activo en los niños y adolescentes tienen una consecuencia directa tanto en la salud pública como a nivel educativo. Por tanto, los proyectos educativos que deseen tener en consideración la actividad cerebral deben fomentar enfoques que incluyan el movimiento y la actividad física regular y dirigida en sus planes de estudios, según las instituciones de salud internacional y las últimas investigaciones en neuroeducación. Al menos sesenta minutos al día, con actividades aeróbicas moderadas e intensas, con ejercicios de fuerza y velocidad donde los estudiantes deban resolver problemas, memorizar jugadas, reglas, coreografías o guiones de teatro. Si además estas actividades se desarrollan a través de juegos, retos o resolución de problemas en contextos pedagógicamente óptimos, como son las clases de Educación Física, los efectos beneficiosos para el cerebro se multiplican.

Si nuestro cerebro fuera un coche de carreras y la resolución de un problema una carrera de Fórmula 1, se podría decir que aquellas personas que realizan actividad física regular y adecuada, dispondrán de mejores coches (cerebros) para completar la carrera (resolver un problema). Una persona físicamente activa empieza a formarse desde edades

tempranas. Por ello, es conveniente que el recuerdo con la actividad física durante la infancia y adolescencia sea placentero. Ello pasa por tener experiencias divertidas y agradables en Educación Física, tanto en la infancia como en la adolescencia, sin necesidad de asistir a actividades extraescolares para divertirse. Sabemos que a este tipo de actividades y a estas edades no todas las familias se lo pueden permitir tanto por cuestiones económicas como organizativas (disponibilidad de los padres para el traslado del alumno a las instalaciones, muchos alumnos se desplazan a sus colegios en transporte escolar y por las tardes este no está operativo) o aquellos que motrizmente están mejor dotados, quedando fuera de esta población un número muy elevado de niños y adolescentes, según el informe Eurydice<sup>73</sup>, el 80%, que es el porcentaje de niños y niñas en edad escolar que afirman realizar actividad física únicamente en la escuela. Por consiguiente, solo el 20% de niños y adolescentes realizarían el volumen de actividad física recomendada, aunque de este 20% habría que preguntarse cómo es, si es adecuada en intensidad, si fomenta valores como la cooperación, el trabajo en equipo, el respeto, el juego limpio, la solidaridad, la igualdad de género o la interculturalidad, entre otros, valores que en una clase de Educación Física no solo están omnipresentes, sino que además deben ser enseñados y calificados.

Resulta, por tanto, imprescindible disponer de tiempo suficiente en Educación Física (única actividad física escolar obligatoria para el 100% de niños y adolescentes) para que el alumnado consiga unos aprendizajes significativos y fundamentales relacionados con la actividad físico-deportiva, que aseguren continuidad, hábito y un nivel óptimo de forma física que les permita divertirse mientras practican actividad física. Esta reflexión es primordial, precisamente en este momento en el que el Gobierno actual está confeccionando un pacto por la educación. Y es que según este informe europeo (Eurydice), España es uno de los países

que dedica menos tiempo a la Educación Física dentro del currículo escolar. Francia, por ejemplo, destina en educación secundaria, el 14% del currículo a esta asignatura, mientras que en España es solo del 3%-4%.

Además, la Educación Física juega un papel muy importante en la prevención de obesidad y factores de riesgo cardiovascular. También es vital para potenciar el aprendizaje de nuestros escolares, motivarles hacia estos aprendizajes y para contribuir a un mejor desarrollo cerebral; por consiguiente, para mejorar sus resultados académicos, como así ha quedado demostrado en numerosos estudios de intervención controlados en el marco escolar, revisiones y meta-análisis. No parece ser una buena idea dedicar el mínimo tiempo posible a la Educación Física, cuando sabemos que mejora la salud física, social, emocional, mental y neurocognitiva de nuestros escolares y podría contribuir a la mejora de sus resultados académicos. En definitiva, lo que es bueno para el sistema cardiocirculatorio, respiratorio y aparato locomotor, también es bueno para el cerebro.

## **2.2 Fundamentos teóricos**

### **2.2.1 Antecedentes históricos**

Para poder comprender de mejor manera la evolución histórica, es necesario entrar en contexto y entender que, a lo largo de la historia el ser humano siempre ha querido saber sobre la razón de su propio ser, también desea saber qué es y cómo es que funciona ese pequeño órgano que permite que podamos movernos, hablar, observar, retener información, entre otras cosas que nos hace diferente a las demás especies vivas en la tierra (el cerebro humano).

El nacimiento de la neurociencia (en especial la neurociencia moderna) data de mediados del siglo XX, aunque cabe destacar que los estudios del cerebro y de los procesos cognitivos datan de un periodo más antiguo, específicamente en la época del antiguo Egipto y



de la Grecia Clásica. Para comprender mejor manera su historia, realizaremos un breve repaso dividido en dos grandes periodos.

El primero de ellos data de la antigüedad hasta finales del siglo XVIII. Período donde se dio lugar para obtener el primer escrito médico sobre el cerebro, este escrito está atribuido a los antiguos egipcios y se remonta en torno al año 1700 a.C. (Blanco, 2014). Por otra parte, en la Grecia clásica, filósofos como Aristóteles o Platón discrepaban sobre donde se encontraba la sede de los procesos mentales, Platón creía que esta se encontraba en el cerebro, mientras que Aristóteles creía que se encontraba en el corazón. (Mangels, 2003). Luego de un tiempo, concretamente durante el siglo II d. C. el médico romano Claudio Galeno postuló que el cerebro era el receptor de información sensorial y era el responsable del movimiento motor del cuerpo, realizado por medio del sistema nervioso y los fluidos secretados por el cerebro, los cuales viajaban hacia el músculo y los ponían en movimiento. (Gross, 1887, p.43). Teoría que estuvo vigente hasta que comenzó la época de la ilustración, la cual estaba respaldada por intelectuales como Descartes, el cual defendía que la mente y el cuerpo eran dos entidades totalmente distintas y separadas. (Hunter, 2009).

Para el siglo XVIII se producen dos grandes acontecimientos, los cuales tuvieron una gran relevancia histórica, por un lado, el italiano Luigi Galvani descubre que el movimiento de los músculos se produce por estímulos eléctricos, con lo cual la teoría propuesta por Galeno quedaba científicamente descartada. (Mangels, 2003). Por el otro, el fisiólogo alemán Franz Joseph Gall y su colaborador Johan Spurzheim fundan la frenología e inician el debate localista-holista, la cual cuestiona si cada función mental reside específicamente en una única área cerebral o si, por el contrario, el cerebro es responsable de todo, de cada función específica. (Mangels, 2003; Cavada 2014; Blanco 2014). De igual manera la frenología estipulaba que es

posible conocer el carácter de una persona conociendo su estructura craneal. Dividieron al cerebro en 35 áreas diferentes y asignaron a cada área una función cerebral. Partiendo de la función que destacara más, suponían que habría un área del cerebro más desarrollada y que sobresaldría modificando la forma del cráneo. (Cavada, 2014).

El segundo periodo histórico data de los siglos XIX y XX. Siendo en esta etapa en donde se producen los hechos que comienzan a dar forma a la neurociencia actual. Por ejemplo, en el siglo XIX el fisiólogo checo Johannes Purkinje describe por primera vez, una célula nerviosa. (Mangels, 2003). Por otra parte, siempre en el siglo XIX tras varios descubrimientos sobre la percepción localista del cerebro, hicieron inclinar la balanza al neurólogo inglés Hughlings Jackson sobre la existencia de una región motora, organizada somatotónicamente en la corteza cerebral. (Cavada, 2014, p.3). Así mismo, el médico y antropólogo Paul Pierre Broca demostró que el habla residía en el lóbulo frontal izquierdo, esto debido a un análisis con varios pacientes que perdían la capacidad de hablar al presentar un daño en esa zona del cerebro. Por su parte, el neurólogo y psiquiatra alemán Carl Wernicke, realizó un estudio con pacientes que podían hablar, más no podían entender, y concluyó, que, en este caso, presentaban lesiones en la zona posterior del lóbulo temporal izquierdo. (Mangels, 2003, Cavada, 2014).

Además, el médico español Santiago Ramón y Cajal, gracias a la técnica de la tinción celular con cromato de plata desarrollada por el médico italiano Camilo Golgi y al desarrollo microscópico, expuso la doctrina neural. Esta teoría aún tiene vigencia en la actualidad y establecía que, cada neurona, con sus dendritas y su axón, es una entidad independiente encargadas de transmitir los impulsos eléctricos a través del sistema nervioso. (Gross, 1987).

En el siglo XX y hasta la actualidad, la neurociencia ha experimentado un gran avance gracias a la neurofarmacología y la bioquímica. (Cavada, 2014). Y al desarrollo de los equipos

de neuroimagen. Con respecto al debate localista-holista que predominó a principios del siglo, hoy en día se tiende a optar más por el conectivismo. Corriente que define a las funciones más elementales (por ejemplo, el movimiento) están fuertemente localizadas, mientras que aquellas más complejas (como el lenguaje o la memoria) son el resultado de la interconexión de las distintas áreas cerebrales. (Mangels, 2003).

### **2.2.2 Bases teóricas de la neurociencia**

A continuación, se describirán las bases sobre las que se sustenta la neurociencia, que son el estudio del sistema nervioso y del cerebro. Con el fin de puntualizar y estudiar exclusivamente los fundamentos de la neurociencia aplicados a los seres humanos. Como referencia básica de su estructura está el sistema nervioso central, el cual está compuesto por la médula espinal y el encéfalo, de esta forma el cerebro envía señales nerviosas a distintas partes del cuerpo, a través de los nervios periféricos, lo que se conoce como sistema nervioso periférico. Este último se compone, por un lado, del sistema somático motor, el cual conecta a los músculos con las células, las cuales son responsables de responder a estímulos, como el tacto o la sensación de dolor, para producir el movimiento voluntario. Por otro lado, consta del sistema nervioso autónomo, que es un sistema involuntario, encargado de conectar con los órganos internos y con el sistema nervioso central. A su vez está formado por el sistema simpático, cuya misión es movilizar la energía y los recursos en momentos de estrés o de alerta, por medio del sistema parasimpático, el cual conserva la energía en momentos de reposo.

### **2.2.3 El Encéfalo**

El encéfalo es el órgano principal del sistema nervioso, además, es la estructura viva más compleja, tiene una capacidad de almacenaje y de generación de redes de comunicación

mayor que cualquier superordenador tal cual como lo menciona Kandel et. al. (2001), divide al encéfalo en seis regiones las cuales son:

- a) Bulbo raquídeo: También llamado Mielencéfalo, situado en la parte baja del tronco del encéfalo. Se encarga de la regulación de la presión arterial y la respiración. A su vez, está conformada por grupos neuronales encargados del gusto, el oído, el equilibrio y el manejo de los músculos del cuello y de la cara.
- b) La protuberancia: Es la porción del encéfalo que se ubica entre la médula y el mesencéfalo. Posee dos zonas: la zona ventral y la zona dorsal. La zona ventral es la responsable del relevo de información sobre el movimiento y la sensibilidad que es transmitida desde la corteza cerebral al cerebelo. La zona presenta secciones que intervienen en los procesos de respiración, el sueño y el gusto. El término protuberancia deriva del gran número de fibras transversas sobre su cara anterior que conectan los dos hemisferios cerebrales. (Snell, 2003).
- c) El cerebelo: Está situado sobre la protuberancia, y contiene un número mayor de neuronas. Mucho mayor incluso que el telencéfalo, presenta una corteza dividida en lóbulos separados por cisuras identificables. El cerebelo siempre fue considerado solo como la estructura que era responsable del aspecto motor, pero, gracias a los avances tecnológicos, diversos estudios permitieron evidenciar que también participa en aspectos del lenguaje y en la recepción de estímulos sensitivos que provienen de la médula espinal.
- d) El mesencéfalo: Está situado casi en el centro del encéfalo y es la parte más pequeña. Presenta un núcleo que puede identificarse con facilidad denominado sustancia negra la cual es la responsable de comunicar a los ganglios basales y permitir la regulación

de los movimientos voluntarios. Además de presentar a los elementos responsables del oído y de la vista.

- e) El diencefalo: Está dividido en dos partes importantes: el tálamo y el hipotálamo. El tálamo según Kandel et. al. (2001), “es un eslabón esencial en la transferencia de información sensitiva desde los receptores periféricos hasta las regiones del procesamiento sensitivo de los hemisferios cerebrales” (p. 332), siendo este el responsable del control del ingreso de la información sensorial y regulando la transmisión de esta hacia la neocorteza. El hipotálamo por su parte regula las funciones corporales como: comer, beber, crecer y reproducir. Tal cual como lo explica Kandel et. al. (2001), “es un componente esencial del sistema de motivación” (p. 322), ya que inicia y sostiene conductas agradables al organismo.
- f) El telencefalo: conforma la zona más grande del encéfalo. Está conformado por la corteza cerebral, la sustancia blanda y tres sectores ubicados en la zona más profunda del telencefalo: los ganglios basales, el núcleo amigdalino y el hipotálamo. Los hemisferios cerebrales están conectados por una masa de sustancia blanca denominada cuerpo calloso, además, los hemisferios cerebrales son los responsables de las funciones perceptivas, motoras y cognitivas, incluyendo la memoria y la atención.

#### **2.2.4 La médula espinal**

La medula espinal corre a lo largo y en el interior de la columna vertebral la cual la protege. En toda la longitud de la medula espinal, se agrupan ramas nerviosas denominadas colas de caballo por su disposición. Estas originan que los nervios raquídeos que, en relación con el cerebro, se dirija a distintas partes del cuerpo, con función tanto motora como sensitiva.

Para ello, a lo largo de su trayecto, envía ramificaciones a través de cada intersticio situado entre vértebra y vértebra, constituyendo de esta manera los 31 pares de nervios que constituyen el sistema nervioso periférico.

Pero, según Kandel et. al. (2001) la medula espinal: es la parte inferior del sistema nervioso central y, en muchos aspectos, la más simple. Se extiende desde la base del cráneo hasta la primera vértebra lumbar. La medula espinal es la que recibe la información sensitiva de la piel, las articulaciones y los músculos del tronco y las extremidades, y, contiene las neuronas motoras responsables de los movimientos voluntarios como reflejos. (p. 319).

### **2.2.5 Sistema Nervioso Periférico**

Está localizado fuera del cráneo y la columna. Concretamente son las ramificaciones nerviosas a lo largo del cuerpo, las cuales reciben información sensorial e información motora. Está formado por neuronas situadas fuera del sistema nervioso central. Se divide en:

- a) Sistema nervioso somático: el cual está formado por los nervios, haces o paquetes de axones que salen del sistema nervioso central y que llegan a todos los órganos del cuerpo. Los nervios son los encargados de recibir y transmitir la información. Por otra parte, los nervios sensitivos, reciben los estímulos de los órganos y los trasladan al sistema nervioso central. Además, Los nervios motores reciben las órdenes del sistema nervioso central y las transmiten a los músculos.
- b) Sistema nervioso autónomo: regula las funciones internas del organismo, manteniendo el equilibrio fisiológico del mismo. Controla las actividades involuntarias como el ritmo cardíaco, digestión, secreción de hormonas, etc. Se le denomina “autónomo” porque realiza funciones en forma automática, lo cual

significa que su funcionamiento no puede controlarse fácilmente a voluntad. Este sistema a su vez se divide en dos partes:

1. Sistema simpático: el cual prepara el organismo para la actividad física. Es esencial para el aumento general de la actividad en el organismo en condiciones de estrés o emergencia y, se le asocia con la respuesta de lucha o huida denominada como los reflejos de tensión.
2. Sistema parasimpático: tiene los efectos opuestos y prepara al organismo para la alimentación, la digestión y el reposo. Es decir, que las respuestas son contrarias a las anteriores, las pupilas se contraen, baja el ritmo respiratorio, disminuye la frecuencia cardíaca y se estimula el sistema gastrointestinal. Está relacionado con todas las respuestas internas asociadas a un estado de relajación y con la regeneración general del organismo.

### **2.2.6 Funciones del sistema nervioso**

Los sistemas sensoriales se subdividen en: visión, oído, olfato/gusto y tacto/dolor. Los receptores sensoriales son los órganos capaces de captar los estímulos del medio ambiente (órganos de los sentidos) y del medio interno (receptores viscerales), ambos procesos esenciales para la adaptación y funcionamiento de los organismos. (Belmar, 2001, p.4). En los dos casos, se generan señales eléctricas que viajan hacia los centros nerviosos, pero en el primer caso, se tiene conciencia de las sensaciones que generan, mientras que, en el segundo proceso, la conciencia es limitada.

La visión es el sentido más complicado, pero a la vez, el más estudiado, y permite a los seres humanos relacionarse con el mundo que los rodea, la visión de los humanos es binocular y, lo que se percibe por el cada campo visual, es procesado en el hemisferio contrario del

cerebro. La información recibida discurre por los nervios ópticos, a través de los ganglios geniculados laterales del tálamo y hacia la corteza visual primaria situada en el lóbulo occipital, en la parte posterior del cerebro.

El oído permite a los humanos comunicarse, al poder percibir sonidos e interpretar el habla, y recibir información clave para la supervivencia. Las señales nerviosas, que le llegan al cerebro desde el nervio auditivo, son procesadas por varios centros cerebrales antes de llegar finalmente a la corteza auditiva situada en los lóbulos temporales, donde se percibe e interpreta el sonido. Esto se realiza en ambos lados del cerebro, sin embargo, el área de Wernicke, situada en el hemisferio izquierdo, se convierte en un punto clave a la hora de percibir y comprender el lenguaje oral, para la mayoría de las personas.

El olfato y el gusto son dos sentidos que, aunque son percibidos en diferentes receptores sensoriales, actúan de manera conjunta para permitir a las personas distinguir miles de sabores. Los estímulos nerviosos enviados por el bulbo olfatorio se procesan en la corteza olfativa primaria. Las señales enviadas por las papilas gustativas se analizan en diferentes centros del lóbulo temporal y en el tálamo. Ambas informaciones influyen en la corteza orbitofrontal para formar los sabores.

El tacto se percibe mediante millones de receptores en la piel, que mandan señales al tálamo y a la corteza somatosensorial, a través de la medula espinal. Los receptores de la piel, los mecanoreceptores, no solo captan el tacto, la temperatura o la posición de un objeto, sino que también perciben el dolor, por medio de un tipo de receptor especial, llamado nociceptor. La corteza somatosensorial hace una representación corporal en función de la información recibida y del número de receptores que posea la zona donde proviene la información.



Los sistemas motores son aquellos que controlan el movimiento voluntario e involuntario. En el movimiento voluntario, el sistema nervioso central controla la acción de cientos de músculos a través de las neuronas motoras y, a la vez, el feedback (retroalimentación) recibido por los receptores sensoriales de los músculos, con el fin de corregir o adaptar los movimientos producidos. Este movimiento se procesa fundamentalmente en la corteza motora, y por medio de la interacción de otras regiones, como los ganglios basales, el tálamo o el cerebro. Pero, el movimiento involuntario se procesa directamente en la médula espinal.

### **2.2.7 El Cerebro**

El cerebro consta de tres regiones: el cerebro posterior o rombencéfalo, el cerebro medio o mesencéfalo y el cerebro anterior o prosencéfalo. La parte más grande del cerebro es el cerebro anterior, a la que se le atribuyen las funciones cerebrales más complejas. Se compone de la corteza cerebral, la amígdala, el hipocampo, el tálamo y el hipotálamo. La corteza cerebral se divide en dos hemisferios asimétricos unidos por un cuerpo calloso y se subdivide en varias secciones o lóbulos, llamados frontal, temporal, parietal y occipital. El cerebro medio está formado por dos pares de colinas o culículos, y es el encargado de transmitir información sensorial específica desde los órganos sensoriales del cerebro. El cerebro posterior contiene el cerebelo, y asiste el control del movimiento, así como ciertos procesos cognitivos relacionados con el control del tiempo, el bulbo raquídeo y el puente tronco encefálico, el cual colabora con el control de la respiración y el ritmo cardíaco.

La neocorteza está conformada por dos hemisferios: el derecho y el izquierdo. Estos están unidos por el cuerpo calloso, el cual es un haz de fibras nerviosas que sirve de puente para transmitir información de un hemisferio a otro. La superficie de cada hemisferio está cubierta por la llamada corteza cerebral (constituida por sustancia gris). Una de las características de los

hemisferios cerebrales es que, generalmente, el hemisferio derecho no es verbal pero el hemisferio izquierdo si lo es, ya que en el 95% de las personas los módulos relacionados con el habla se encuentran en este hemisferio. Los módulos a los cuales estamos haciendo referencia son las áreas de Broca y Wernicke. Dichas áreas son las encargadas de la producción y comprensión del habla. Para comprender de mejor manera estas áreas brindaremos el siguiente ejemplo: el 90% de las personas son diestras y el 1% de esas personas tiene las áreas del habla en el hemisferio derecho, por otra parte, el 10% restante son personas zurdas, de las cuales el 40% de ellas tienen las áreas del lenguaje en el hemisferio derecho. Esto debido a que al hemisferio izquierdo le gusta seguir todo el proceso y arribar a una solución lógica basada en los modelos mentales. El hemisferio derecho, en cambio, procesa varios esquemas simultáneamente.

De acuerdo con el doctor Paul Mac Lean y al modelo tradicional triuno, nuestro organismo está regido por tres tipos de cerebros distintos. Aunque en realidad esto hace referencia a tres capas que se desarrollaron en distintas etapas evolutivas y que, al ubicarse una sobre otra fueron modificándose mutuamente. El cerebro humano es producto de una larga cadena evolutiva, ya que con cada capa que fue apareciendo, para lograr alcanzar el objetivo principal de nuestra mente que es la supervivencia, fue acomodándose y modificando a la anterior. Pero, no debemos olvidar que el cerebro es un todo y que su funcionamiento, forma parte de un todo integrado. Las estructuras más primitivas son el tronco encefálico y el cerebelo, luego apareció el sistema límbico y finalmente la neocorteza. La corteza cerebral es el manto de tejido nervioso que cubre la superficie de los hemisferios por medio de una delgada capa de materia gris. Según este modelo los tres tipos de cerebros son:

1. Cerebro reptiliano: considerado el cerebro de los instintos, se encarga de las funciones corporales, como la respiración, la digestión, el ritmo cardiaco y la regulación de la temperatura. Además, se encarga de responder de forma refleja e instintiva ante situaciones estresantes o traumáticas.
2. Cerebro mamífero: considerado el cerebro de las emociones, nos dice lo que nos gusta y lo que no, permite generar afecto hacia alguien, hace que nos sintamos atraídos, así mismo genera la sensación de tristeza o felicidad.
3. Neocortex: considerado el cerebro de la razón, permite analizar la información, resolver problemas, planificar, desarrollar ideas, teorías, etc.

### **2.2.8 La neurona**

La neurona es una célula altamente especializada en el procesamiento de información. Como en toda célula, la membrana plasmática separa el contenido celular o citoplasma del medio extracelular. La característica más significativa de las neuronas desde un punto de vista funcional es que la membrana es excitable y le permite comunicarse con otras.

Las neuronas son la unidad anatómica y funcional del tejido nervioso. Son células especializadas en la recepción, conducción y transmisión de señales electroquímicas (información). Las neuronas han perdido la capacidad de realizar otras funciones como la de nutrirse por sí mismas o defenderse. Por ello, deben contar con la existencia de células acompañantes o de sostén, que les dan soporte, las nutren y las protegen.

Las neuronas pueden clasificarse según su número de prolongaciones en:

- Unipolares o Monopolares: Tiene una sola prolongación de doble sentido que funciona a la vez como dendrita y como axón (entrada y salida).

- **Bipolares:** Tienen dos prolongaciones una de entrada y otra de salida que actúa como axón.
- **Multipolares:** Presentan más de dos procesos, son las más típicas y abundantes. Poseen un gran número de prolongaciones pequeñas de entrada (dendritas), y una sola de salida (axón).

Según su función pueden clasificarse en:

- **Neuronas sensoriales o aferentes:** Reciben información y las transmiten hacia el sistema nervioso central.
- **Interneuronas o conectoras:** Transmiten señales dentro del sistema nervioso central, conectando unas neuronas con otras e integran las actividades de las neuronas sensoriales y motoras.
- **Neuronas motoras o eferentes:** Transmiten señales desde el sistema nervioso central a órganos efectores (músculos o glándulas).

### **2.2.9 Estructura y comunicación entre neuronas.**

La estructura de la neurona en cuanto a tamaños y formas pueden ser bastante variadas, pero la mayoría comparte la misma estructura básica y funcionan esencialmente de la misma manera. Un cuerpo celular llamado soma; una o varias prolongaciones cortas que transmiten impulsos, denominadas dendritas y una única prolongación larga, denominada axón, que conduce los impulsos (información) desde el soma hasta las dendritas de otras neuronas.

Por otra parte, la comunicación entre neuronas está constituida por medio de una zona de interacción o comunicación entre neuronas. Las neuronas tienen la capacidad de comunicarse, con precisión y rapidez, y a larga distancia con otras células. La información se transmite de una neurona a la otra a través de sustancias químicas llamadas neurotransmisores.

La conexión entre una neurona y otra se llama sinapsis, y a través de varias sinapsis se forman redes neuronales. Las neuronas no tienen un contacto físico real, ya que entre ellas existe un espacio muy fino llamado hendidura sináptica, la cual no les permite unirse o tocarse.

### **2.2.10 Neurotransmisores**

Un neurotransmisor se define como una sustancia química sintetizadora en la neurona, que es liberada de la misma por un impulso eléctrico y que actúa sobre otras neuronas o células. (Vázquez, 2012).

Tienden a activar o a inhibir circuitos enteros de neuronas involucradas en funciones cerebrales concretas, por ejemplo, la acetilcolina específicamente activa la corteza cerebral y facilita el aprendizaje. La noradrenalina por su parte aumenta el nivel de alerta y refuerza la agilidad cuando hay que salir corriendo o tener reflejos. La dopamina se ha asociado históricamente al placer y la recompensa. (Campelo, 2013).

Hay sustancias que pueden comportarse como neurotransmisores y hormonas indistintamente, son denominadas neurohormonas, ya que solo se liberan a las hendiduras sinápticas (liberación por punto a punto) donde se producen efectos muy localizados si no que, en muchos casos, son liberados asimismo por terminaciones neuronales, en forma difusa, al torrente sanguíneo u otros líquidos del organismo. Estas son señales químicas que poseen efectos en puntos alejados desde donde se liberaron, producen efectos lentos y duraderos, ejemplo de ello son la noradrenalina, serotonina y dopamina.

### **2.2.11 Aprendizaje motor**

El aprendizaje es un proceso que le permite al ser humano adquirir y modificar conductas. Implica la adquisición (percepción y atención), el almacenamiento (memoria) y la posterior utilización de información relacionada con dicha conducta. En general este proceso

produce un cambio estable de la conducta como consecuencia de la práctica; en el caso del aprendizaje motor, las conductas modificadas son motoras (Oña, Martínez, Moreno y Ruíz, 1999). Según Weineck (2005), el aprendizaje del movimiento y de la técnica se basa en procesos bioquímicos que discurren en estructuras anatómicas, jerárquicamente ordenadas, que se organizan mediante alteraciones sinápticas, de forma superpuesta, en un reticulado específico de sistemas neuronales. El aprendizaje induce la formación y fijación de “bucles neuronales” específicos de los contenidos informativos, a través de mecanismos propios de la memoria; estos bucles se almacenan por un tiempo más o menos largo -según la importancia que, como se señaló, el organismo le atribuya en términos de adaptación- y por tanto son recuperables. Así mismo, para Schmidt (1991), el aprendizaje motor es un conjunto de procesos asociados con la práctica o experiencia que llevan a cambios relativamente permanentes en la capacidad de ejecución para el rendimiento.

Por otra parte, desaprender significa la desaparición de un bucle motor creado anteriormente. El acto de reaprender es la sustitución de un bucle fijado por otro bucle parecido, pero finalmente nuevo.

Con respecto a la capacidad de asimilación del ser humano, Weineck (2005) plantea que éste retiene información de la siguiente forma: El 20% de lo que escucha, el 30% de lo que ve, el 40% de lo que ve y escucha, el 75% de lo que él mismo dice y el 90% de lo que él mismo hace. De estos planteamientos se deduce que es la práctica continua e intensa la que puede garantizar el perfeccionamiento de las diferentes habilidades motrices y cognitivas en el deportista.

Para Weineck (2005), entre más facilidad y claridad tenga un deportista para registrar su propio movimiento y las condiciones del entorno, mejor se adapta al cambio de circunstancias y mejor resuelve los problemas motores.

### **2.2.12 Factores que influyen en el aprendizaje motor**

Existen diversos factores que influyen en los procesos de aprendizaje motor, como las instrucciones verbales, las características y la variabilidad de la práctica, la participación activa y la motivación del individuo, la posibilidad de cometer errores, el control postural, la memoria y la retroalimentación. Las instrucciones verbales facilitan a la persona que centre su atención en determinados objetivos y condicionan las estrategias de aprendizaje que vaya a emplear a la hora de realizar un movimiento. En cuanto a las características y variabilidad de la práctica, resulta relevante plantear una tarea que conlleve repetición, teniendo en cuenta el concepto de “repetir sin repetir”, es decir, la práctica debe tener un control de los parámetros que se han ido modificando, pues debe suponer un reto para el individuo y ser extrapolable a diferentes entornos y situaciones. En aquellos casos en los que la práctica física no sea posible, se ha sugerido que la práctica mental es una forma efectiva de estimular el aprendizaje. El aprendizaje puede ser facilitado o interrumpido por el contexto. Diferentes contextos producirán un mayor desarrollo del aprendizaje, resultando ser este más general y enriquecedor. Por esta razón, la práctica en el entorno clínico debe incluir condiciones variables, con el fin de que el aprendizaje pueda ser transferido a diversas situaciones cambiantes. De manera que la cantidad de transferencia depende de la similitud entre el entorno clínico y el entorno real. Otro de los conceptos importantes relacionado con el aprendizaje motor es la participación activa del individuo en la tarea que se debe desarrollar. La motivación e implicación de este es crucial para la ejecución de la tarea o actividad, la resolución y superación del problema. La

participación activa realza el procesamiento del aprendizaje y ayuda a mantener una continuidad del mismo. La posibilidad de cometer errores durante la ejecución de una nueva actividad, así como reportar a la persona posibles soluciones o fomentar a que él mismo las proponga, supone un añadido en el trabajo del aprendizaje motor de nuevas destrezas. Un correcto control postural, así como un adecuado estado de la memoria, son importantes en el proceso de aprendizaje de un nuevo acto motor o en la readquisición del mismo. Llamamos retroalimentación a la información que surge como resultado del movimiento. Podemos distinguir entre retroalimentación intrínseca, como consecuencia del movimiento que se produce (vía propioceptiva) que permite ajustes posturales; y retroalimentación extrínseca, considerado como toda información proporcionada por una fuente externa. Su objetivo es comunicar información a la persona sobre el resultado del movimiento ejecutado, completando la información intrínseca. Existen dos categorías dentro de este, el conocimiento de resultados, considerado como toda información verbal sobre el resultado de la acción y de especial importancia cuando la retroalimentación intrínseca está disminuida, y el conocimiento de ejecución que se relaciona con los patrones de movimiento para conseguir una tarea e informa sobre la calidad de sus movimientos. La retroalimentación extrínseca es esencial cuando el origen de la retroalimentación intrínseca de una persona está disminuida o distorsionada, frecuente en pacientes con deterioro neurológico. Durante cualquier proceso de aprendizaje, el sujeto debe recibir algún tipo de información sobre el error desde la fuente intrínseca o extrínseca. Las características de la retroalimentación extrínseca, las cuales potencian las habilidades cognitivas de la persona. Los niños usan la retroalimentación de distinto modo a los adultos, pues estos se benefician más de una retroalimentación reducida, mientras que los niños requieren una retroalimentación más continua pero menos precisa. La retroalimentación



reducida incrementa el esfuerzo cognitivo del sujeto, ya que cuando la retroalimentación es ocultada, la persona necesita atender e interpretar la información intrínseca como resultado de la habilidad desempeñada. Este incremento del esfuerzo cognitivo propicia el cambio óptimo en los adultos, potenciando el aprendizaje motor, lo que no ocurre en los niños. Estos requieren un mayor número ensayos prácticos con retroalimentación para formar una representación más precisa y estable de la tarea. Posteriormente, la retroalimentación se debe reducir progresivamente para estimular el esfuerzo cognitivo y el aprendizaje motor. La capacidad de un sujeto para procesar la información y atender a la información intrínseca derivada de la tarea, condiciona el refuerzo extrínseco otorgado.

### **2.2.13 Control de los actos motores**

Existen dos sistemas que explican el control de los actos motores; el primero explica el control de los actos motores a través del sistema de control en bucle cerrado, y el segundo explica el control de los actos motores en bucle abierto. A continuación, se exponen las características y el funcionamiento de ambos modelos de control:

**Sistema de control en bucle cerrado.** El sistema de control en bucle cerrado, propuesto por Schmidt y Lee (2005), es un sistema de control que funciona asemejándose a un circuito. El circuito empieza desde el mecanismo de referencia (movimiento a ejecutar), pasando por los niveles ejecutivo y efector, hasta las modificaciones del ambiente y de regreso al nivel ejecutivo, es cerrado y completado por información sensorial y retroalimentación, regulando el sistema para lograr determinado objetivo. Este sistema está compuesto por varias partes: la primera es el movimiento objetivo que se pretende ejecutar y que se presenta como un mecanismo de referencia. Este mecanismo de referencia sirve para regular el movimiento a través de los procesos de feedback. La referencia compara el movimiento deseado con el ejecutado y

cualquier error en dicha ejecución representa la diferencia entre el estado actual con el estado deseado. La segunda parte es el nivel ejecutivo, el cual toma las decisiones para reducir el error regulando, planeando y controlando el movimiento. El nivel ejecutivo está compuesto por la etapa de identificación del estímulo, la etapa de selección de la respuesta y la etapa de programación de la respuesta. La tercera parte es el efector, que es el encargado de ejecutar y llevar a cabo las acciones decididas por el sistema ejecutivo, a través de la recuperación de un programa motor generado desde la memoria provocando cambios en el ambiente a través de la ejecución motriz. Luego, la información de varias fuentes, como los músculos, las articulaciones y los tendones, así como los ojos, los oídos y demás, son enviadas de nuevo al mecanismo de referencia, que es el encargado de comparar el movimiento ejecutado con el ideal de movimiento a través de los procesos de retroalimentación, que permite detectar errores para intentar corregirlos en la próxima ejecución. Este sistema de control es propio de los movimientos continuos y cíclicos, tareas de posicionamiento lento.

**Sistema de control en bucle abierto.** El sistema de control en bucle abierto funciona de manera diferente al sistema de control en bucle cerrado. De acuerdo con Schmidt y Lee (2005), en este sistema, una vez iniciado el movimiento, los procesos de la respuesta llevan a cabo la acción con o sin éxito, pero sin tiempo para generar procesos de feedback. El sistema de control de movimiento fundamenta y da cuenta de la teoría de programas motores y tiene, según Schmidt (1991), las siguientes características: el movimiento se planea con anterioridad y debe hacerse bien, ya que no se pueden realizar correcciones durante su ejecución; básicamente se presenta en movimientos rápidos y potentes y utiliza y recupera programas motores. El sistema se inicia con la entrada de la información, que se conduce al nivel ejecutivo, encargado a su vez de la toma de decisiones y conformado por las etapas de identificación del

estímulo, selección de la respuesta y programación de la respuesta; en este nivel se definen las características de la tarea de acuerdo con los requerimientos del ambiente o situación. Luego, el nivel ejecutivo pasa las instrucciones al nivel efector, responsable de cumplir sus instrucciones. Cuando las acciones son completadas, la tarea aparece cuando el ejecutivo es activado nuevamente. Sin procesos de feedback, el sistema de control en bucle abierto no es sensible a las acciones generadas en el ambiente y no sabe si el movimiento objetivo se logra o no y las modificaciones de la acción no pueden realizarse durante la ejecución del movimiento.

#### **2.2.14 Efectos del aprendizaje sobre el sistema nervioso**

**Aprendizaje y sensores.** En invidentes se ha demostrado que la cantidad de corpúsculos de Meissner se incrementan para utilizar sus dedos a semejanza de los ojos, de manera que un ciego puede diferenciar entre monedas o billetes sin necesidad de verlos, gracias a que la mayor cantidad de sensores le permite sustituir la información visual.

**Aprendizaje y conducción de estímulos.** Durante el proceso de desarrollo, el sistema nervioso se mieliniza, y este hecho favorece la velocidad de conducción de los estímulos, al punto que un axón desmielinizado solo tiene una velocidad de 0,5 m/s, mientras que mielinizado, conduce estímulos a 120 m/s. (Rigal, 1987). La mielina, capa de aislamiento de la membrana que envuelve los axones de los oligodendrocitos, es esencial para la conducción de los impulsos normales. Se forma durante las últimas etapas del desarrollo fetal, pero continúa en la vida adulta temprana. La mielinización se correlaciona con el desarrollo cognitivo y puede ser regulada por la actividad de impulso a través de mecanismos moleculares aún desconocidos. Los astrocitos, células no neuronales, no forman mielina, pero pueden promover la mielinización de maneras que aún no están completamente aclaradas. Ishibashi y cols. (2006), identificaron un vínculo entre la mielinización, los astrocitos y la actividad de impulso eléctrico

en los axones que está mediada por el factor inhibidor de leuquinas (LIF); encontraron que los astrocitos liberan el LIF en respuesta al ATP liberado de los potenciales de los axones y el LIF promueve la mielinización de los oligodendrocitos maduros. Este mecanismo, dependiente de la actividad que promueve la mielinización, podría regularla de acuerdo a la actividad funcional o la experiencia del medio ambiente.

Bengtsson y col. (2005), utilizando imágenes de tensor de difusión, investigaron los efectos de la práctica de piano en la infancia, la adolescencia y la edad adulta en la sustancia blanca del cerebro, y encontraron una correlación positiva entre la práctica y la organización de fibra de las vías en diferentes regiones de cada período de edad. Para la infancia, las correlaciones con la práctica fueron significativas y se observó que la vía piramidal era más estructurada en los pianistas que en los no músicos. Estos autores concluyen que largos períodos de entrenamiento asociado con períodos críticos de desarrollo pueden inducir la plasticidad en regiones específicas que se están mielinizando.

**Aprendizaje y sinapsis.** Uno de los principales hallazgos del siglo pasado consistió en que las células de la glía, llamadas astrocitos, participan activamente en el funcionamiento de la sinapsis, dando origen al concepto de sinapsis tripartita (Araque, 2009), pues tradicionalmente se había aceptado que la sinapsis solo la constituían dos neuronas. Los astrocitos mejoran el proceso de conducción de los impulsos y abastecen energéticamente el proceso. Se ha encontrado que los astrocitos se incrementan en los animales de experimentación sometidos a procesos de aprendizaje.

Otro gran hallazgo del siglo pasado se relaciona con las adaptaciones que produce el sistema nervioso cuando es sometido al proceso de aprendizaje y consiste en la formación de nuevas neuronas (neurogénesis) encargadas del almacenamiento de la información. J. Altman

y cols. (1965), demostraron la existencia de neurogénesis en ratas y cobayos adultos mediante autorradiografía y evidencia histológica; sin embargo, este descubrimiento no tuvo la trascendencia esperada, y sus resultados solo fueron tomados en cuenta cuando Nottebohm (1989), demostró la existencia de neurogénesis en aves aludiendo que estas nuevas células eran funcionales, es decir, capaces de establecer conexiones y transmitir señales nerviosas.

Gould y cols. (1999), establecieron una relación directa entre aprendizaje y neurogénesis, al comprobar con ratas experimentales el aumento del número de células en el hipocampo. En 1988 habían encontrado una relación inversa entre estrés y número de neuronas. Ericksson y Gage (1998), demostraron estos mismos eventos en sujetos humanos entre los 57 y 62 años, voluntarios, con diferentes tipos de carcinomas. Estos hallazgos han revolucionado los conceptos actuales, no solo del aprendizaje sino del funcionamiento cerebral, pues se consideraba que las neuronas no se reproducían.

La acción de la histamina y otros transmisores facilitadores conducen al aumento de la liberación del transmisor que prolonga el potencial de acción y, en consecuencia, los estímulos perduran más y se transmiten con mayor efectividad. Estos efectos se producen a corto plazo (minutos u horas) y son los responsables de la memoria a corto plazo.

La histamina actúa además sobre los núcleos de las neuronas y activa los genes que controlan la producción (transcripción) de intermediarios como el AMPc (Adenosín Monofostato Cíclico) y de proteínas que favorecen los procesos a corto plazo (incremento del potencial de acción y de vesículas de neurotransmisores) así como el crecimiento de terminales sinápticos o telodendrones.

Bailey y Chen (1989), descubrieron que una única neurona sensorial de la *Aplysia* (especie de caracol) tiene aproximadamente 1300 terminales presinápticas a través de las cuales

establece contacto con 25 células de destino diferentes: motoneuronas, interneuronas excitatorias e inhibitorias. De las 1300 terminales presinápticas, sólo el 40% tiene sinapsis activas y solo estas últimas cuentan con los mecanismos necesarios para la liberación de un neurotransmisor. Las terminales restantes permanecen inactivas o latentes. En la sensibilización de largo plazo el número de terminales sinápticas se duplica (pasan de 1300 a 2700) y la proporción de sinapsis activas aumenta del 40% al 60%. Además, la neurona motora desarrolla nuevas terminales para establecer contacto con algunas de las conexiones nuevas. A medida que el recuerdo se pierde y la respuesta intensificada vuelve a la normalidad, el número de terminales presinápticas disminuye de 2700 a 1500, un número valor ligeramente superior al inicial. Este hecho puede coincidir con el planteamiento de Ebbinghaus, en el sentido de que aprender una tarea por segunda vez resulta más fácil. En la habituación de largo plazo, por el contrario, el número de terminales presinápticas disminuye de 1300 a 850 y el número de terminales activas también se reduce desde 500 a 100. El estudio permitió confirmar que el número de sinapsis cambia con el tipo de aprendizaje.

Estos hallazgos fueron confirmados por Jenkins y cols. (1990), en estudios con monos en los cuales se encontró que el uso de tres dedos incrementaba la superficie cerebral sensitiva como respuesta al entrenamiento de discriminación. De la misma manera Ebert y cols. (1995), comparando los cerebros de violinistas con sujetos no músicos, encontraron que las zonas correspondientes a los dedos de la mano derecha no tenían mucha diferencia con las personas normales, mientras que las zonas correspondientes a los dedos de la mano izquierda eran mucho más amplias en los músicos.

### **2.2.15 Aprendizaje y memoria**

Byrne y cols. (1974), en experimentación con caracoles de la especie *Aplysia*, encontraron la manera de estudiar a profundidad los procesos relacionados con el aprendizaje y la memoria. Uno de los comportamientos en los cuales centró su estudio fue el reflejo de la retracción de la branquia, órgano externo que la *Aplysia* usa para respirar. Cuando se aplica un suave estímulo al sifón (canal blando que expulsa el agua y los desperdicios acumulados) se produce una retracción de este y de la branquia. Este reflejo puede modificarse mediante dos formas de aprendizaje: la habituación y la sensibilización, estímulos que pueden ser guardados en una memoria de corto plazo que dura unos pocos minutos. Cuando se toca levemente el sifón por primera vez, se produce una retracción brusca de la branquia; la aplicación repetida del mismo estímulo produce el debilitamiento de la respuesta, proceso denominado habituación, en el cual el animal aprende a reconocer que el estímulo es inocuo. En el proceso de sensibilización, se aplica una carga intensa en la cabeza o en la cola, que el animal reconoce como perjudicial y de ahí en adelante muestra un reflejo exagerado de retracción, incluso en respuesta ante un leve estímulo. Cuarenta estímulos consecutivos producen una habituación que sólo dura un día en el reflejo de retracción de la branquia; diez estímulos por día durante cuatro días seguidos producen una habituación que dura una semana; si se intercalan períodos de descanso entre los de entrenamiento, la capacidad para generar memoria de largo plazo aumenta. De esta manera Kupfermann y Kandel (1969), demostraron que un simple reflejo se relacionaba con dos formas de aprendizaje no asociativo, cada uno de los cuales involucraba una memoria de corto plazo y de largo plazo.

Bailey, Chen y Kandel (1988), descubrieron que la memoria de largo plazo no es una mera extensión que la de corto plazo. No solo duran más los cambios de intensidad sináptica, sino

que el número concreto de sinapsis del circuito también se modifica. Así, en la habituación el número de conexiones presinápticas entre neuronas sensoriales y motoras disminuye, pero en la sensibilización a largo plazo, las neuronas sensoriales establecen nuevas conexiones sensoriales que persisten mientras se conserva el recuerdo.

Como consecuencia de sus investigaciones, Kandel y cols., proponen tres principios que se pueden aplicar no solo a la *Aplysia* sino al almacenamiento de la memoria en todos los animales, incluidos los seres humanos:

- Primer principio: para que la memoria a largo plazo entre en acción es necesario que se activen ciertos genes.
- Segundo principio: hay limitaciones biológicas respecto de la índole de las experiencias que se almacenan en la memoria. Para que se activen los genes correspondientes a la memoria a largo plazo es necesario que se activen las proteínas CREB-1 y que se desactiven las CREB-2, que tienen una función represora sobre estos genes. Es evidente que los genes que codifican las proteínas supresoras establecen un umbral alto para la conversión de la memoria de corto plazo a la de largo plazo.
- Tercer principio: el desarrollo y mantenimiento de nuevas terminales sinápticas hacen que la memoria persista. Esta capacidad de desarrollar nuevas conexiones como resultado de la experiencia parece haberse conservado a lo largo de la evolución.

**Memoria explícita.** O'keefe y Destrovsy (1971), comprobaron que las células del hipocampo de las ratas registran información que no se refiere explícitamente a una modalidad sensorial sino a todo el espacio que rodea al animal. Demostraron que el hipocampo de las ratas contiene una representación del espacio externo y que las unidades de ese mapa son células piramidales que procesan información acerca del lugar y son tan específicas que las llamaron



células del lugar. Lomo y Bliss (1973), encontraron que una serie rápida de estímulos (100 hertz) aplicada a una vía neuronal que conducía al hipocampo de una rata, reforzaba las conexiones sinápticas durante un período de varias horas hasta varios días. A este fenómeno lo llamaron potenciación a largo plazo (PLP).

**La memoria del aprendizaje implícito:** El término implícito hace referencia a todo aquello de lo cual no somos conscientes, por lo que podemos tener memoria de aprendizaje del cual no somos conscientes. En los experimentos de Pavlov, se condicionaba a un perro a salivar como consecuencia de un estímulo sonoro, en vez del estímulo natural que es el alimento. Cuando el animal aprende el condicionamiento, este queda almacenado. Este tipo de condicionamientos se observan también en los aprendizajes que hacemos sobre las comidas malas (que nos ocasionan náuseas y vómitos) o los malos olores; esta información se almacena en el cerebelo.

Otro tipo de aprendizaje implícito es el de algunos movimientos o destrezas motoras que, para el caso, se almacena en los ganglios basales y el tipo de memoria se denomina procedimental. Los ganglios basales ya están maduros a los tres meses del nacimiento. Todo el almacenamiento de destrezas como la prensión, el gatear, el golpear y en general lo que se consideran las habilidades motrices básicas, se almacenan en los ganglios basales. En la edad adulta también se realizan aprendizajes implícitos, donde no tenemos consciencia de lo que hacemos y, de nuevo, el sitio de almacenamiento de estos movimientos son los ganglios basales.

**La memoria del aprendizaje explícito.** En el campo de la neurociencia es conocido el caso Clive, profesor de un coro, quien sufrió una encefalitis que le destruyó el hipocampo. Como consecuencia de esta lesión, perdió la memoria a corto plazo (no recordaba nada de lo que había hecho luego de cinco minutos) pero conservaba la memoria de destrezas como la de tocar piano,

aunque no recordaba cuando había aprendido a tocarlo. Es decir, perdió la memoria semántica, relacionada con el aprendizaje de fechas, eventos, etc., pero conservó la memoria procedimental, relacionada con las destrezas. Podía dirigir el coro, aunque no recordaba conocer a sus integrantes. Este caso demuestra que la memoria procedimental se conservó gracias a que está asentada en los ganglios basales, estructuras que no sufrieron con la enfermedad, mientras que la memoria semántica se perdió con la lesión del hipocampo, pues allí se asienta. En la enfermedad de Parkinson sucede lo contrario al caso Clive: se pierde la posibilidad de aprender nuevas destrezas, pero se conserva la memoria de hechos, fechas o episodios. En la enfermedad de Parkinson se deterioran los ganglios basales y se conserva el hipocampo, fenómenos que explican los hallazgos.

### **2.2.16 Fases del aprendizaje motor**

Hotz y Weineck (1983), descomponen el proceso de instrucción técnica en cuatro fases. Estas fases son la aplicación de todo el proceso que sigue el encéfalo en el procesamiento y adquisición de nuevos conceptos.

**1. Fase de información y aprehensión.** El sujeto toma conocimiento de los movimientos a ser aprendidos y crea las bases necesarias para la concepción de un proyecto de acción. En este punto el sujeto es ayudado por sus experiencias motoras previas, su nivel motor y su capacidad de observación.

**2. Fase de coordinación rústica.** Las primeras experiencias de ejecución práctica, como las indicaciones verbales, representan la información principal de esta fase. Al finalizar esta etapa el dominio del problema se encuentra en una fase rústica. Los fenómenos relativos a este nivel son: un esfuerzo excesivo y parcialmente errático; la brusquedad en el desarrollo temporal; la ejecución angulosa de movimientos; la amplitud insuficiente; la cadencia motora falsa (muy

rápida o muy lenta); la falta de ritmo y de secuencia y la falta de precisión motora. Dado que los procesos de análisis de la información, interpretación y decisión requieren de procesos químicos, la eficiencia en el movimiento depende de que estas reacciones fisicoquímicas se estabilicen. En esta fase, por tanto, la producción de errores es grande generándose lo que se conoce como descoordinación, falta de ritmo, etc.

**3. Fase de coordinación fina.** Los fenómenos que caracterizan esta etapa son: el gasto energético y de fuerza necesario, la amplitud y los ritmos motores racionales y los movimientos más fluidos. El aumento de la precisión motora se encuentra aquí globalmente ligada a una constante comprensión perfeccionada de las informaciones verbales o de otra naturaleza. Una vez el sistema nervioso central optimice sus procesos, las respuestas motoras serán más eficientes, es decir, el sistema piramidal o corticoespinal está consolidado.

**4. Fase de consolidación, perfeccionamiento y disponibilidad variable.** En esta fase encontramos la coordinación exitosa de movimientos, aún en condiciones difíciles o no habituales. La automatización permite al deportista centrar la atención en los puntos críticos del desarrollo motor; caracteriza a esta etapa la fluidez constante y armónica de los movimientos.

En esta fase, el sistema nervioso central genera nuevas neuronas para crear la memoria de los procesos efectuados. Como se estableció, los núcleos basales (tálamo, núcleo caudado, núcleo lenticular), el hipotálamo, la amígdala y el cerebelo almacenan todos los comportamientos motores y el movimiento ya no requiere de un control voluntario.

### **2.3 Relación entre neurociencia y deporte**

Durante mucho tiempo, a lo largo de la historia del deporte, tanto atletas como entrenadores se centraban en la adquisición de unos patrones motores y la potenciación de los

sistemas óseo-musculares y cardiorrespiratorios. Apenas tenían en cuenta otros factores que hoy sabemos que influyen en el rendimiento de los deportistas y que se dan a nivel cerebral.

Afortunadamente este paradigma centrado exclusivamente en el cuerpo fue cambiando, y fue ganando terreno la importancia de la preparación psicológica y mental. Es precisamente en este ámbito donde una ciencia multidisciplinar relativamente joven como la neurociencia puede abrir un sinfín de ámbitos de aplicación en este campo. Esta nueva ciencia puede darnos información crucial para saber qué ocurre en nuestro cerebro cuando estamos adquiriendo un gesto deportivo concreto, cuando tratamos de coordinar diferentes grupos musculares, cuando tenemos miedo escénico o la competición nos genera estrés o ansiedad, o cómo afectan al rendimiento deportivo determinados estados emocionales como la alegría o la depresión.

La neurociencia puede utilizarse en el deporte de alta competición para comprender mejor el rendimiento deportivo, para comprender la incidencia de diversos factores en el aprendizaje motor como la fatiga, la sed, el temor, la ansiedad, el sueño, el hambre, la alegría, la tristeza, la motivación, el clima y la predisposición físico-emocional, incidencias de noticias en los estados de ánimo, etc. También para comprender las relaciones entre el cerebro humano y las posibilidades motrices de nuestro cuerpo, relaciones estrechas y definitivamente inseparables entre las órdenes cerebrales y las ejecuciones finalmente desarrolladas por el aparato locomotor.

Los entrenadores y preparadores físicos deberán asumir como reto de formación la comprensión de los complejos procesos psiconeurofisiológicos humanos a fin de mejorar el componente y el sustrato motriz de los deportistas. Esto acabará por ocasionar una revolución de la didáctica del aprendizaje en el ámbito del entrenamiento y del deporte.

Durante la práctica deportiva las áreas cerebrales que cobran mayor importancia son los lóbulos frontales, pero es el cerebelo el que nos garantiza que podamos mecanizar las secuencias complejas de los movimientos específicos de cada deporte. Éste envía las señales a los millones de células del cuerpo, ordenando que se ejecuten las acciones que necesitamos. De este modo cuanto más se practica, más fácil le resulta recordar cuáles son los circuitos nerviosos y las fibras musculares necesarias en cada momento.

Desde hace algún tiempo, los científicos ya sabían que las fibras musculares tienen memoria, con lo cual podemos decir que nuestro cuerpo puede recordar determinados patrones motores adquiridos. No obstante el cerebro sigue siendo esencial, ya que además de ser imprescindible para la memorización de la técnica, también es esencial en la modulación emocional que permitirá al atleta llegar a obtener su máximo nivel de rendimiento.

La amígdala es una pequeña estructura del sistema límbico encargada de regular nuestras reacciones emocionales. Su activación o inhibición será lo que nos permitirá conseguir un mayor rendimiento en los momentos claves. Gracias a la neurociencia podemos comprender qué ocurre a nivel interno en nuestro cerebro cuando un atleta recibe las aclamaciones o los abucheos de su público. Durante la competición deportiva el atleta recibe miles de estímulos que le hacen estar en estado de alerta: debe controlar los límites del terreno de juego, el balón en movimiento, la proximidad e intenciones de sus adversarios, el estado emocional de los aficionados. Todo ello hace que las amígdalas se activen, tal como le ocurría a los seres humanos más primitivos cuando salían de caza y se enfrentaban a una manada de búfalos o mamuts.

Sabemos que hay momentos decisivos durante la competición deportiva que pueden hacer cambiar de forma definitiva el resultado de la misma, como por ejemplo lanzar un tiro libre a canasta en baloncesto, chutar un penalti en fútbol o impactar el punto de oro en taekwondo. El estudio del cerebro nos ha permitido saber que en estos momentos es esencial que el atleta sea capaz de hacer que sus lóbulos frontales sean capaces de aplacar la reacción de la amígdala, modulando así su excitación emocional. Esto se puede conseguir controlando su respiración y relajando su musculatura, lo cual produce a su vez un descenso del número de pulsaciones por minuto. Si en estos momentos cruciales el atleta está excesivamente excitado o tiene miedo a fallar, esto puede provocar una sobre activación del sistema límbico, lo cual podría producir interferencias en la concentración, incluso en la coordinación de los gestos deportivos.

A día de hoy sabemos que nuestro aprendizaje está sustentado por cambios biológicos en las conexiones neuronales, es decir que la adquisición de cualquier tipo de conocimiento (entre ellos los de carácter deportivo) genera cambios químicos y morfológicos en las estructuras cerebrales. El uso repetido de impulsos nerviosos similares refuerza la intensidad de las conexiones y posibilitan que lo practicado con cierta frecuencia e intensidad se incorpore al repertorio motor. Por eso los aprendizajes de cualquier índole que el sujeto realice y experimente modifican las estructuras de las neuronas y las conexiones entre ellas. Como vimos en entradas anteriores este fenómeno se llama neuroplasticidad. Además también puede favorecer la neurogénesis.

Uno de los descubrimientos más importantes de la neurociencia fue el de las neuronas espejo. Éstas se activan cuando realizamos una acción concreta, o cuando vemos a otra persona realizar esa misma acción. Nos permiten detectar movimientos e intenciones de las personas

con las que estamos interactuando, activando o produciendo una reedición en el propio cerebro de los estados observados. De esta manera se encienden en nuestro cerebro las mismas áreas que las personas que estamos viendo actuar. Este fenómeno genera un efecto de contagio que es la base del instinto de imitación. Es de gran utilidad puntualizar que pueden tener un mayor o menor impacto según la significación que la persona observada tenga para el sujeto observante.

Este descubrimiento permite analizar más claramente las capacidades cognitivas en funciones como la empatía y la imitación, tan importantes en el proceso del entrenamiento deportivo, así también como visualizar con mayor precisión los mecanismos de detección de movimientos, fundamentales para la anticipación y previsión de acciones propias y de nuestros rivales.

## **2.4 Relación entre neurociencia y educación**

“Las neurociencias son capaces de explicar la naturaleza del aprendizaje” (Savater, 1997). El aprendizaje, puede ser considerado, en uno de sus aspectos, como la consolidación de la memoria. La memoria puede ser entendida como la capacidad para adquirir, retener y utilizar una experiencia. Puede distinguirse a la memoria en primaria y en secundaria. La primera también se le ha denominado de corto plazo y a la segunda de largo plazo. La memoria de corto plazo se manifiesta limitadamente, mientras que la de largo plazo involucra una temporalidad mucho mayor. La memoria secundaria puede subdividirse en declarativa y no declarativa, a la primera se le ha llamado también memoria explícita y se refiere a cuando el individuo puede recordar algo conscientemente, mientras que a la segunda también se le ha denominado aprendizaje procedimental o memoria no declarativa y se refiere a los hechos en que el individuo

puede recordar algo que aprendió, pero no es consciente de ello, y tiene que ver con los procedimientos que ha aprendido el sujeto y por supuesto con el control motor y con la retención de habilidades generales (Deus y cols., 1996).

Dicha consolidación de la memoria tiene cuestiones intrínsecas que se desarrollan en el cuerpo y en el cerebro de un individuo. Por ejemplo, aprendemos un movimiento nuevo, después de repetirlo y de lograr aciertos y errores, hasta que lo consolidamos en la memoria, pudiendo ser ésta la motriz, y lo realizamos sin fallas. Así el aprendizaje está mediado por procesos químicos y energéticos que se logran en el cuerpo de un individuo. Por si fuera poco, en los procesos mentales más abstractos no puede un individuo desdoblarse de su cuerpo para estar sólo en la mente. Piensa entonces con el cuerpo y actúa con él para relacionarse y para entender su mundo y su contexto. Lo entiende a través del proceso sensorial de su cuerpo, lo registra en su cerebro y actúa en consecuencia con su ser corporal. Este dicho ser corporal, se refiere a la parte compleja de la palabra, en su sentido más extenso que involucra, el ser corporal en lo relacional, el ser corporal en lo biológico y en lo neurofisiológico, porque nadie aprende sin el sustrato de las emociones (Blakemore y Frith 2007).

## **2.5 Relación entre neurociencia y movimiento corporal**

Los estudios acerca del movimiento corporal, la actividad física y el deporte actualmente se desarrollan en un ámbito de conocimiento científico y reflejan una gran variedad de modelos de investigación. Esta es una de las causas que permite a las universidades producir cambios necesarios en sus modelos académicos. Además de fortalecer la investigación entre profesionales de la educación física y deporte, con el objeto de analizar los diferentes ámbitos de aplicación. Según Villar y Fuentes (2013), existe diversidad de paradigmas en investigación del movimiento humano el cual ya es objeto de estudio de la comunidad científica que permite



el acceso al conocimiento mediante el método científico. Especialmente a partir de la evolución epistemológica que ha llevado a desplazar el objeto de nuestros conocimientos desde la educación física hacia la ciencia de la actividad física y del deporte, se hace necesario analizar cuáles son las recientes perspectivas de investigación en el estudio del movimiento humano desde esta doble orientación como ser científico del deporte y como hombre del ser social.

La visión de ciencias del movimiento humano nos sitúa en una perspectiva pluridisciplinar donde el movimiento es estudiado principalmente por las ciencias fundamentales (física, anatomía y fisiología) en la perspectiva social, cada una de las citadas ciencias madres desarrolla una metodología diferente construyendo un conocimiento aplicado que da origen a la biomecánica del movimiento humano, a la anatomía funcional, a la fisiología del ejercicio, a la psicología del deporte y a la pedagogía deportiva entre otras, así, el estudio es siempre abordado desde la perspectiva parcial impidiendo el desarrollo de un conocimiento específico global. Las ciencias del deporte tal como hoy se entienden reclaman un campo autónomo de conocimiento

## **2.6 Definición de Términos Básicos**

- **Neurociencia:** Conjunto de disciplinas científicas que estudian el sistema nervioso, con el fin de acercarse a la comprensión de los mecanismos que regulan el control de las reacciones nerviosas y del comportamiento del cerebro.
- **Fenología:** Teoría médica del siglo XIX según la cual cada instinto o facultad mental radica en una zona precisa del cerebro la cual corresponde con un determinado relieve del cráneo.

- **Localista-Holista:** cuestiona si cada función mental reside específicamente en una única área cerebral o si, por el contrario, el cerebro es responsable de todo, de cada función específica.
- **Dendrita:** Estructuras nerviosas cortas que funcionan como una prolongación del cuerpo neural y que tienen la función de recibir la información generada durante la sinapsis.
- **Axón:** Prolongación filiforme que es arrancada del cuerpo de la neurona y que termina en una ramificación que está en contacto con células musculares, glandulares o celular nerviosas, por la cual circulan los impulsos nerviosos.
- **Neurofarmacología:** Estudio de las drogas que afectan la función celular en el sistema nervioso y los mecanismos neuronales en los que influye el comportamiento.
- **Mecanorreceptores:** Receptor sensorial que reacciona ante la presión mecánica o las distorsiones y pertenece al sentido del tacto.
- **Soma:** Es el cuerpo celular de la neurona, el cual contiene el núcleo rodeado por el citoplasma, en el cual se hallan diferentes tipos de organelos.
- **Sinapsis:** Región de comunicación entre la neurita o prolongación citoplasmática de una neurona y las dendritas o el cuerpo de otra.
- **Noradrenalina:** Hormona del sistema nervioso central y periférico que aumenta la presión arterial y el ritmo cardiaco y que actúa como neurotransmisor.
- **Bucle neuronal.** Es el grupo de neuronas, o circuito neuronal, que se activa ante la percepción de determinada información.

- **Corpúsculos de Meissner.** Son un tipo de receptores cutáneos, que están incluidos dentro de la clasificación de los mecanorreceptores, debido a que se encargan de responder ante aquellos estímulos que involucren tocar ligeramente la piel.
- **Ganglios basales.** Son un conjunto de núcleos subcorticales interconectados situados en torno al sistema límbico. Su función es llevar a cabo procesos relacionados con el aprendizaje implícito, el sistema de incentivos y la ejecución de movimientos.

## Capítulo III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Método

El método hipotético-deductivo consiste en la generación de hipótesis a partir de dos premisas, una universal (leyes y teorías científicas, denominada: enunciado nomológico) y otra empírica (denominada enunciado entimemático, que sería el hecho observable que genera el problema y motiva la indagación), para llevarla a la contrastación empírica. (Popper. 2008). Este estudio se abordará desde la lógica del método hipotético-deductivo, dado que el proceso que se siguió para la aplicación del método fue el siguiente: se observó el fenómeno de estudio, se crearon las hipótesis para explicar dicho fenómeno, y luego se verificaron sometiendo a comprobación la verdad sobre si poseen o no un nivel de conocimiento, actitudes y practica respecto a la utilización de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

#### 3.2 Enfoque

Respecto a la investigación cuantitativa, (Sampieri, 2014) utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. Este enfoque por lo general se utiliza para describir y refinar preguntas de investigación (Sampieri, 2014). Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y observaciones. Dado que se busca comprobar la hipótesis previamente establecida, así como los objetivos trazados.

### 3.3 Tipo de investigación

El estudio se clasifica dentro de una investigación de carácter descriptivo. Según Sampieri (1998), “los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” (p. 117). Este trabajo se considera que es descriptivo en cuanto permite investigar el nivel de conocimiento los entrenadores, respecto a la utilización de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

### 3.4 Población

La población que represento esta investigación fueron 53 entrenadores personales que laboran en gimnasios, de los cuales están divididos en cuatro departamentos a nivel nacional (San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate). Esta información fue proporcionada gracias a la Asociación Salvadoreña de gimnasios. En los siguientes cuadros, basado en la información suministrada por la Asociación Salvadoreña de gimnasios, se observa la distribución de entrenadores que existe actualmente en los diferentes gimnasios a nivel departamental.

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
San Salvador	Level up (Galerías)	Musculación/Crossfit	2	1
San Salvador	Bodytek Fitness Center	Musculación	2	2
San Salvador	Profitness	Musculación	1	1
San Salvador	Perfetc Body	Musculación	1	1
San Salvador	Nautilius Gym (Escalón)	Musculación	2	2

San Salvador	Crossfit Fortaleza	Crossfit	1	1
San Salvador	Body Impact (Plaza Futura)	Musculación/Funcional	1	---
Sub Total			<b>10</b>	<b>8</b>
Total			<b>18</b>	

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
Santa Ana	Smart Fit	Musculación/Funcional	2	2
Santa Ana	Crossfit El Yunque	Crossfit	2	---
Santa Ana	Gimnasio Palace	Musculación	1	1
Santa Ana	Vip Fitness	Musculación	1	---
Santa Ana	Fit Girls	Musculación/Aeróbicos/Baile	1	2
Sub Total			<b>7</b>	<b>5</b>
Total			<b>12</b>	

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
La Libertad	Sfira	Musculación/Funcional	1	1
La Libertad	Word Gym	Musculación/Hiit	2	---
La Libertad	Work Outs Gym	Musculación/Funcional	1	1
La Libertad	Body Impact (Santa Elena)	Funcional Training	1	2
La Libertad	Body Impact (Antiguo Cuscatlan)	Funcional Training	1	1
La Libertad	Body Impact (Merliot)	Musculación	1	---
La Libertad	Sport Gym	Musculación	1	---
Sub Total			<b>8</b>	<b>6</b>
Total			<b>14</b>	

Departamento	Nombre del Gimnasio	Especialidad	Población	
			Masculino	Femenino
Sonsonate	Body Impact (Sonsonate)	Funcional Training	1	1
Sonsonate	Sport City	Crossfit	1	1
Sonsonate	JV Fitness Center	Musculación	2	---
Sonsonate	Gimnasio Brizuela	Musculación	1	---
Sonsonate	Gimnasio Sonsonateco	Musculación	1	1
Sub Total			<b>6</b>	<b>3</b>
Total			<b>9</b>	

### 3.5 Muestra

El muestreo estratificado es una técnica de muestreo probabilístico en donde el investigador divide a toda la población en diferentes subgrupos o estratos. Luego, selecciona aleatoriamente a los sujetos finales de los diferentes estratos en forma proporcional.

Formula de 
$$n_i = \frac{N_i N}{100\%}$$

Donde:

$n_i$ = Numero de unidades de análisis del estrato

$N_i$ = Total de personas del estrato

$N$  = Porcentaje (este lo establece el investigador)

Para el caso de esta investigación se dividió en subgrupos por cada departamento y posteriormente por sexo y edad. Para lograr la muestra se realizó por medio de la modalidad proporcional. En esta modalidad, el tamaño de la muestra de cada estrato es proporcional al

tamaño de la población del estrato si se compara con la población total. Esto significa que el cada estrato tiene la misma fracción de muestreo, así como se muestra en la tabla 2.

$$n_1 = \frac{N_1}{N} = n_1 = \frac{18 \times 75\%}{100} = 13.5 = 14$$

$$n_2 = \frac{N_2}{N} = n_1 = \frac{14 \times 75\%}{100} = 10.5 = 11$$

$$n_1 = \frac{N_1}{N} = n_1 = \frac{12 \times 75\%}{100} = 9$$

$$n_1 = \frac{N_1}{N} = n_1 = \frac{9 \times 75\%}{100} = 6.75 = 7$$

Tabla 2. Muestra del estudio

Estrato	San Salvador	Santa Ana	La Libertad	Sonsonate
Tamaño de la población	18	12	14	9
Fracción de muestreo	75%	75%	75%	75%
Tamaño final de la muestra	14	9	11	7

Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el proceso la muestra total fue de 41 entrenadores, tal y como se muestra la distribución en la tabla 3. Además, se debe hacer notar que, para el caso de los departamentos de San Salvador, La Libertad y Sonsonate, la muestra se aproximó al número siguiente, debido



a que el resultado de la división fue un número no entero y por esto se decidió aproximar al valor siguiente.

Tabla 3. Distribución muestral de los estratos por sexo.

Estrato	Sexo	Número de unidades de análisis
San Salvador	Femenino	5
	Masculino	$8.5 \approx 9$
Santa Ana	Femenino	3
	Masculino	6
La Libertad	Femenino	4
	Masculino	$6.5 \approx 7$
Sonsonate	Femenino	2
	Masculino	$4.5 \approx 5$
Total		41

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Técnica e instrumentos

#### 3.6.1 Técnica

La encuesta son instrumentos de investigación descriptiva que precisan identificar a priori las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo. (Trespalcios, Vázquez y Bello, 2005).

La encuesta en síntesis es un método de investigación que consiste en obtener información de las personas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa

para la obtención de información específica de uno o varios temas. De manera que la encuesta nos permitió la recolección de información, obtenida de forma directa de la muestra de entrenadores que laboran en los diferentes gimnasios del centro y occidente del país, en la selección de los participantes por conveniencia, prevaleció la aceptación voluntaria, de manera que la información fue fidedigna y fiel a los acontecimientos vividos, sin ningún tipo de alteración en sus opiniones y por lo tanto se vuelven de interés para la investigación.

### **3.6.2 Instrumento**

El cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto de investigación. El cuestionario permite estandarizar e integrar el proceso de recopilación de datos. Un diseño mal construido e inadecuado conlleva a recoger información incompleta, datos no precisos de esta manera genera información nada confiable. Por esta razón el cuestionario es en definitiva un conjunto de preguntas respecto a una o más variables que se van a medir. El cuestionario puede aplicarse a grupos o individuos estando presente el investigador o el responsable de recoger la información o puede enviarse por correo a los destinatarios seleccionados en la muestra (Galán Amador. 2009).

### **3.7 Validación y fiabilidad de los instrumentos**

#### **Índice de Bellack**

La validación de un instrumento es un proceso importante en este estudio, ya que es un paso importante para el desarrollo de la investigación, según Hernández y cols. (1998), “la validez en términos generales se refiere al grado en que un instrumento

realmente mide la variable que pretende medir”. Para Tamayo (1998), validar es “determinar cualitativa y/o cuantitativamente un dato”.

La confiabilidad se refiere al grado de exactitud y consistencia de los resultados obtenidos, al aplicar el instrumento por segunda vez en condiciones lo más similares posibles en comparación a la primera aplicación. Tenemos entonces que elaborar un instrumento que sea confiable. Para ello, existen muchas vías para obtenerlo. En el caso de un cuestionario, se aplica en dos ocasiones a la misma persona en un período de tiempo en el que no exista mucha diferencia, para luego proceder a la utilización del índice de Bellack:

$$b = \frac{Ta}{Ta + Td} * 100$$

Se considera que el instrumento es confiable si el índice de Bellack resultante es mayor al umbral arbitrario de 80. Por tal motivo deberán seleccionarse los indicadores e ítems de tal manera que estos respondan a las características peculiares del objeto de estudio.

Validez del criterio, lo único que se debe hacer es relacionar su medición con el criterio, y este coeficiente se toma como coeficiente de validez. La validez de un criterio es la medida del grado en que una prueba está relacionada con algún criterio.

Todos los instrumentos de recolección de datos (cuestionarios, test, escalas, guías de observación, pruebas de conocimiento, etc.), deben precisar de la validez del

contenido, y esta consiste en hacer una revisión profunda de cada ítem que estructura el instrumento.

### **3.8 Estadístico**

#### **3.8.1. Coeficiente de correlación de Pearson**

El coeficiente de correlación de Pearson es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas. Si la asociación entre elementos no es lineal, entonces el coeficiente no se encuentra representado adecuadamente.

El coeficiente de correlación de Pearson puede tomar un rango de valores de -1 a +1. Un valor de 0 indica que no hay asociación entre las dos variables. Un valor mayor que 0 indica una asociación positiva. Es decir, a medida que aumente el valor de una variable, también lo hace el valor de la otra. Un valor menor que 0 indica una asociación negativa; es decir, a medida que aumenta el valor de una variable, el valor de la otra disminuye.

Para llevar a cabo la correlación de Pearson es necesario cumplir lo siguiente:

- La escala de medida debe ser una escala de intervalo o relación.
- Las variables deben estar distribuida de forma aproximada.
- La asociación debe ser lineal.
- No debe haber valores atípicos en los datos.

Formula:

Prueba de chi-cuadrado para comparación de hipótesis.

La prueba  $\chi^2$  de Pearson se considera una prueba no paramétrica que mide la discrepancia entre una distribución observada y otra teórica, indicando en qué medida las diferencias existentes entre ambas, de haberlas, se deben al azar en el contraste al azar. También se utiliza para probar la independencia de dos variables entre sí, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia.

Cuanto mayor sea el valor de  $\chi^2$  menos verosímil es que la hipótesis nula (que asume la igualdad entre ambas distribuciones) sea correcta. De la misma forma, cuanto más se aproxima a cero el valor de chi-cuadrado, más ajustadas están ambas distribuciones.

Los grados de libertad (gl) vienen dados por:  $gl=(r-1)(k-1)$

Donde:

- r es el número de filas
- k el de columnas

### **3.9 Metodología y procedimiento**

#### **Fase 1:**

Identificación del objeto de estudio partiendo del contexto, con el fin de estructurar un marco teórico que permitió fundamentar la investigación planteada. Por tal motivo fue necesario recurrir a distintas bibliografías, artículos, estudios, tesis, revistas y sitios digitales para tener una premisa de las neurociencias aplicadas en el ámbito del aprendizaje y el deporte, y así darle una mayor calidad y veracidad al trabajo de investigación presentado. Asimismo, se seleccionó una metodología de investigación que se consideró válida para aplicarla a diferentes investigaciones que posean características similares al presente trabajo.

#### **Fase 2:**

Una vez revisada, analizada e interpretada la información recopilada para fundamentar la investigación, se procedió a construir el instrumento a utilizar para la recolección de datos de los entrenadores de diferentes gimnasios de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate, el cual debía estar estructurado por ítems adecuados para recabar los datos necesarios para constatar con los objetivos planteados en la investigación que se desarrolló. Para la elaboración de tal instrumento fue necesario apoyarse con trabajos precedentes enfocados en el ámbito de la educación y el deporte.

#### **Fase 3:**

Una vez concluida la elaboración del instrumento, se procedió a la aplicación de esta a los 41 entrenadores que formarían parte de la investigación presentada, 28 del sexo

masculino y 13 del sexo femenino, de diferentes gimnasios y centros de entrenamiento de los departamentos de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate; esto debido a las diferentes especialidades de los entrenadores que fueron la población estudiada y dar una mayor validez a los datos recolectados.

#### **Fase 4:**

Al recolectar los datos obtenidos mediante el instrumento aplicado a los entrenadores participantes de la investigación, se procede a tabularlos de forma individual cada uno de los ítems; seguido de esto, se procede a analizar los resultados de cada ítem seleccionado, por consiguiente, se comparan los datos obtenidos con las hipótesis planteadas. Y finalizar con las conclusiones a partir de las valoraciones tomadas por los investigadores con respecto a los resultados obtenidos. El trabajo de investigación presentado puede ser utilizado posteriormente para futuras investigaciones relacionadas con la neurociencia aplicada al deporte, ya sea desde el ámbito de la educación física, en la actividad física para la promoción de la salud, hasta llegar al deporte de alto rendimiento.

## CAPITULO IV

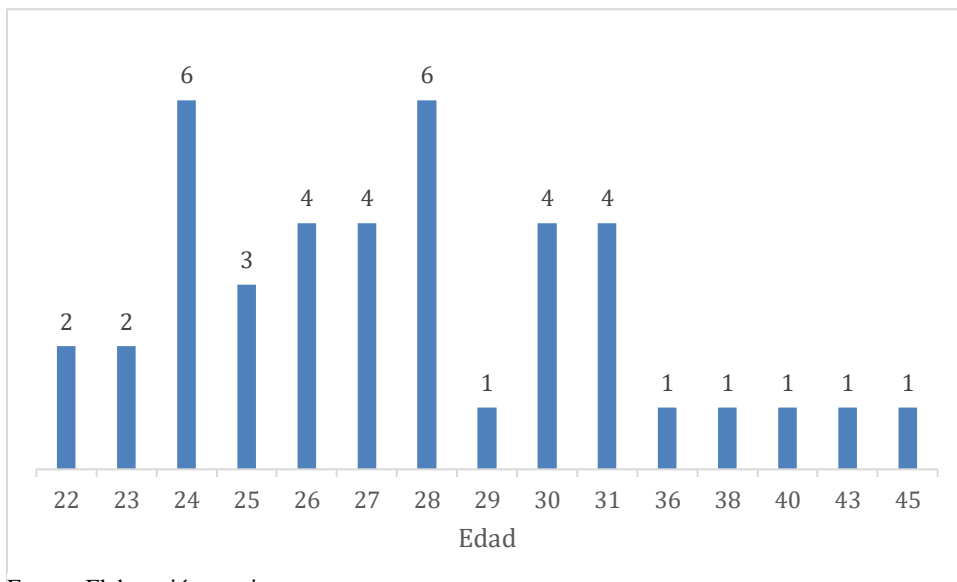
### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

#### 4.1. Organización y clasificación de los datos

Después de recolectar la información a través de una encuesta en línea utilizando como instrumento un cuestionario, los resultados se presentan de manera general y en forma gráfica, con su respectivo análisis descriptivo, utilizando la distribución de frecuencias, para dar a conocer las tendencias obtenidas.

#### 4.2 Análisis e interpretación de resultados

**Gráfico 1. Edad de los encuestados**

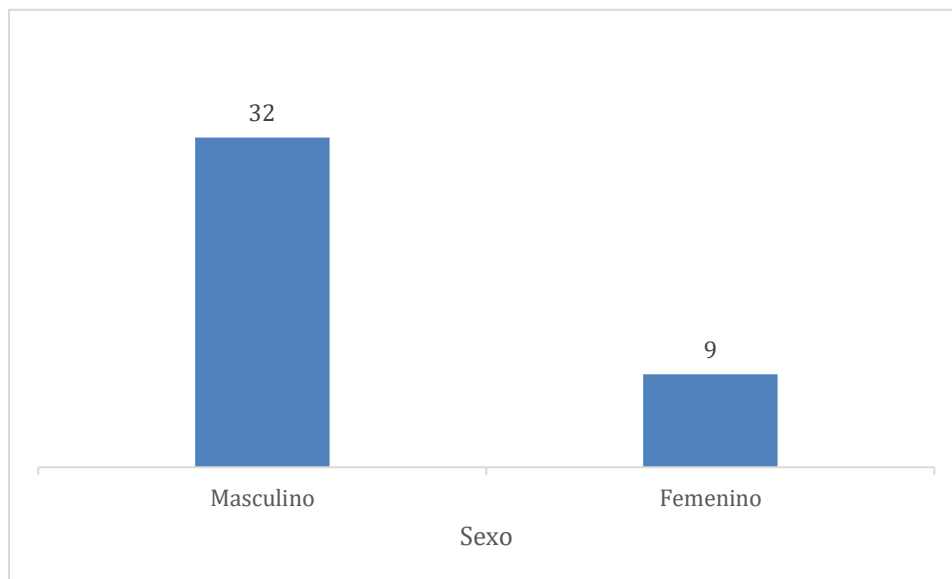


**Análisis.** En la gráfica observamos una población en su mayoría joven, ya que el 78.05% comprende las edades de 30 o menos años, mientras que únicamente el 21.95% mayor a los 30 años, por lo que pueden estar más familiarizados con los medios digitales y así hay mayor



probabilidad de acceso a páginas web con información académica del ámbito en el que se desenvuelven.

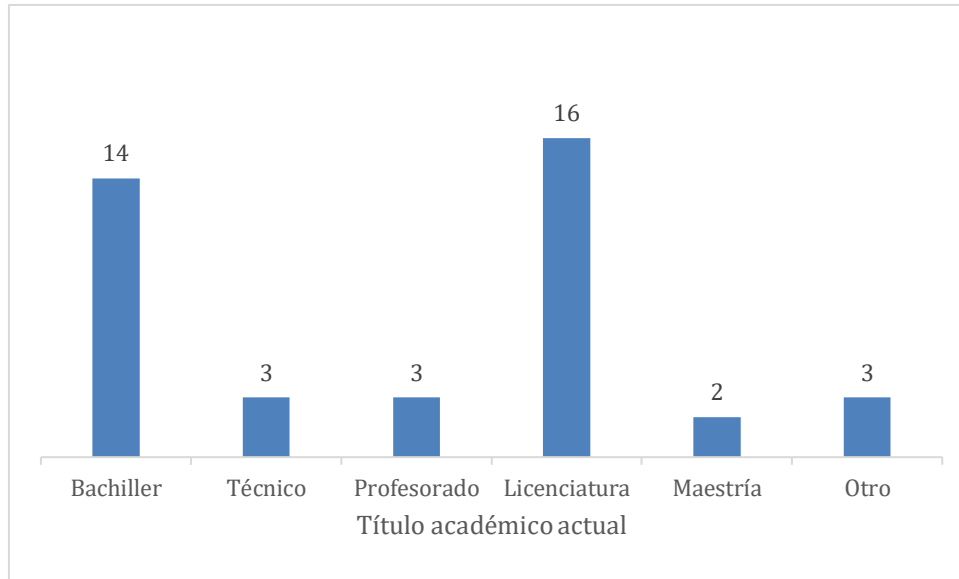
**Gráfica 2. Sexo de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** La gráfica muestra que el 78.05% de la población encuestada lo comprenden personas del sexo masculino, y el 21.95% personas del sexo femenino.

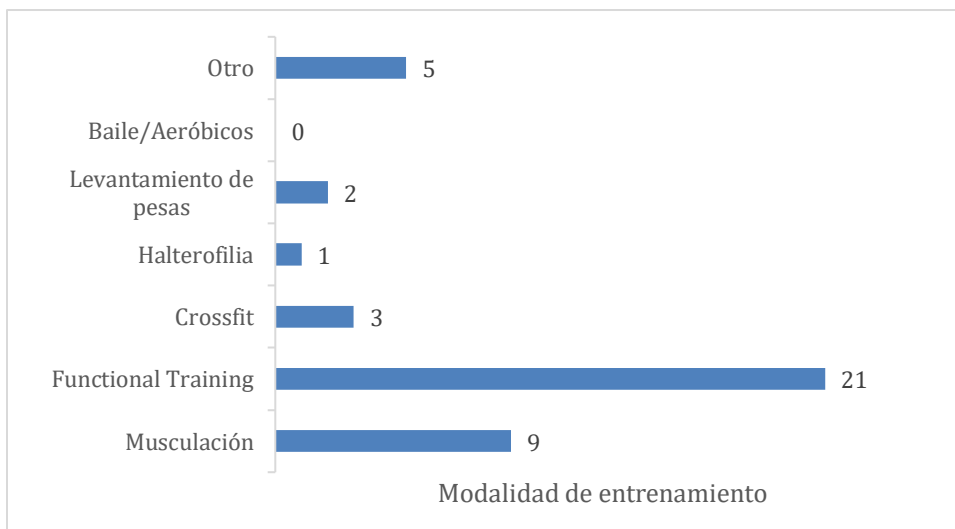
**Gráfica 3. Grado académico de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En la gráfica se observa que de la población encuestada el 34.15% cuentan con un título de bachiller, el 7.32% con uno de técnico, el 7.32% con un profesorado, el 39.02% con una licenciatura, el 4.88% con una maestría, y el 7.32% con un título académico de otro tipo.

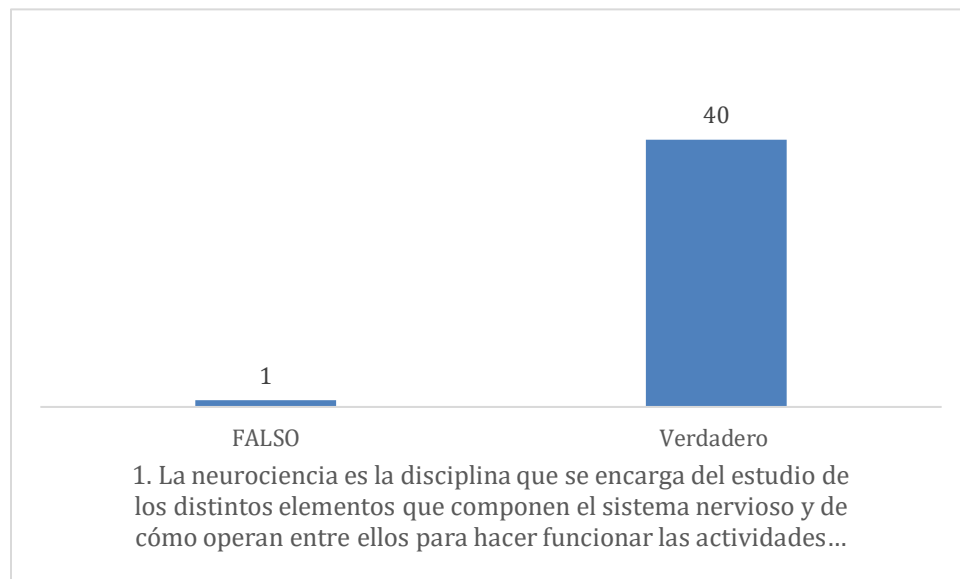
**Gráfica 4. Especialidad de los encuestados**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En la gráfica se observa la especialidad en la que se desenvuelve cada entrenador. El 21.95% se especializa en el área de musculación, el 51.22% en el entrenamiento funcional, el 7.32% en crossfit, el 2.44% en halterofilia, el 4.88% en levantamiento de pesas, y el 12.2% en una disciplina distinta a todas las anteriores mencionadas.

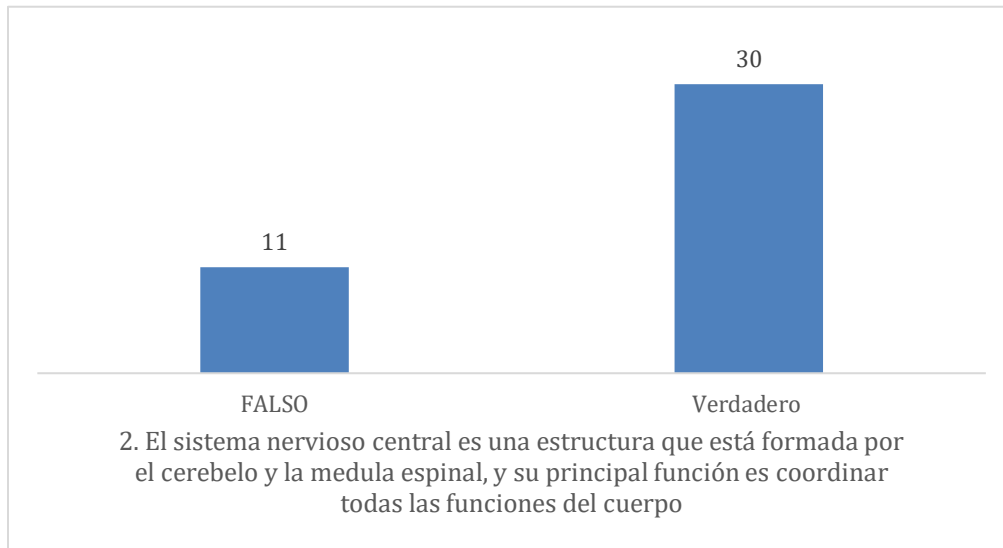
**Gráfica 5. Interpretación pregunta 1, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de los resultados obtenidos se observa que un 97.6% de los encuestados contestó correctamente, por lo que se demuestra que la mayoría tiene claro el concepto textual de la neurociencia.

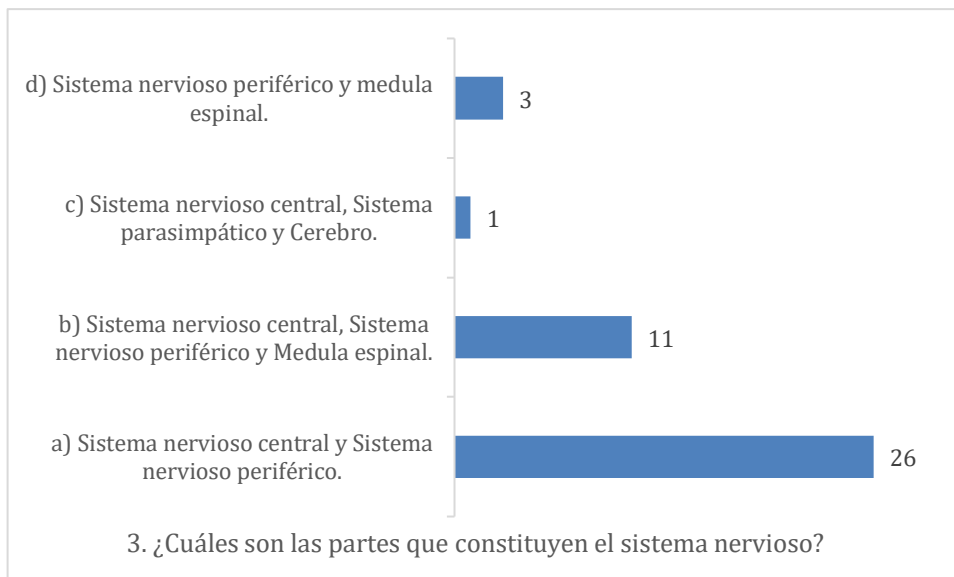
**Gráfica 6. Interpretación pregunta 2, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de los resultados obtenidos en esta pregunta, se observa que no se está totalmente informado sobre la estructura y funciones completas del sistema nervioso central, ya que solo un 26.8% de los encuestados contestó correctamente.

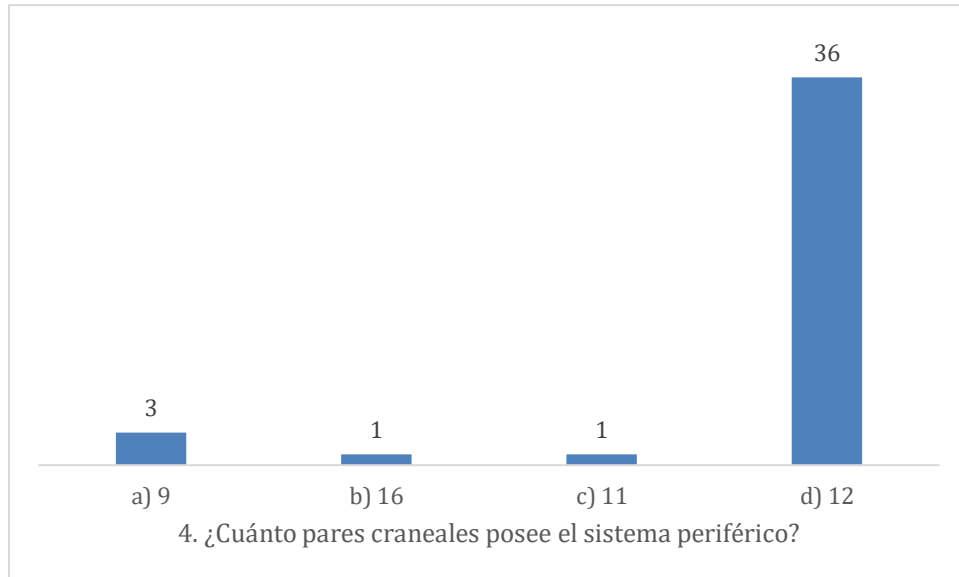
**Gráfica 7. Interpretación pregunta 3, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que se tiene un buen nivel de conocimiento acerca de cuáles son las partes que comprenden el sistema nervioso, ya que un 63.41% de los encuestados contestó correctamente.

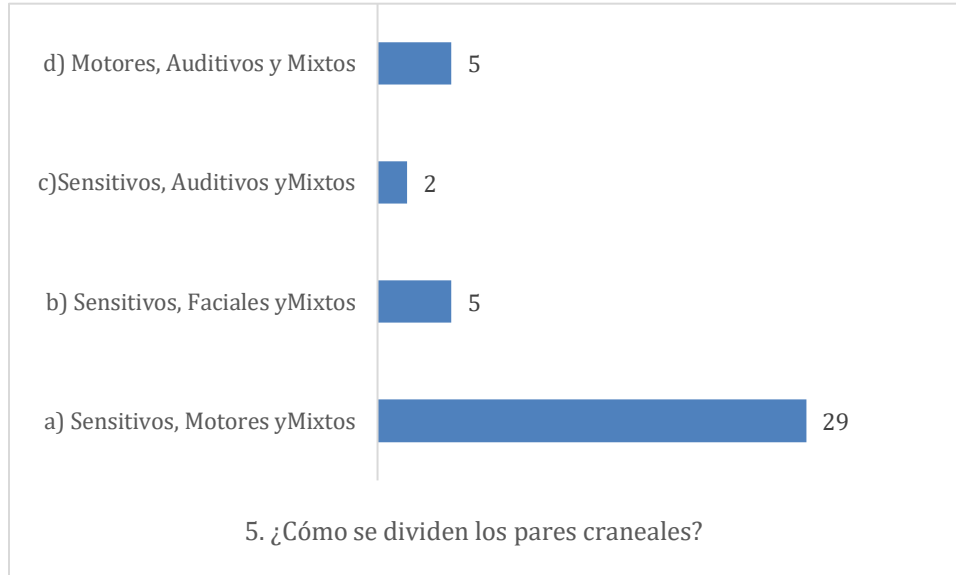
**Gráfico 8. Interpretación pregunta 4, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que se tiene un buen nivel de conocimiento acerca de la cantidad de pares craneales existentes, ya que un 87.8% de los encuestados contestó correctamente.

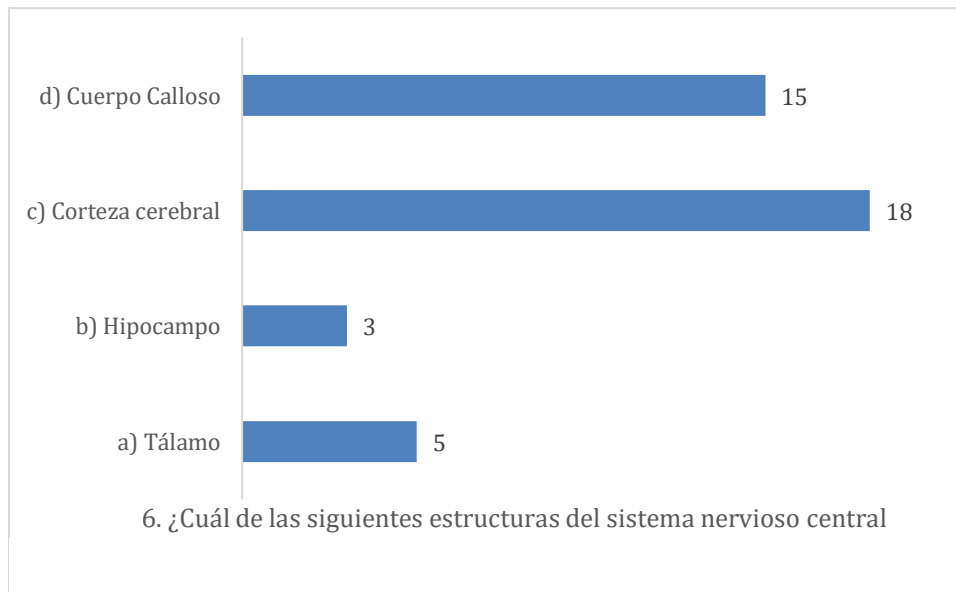
**Gráfica 9. Interpretación pregunta 5, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que un considerable porcentaje de los encuestados tienen el conocimiento de los tipos de pares craneales existentes, con un 70.7% de respuestas correctas.

**Gráfica 10. Interpretación pregunta 6, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que un porcentaje debajo de la media tiene el conocimiento acerca de la estructura del cuerpo caloso, ya que solamente el 36.6% contestó de forma correcta.

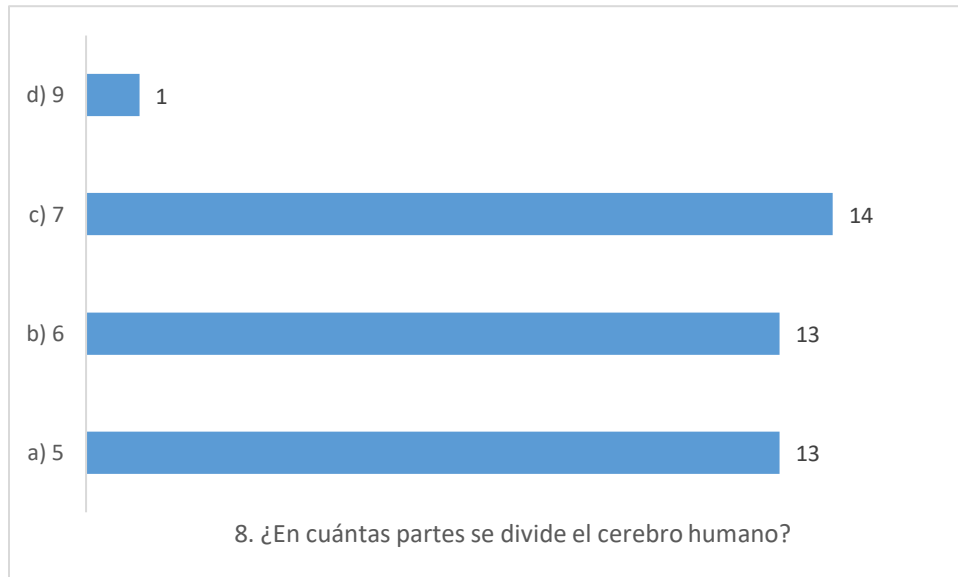
**Gráfica 11. Interpretación pregunta 7, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayoría de los encuestados tienen claro el conocimiento acerca de la estructura y las funciones del cerebro, ya que el 85.4% de ellos contestó correctamente.

**Gráfica 12. Interpretación pregunta 8, parte 1.**

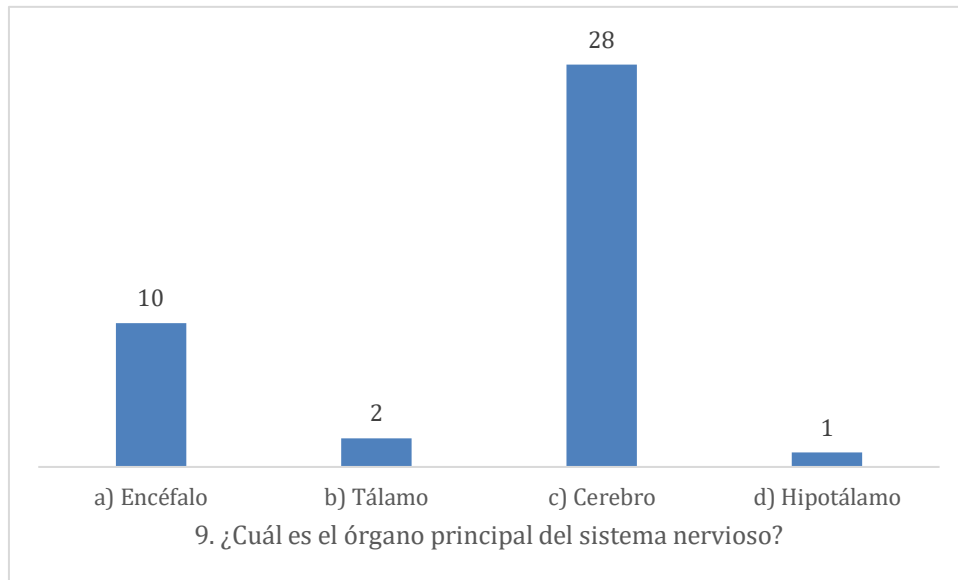


Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que existe la duda entre tres posibles respuestas, ya que la mayoría se decantó entre ellas; aún así, por un poco más de la tercera parte de encuestados contestó de forma correcta, específicamente el 34.1%.



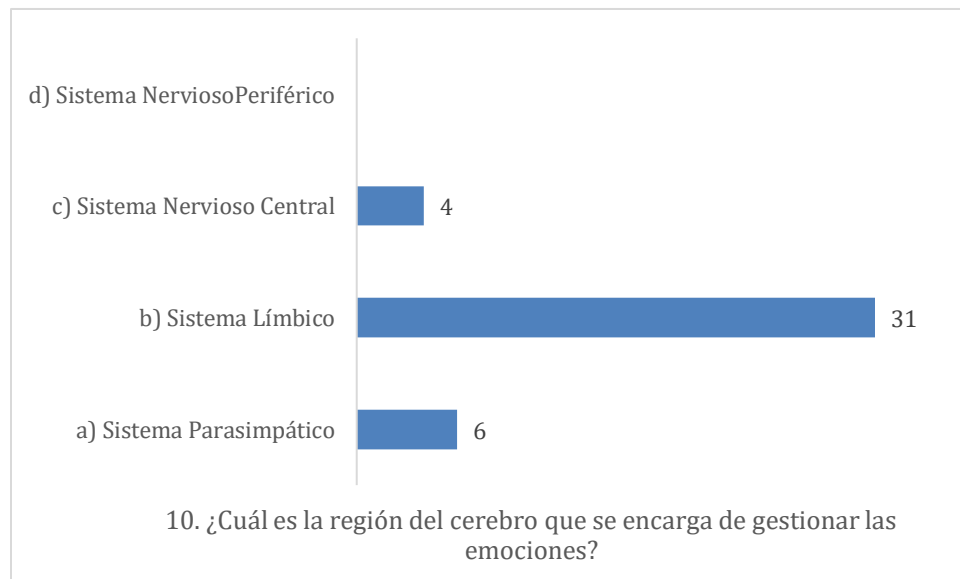
**Gráfica 13. Interpretación pregunta 9, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que dos tercios de los encuestados conocen acerca de cuál es el órgano principal dentro del sistema nervioso, el cerebro; se obtuvo un 68.3% de respuestas correctas.

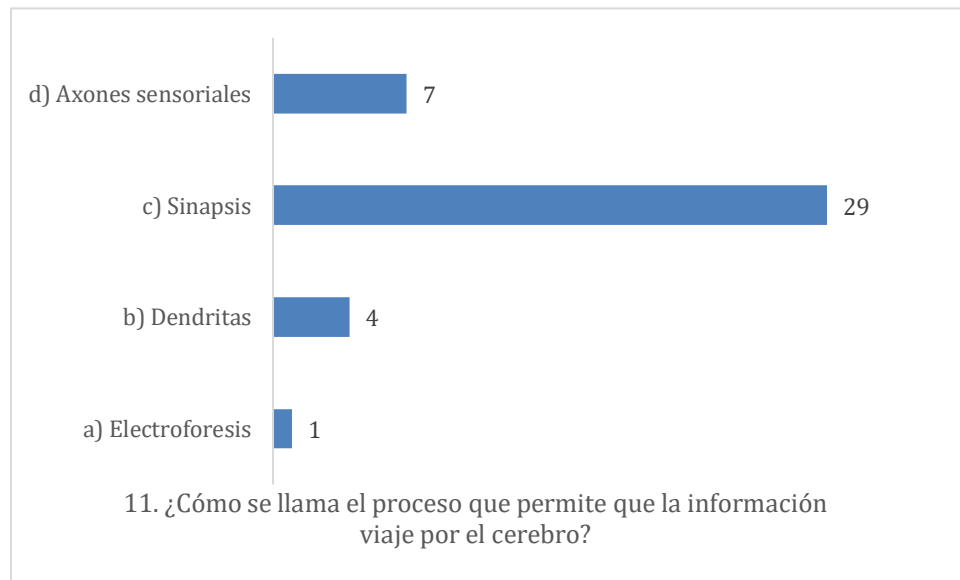
**Gráfica 14. Interpretación pregunta 10, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayoría de los encuestados tienen el conocimiento claro de qué sistema se encarga de las emociones, ya que el 75.6% de los encuestados contestó de forma correcta.

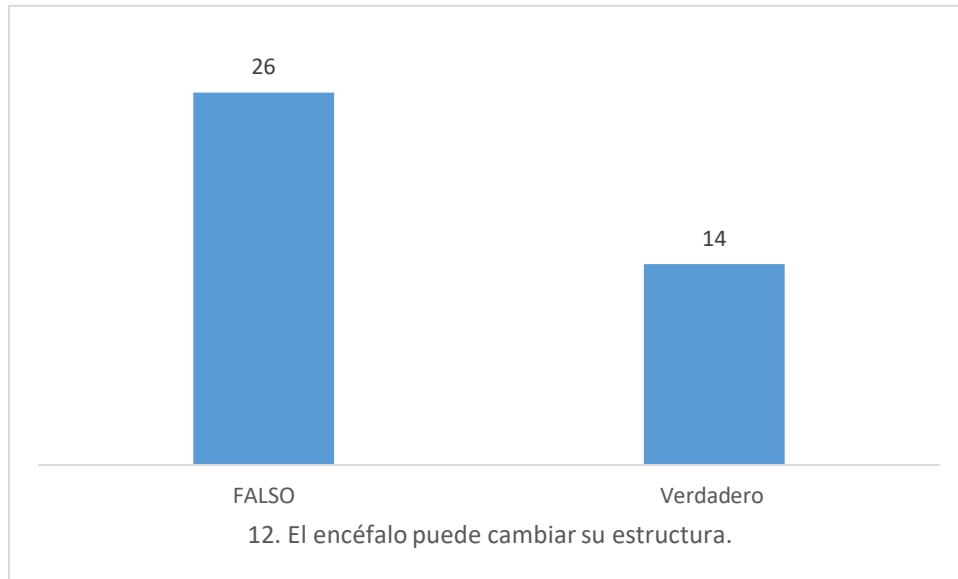
**Gráfica 15 Interpretación pregunta 11, parte 1**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que un poco más de dos tercios de la población encuestada conoce acerca del proceso por el cual la información se transmite entre las neuronas; específicamente se obtuvo un 70.7% de respuestas correctas.

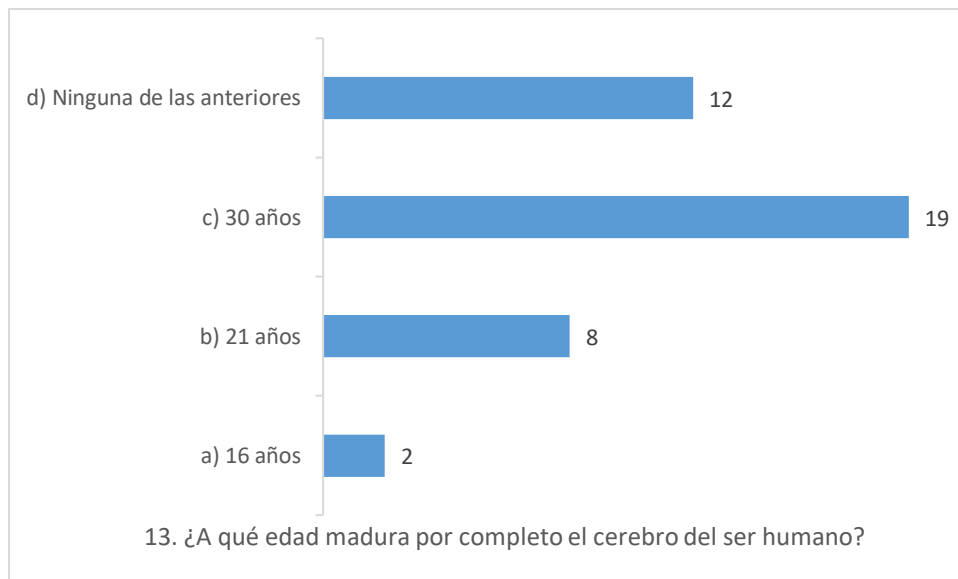
**Gráfica 16. Interpretación pregunta 12, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayoría de los encuestados no tienen el conocimiento acerca de que el encéfalo no tiene la capacidad de cambiar su estructura, ya que únicamente el 35% contestó de forma correcta.

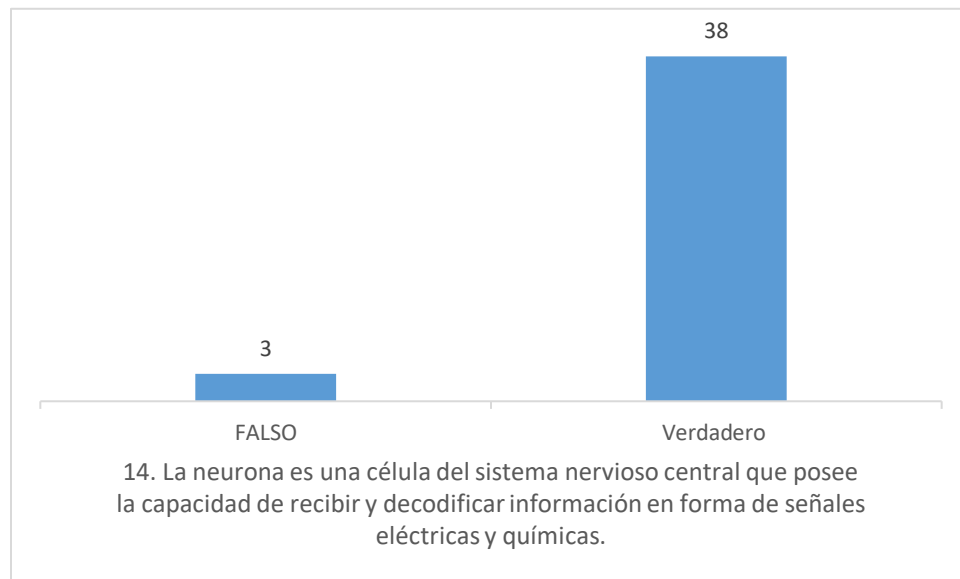
**Gráfica 17. Interpretación pregunta 13, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que únicamente un poco menos de la mitad de los encuestados tienen conocimiento a cuál es la edad en la que el cerebro llega a la cúspide de su maduración; específicamente fue el 46.3% de la población la que contestó correctamente.

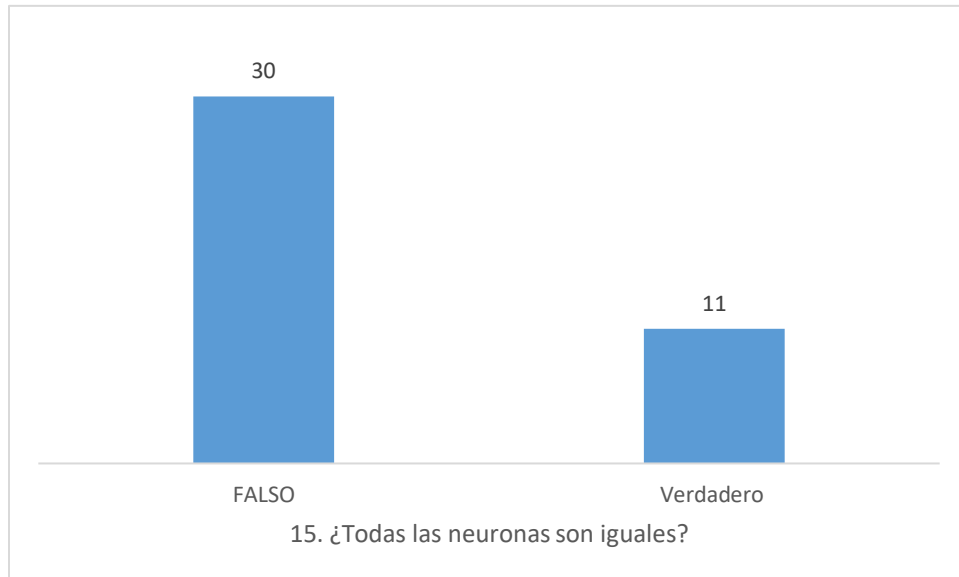
**Gráfica 18. Interpretación pregunta 14, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayor parte de la población tiene claro el concepto textual y las funciones de una neurona, ya que el 92.7% respondió la pregunta de forma correcta.

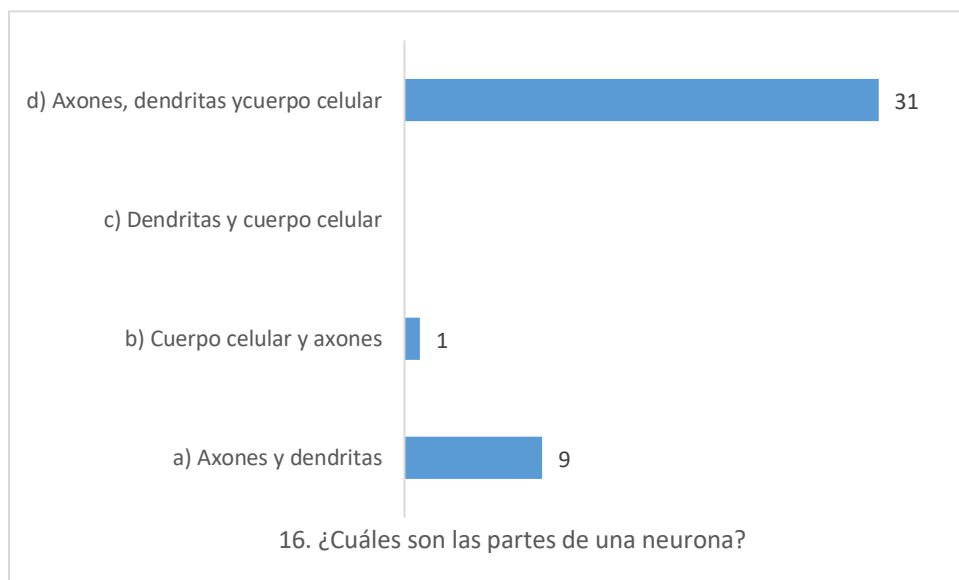
**Gráfica 19. Interpretación pregunta 15, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayor parte de la población conoce que hay diferentes tipos de neuronas, por lo que no todas son iguales, ya que tienen diferencias estructurales y funcionales; el 73.2% de la población contestó correctamente.

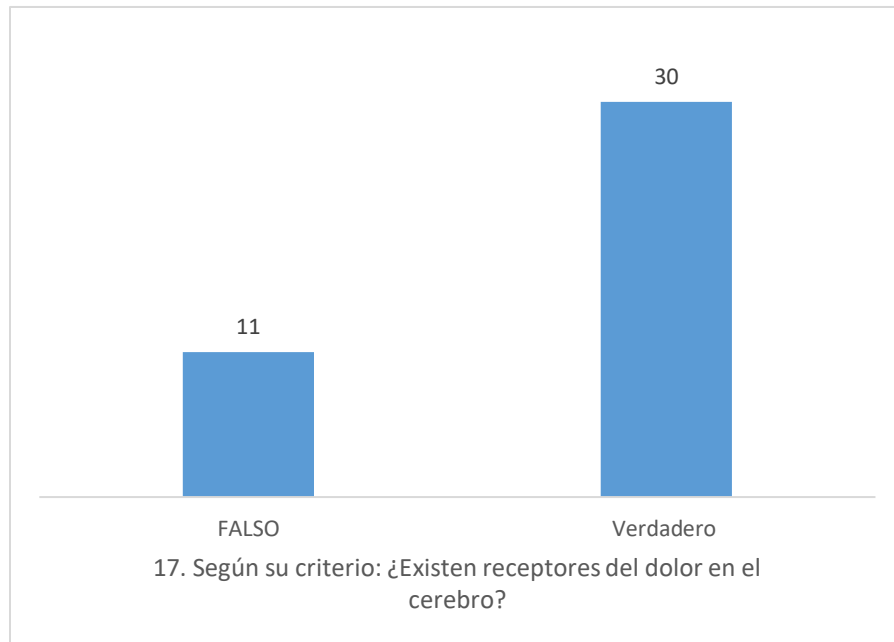
**Gráfica 20. Interpretación pregunta 16, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayoría de los encuestados conoce las partes estructurales de una neurona, ya que el 75.6% de la población contestó esta interrogante de forma correcta.

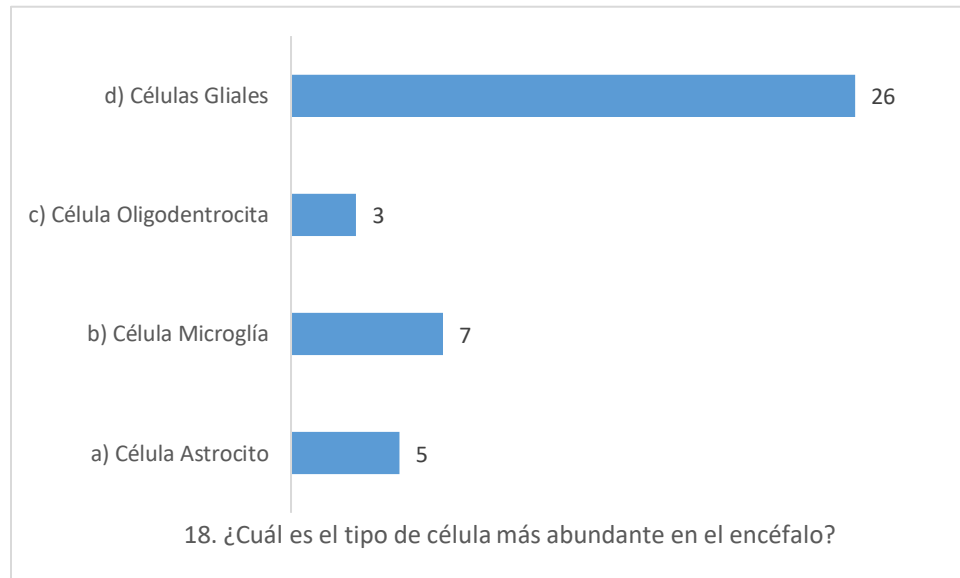
**Gráfica 21. Interpretación pregunta 17, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que la mayor parte de la población encuestada no conocen que el cerebro no posee receptores del dolor, ya que estos se encuentran en la piel; únicamente el 26.8% contestó esta interrogante de forma correcta.

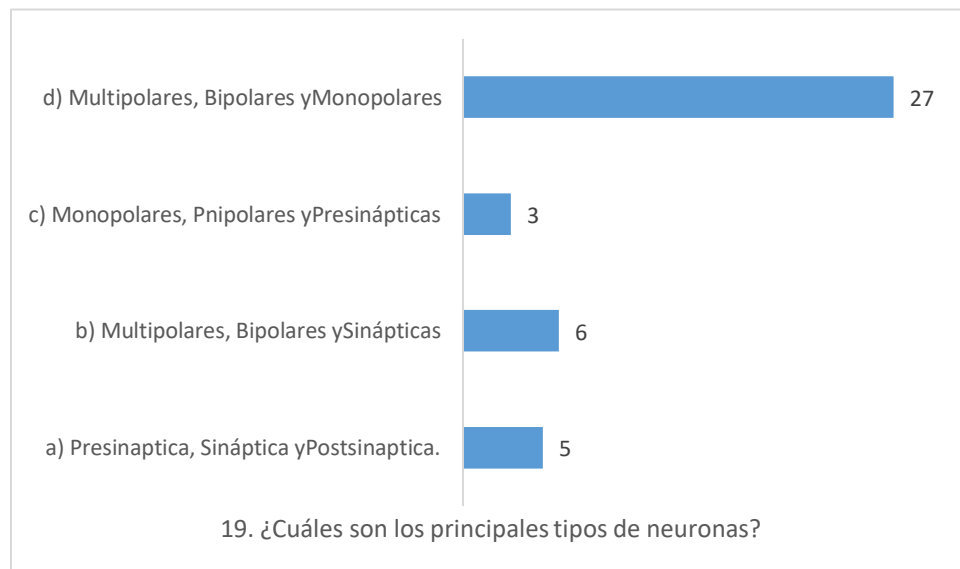
**Gráfica 22. Interpretación de pregunta 18, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que una mayoría de la población tiene el conocimiento de cuál es el tipo de célula más abundante dentro del encéfalo, ya que el 63.4% de los encuestados contestaron correctamente esta pregunta.

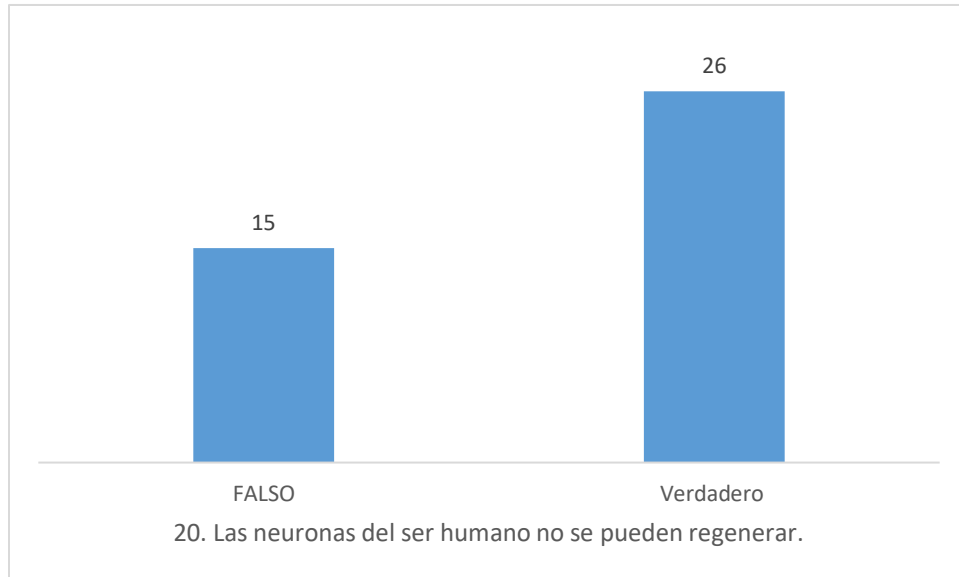
**Gráfica 23. Interpretación pregunta 19, parte 1.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que una mayoría conoce acerca de cuáles son los tipos de neuronas que existen, ya que el 65.9% de la población contestó la interrogante de forma correcta.

**Gráfica 24. Interpretación pregunta 20, parte 1.**

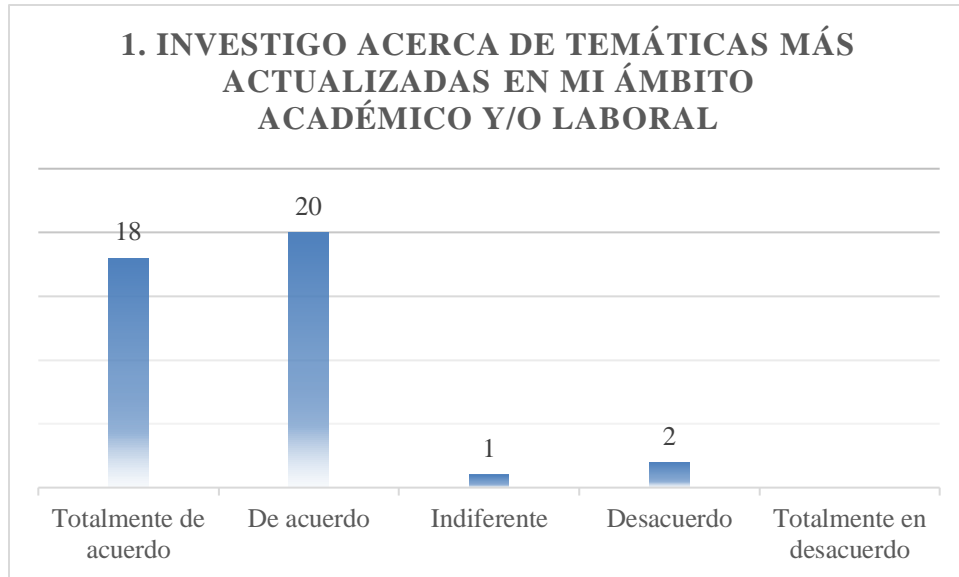


Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** A partir de las respuestas obtenidas en esta pregunta, se observa que una mayor parte de la población encuestada no conoce acerca de la neurogénesis, por lo que únicamente un 36.6% de los encuestados respondieron correctamente.



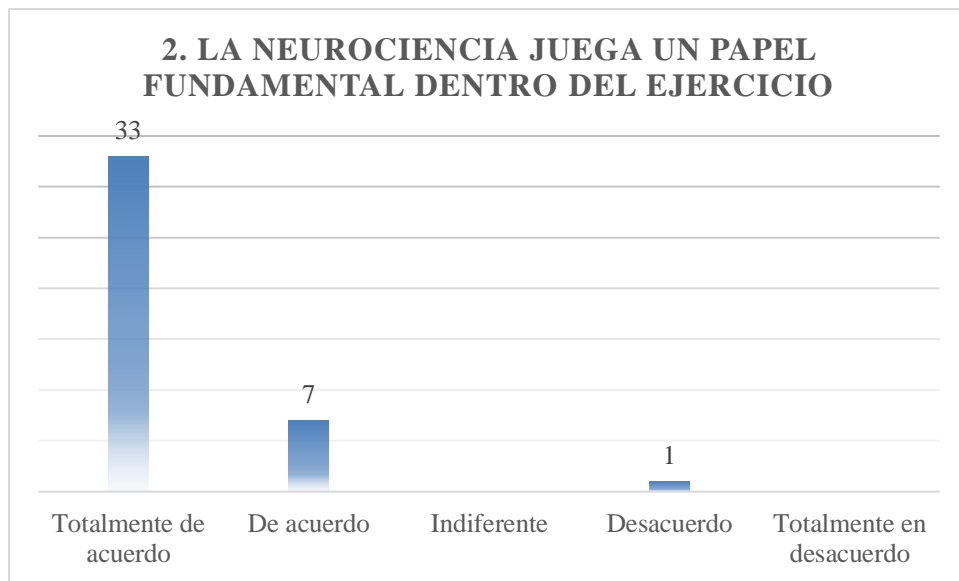
**Gráfica 25. Interpretación pregunta 1, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado, dentro de la escala de aceptación el 92.68% manifestaron que se mantienen actualizados con temas relacionados a su ámbito académico y/o laboral.

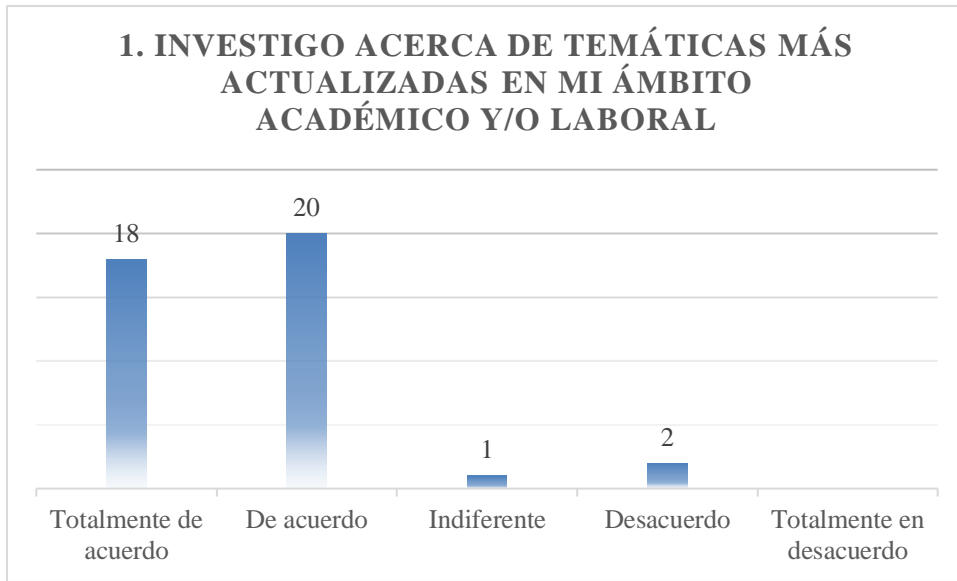
**Gráfica 26. Interpretación pregunta 2, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 97.56% manifiesta que la neurociencia si juega un papel fundamental en el desarrollo de una sesión de ejercicio.

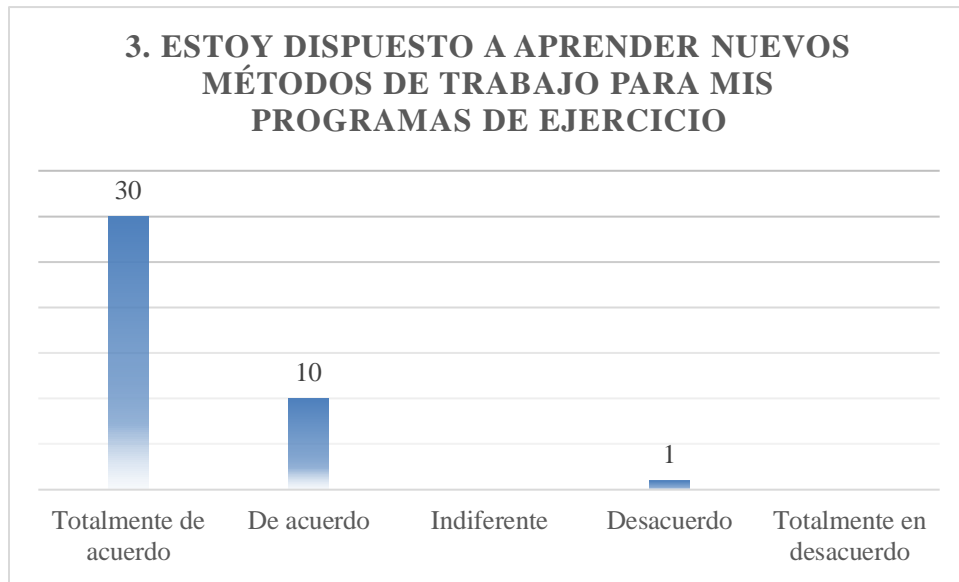
**Gráfica 27. Interpretación pregunta 3, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 97.56% manifiesta que la neurociencia si juega un papel fundamental en el desarrollo de una sesión de ejercicio.

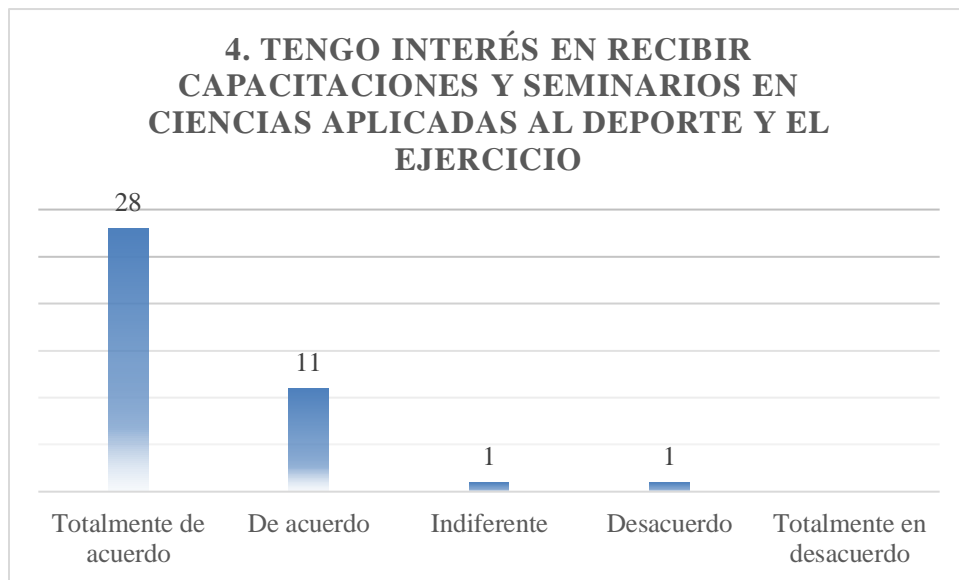
**Gráfica 27. Interpretación pregunta 3, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 97.56% manifiesta que si están dispuestos a aprender nuevos métodos de trabajo para innovar en sus programas de entrenamiento.

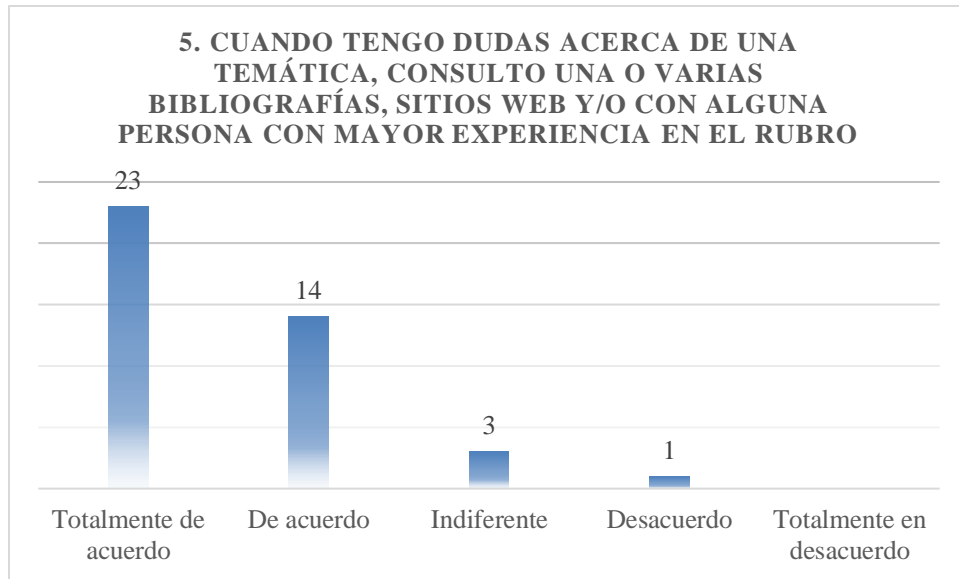
**Gráfica 28. Interpretación pregunta 4, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 95.12% manifiesta que está interesado en recibir capacitaciones con respecto a las ciencias aplicadas al ejercicio y el deporte.

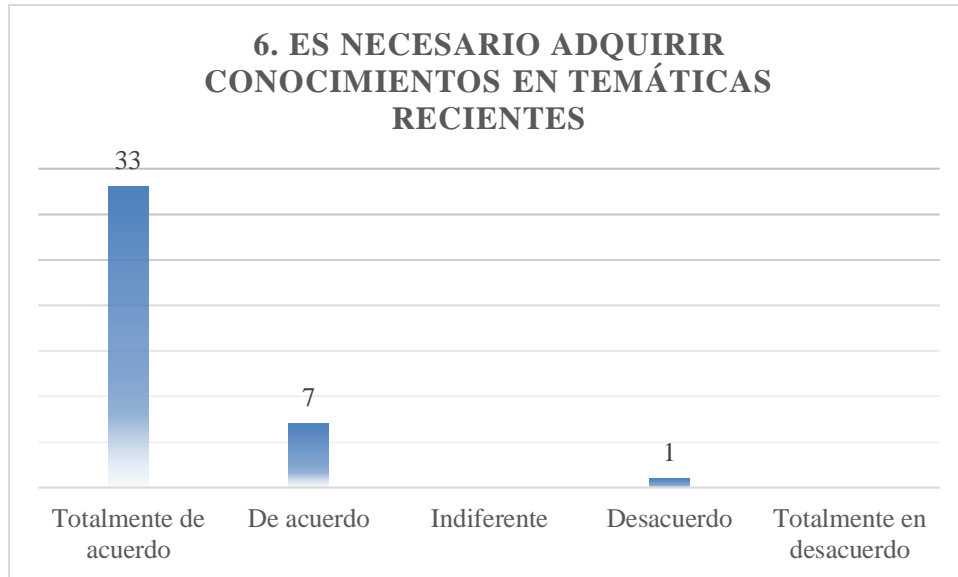
**Gráfica 29. Interpretación pregunta 5, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 90.24% manifiesta que cuando tiene alguna duda con respecto a algún tema de su ámbito, consulta distintas fuentes bibliográficas, páginas web o con alguien con mayor experiencia en el rubro.

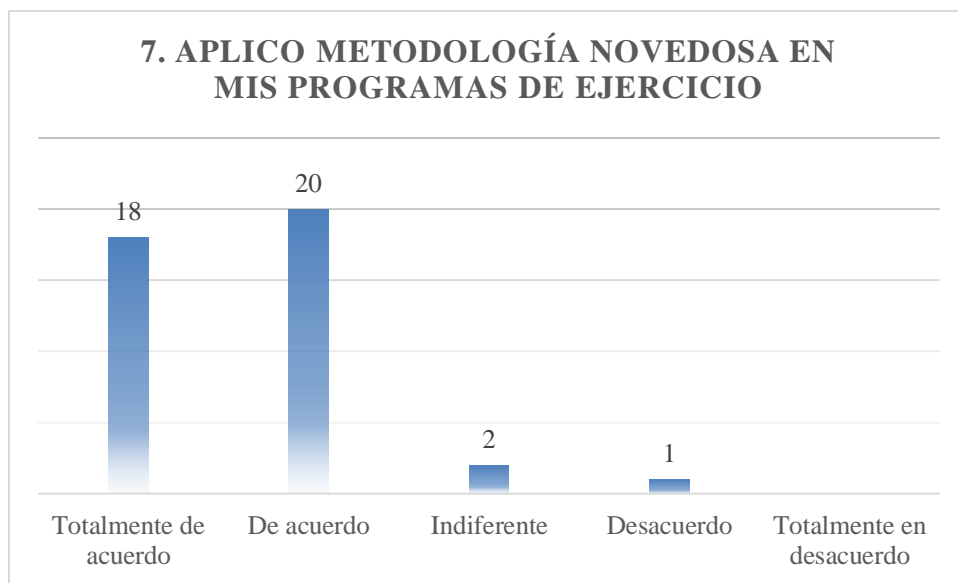
**Gráfica 30. Interpretación pregunta 6, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 97.56% manifiesta que si es necesario mantenerse informado con los estudios más recientes desarrollados en el ámbito del ejercicio.

**Gráfica 31. Interpretación pregunta 7, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 92.68% manifiesta que aplican métodos novedosos en sus sesiones de trabajo para mantener motivados a sus entrenados.

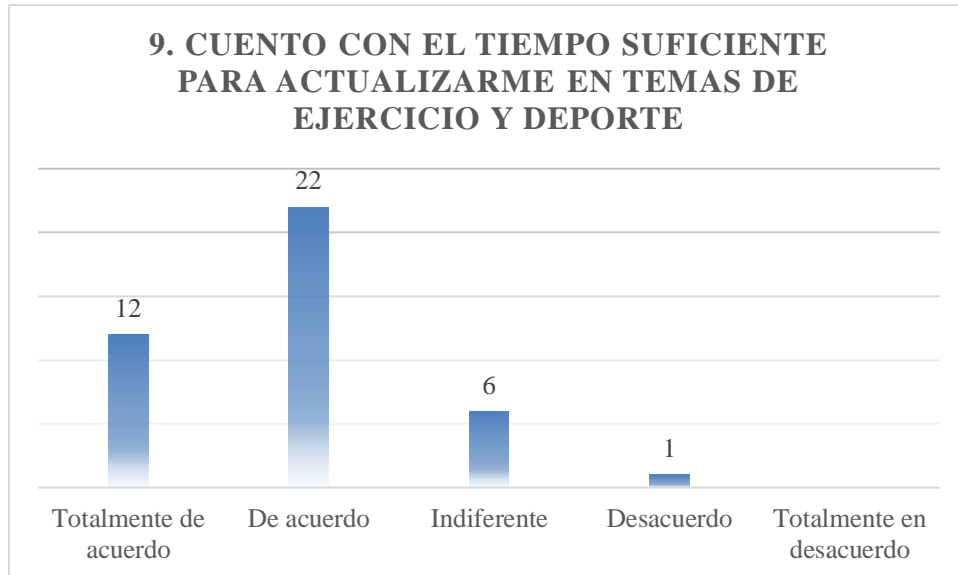
**Gráfica 32. Interpretación pregunta 8, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 92.68% manifiesta que sus sesiones de entrenamiento están encaminadas a desarrollar la parte cognitiva del entrenado.

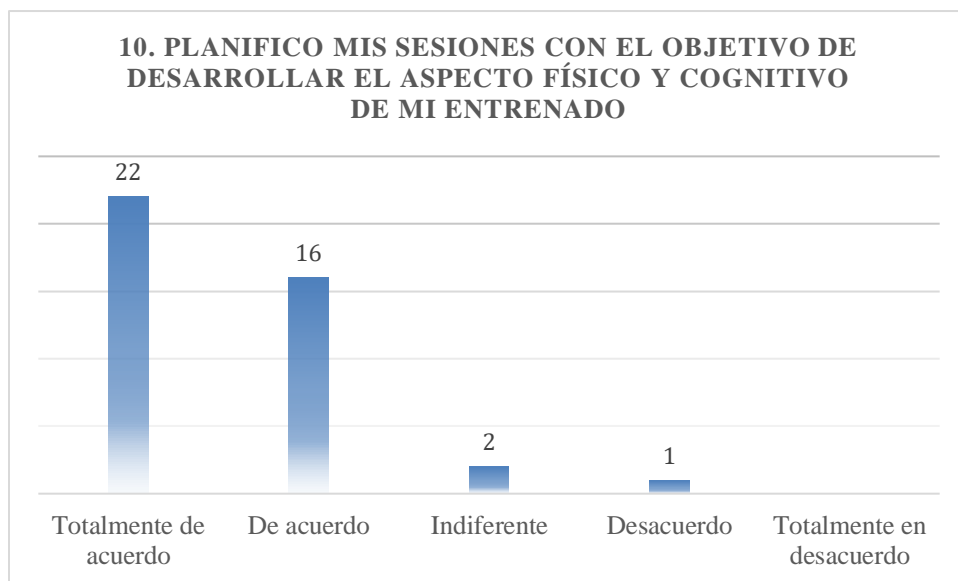
**Gráfica 33. Interpretación pregunta 9, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 82.93% manifiesta que cuentan con un tiempo suficiente para poder mantenerse actualizados con las temáticas que se desarrollan más recientemente.

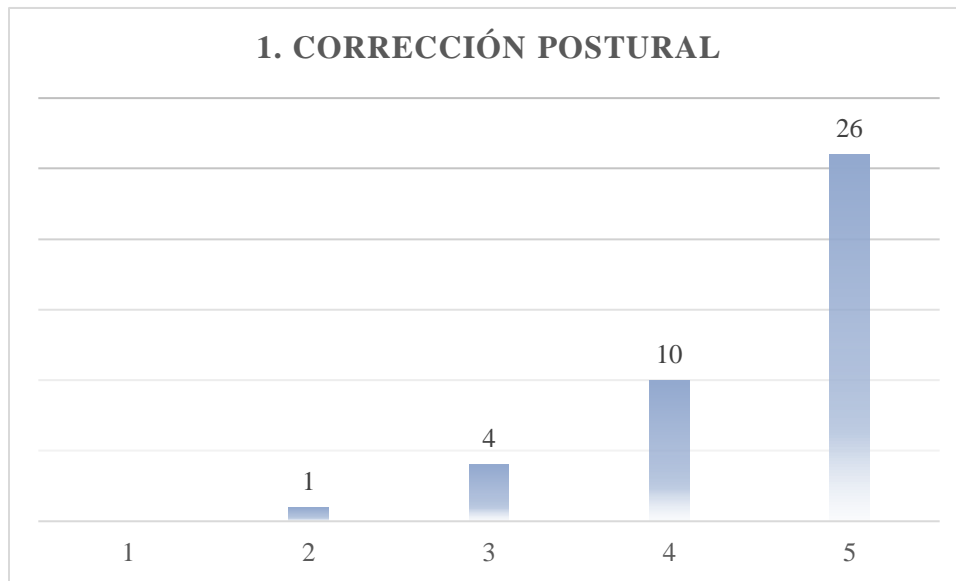
**Gráfica 34. Interpretación pregunta 10, parte 2.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En este apartado el 92.68% manifiesta que planifican sus sesiones de modo que desarrollen tanto el aspecto físico y como el cognitivo de sus entrenados

**Gráfica 35. Interpretación literal 1, parte 3.**

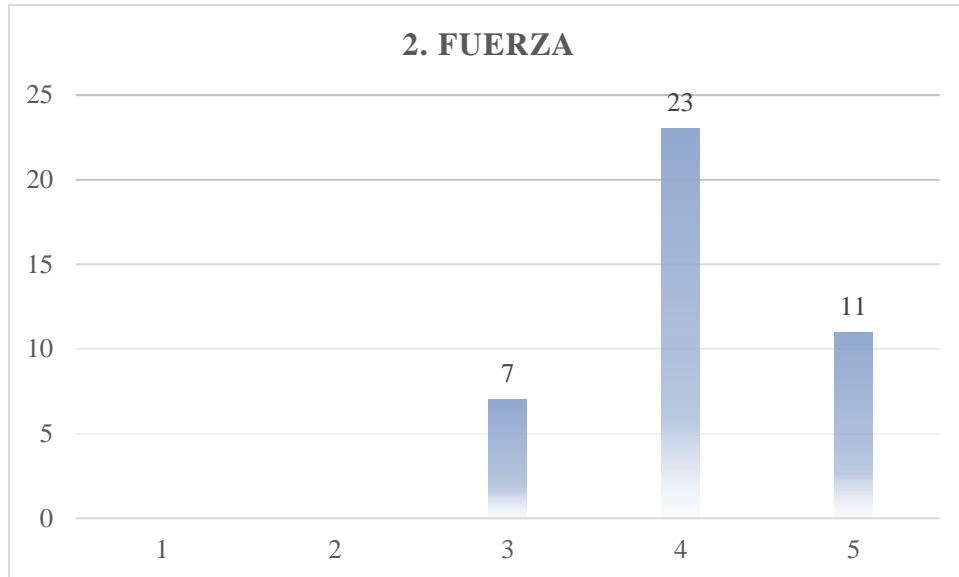


Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 63.41% de la población manifestó un 5, el 24.39% señaló 4, el 9.76% un 3, y el 2.44% un 2. Siendo la corrección postural un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.



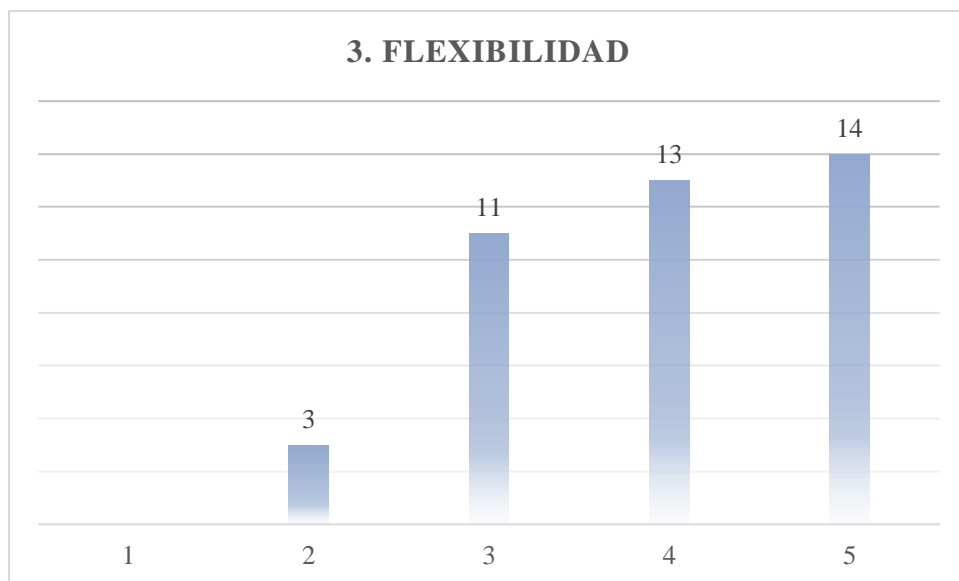
**Gráfica 36. Interpretación literal 2, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 26.83% de la población manifestó un 5, el 56.1% señaló 4, y el 17.07% un 3. Siendo la fuerza un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

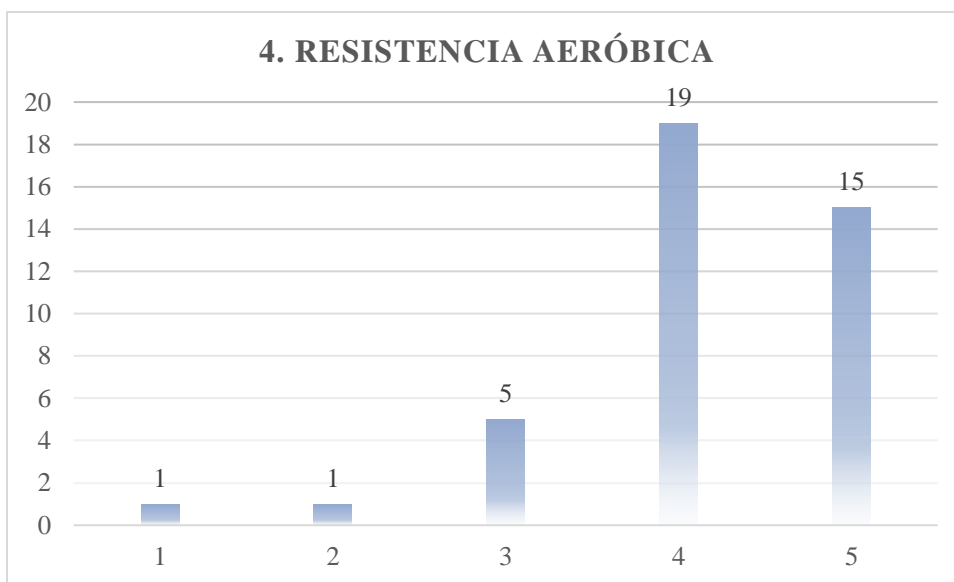
**Gráfica 37. Interpretación literal 3, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 34.15% de la población manifestó un 5, el 31.71% señaló 4, el 26.83% un 3, y el 7.32% un 2. Siendo la flexibilidad un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

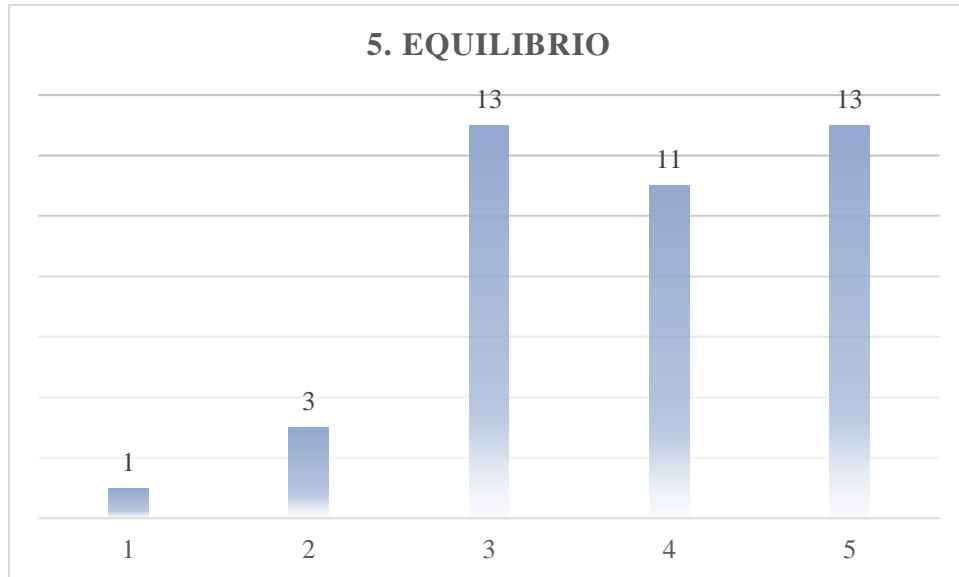
**Gráfica 38. Interpretación literal 4, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 36.58% de la población manifestó un 5, el 46.34% señaló 4, el 12.19% un 3, el 2.44% un 2, y el 2.44% un 1. Siendo la resistencia aeróbica un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados, a excepción de unos cuantos que no lo toman muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

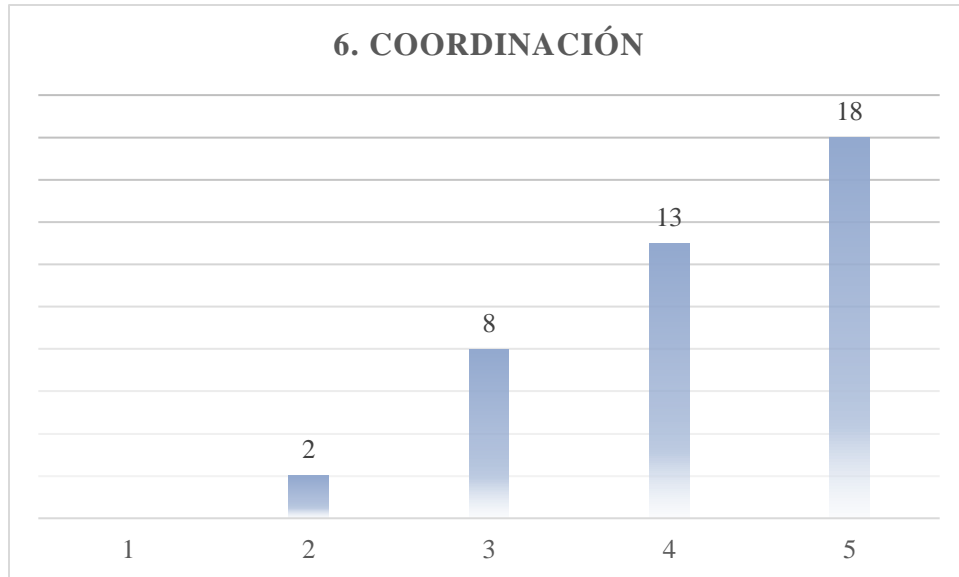
**Gráfica 39. Interpretación literal 5, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 31.71% de la población manifestó un 5, el 26.83% señaló 4, el 31.71% un 3, el 7.32% un 2, y el 2.44% un 1. Siendo el equilibrio un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados, a excepción de unos cuantos que no lo toman muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

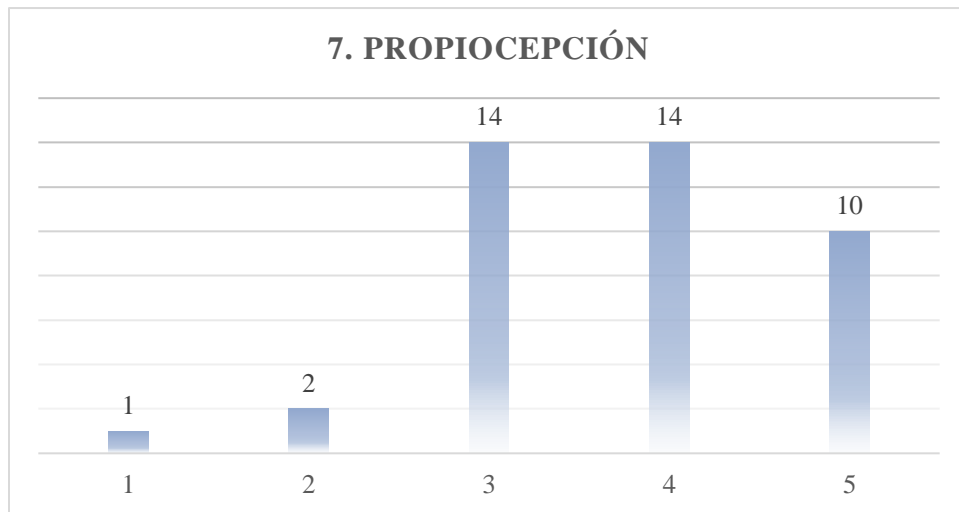
**Gráfica 40. Interpretación literal 6, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 43.9% de la población manifestó un 5, el 31.71% señaló 4, el 19.51% un 3, y el 4.88% un 2. Siendo la coordinación un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

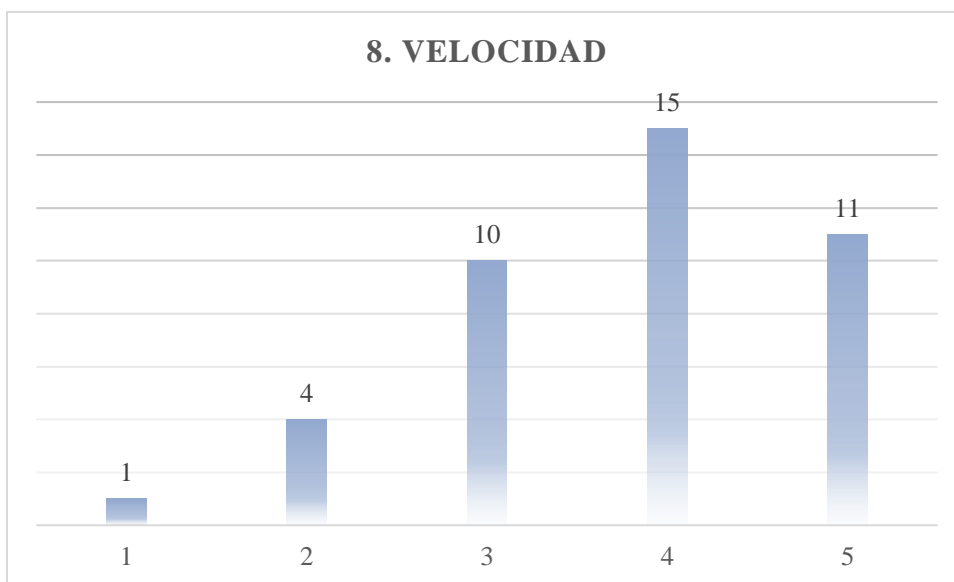
**Gráfica 41. Interpretación literal 7, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 24.39% de la población manifestó un 5, el 34.15% señaló 4, el 34.15% un 3, el 4.88% un 2, y el 2.44% un 1. Siendo la propiocepción un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados, a excepción de unos cuantos que no lo toman muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

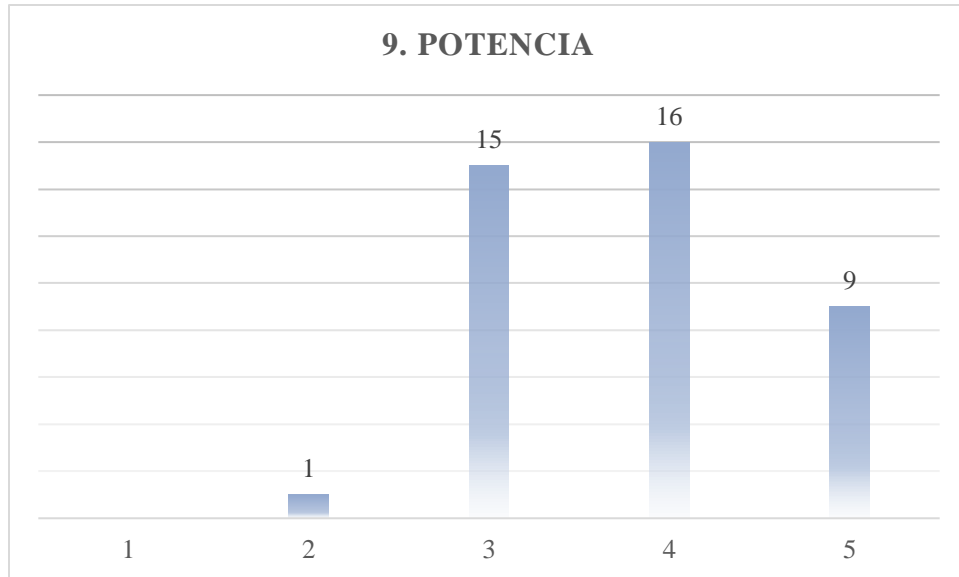
**Gráfica 42. Interpretación literal 8, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 26.83% de la población manifestó un 5, el 36.58% señaló 4, el 24.39% un 3, el 9.76% un 2, y el 2.44% un 1. Siendo la velocidad un aspecto muy importante para muchos de los encuestados, a excepción de unos cuantos que no lo toman muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

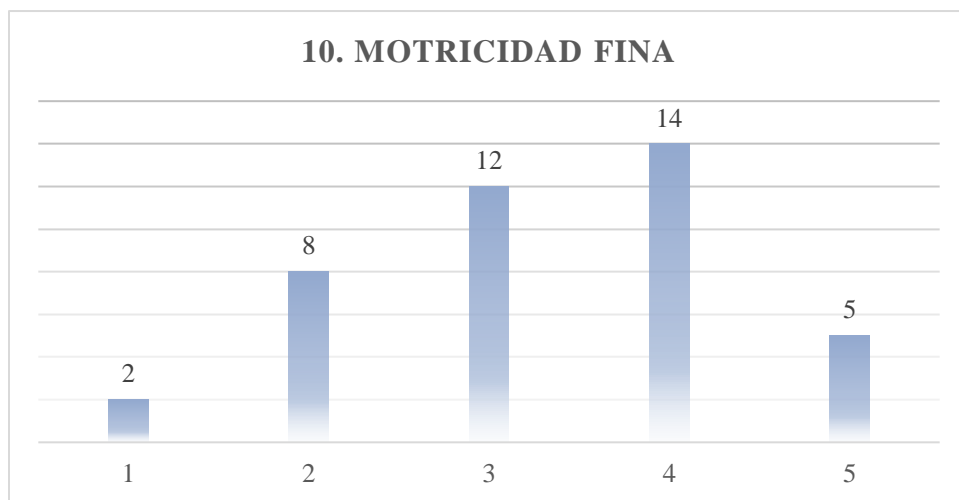
**Gráfica 43. Interpretación literal 9, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 21.95% de la población manifestó un 5, el 39.02% señaló 4, el 36.58% un 3, y el 2.44% un 2. Siendo la potencia un aspecto con cierta importancia para la mayoría de encuestados.

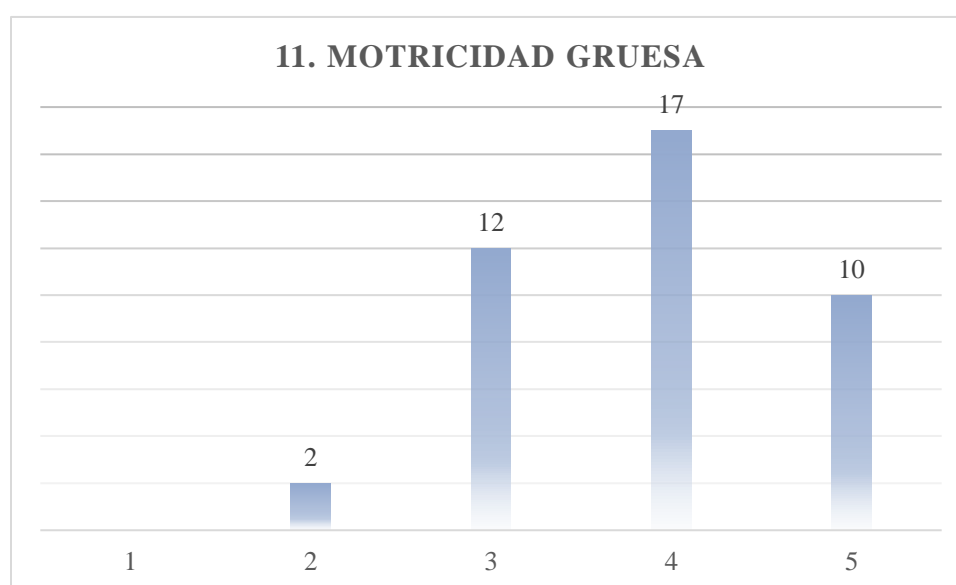
**Gráfica 44. Interpretación literal 10, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 12.2% de la población manifestó un 5, el 34.15% señaló 4, el 29.27% un 3, el 19.51% un 2, y el 4.88% un 1. Siendo la motricidad fina un aspecto con cierta importancia un considerable porcentaje de encuestados, aunque hay excepciones que no lo toman muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

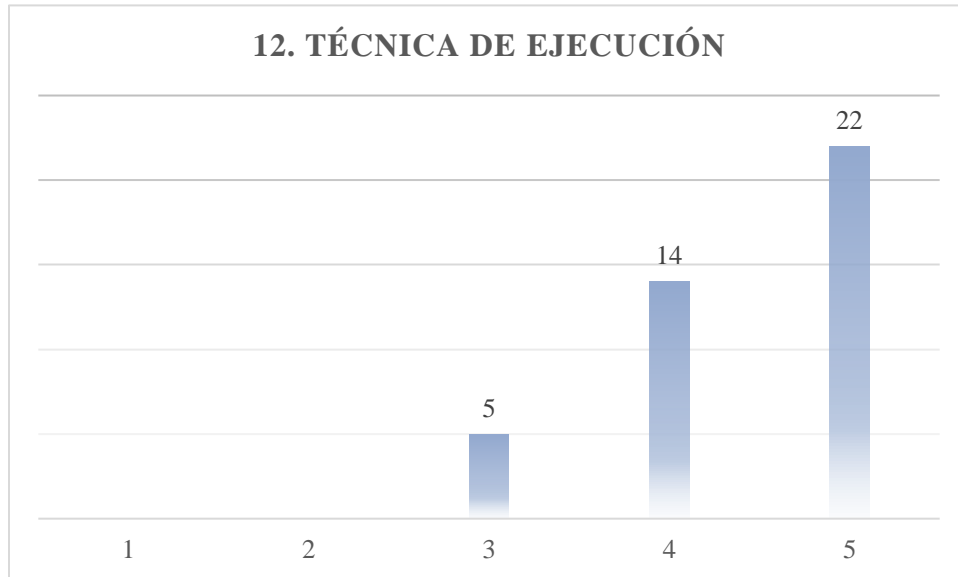
**Gráfica 45. Interpretación literal 11, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 24.39% de la población manifestó un 5, el 41.46% señaló 4, el 29.27% un 3, y el 4.88% un 2. Siendo la motricidad gruesa un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

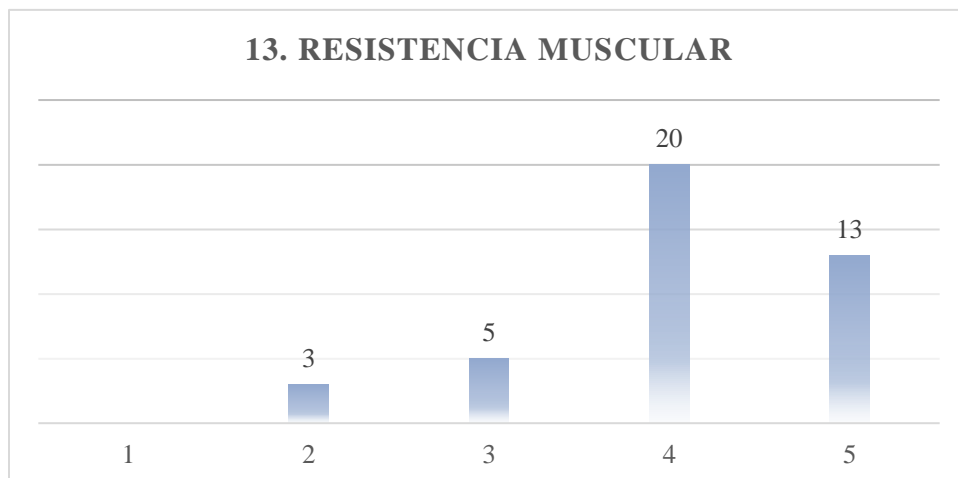
**Gráfica 46. Interpretación literal 12, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 53.66% de la población manifestó un 5, el 34.17% señaló 4, y el 12.2% un 3. Siendo la técnica de ejecución un aspecto fundamental para más de la mitad de los encuestados.

**Gráfica 47. Interpretación literal 13, parte 3.**

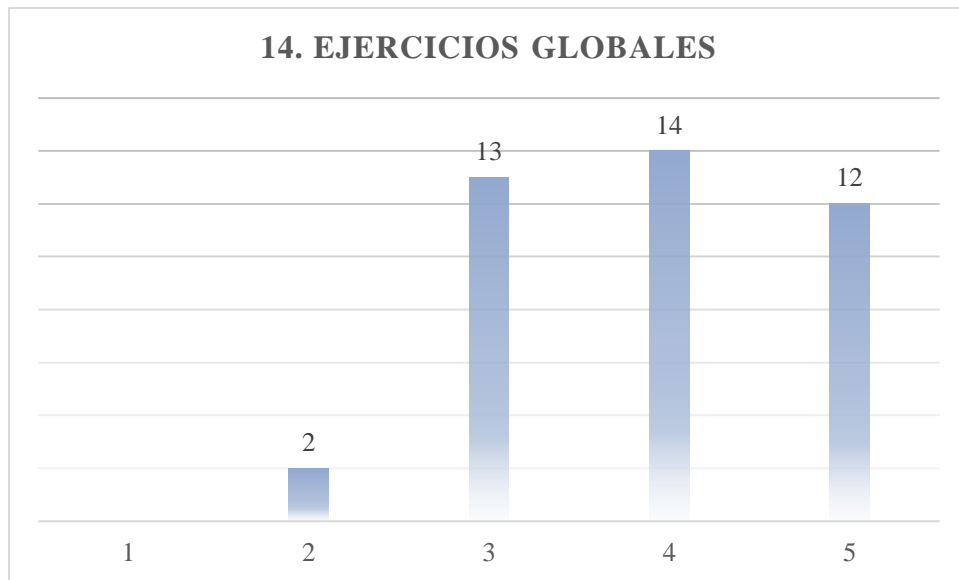


Fuente: Elaboración propia



**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 31.71% de la población manifestó un 5, el 48.79% señaló 4, el 12.2% un 3, y el 7.32% un 2. Siendo la resistencia muscular un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

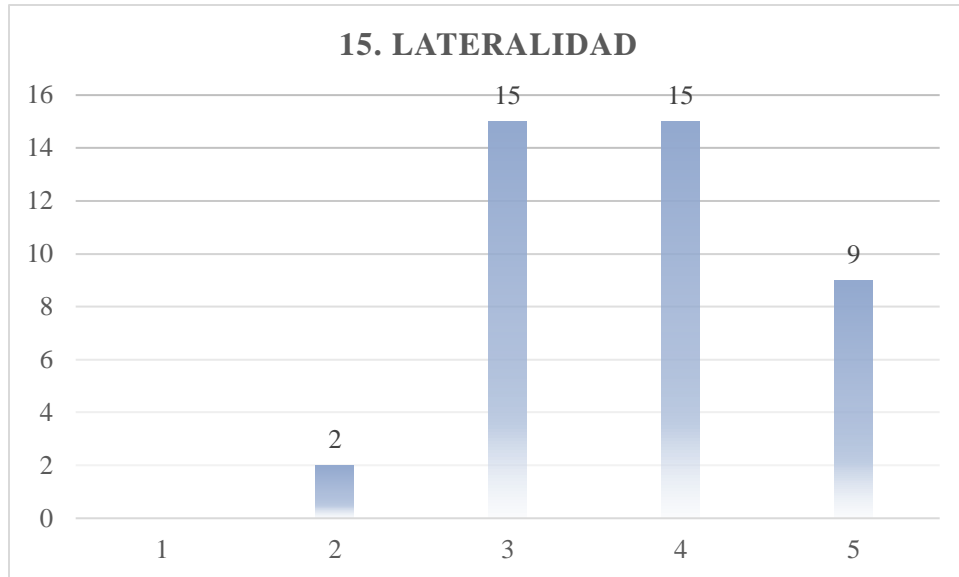
**Gráfica 48. Interpretación literal 14, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 29.27% de la población manifestó un 5, el 34.15% señaló 4, el 31.71% un 3, y el 4.88% un 2. Siendo los ejercicios globales un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

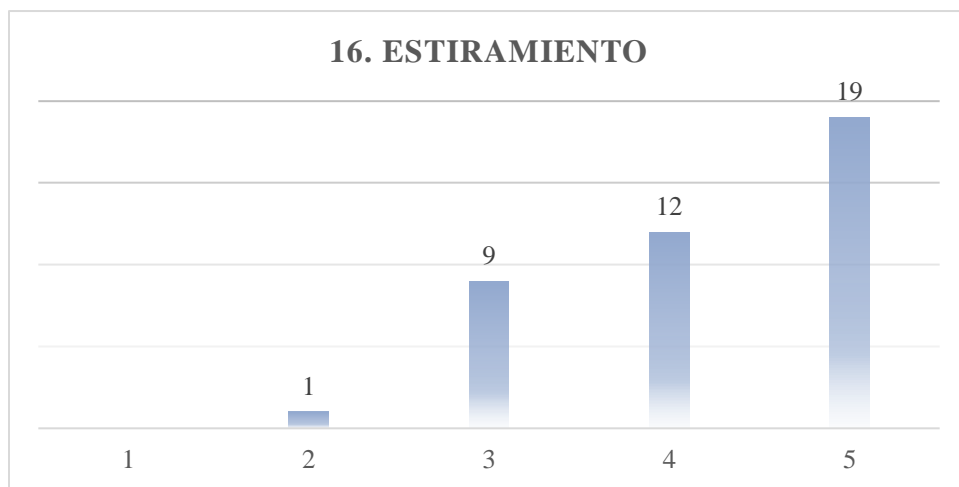
**Gráfica 49. Interpretación literal 15, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 21.95% de la población manifestó un 5, el 36.58% señaló 4, el 36.58% un 3, y el 4.88% un 2. Siendo la lateralidad un aspecto muy importante para la mayoría de encuestados.

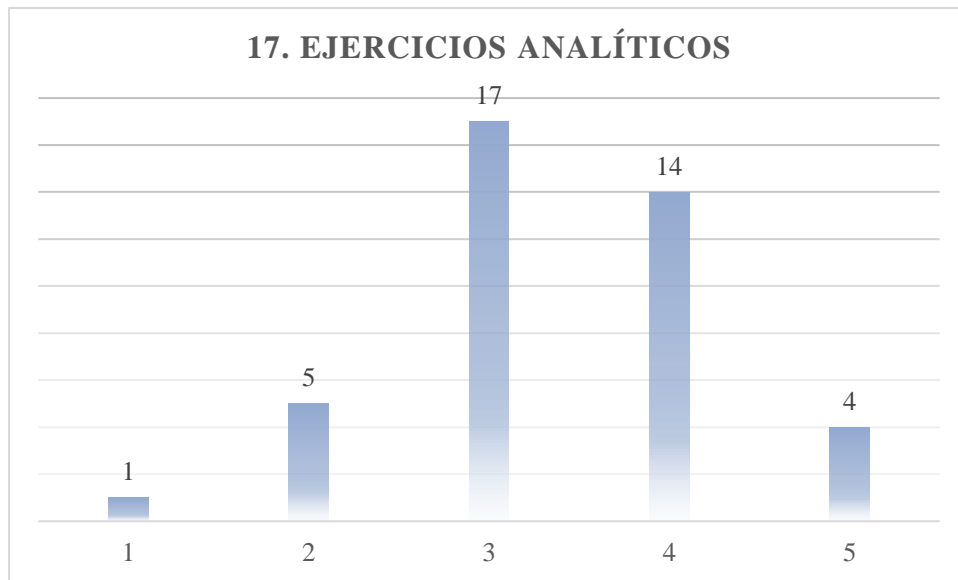
**Gráfica 50. Interpretación literal 16, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 46.34% de la población manifestó un 5, el 29.27% señaló 4, el 21.95% un 3, y el 2.44% un 2. Siendo el estiramiento un aspecto fundamental un gran porcentaje de encuestados.

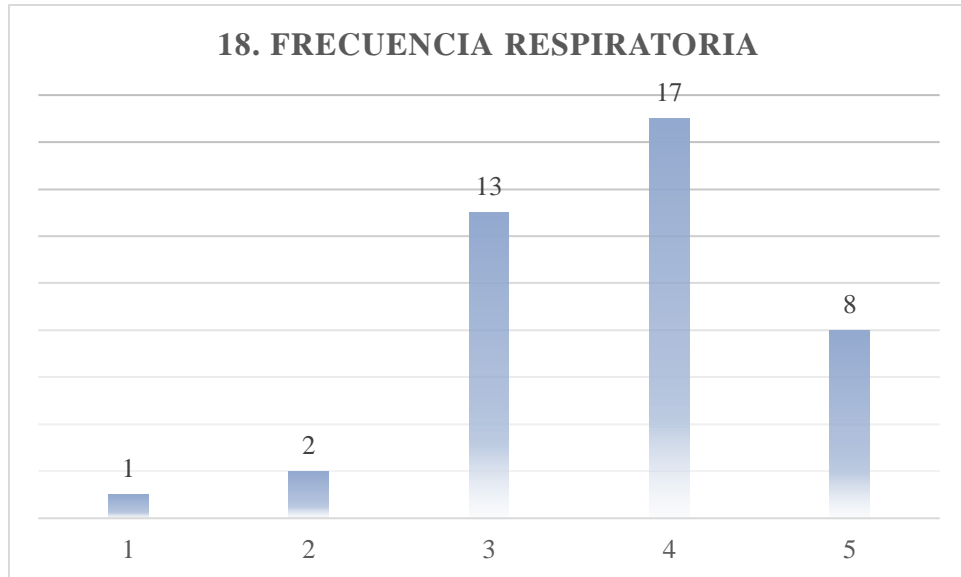
**Gráfica 51. Interpretación literal 17, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 9.76% de la población manifestó un 5, el 34.15% señaló 4, el 41.46% un 3, el 12.2% un 2, y el 2.44% un 1. Siendo los ejercicios analíticos un aspecto intrascendente para la muchos de encuestados, a excepción de un porcentaje que si los toman muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

**Gráfica 52. Interpretación literal 18, parte 3.**



Fuente: Elaboración propia

**Análisis.** En una escala de 1 al 5 (siendo 1 más bajo y 5 más alto) el tiempo que dedican a ciertos aspectos dentro del entrenamiento, el 19.51% de la población manifestó un 5, el 41.46% señaló 4, el 31.71% un 3, el 4.88% un 2, y el 2.44% un 1. Siendo la frecuencia respiratoria un aspecto muy importante para el mayor porcentaje de encuestados, a excepción de algún caso que no lo toma muy en cuenta dentro de sus planes de trabajo.

### 4.3 Comprobación de hipótesis

A continuación, se desarrolla la comprobación de las tres hipótesis.

#### Hipótesis Específica 1.

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si poseen un grado de conocimiento respecto al aprendizaje motor y la memoria, durante la ejecución de un movimiento.

H<sup>0</sup> Los entrenadores personales no poseen un grado de conocimiento respecto al aprendizaje motor y la memoria, durante la ejecución de un movimiento.

Se utilizaron las preguntas 10, 11 y 16 de la primera parte del instrumento, ya que tiene relación con la hipótesis.

10. ¿Cuál es la región del cerebro que se encarga de gestionar las emociones?

11. ¿Cómo se llama el proceso que permite que la información viaje por el cerebro?

16. ¿Cuáles son las partes de una neurona?

Comprobación:

**Tabla. Cantidad de respuestas en las preguntas seleccionadas.**

Pregunta / Valoración	A	B	C	D
#10	6	31	4	0
#11	1	4	29	7
#16	9	1	0	31

**Tabla. Sumatoria de respuestas por preguntas seleccionadas.**

Pregunta / Valoración	A	B	C	D	
#10	A	B	C	D	N1 = 41
#11	E	F	G	H	N2 = 41
#16	I	J	K	L	N3 = 41
	N4 = 16	N5 = 36	N6 = 33	N7 = 38	<b>N = 123</b>

**Tabla. Cálculo de valores.**

A	$N1 * N4 / N$	$(41 * 16) / 123$	5.333
B	$N1 * N5 / N$	$(41 * 36) / 123$	12
C	$N1 * N6 / N$	$(41 * 33) / 123$	11
D	$N1 * N7 / N$	$(41 * 38) / 123$	12.666
E	$N2 * N4 / N$	$(41 * 16) / 123$	5.333
F	$N2 * N5 / N$	$(41 * 36) / 123$	12
G	$N2 * N6 / N$	$(41 * 33) / 123$	11
H	$N2 * N7 / N$	$(41 * 38) / 123$	12.666
I	$N3 * N4 / N$	$(41 * 16) / 123$	5.333
J	$N3 * N5 / N$	$(41 * 36) / 123$	12
K	$N3 * N6 / N$	$(41 * 33) / 123$	11
L	$N3 * N7 / N$	$(41 * 38) / 123$	12.666

**Tabla. Resultado de operaciones.**

Letra	fo	fe	(fo - fe)	(fo - fe)^2	(fo - fe)^2 / fe
A	6	5.333	0.667	0.444	0.083
B	31	12	19	361	30.083
C	4	11	-7	49	4.454
D	0	12.666	-12.666	160.427	12.665
E	1	5.333	-4.333	18.774	3.52
F	4	12	-8	64	5.333
G	29	11	18	324	29.454
H	7	12.666	-5.666	32.103	2.534
I	9	5.333	3.667	13.446	2.521
J	1	12	-11	121	10.083
K	0	11	-11	121	11
L	31	12.666	18.334	336.135	26.538
					<b>138.268</b>

**JI CUADRADO X2:**

$$x^2=138.268$$

$$Xt^2=?$$

$$Xt^2= 12.59$$

$$P= 95\%$$

$$GL = (\#f-1) (\#C-1)$$

$$GL= (3-1) (4-1)$$

$$GL= (2)(3)$$

$$GL=6$$

Al obtener los resultados de ji-cuadrado para esta hipótesis podemos observar que según un grado de libertad de 6 con 95% de porcentaje, se acepta la hipótesis de trabajo ya que existe una

región amplia después del ji-teórico, donde todos los datos que se obtengan serán aceptados para la investigación.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica:

H1

Los entrenadores personales si poseen un grado de conocimiento respecto al aprendizaje motor y la memoria, durante la ejecución de un movimiento.

### **Hipótesis Específica 2.**

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si poseen actitudes de aprobación con respecto a la aplicación de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

H<sup>0</sup> Los entrenadores personales no poseen actitudes de aprobación con respecto a la aplicación de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

Se utilizaron los elementos 6, 14 y 15 de la tercera parte del instrumento, ya que tiene relación con la hipótesis.

Seleccione una opción en el intervalo del 1 al 5, los componentes que trabaja con menor o mayor frecuencia semanal en sus programas de entrenamiento.

6. Coordinación.

14. Ejercicios globales



## 15. Lateralidad

Comprobación:

**Tabla. Cantidad de respuestas en los elementos seleccionados.**

Pregunta / Valoración	1	2	3	4	5
#6	0	2	8	13	18
#14	0	2	13	14	12
#15	0	2	15	15	9

**Tabla. Sumatoria de respuestas por elementos seleccionados.**

Pregunta / Valoración	1	2	3	4	5	
#6	A	B	C	D	E	N1 = 41
#14	F	G	H	I	J	N2 = 41
#15	K	L	M	N	O	N3 = 41
	N4 = 0	N5 = 6	N6 = 36	N7 = 42	N8 = 39	N = 123

**Tabla. Cálculo de valores.**

A	$N1 \cdot N4 / N$	$(41 \cdot 0) / 123$	0
B	$N1 \cdot N5 / N$	$(41 \cdot 6) / 123$	2
C	$N1 \cdot N6 / N$	$(41 \cdot 36) / 123$	12
D	$N1 \cdot N7 / N$	$(41 \cdot 42) / 123$	14
E	$N1 \cdot N8 / N$	$(41 \cdot 39) / 123$	13
F	$N2 \cdot N4 / N$	$(41 \cdot 0) / 123$	0
G	$N2 \cdot N5 / N$	$(41 \cdot 6) / 123$	2
H	$N2 \cdot N6 / N$	$(41 \cdot 36) / 123$	12
I	$N2 \cdot N7 / N$	$(41 \cdot 42) / 123$	14
J	$N2 \cdot N8 / N$	$(41 \cdot 39) / 123$	13
K	$N3 \cdot N4 / N$	$(41 \cdot 0) / 123$	0

L	N3*N5 / N	(41*6) / 123	2
M	N3*N6 / N	(41*36) / 123	12
N	N3*N7 / N	(41*42) / 123	14
O	N3*N8 / N	(41*39) / 123	13

**Tabla. Resultado de operaciones.**

Letra	fo	fe	(fo - fe)	(fo - fe)^2	(fo - fe)^2 / fe
A	0	0	0	0	0
B	2	2	0	0	0
C	8	12	-4	16	1.33
D	13	14	-1	1	0.071
E	18	13	5	25	1.923
F	0	0	0	0	0
G	2	2	0	0	0
H	13	12	1	1	0.0833
I	14	14	0	0	0
J	12	13	-1	1	0.0769
K	0	0	0	0	0
L	2	2	0	0	0
M	15	12	3	9	0.75
N	15	14	1	1	0.0714
O	9	13	-4	16	1.2307
					<b>5.5363</b>

**JI CUADRADO X2:**

$$x^2 = 5.5363$$

$$Xt^2 = ?$$

$$Xt^2 = 15.51$$

$$P = 95\%$$

$$GL = (\#f - 1) (\#C - 1)$$

$$GL = (3 - 1) (5 - 1)$$

$$GL = (2)(4)$$

$GL=8$

Al obtener los resultados de ji-cuadrado para esta hipótesis podemos observar que según un grado de libertad de 8 con 95% de porcentaje, se acepta la hipótesis de trabajo ya que hay una región después del ji-teórico, donde todos los datos que se obtengan serán aceptados para la investigación.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica:

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si poseen actitudes de aprobación con respecto a la aplicación de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

### **Hipótesis Específica 3.**

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si aceptan agregar apartados sobre neurociencia en sus futuras capacitaciones para poder optimizar sus programas de ejercicio físico.

H<sup>0</sup> Los entrenadores personales no aceptan agregar apartados sobre neurociencia en sus futuras capacitaciones para poder optimizar sus programas de ejercicio físico.

Se utilizaron los numerales 3, 4 y 8 de la segunda parte del instrumento, ya que tiene relación con la hipótesis.

3. Estoy dispuesto a aprender nuevos métodos de trabajo para mis programas de ejercicio.
4. Tengo interés en recibir capacitaciones y seminarios en ciencias aplicadas al deporte y el ejercicio.

8. Realizo sesiones de trabajo que busquen desarrollar la parte cognitiva de la persona entrenada.

Comprobación:

**Tabla. Cantidad de respuestas en los numerales seleccionados.**

Pregunta / Valoración	Totalmente acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
#3	30	10	0	1	0
#4	28	11	1	1	0
#8	19	19	3	0	0

**Tabla. Sumatoria de respuestas por elementos seleccionados.**

Pregunta / Valoración	Totalmente acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo	
#3	A	B	C	D	E	N1 = 41
#4	F	G	H	I	J	N2 = 41
#8	K	L	M	N	O	N3 = 41
	N4 = 77	N5 = 40	N6 = 4	N7 = 2	N8 = 0	N = 123

**Tabla. Cálculo de valores.**

A	$N1 \cdot N4 / N$	$(41 \cdot 77) / 123$	25.666
B	$N1 \cdot N5 / N$	$(41 \cdot 40) / 123$	13.333
C	$N1 \cdot N6 / N$	$(41 \cdot 4) / 123$	1.333
D	$N1 \cdot N7 / N$	$(41 \cdot 2) / 123$	0.666
E	$N1 \cdot N8 / N$	$(41 \cdot 0) / 123$	0
F	$N2 \cdot N4 / N$	$(41 \cdot 77) / 123$	25.666
G	$N2 \cdot N5 / N$	$(41 \cdot 40) / 123$	13.333
H	$N2 \cdot N6 / N$	$(41 \cdot 4) / 123$	1.333
I	$N2 \cdot N7 / N$	$(41 \cdot 2) / 123$	0.666
J	$N2 \cdot N8 / N$	$(41 \cdot 0) / 123$	0
K	$N3 \cdot N4 / N$	$(41 \cdot 77) / 123$	25.666
L	$N3 \cdot N5 / N$	$(41 \cdot 40) / 123$	13.333
M	$N3 \cdot N6 / N$	$(41 \cdot 4) / 123$	1.333

N	$N3*N7 / N$	$(41*2) / 123$	0.666
O	$N3*N8 / N$	$(41*0) / 123$	0

**Tabla. Resultado de operaciones.**

Letra	fo	fe	(fo - fe)	(fo - fe)^2	(fo - fe)^2 / fe
A	30	25.666	4.334	18.783	0.731
B	10	13.333	-3.333	11.108	0.833
C	0	1.333	-1.333	1.776	1.332
D	1	0.666	0.334	0.111	0.166
E	0	0	0	0	0
F	28	25.666	2.334	0.779	0.03
G	11	13.333	-2.333	5.442	0.408
H	1	1.333	-0.333	0.11	0.082
I	1	0.666	0.334	0.111	0.166
J	0	0	0	0	0
K	19	25.666	-6.666	44.435	1.731
L	19	13.333	5.667	32.114	2.408
M	3	1.333	1.667	2.778	2.084
N	0	0.666	-0.666	0.443	0.665
O	0	0	0	0	0
					<b>10.636</b>

**JI CUADRADO X2:**

$$x^2=10.636$$

$$Xt^2=?$$

$$Xt^2= 15.51$$

$$P= 95\%$$

$$GL = (\#f-1) (\#C-1)$$

$$GL= (3-1) (5-1)$$

$$GL = (2)(4)$$

$$GL = 8$$

Al obtener los resultados de ji-cuadrado para esta hipótesis podemos observar que según un grado de libertad de 8 con 95% de porcentaje, se acepta la hipótesis de trabajo ya que hay una región después del ji-teórico, donde todos los datos que se obtengan serán aceptados para la investigación.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica:

H<sup>1</sup> Los entrenadores personales si poseen actitudes de aprobación con respecto a la aplicación de la neurociencia en sus programas de ejercicio físico.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, REFERENCIAS Y ANEXOS**

#### **5.1. Conclusiones**

- Queda demostrado que a mayor nivel académico existe un mayor nivel de conocimiento y comprensión de la neurociencia, y como puede ser aplicada en las diferentes ramas de esta, tomando como base la modalidad de entrenamiento que cada uno de los entrenadores practica con sus clientes. Esto se debe a la enseñanza recibida dentro de su proceso universitario, la cual fomenta un grado de interés por conocer temas nuevos y de relevancia al cargo que desempeñan laboralmente y, les permite aplicar de mejor manera la ejecución de movimientos y ejercicios a la hora de hacer una planificación de una sesión de entrenamiento, brindando una sensación de profesionalismo y calidad, evitando el empirismo que es tan común en este ámbito.
- Dentro de la investigación queda demostrado que los entrenadores que practican la modalidad de Functional Training son los que poseen un mayor conocimiento de la neurociencia y sus funciones a nivel motor, esto les permite comprender mejor la incidencia de los factores como el aprendizaje cognitivo de la actividad, integrado en los hemisferios y el sistema límbico, así como en aprendizaje motor de acrobacias y otro tipo de habilidades que de dominio corporal que están integradas en el cerebro. También esto les permite comprender mejor los procesos mentales conscientes e inconscientes del

ser humano, su motivación, sus emociones primarias (alegría, tristeza, miedo, ira, etc.) las cuales permiten al entrenador poder guiar de mejor manera a sus clientes y potenciar sus capacidades y habilidades tanto físicas como mentales.

- Los entrenadores manifiestan que están dispuestos a seguir aprendiendo nuevos métodos de trabajo, actualizarse con información científica reciente y comprobada, para poder innovar en sus planes de trabajo con sus entrenados; ya que esto les ayuda a poder desarrollarse mejor como profesionales y brindan un sistema con mayor grado de exclusividad en comparación a otras opciones para los clientes. Además de ello, si en algún aspecto llegan a presentar alguna carencia, suelen consultar ya sea con páginas web, bibliografías, o con personas con mayor preparación académica y experiencia en el tema a los que ellos quieren resolver dudas.
- Los entrenadores consideran muy importante dentro de sus sesiones de entrenamiento la implementación de la mejora en la calidad de movimiento, la corrección postural y la fuerza, ya que son pilares fundamentales para poder desarrollar otras capacidades, incluidos también los que involucran aspectos cognitivos. Debido a eso es que se trabaja con una adecuada base, e ir edificando los aspectos para el desarrollo mental del entrenado, siendo capaz no solo de realizar movimientos que se han establecido previamente, sino también resolver problemas que se presenten de forma imprevista como componente de algún ejercicio, siempre dentro de la sesión de entrenamiento.



## 5.2 Recomendaciones

- Motivar a todo el personal encuestado a seguir su formación sobre neurociencia para mejorar la calidad de planificación en futuros planes de entrenamiento, los cuales le permitan logran un óptimo desarrollo en sus clientes.
- Se recomienda a los entrenadores la individualización de sus trabajos, ya que, si bien la anatomía de nuestros cerebros puede ser similar, la neurociencia demuestra que no hay dos mentes que funcionen exactamente igual. De hecho, son las experiencias y estímulos de cada individuo los que determinaran el sitio donde se almacenará la información dentro de nuestro cerebro, desarrollando así una estructura de neuronas únicas para cada persona. Por lo cual tomando esto en cuenta es de suma importancia la implementación de herramientas que se logren adaptar a las necesidades individuales de aprendizaje de cada persona.
- Los entrenadores deben aprender a detectar las dificultades de aprendizaje que posean sus clientes, la práctica de la neurociencia en muchas investigaciones ha logrado resultados muy útiles a la hora de descubrir diagnósticos con posibles trastornos de aprendizaje tales como la dislexia, el déficit de atención o la hiperactividad, así mismo desarrolla herramientas que mejoran la concentración y la mejora del rendimiento tanto físico como mental. Por ende, detectar las dificultades a tiempo permitirá al entrenador mejor desarrollo de su plan de entrenamiento.

- Se recomienda a los entrenadores que practique constantemente cada nuevo estímulo que incorporen en los planes de entrenamiento de sus clientes, ya que, es importante destacar que si no se practican con regularidad es muy probable que se olviden con mayor facilidad, y que cuando vuelvan a ser utilizados toquen empezar de cero o en el peor de los casos le pueda provocar una lesión a la persona que este ejecutando dicho movimiento.
- Se recomienda la implementación de ejercicios globales, que busquen el trabajo mental del entrenado, ya que, al utilizar el aspecto cognitivo para resolver problemas de forma autónoma, da paso al proceso de neurogénesis, ayudando a crear nuevas neuronas que puedan ser utilizadas de nuevo posteriormente en los entrenamientos, e incluso en la vida cotidiana.

## Referencias bibliográficas

- Barrios R. & De Barrios O. (2002). Avances de la neurociencia, implicaciones en la educación. Agenda académica Volumen 7. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos.
- Cardinali, D. (2007). Neurociencia aplicada. Sus fundamentos. Editorial médica Panamericana. Argentina.
- Castro M. (2014). Aprendizaje activo y corteza motora: El valor de aprender haciendo. Revista descubrir el cerebro y la mente N° 78.
- Pereyra, J. S. (2011). Métodos en neurociencia cognitivas. Ciudad de México.
- Redolar-Ripoll, D. (2014). Neurociencia Cognitiva. Recuperado el 15 de octubre de 2016, de <http://www3.ujo.es/gonzales/Separata%20Panamericana.pdf>.
- Ruiz-Vargas, J. M. (1999). Psicología experimental versus neurociencia cognitiva: hacia una relación convergente.
- Pellicer Royo, I., López González, L., Mateu Serra, M., Mestres Pastor, L., Meritxell; M. H., Ruiz Omeñaca, J. V. (2015). NeuroEf. La revolución de la Educación Física desde la neurociencia. Barcelona.
- Guillén, J. C. (2017). Neuroeducación en el aula. De la teoría a la práctica. Poland: Amazon.
- Tamorri, S. (2004). Neurociencias y deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Suárez, G., Hoyos, G., Echeverri, J., Jiménez Trujillo, J., Ramírez Silva, W. (2013). Aprendizaje motor, precisión y toma de decisiones en el deporte. Universidad de Antioquia.

## ANEXOS

### ANEXO A: Instrumento de recolección de información



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**HUMANIDADES**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA**  
**EDUCACIÓN**



#### Proceso de Grado

#### **Diagnóstico de conocimientos, actitudes y prácticas del colectivo docente de educación física y entrenadores salvadoreños, respecto a la neurociencia, durante el año 2020**

Respetables entrenadores, el presente cuestionario tiene como finalidad recolectar información importante para realizar el trabajo de campo de la tesis de investigación “incorporación de la neurociencia en los programas de ejercicio físico por entrenadores de los gimnasios y centros de entrenamiento de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate, durante el año 2020”. La información será de suma importancia, para conocer si se aplica o no la neurociencia en los programas de entrenamiento que realizan los entrenadores para sus clientes.

Su participación es totalmente voluntaria. Toda la información que nos brinde será confidencial y su nombre no será revelado en ninguna parte donde se publique esta encuesta. Agradecemos el tiempo prestado y su aporte para el conocimiento sobre el tema.

**Tema: “Incorporación de la neurociencia en los programas de ejercicio físico por entrenadores de los gimnasios y centros de entrenamiento de San Salvador, Santa Ana, La Libertad y Sonsonate, durante el año 2020.**

**Indicaciones:**

- Lea cuidadosamente cada una de las preguntas y solamente cuando las haya comprendido, proceda a contestarla.
- Para cada pregunta corresponde solamente una alternativa de respuesta.
- Seleccione la respuesta que crea correcta.

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Sexo:** M \_\_\_ F \_\_\_

**Título académico actual:** Técnico\_\_\_ Profesorado\_\_\_ Licenciatura\_\_ Maestría\_\_ Otro\_\_

**Tipo de Entrenador:** Personal \_\_\_ Planta \_\_\_

**Especialidad de Entrenamiento:** Musculación \_\_\_ Functional Training \_\_\_ Crossfit \_\_\_  
Halterofilia \_\_\_ Levantamiento de Pesas \_\_\_  
Baile/Aeróbicos \_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

- 1. La neurociencia es disciplina que se encarga del estudio de los distintos elementos que componen el sistema nervioso y de cómo operan entre ellos para hacer funcionar las actividades cerebrales.**

Verdadero

Falso

- 2. El sistema nervioso central es una estructura que está formada por cerebelo y la medula espinal, y su principal función es coordinar todas las funciones del cuerpo.**

Verdadero

Falso

- 3. ¿Cuáles son las partes que constituyen el sistema nervioso?**

- a) Sistema nervioso central y Sistema nervioso periférico.
- b) Sistema nervioso central, Sistema nervioso periférico y Medula espinal.
- c) Sistema nervioso central, Sistema parasimpático y Cerebro.
- d) Sistema nervioso periférico y medula espinal.

- 4. ¿Cuánto pares craneales posee el sistema periférico?**

- a) 9
- b) 16
- c) 11
- d) 12

- 5. ¿Cómo se dividen los pares craneales?**

- a) Sensitivos, Motores y Mixtos
- b) Sensitivos, Faciales y Mixtos

- c) Sensitivos, Auditivos y Mixtos
  - d) Motores, Auditivos y Mixtos
- 6. ¿Cuál de las siguientes estructuras del sistema nervioso central está hecha de sustancia blanca?**
- a) Tálamo
  - b) Hipocampo
  - c) Corteza cerebral
  - d) Cuerpo Calloso
- 7. El cerebro es la parte superior y más voluminosa del encéfalo, constituida por una masa de tejido nervioso y que se ocupa de las funciones cognitivas y emotivas y del control de actividades vitales como los movimientos, el sueño, el hambre, etc.**
- Verdadero  
Falso
- 8. ¿En cuántas partes se divide el cerebro humano?**
- a) 5
  - b) 6
  - c) 7
  - d) 9
- 9. ¿Cuál es el órgano principal del sistema nervioso?**
- a) Encéfalo
  - b) Tálamo
  - c) Cerebro
  - d) Hipotálamo
- 10. ¿Cuál es la región del cerebro que se encarga de gestionar las emociones?**
- a) Sistema Parasimpático
  - b) Sistema Límbico
  - c) Sistema Nervioso Central
  - d) Sistema Nervioso Periférico
- 11. ¿Cómo se llama el proceso que permite que la información viaje por el cerebro?**
- a) Electroforesis
  - b) Dendritas
  - c) Sinapsis
  - d) Axones sensoriales
- 12. El encéfalo puede cambiar su estructura.**
- Verdadero  
Falso

**13. ¿A qué edad madura por completo el cerebro del ser humano?**

- a) 16 años
- b) 21 años
- c) 30 años
- d) Ninguna de las anteriores

**14. La neurona es una célula del sistema nervioso central que posee la capacidad de recibir y decodificar información en forma de señales eléctricas y químicas**

- Verdadero
- Falso

**15. Todas las neuronas son iguales.**

- Verdadero
- Falso

**16. ¿Cuáles son las partes de una neurona?**

- a) Axones y dendritas
- b) Cuerpo celular y axones
- c) Dendritas y cuerpo celular
- d) Axones, dendritas y cuerpo celular

**17. Según su criterio: ¿existen detectores del dolor en el cerebro?**

- Verdadero
- Falso

**18. ¿Cuál es el tipo de célula más abundante en el encéfalo?**

- a) Célula Astrocito
- b) Célula Microglía
- c) Célula Oligodendrocita
- d) Células Gliales

**19. ¿Cuáles son los principales tipos de neuronas?**

- a) Presináptica, Sináptica y Postsináptica.
- b) Multipolares, Bipolares y Sinápticas
- c) Monopolares, unipolares y Presinápticas
- d) Multipolares, Bipolares y Monopolares

**20. Las neuronas del ser humano no se pueden regenerar.**

- Verdadero
- Falso

**Parte II.** Seleccione un recuadro según el nivel de actitud con el que se identifica en cada uno de los enunciados.

	Enunciado	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1	Investigo acerca de temáticas más actualizadas en mi ámbito académico y/o laboral					
2	La neurociencia juega un papel fundamental dentro del ejercicio					
3	Estoy dispuesto a aprender nuevos métodos de trabajo para mis programas de ejercicio					
4	Tengo interés en recibir capacitaciones y seminarios en ciencias aplicadas al deporte y el ejercicio					
5	Cuando tengo dudas acerca de una temática, consulto una o varias bibliografías, sitios web y/o con alguna persona con mayor experiencia en el rubro					
6	Es necesario adquirir conocimientos en temáticas recientes					
7	Aplico metodología novedosa en mis programas de ejercicio					
8	Realizo sesiones de trabajo que busquen desarrollar la parte cognitiva de la persona entrenada					
9	Cuento con el tiempo suficiente para actualizarme en temas de ejercicio y deporte					
10	Planifico mis sesiones con el objetivo de desarrollar el aspecto físico y cognitivo de mi entrenado					



### Parte III

Seleccione una opción en el intervalo del 1 al 5, los componentes que trabaja con menor o mayor frecuencia semanal en sus programas de entrenamiento.

	<b>Capacidades Físicas</b>	1	2	3	4	5
1	Corrección postural					
2	Fuerza					
3	Flexibilidad					
4	Resistencia aeróbica					
5	Equilibrio					
6	Coordinación					
7	Propiocepción					
8	Velocidad					
9	Potencia					
10	Motricidad fina					
11	Motricidad gruesa					
12	Técnica de ejecución					
13	Resistencia muscular					
14	Ejercicios globales					
15	Lateralidad					
16	Estiramiento					
17	Ejercicios analíticos					
18	Frecuencia respiratoria					