

# **Neurociencia: qué es, cómo funciona el cerebro y por qué es clave para el aprendizaje, la educación y la vida**

## **Neuroscience: Definition, Brain Functioning, and Its Crucial Role in Learning, Education, and Everyday Life**

**Autor:** Francisco Javier Samudio Rojas

**Afiliación:** Independiente / Divulgador en Neurociencia y Educación

**Fecha:** Enero 2026

**Palabras clave (español):** neurociencia, cerebro humano, plasticidad cerebral, neuroeducación, aprendizaje, emociones, neurotransmisores, fútbol

**Keywords (inglés):** neuroscience, human brain, brain plasticity, neuroeducation, learning, emotions, neurotransmitters, soccer/football

### **Abstract**

Neuroscience is one of the most relevant scientific disciplines of the 21st century, providing key insights into how the human brain works and its implications for learning, education, emotions, decision-making, and daily life. This comprehensive review explores the definition of neuroscience, the main brain structures (hemispheres, lobes, corpus callosum), its fundamental pillars (neuron, synapse, neural networks, and brain plasticity), major branches (cognitive, clinical, educational, computational, and applied to sports such as football/soccer), historical evolution, the triune brain model, key neurotransmitters (dopamine, serotonin, noradrenaline, GABA), and practical applications in neuroeducation, emotional regulation, performance optimization, and everyday decision-making. Drawing on contributions from leading neuroscientists (e.g., Kandel, Manes, MacLean, Ramón y Cajal), the article emphasizes that understanding the brain empowers better learning strategies, evidence-based teaching practices, and improved quality of life by aligning human behavior with biological processes. This work serves as an accessible compendium for educators, students, coaches, and general readers interested in the intersection of neuroscience with education and performance.

### **Resumen**

La neurociencia es una de las disciplinas científicas más relevantes del siglo XXI, al ofrecer claves sobre el funcionamiento del cerebro humano y sus implicancias para el aprendizaje, la educación, las emociones, la toma de decisiones y la vida cotidiana. Este compendio introductorio explora la definición de neurociencia, las principales estructuras cerebrales (hemisferios, lóbulos, cuerpo calloso), sus pilares fundamentales (neurona, sinapsis, redes neuronales y plasticidad cerebral), ramas principales (cognitiva, clínica, educativa, computacional y aplicada al fútbol), evolución histórica, modelo del cerebro triuno, neurotransmisores clave (dopamina, serotonina, noradrenalina, GABA) y aplicaciones prácticas en neuroeducación, regulación emocional, optimización del rendimiento y decisiones cotidianas. Basado en aportes de destacados neurocientíficos (Kandel, Manes, MacLean, Ramón y Cajal), subraya que comprender el cerebro permite diseñar estrategias de aprendizaje más efectivas, prácticas educativas basadas en evidencia y una mejor calidad de vida al trabajar a favor de la biología humana.

## **1 .Introducción**

La neurociencia es una de las disciplinas científicas más relevantes del siglo XXI. Su crecimiento se debe a que, por primera vez en la historia, contamos con herramientas que nos permiten observar y comprender cómo funciona el cerebro humano en tiempo real. Entender el cerebro implica comprender cómo aprendemos, cómo sentimos, cómo tomamos decisiones y cómo nos relacionamos con los demás.

El cerebro humano está formado por aproximadamente 86 mil millones de neuronas y más de 200 billones de conexiones sinápticas, lo que lo convierte en el sistema más complejo conocido. Estas redes neuronales se reorganizan constantemente gracias a la plasticidad cerebral, permitiendo el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

Para ampliar una visión introductoria y educativa del tema, recomendamos leer también: Neurociencia y Educación: qué es la Neurociencia y por qué es tan importante para nuestra vida.

## **2. ¿Por qué es clave entender la neurociencia para el aprendizaje y para la vida cotidiana?**

Porque el cerebro no es una caja negra: es el órgano que literalmente construye quiénes somos, cómo aprendemos, recordamos, decidimos, nos relacionamos y hasta cómo manejamos el estrés o la motivación cada día.

Conocer cómo funciona el cerebro nos da poder real, nos permite vivir mejor con nosotros mismos y con los demás:

Permite dejar de luchar contra la biología y empezar a trabajar a favor de ella y aquí viene su importancia para el aprendizaje, para el sistema educativo en general: directivos, docentes, padres y por supuesto a los estudiantes: (neuroplasticidad, atención, memoria, emociones).

Explica por qué memorizar sin sentido casi no sirve, pero aprender con emoción, curiosidad, repetición espaciada o movimiento sí deja huella duradera.

Nos ayuda a diseñar experiencias de aprendizaje mucho más efectivas (en la escuela, en la universidad, en capacitaciones o cuando aprendemos cualquier cosa por nuestra cuenta).

Y, sobre todo, nos hace mejores en el día a día: dormir bien para consolidar lo aprendido, gestionar el estrés para pensar con claridad, mantener la motivación, entender por qué nos distraemos tan fácilmente con el celular, mejorar nuestras relaciones... todo eso tiene una explicación cerebral.

En pocas palabras: La neurociencia no es un lujo académico. Es una herramienta práctica para aprender mejor, vivir mejor y ayudar a otros a hacerlo también.

Cuanto más entendemos nuestro cerebro, más libres somos para moldearlo. Y eso cambia radicalmente tanto el aula como nuestra vida cotidiana.

### **3. ¿Qué es la neurociencia?**

La neurociencia es la disciplina científica que estudia el sistema nervioso, en especial el cerebro, su estructura, su funcionamiento y su relación con la conducta, las emociones, el pensamiento y el aprendizaje. Integra conocimientos provenientes de la biología, la medicina, la psicología, la educación, la física y la informática.

Según Kandel, uno de los neurocientíficos más influyentes, la neurociencia busca explicar cómo la actividad del cerebro produce la mente y la conducta humana. Esto incluye procesos como la memoria, la atención, el lenguaje, la toma de decisiones y la regulación emocional.

Desde una perspectiva educativa y psicopedagógica, la neurociencia aporta evidencia científica sobre cómo aprende el cerebro y qué condiciones favorecen u obstaculizan ese aprendizaje.

### **4. ¿Para qué sirve la neurociencia?**

La neurociencia sirve para comprender cómo funciona el cerebro y el sistema nervioso, y cómo estos influyen en nuestra forma de pensar, sentir, aprender, decidir y comportarnos. Su utilidad es amplia y atraviesa la educación, la salud, la psicología, el deporte y la vida cotidiana.

La neurociencia sirve para comprender y mejorar múltiples aspectos de la vida humana. Sus aportes permiten:

- Entender cómo se adquieren los conocimientos y habilidades.
- Diseñar mejores estrategias educativas.
- Diagnosticar y tratar trastornos neurológicos y cognitivos.
- Comprender el origen de las emociones y su impacto en la conducta.
- Optimizar el rendimiento deportivo, laboral y académico.

En educación, la neurociencia permite abandonar mitos y prácticas ineficaces, promoviendo metodologías basadas en cómo el cerebro realmente aprende. En salud, contribuye al tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y trastornos del desarrollo.

## **5. Principales utilidades de la neurociencia**

### **5.1. Comprender cómo aprendemos**

La neurociencia explica cómo se forman las redes neuronales, cómo intervienen la memoria, la atención y la emoción en el aprendizaje, y por qué aprender con sentido y motivación es más efectivo que la repetición mecánica. La neurociencia busca entender cómo se adquiere los conocimientos y las habilidades ¿por qué o para qué?: el cerebro crea procesos neuronales que hacen posible el aprendizaje, la memoria y la adaptación al entorno. Desde esta perspectiva, aprender no es solo acumular información, sino modificar físicamente el cerebro a través de la experiencia.

Cuando una persona aprende algo nuevo, se activan determinadas redes neuronales. Las neuronas se comunican entre sí mediante conexiones llamadas sinapsis. Cuanto más se utiliza una red neuronal —por la práctica, la repetición significativa o la experiencia emocional—, más fuertes y eficientes se vuelven esas conexiones. Este proceso se conoce como plasticidad cerebral, uno de los principios centrales de la neurociencia.

La adquisición de conocimientos implica varios procesos cognitivos interrelacionados: la atención, que permite seleccionar la información relevante; la memoria, que posibilita almacenar y recuperar lo aprendido; y la emoción, que actúa como un modulador clave del aprendizaje. La neurociencia ha demostrado que aprendemos mejor cuando el contenido tiene sentido, despierta interés y está vinculado a experiencias emocionales, ya que el sistema límbico influye directamente en la consolidación de la memoria.

En el caso de las habilidades, como leer, escribir, resolver problemas matemáticos o ejecutar movimientos deportivos, el aprendizaje requiere la coordinación de distintas áreas cerebrales. Al inicio, la ejecución suele ser lenta y consciente, pero con la práctica repetida se produce una automatización del proceso. Esto ocurre porque el cerebro reorganiza sus redes neuronales, haciendo que la habilidad se vuelva más eficiente y requiera menos esfuerzo cognitivo.

Desde la educación y la psicopedagogía, este enfoque neurocientífico permite comprender que todas las personas pueden aprender, aunque no todas lo hagan de la misma manera ni al mismo ritmo. El aprendizaje es un proceso dinámico, continuo y profundamente influido por el contexto, la motivación y las experiencias previas.

En síntesis, la neurociencia muestra que aprender es cambiar el cerebro, y que cada nuevo conocimiento o habilidad adquirida deja una huella neuronal que puede fortalecerse, modificarse o ampliarse a lo largo de toda la vida. Por eso es que cuando termina una jornada y nos vamos a dormir nuestro cerebro ya no es el mismo que se levantó a la mañana.

## 5.2. Mejorar la educación y la enseñanza

Permite diseñar estrategias educativas basadas en el funcionamiento real del cerebro, dando origen a la neuroeducación, que busca enseñar respetando los ritmos, emociones y capacidades cognitivas de cada persona.

La neurociencia ha transformado profundamente la manera de comprender la educación y la enseñanza al aportar evidencias científicas sobre cómo funciona realmente el cerebro cuando aprende. Durante mucho tiempo, los modelos educativos se basaron en métodos uniformes, centrados en la transmisión de contenidos y la repetición mecánica, sin considerar los procesos cerebrales implicados en el aprendizaje. La neurociencia permite superar esta visión y diseñar estrategias pedagógicas más eficaces y humanizadas.

Uno de los principales aportes de la neurociencia a la educación es el reconocimiento de que el aprendizaje no ocurre de la misma manera en todas las personas. Cada cerebro es único, se desarrolla a ritmos distintos y responde de forma diferente a los estímulos. Comprender esto permite diseñar propuestas educativas que respeten los tiempos de maduración, los estilos cognitivos y las capacidades individuales, evitando comparaciones injustas y prácticas excluyentes.

La investigación neurocientífica ha demostrado que las emociones desempeñan un papel central en el aprendizaje. El cerebro aprende mejor cuando se siente seguro, motivado y emocionalmente implicado. El estrés, el miedo y la presión excesiva bloquean procesos cognitivos como la atención y la memoria, mientras que la curiosidad, el interés y el vínculo afectivo favorecen la consolidación de los aprendizajes. Por esta razón, la enseñanza eficaz no se limita al contenido, sino que cuida el clima emocional del aula.

A partir de estos aportes surge la neuroeducación, un enfoque interdisciplinario que integra neurociencia, psicología y pedagogía. La neuroeducación propone enseñar teniendo en cuenta cómo funciona el cerebro, promoviendo metodologías activas, significativas y contextualizadas. Estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, el uso de ejemplos concretos, la retroalimentación constante y la conexión con experiencias reales encuentran sustento en el funcionamiento cerebral.

Además, la neurociencia contribuye a replantear la evaluación educativa. En lugar de centrarse exclusivamente en el resultado final, propone valorar los procesos, el esfuerzo, la evolución y la capacidad de transferencia del conocimiento. Esto permite una evaluación más justa, que acompaña el desarrollo cognitivo y emocional del estudiante.

En definitiva, mejorar la educación desde la neurociencia implica comprender que enseñar no es solo transmitir información, sino facilitar experiencias que modifiquen positivamente el cerebro, respetando la diversidad, las emociones y el potencial de cada persona.

### **5.3. Comprender y regular las emociones**

La neurociencia permite comprender cómo se originan las emociones y cómo estas afectan nuestra conducta y decisiones. Cada emoción es el resultado de una interacción compleja entre distintas áreas del cerebro, incluyendo el sistema límbico, el hipotálamo y la corteza prefrontal. Estas estructuras procesan información tanto interna como externa, generando respuestas que nos preparan para actuar, reaccionar o adaptarnos a nuestro entorno.

El conocimiento de los mecanismos neurobiológicos de las emociones permite identificar patrones de activación cerebral asociados con estados como la alegría, el miedo, la tristeza o la ira. Comprender estos procesos ayuda a explicar por qué ciertas situaciones desencadenan reacciones intensas y cómo estas pueden influir en la memoria, la atención y la toma de decisiones.

Asimismo, la neurociencia ofrece herramientas para la regulación emocional, que consiste en modificar la intensidad, duración o expresión de las emociones de manera consciente o automática. Estrategias como la atención plena, la reestructuración cognitiva, la respiración controlada y la práctica de actividades que promueven la liberación de neurotransmisores asociados al bienestar, como la dopamina o la serotonina, se fundamentan en la evidencia neurocientífica.

La capacidad de comprender y gestionar las emociones contribuye directamente al bienestar emocional y la salud mental, favoreciendo relaciones interpersonales más saludables, una mayor resiliencia frente al estrés y un mejor desempeño académico, laboral y social. Aprender a identificar, interpretar y regular las emociones se convierte así en una competencia central para la vida cotidiana, y la neurociencia proporciona la base científica que permite desarrollar esta habilidad de manera efectiva.

### **5.4 Diagnosticar y tratar trastornos neurológicos**

La neurociencia es fundamental para el diagnóstico y tratamiento de trastornos neurológicos, ya que permite comprender los mecanismos cerebrales subyacentes a diversas enfermedades y disfunciones del sistema nervioso. Mediante técnicas como la resonancia magnética, la

tomografía por emisión de positrones (PET), la electroencefalografía y otras herramientas de neuroimagen, los especialistas pueden observar la estructura y la actividad funcional del cerebro, identificando áreas afectadas y patrones anormales de conectividad.

El conocimiento detallado de las neuronas, sinapsis y redes neuronales facilita la comprensión de trastornos como el Alzheimer, el Parkinson, la epilepsia, la esclerosis múltiple, el TDAH, la dislexia y diversas enfermedades psiquiátricas. Esta comprensión permite diseñar tratamientos específicos que actúan sobre neurotransmisores, plasticidad neuronal o circuitos cerebrales implicados, aumentando la efectividad de las intervenciones.

Además, la neurociencia contribuye al desarrollo de terapias innovadoras, como la estimulación cerebral no invasiva, la rehabilitación cognitiva y programas personalizados de neurofeedback, que buscan restaurar funciones perdidas o mejorar el desempeño cognitivo. La integración de la investigación básica y clínica garantiza que las estrategias terapéuticas estén respaldadas por evidencia científica sólida, lo que mejora los resultados para los pacientes y permite un enfoque más preciso y adaptado a cada caso.

El diagnóstico temprano y el tratamiento basado en neurociencia también son clave para prevenir la progresión de enfermedades neurológicas, optimizar la recuperación tras lesiones cerebrales y promover la calidad de vida de las personas afectadas.

### **5.5. Optimizar el rendimiento humano**

La neurociencia aplicada al rendimiento humano busca maximizar las capacidades cognitivas, emocionales y físicas de las personas mediante la comprensión de cómo funciona el cerebro y su relación con el cuerpo. Estudiar los procesos neuronales que intervienen en la atención, la memoria, la motivación y la toma de decisiones permite diseñar estrategias para mejorar el aprendizaje, la productividad, el desempeño deportivo y la resolución de problemas en contextos cotidianos y profesionales.

El conocimiento sobre neurotransmisores, redes neuronales y plasticidad cerebral permite desarrollar técnicas que potencian la concentración, la rapidez de respuesta y la creatividad. Por ejemplo, la planificación de actividades según los ritmos circadianos, la práctica de ejercicios físicos que aumentan el flujo sanguíneo cerebral, la meditación y el entrenamiento de la atención plena son métodos respaldados por la evidencia neurocientífica para optimizar el rendimiento.

En el ámbito laboral, educativo y deportivo, aplicar estos conocimientos ayuda a reducir errores, mejorar la toma de decisiones bajo presión y aumentar la eficiencia. Asimismo, la neurociencia permite identificar factores de fatiga mental, estrés o distracciones que afectan negativamente el desempeño, ofreciendo herramientas para mitigarlos y favorecer la resiliencia y el bienestar general.

De este modo, optimizar el rendimiento humano mediante la neurociencia no solo se trata de alcanzar mejores resultados, sino también de promover un equilibrio entre el rendimiento, la salud mental y la capacidad de adaptación del cerebro a lo largo del tiempo, potenciando tanto el aprendizaje como la calidad de vida.

### **5.6. Tomar mejores decisiones en la vida cotidiana**

La neurociencia permite comprender los procesos cerebrales que intervienen en la toma de decisiones, revelando cómo factores conscientes e inconscientes influyen en nuestras elecciones diarias. El cerebro evalúa constantemente información sensorial, emocional y contextual, integrando experiencias pasadas y expectativas futuras para seleccionar la mejor opción posible. Comprender estos mecanismos ayuda a tomar decisiones más informadas, racionales y alineadas con los objetivos personales y profesionales.

El estudio de áreas cerebrales como la corteza prefrontal, responsable del razonamiento y la planificación, y el sistema límbico, que procesa emociones y motivación, permite identificar cómo los sesgos cognitivos, el estrés o la impulsividad pueden afectar la calidad de nuestras decisiones. La neurociencia también muestra que las emociones no son obstáculos, sino herramientas esenciales que orientan las elecciones y facilitan la adaptación al entorno.

Aplicar estos conocimientos en la vida cotidiana implica reconocer patrones de pensamiento, evaluar riesgos, anticipar consecuencias y equilibrar la lógica con la intuición. Estrategias como la reflexión consciente, la planificación gradual, la priorización de objetivos y la regulación emocional se basan en evidencia neurocientífica y contribuyen a reducir errores, evitar decisiones impulsivas y mejorar la resolución de problemas.

En definitiva, comprender cómo funciona el cerebro al tomar decisiones permite desarrollar hábitos más inteligentes, conscientes y efectivos, mejorando tanto la vida personal como las interacciones sociales y profesionales, y promoviendo un mayor bienestar general.

## **6. La neurociencia no es ciencia de laboratorio.**

La neurociencia no se limita a ser una ciencia de laboratorio; sus descubrimientos y aplicaciones trascienden los espacios experimentales y tienen un impacto directo en la vida cotidiana. Aunque gran parte del conocimiento proviene de estudios controlados con neuroimagen, registros eléctricos y experimentos con modelos animales o humanos, la neurociencia también se aplica en contextos reales como la educación, la psicología, el deporte, la salud mental y la vida laboral.

Por ejemplo, en educación, los hallazgos sobre cómo funciona la atención, la memoria y la motivación permiten diseñar estrategias pedagógicas más efectivas y personalizadas, adaptadas a las necesidades de cada estudiante. En la salud, la comprensión de los mecanismos cerebrales que regulan emociones, hábitos y respuestas al estrés ayuda a desarrollar terapias psicológicas y programas de bienestar emocional que pueden implementarse directamente en la vida diaria.

En el deporte y el rendimiento humano, la neurociencia aplicada permite optimizar el entrenamiento, mejorar la coordinación, la toma de decisiones rápida y la concentración, demostrando que sus principios son útiles fuera del laboratorio. Incluso en la vida cotidiana, conocimientos sobre hábitos, sueño, alimentación y manejo de emociones se basan en investigaciones neurocientíficas y pueden traducirse en acciones concretas que mejoran la calidad de vida.

De esta manera, la neurociencia es una disciplina práctica y transformadora, que conecta los descubrimientos científicos con la educación, la salud, el bienestar y la productividad, mostrando que el conocimiento del cerebro tiene un valor real y aplicable más allá de los entornos experimentales.

Por ejemplo, saber que el cerebro aprende mejor cuando hay emoción y significado permite diseñar experiencias educativas más efectivas. Del mismo modo, comprender los límites de la atención ayuda a organizar mejor el tiempo y las tareas.

## **7. El cerebro: ¿Por qué no le damos mucha importancia a la neurociencia? Hubo avances en pulmones, corazón y otros órganos, pero irónicamente al jefe, el control central, al director de orquesta de nuestro organismo lo dejamos atrás en conocimientos.**

Este subtítulo describe la paradoja en su máxima expresión, perdón pero es una pregunta mía que siempre me hice y hoy la investigué y la comparto con ustedes, pero así es, recién hace un poco más de 50 años que el científico comenzó a estudiar e investigar sobre el cerebro. A pesar de los avances extraordinarios en la medicina y la investigación de órganos como el corazón, los pulmones o el hígado, la neurociencia históricamente ha recibido menos atención, lo que resulta paradójico si consideramos que el cerebro es el jefe y director de orquesta de todo el organismo. Mientras se desarrollaron técnicas quirúrgicas sofisticadas, tratamientos efectivos para enfermedades cardiovasculares y sistemas de monitoreo respiratorio, el estudio del cerebro se enfrentó durante siglos a limitaciones técnicas y conceptuales. Su complejidad, la delicadeza de su tejido y la dificultad para observarlo sin dañar su estructura hicieron que muchas generaciones de científicos tuvieran que avanzar con cautela y a veces con conjeturas más que con evidencia directa.

Esta relativa postergación también se explica porque el cerebro es un órgano invisible y abstracto: sus funciones, pensamientos y emociones no se pueden medir tan fácilmente como la presión arterial o la función pulmonar. Además, su comportamiento está fuertemente influenciado por factores sociales, culturales y psicológicos, lo que complica la experimentación directa y hace que muchos enfoques tradicionales de la ciencia médica no fueran aplicables de manera inmediata.

Irónicamente, mientras dependemos de nuestro cerebro para coordinar todas las funciones vitales, tomar decisiones, aprender y adaptarnos, su estudio sistemático se desarrolló mucho más lentamente. Solo en las últimas décadas, con el surgimiento de técnicas de neuroimagen, genética y neurofisiología avanzada, hemos comenzado a entender verdaderamente su estructura, sus redes neuronales y su plasticidad. Esto evidencia que, aunque el cerebro controla cada aspecto de nuestra vida, históricamente ha sido subestimado en comparación con otros órganos, y que aún queda un vasto campo de descubrimiento por explorar.

## **8. El cerebro: el órgano más complejo del universo, el que se estudia a sí mismo y el que no para ni siquiera cuando dormimos. ¡Vaya!**

El cerebro es el órgano más complejo y fascinante del cuerpo humano. Pesando aproximadamente un kilo y medio, se encuentra protegido por el cráneo y el líquido cerebroespinal, y funciona como el director de orquesta de todas nuestras funciones vitales, coordinando movimientos, pensamientos, emociones y decisiones, incluso cuando estamos dormidos. El cerebro no descansa ni siquiera cuando dormimos y la razón por la que el cerebro no descansa nunca es que mantiene la homeostasis (equilibrio interno estable) del cuerpo, regula funciones automáticas como la respiración y el ritmo cardíaco, procesa información

sensorial, consolida la memoria y organiza el aprendizaje mientras dormimos, lo que demuestra que su actividad es constante e indispensable para la vida.

El desarrollo del cerebro comienza apenas unas semanas después de la concepción (unión del espermatozoide y un óvulo fertilizado que da origen de un ser humano), cuando las células nerviosas se empiezan a diferenciar y a organizar en estructuras complejas. Este proceso de maduración continúa de manera progresiva y no alcanza su forma completa hasta después de los 20 años, aproximadamente, cuando se consolidan las conexiones entre las diferentes áreas cerebrales y se optimizan las funciones cognitivas avanzadas. Sin embargo, la plasticidad cerebral permite que siga adaptándose y cambiando a lo largo de toda la vida, formando nuevas conexiones y reorganizando las existentes en respuesta a la experiencia y el aprendizaje.

El cerebro contiene alrededor de 86 mil millones de neuronas, cada una conectada con miles de otras a través de sinapsis, lo que da lugar a más de 200 billones de conexiones neuronales. (Hay una frase que corre por internet que suele graficar muy bien la cantidad de redes neuronales que dice: "Hay más conexiones neuronales que estrellas en el universo") Esta densidad de interconexiones es tan impresionante que se ha comparado con el número de estrellas del universo observable. Si pudiéramos extender la corteza cerebral o neocórtex,(esa cosa arrugada y toda pegajosa que aparecen en las imágenes sobre el cerebro) que es la capa encargada del pensamiento consciente, lenguaje, percepción y planificación, cubriría varios metros cuadrados de superficie, mostrando la extraordinaria complejidad y eficiencia de este órgano.

El neurocientífico argentino Facundo Manes destaca que el cerebro es el único órgano que se estudia a sí mismo, a diferencia del corazón, los pulmones o los riñones, que se pueden analizar sin involucrar la conciencia. Esta característica única genera desafíos y oportunidades: mientras otros órganos pueden ser observados de manera directa, el cerebro combina la observación externa con la introspección, lo que requiere técnicas avanzadas como la resonancia magnética funcional, la electroencefalografía y estudios de conectividad neuronal para comprender su funcionamiento. (Manes, 2016).

Más allá de su estructura y desarrollo, el cerebro es la sede de la conciencia, la emoción, la creatividad y la memoria. Su capacidad para aprender, adaptarse y reorganizarse frente a nuevas experiencias —lo que conocemos como plasticidad neuronal— permite que cada individuo sea único y capaz de evolucionar cognitivamente a lo largo de toda su vida. Además, el cerebro coordina la interacción entre sus distintas regiones: los hemisferios derecho e izquierdo, los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital, y estructuras profundas como el tálamo, el hipocampo y la amígdala, que regulan emociones, memoria y motivación.

En síntesis, el cerebro no solo es el órgano que dirige nuestro cuerpo, sino también el motor de nuestra identidad, pensamiento y aprendizaje, un universo en miniatura con un potencial de complejidad que aún estamos comenzando a comprender. Cada descubrimiento en neurociencia abre nuevas oportunidades para mejorar la educación, la salud mental, la creatividad y la calidad de vida de las personas.

## **9. Estructura, división y funciones del cerebro: todo uno, vamos!**

### **9.1 El cerebro humano: hemisferios, cuerpo caloso y lóbulos**

#### **9.1.1 Hemisferios cerebrales**

El cerebro humano está dividido en dos hemisferios principales: el izquierdo y el derecho, separados por una profunda hendidura longitudinal. Aunque ambos trabajan de forma integrada, tradicionalmente se les atribuyen funciones especializadas. El hemisferio izquierdo se asocia principalmente con el lenguaje, el pensamiento lógico, el razonamiento secuencial, el análisis detallado y el procesamiento matemático. Por su parte, el hemisferio derecho se vincula más con la creatividad, la percepción global y holística, la imaginación, el reconocimiento de patrones visuales y espaciales, la música y el procesamiento emocional. En el fútbol, por ejemplo, el hemisferio izquierdo ayuda a planificar una estrategia paso a paso, mientras que el derecho permite “ver” rápidamente el espacio del campo y anticipar movimientos intuitivos.

### **9.1.2 Cuerpo calloso**

El cuerpo calloso es el haz de fibras nerviosas más grande del cerebro, compuesto por más de 200 millones de axones. Actúa como un puente de comunicación masivo entre los dos hemisferios cerebrales, permitiendo que intercambien información de manera rápida y eficiente. Gracias al cuerpo calloso, las funciones especializadas de cada hemisferio se integran para producir un comportamiento coherente y coordinado. Sin esta conexión, los hemisferios funcionarían de forma casi independiente, como ocurre en casos raros de corte del cuerpo calloso (split-brain). En el contexto deportivo, una buena comunicación interhemisférica es esencial para combinar análisis lógico (táctico) con intuición y percepción global (lectura del juego).

### **9.1.3 Lóbulos cerebrales**

Lóbulo frontal: es el lóbulo más grande y anterior del cerebro. Se encarga de las funciones ejecutivas superiores, como la planificación, la toma de decisiones, el control de impulsos, la regulación emocional, la atención sostenida, la motivación y la ejecución del movimiento voluntario (corteza motora primaria). En el fútbol, el lóbulo frontal es clave para mantener la calma bajo presión, elegir el pase correcto, controlar la frustración tras un error y dirigir el movimiento preciso del cuerpo.

Lóbulo parietal: ubicado detrás del lóbulo frontal la parte central y arriba de nuestra cabeza, procesa la información sensorial somática (tacto, presión, dolor, temperatura, posición del cuerpo) y es fundamental para la orientación espacial, la percepción de la profundidad y la integración de la información sensorial con el movimiento. Ayuda al jugador a saber dónde está su cuerpo en el espacio, a calcular distancias para un cabezazo o a posicionarse correctamente en la cancha sin mirar constantemente.

Lóbulo temporal: situado a los lados del cerebro, cerca de la oreja, debajo de la hendidura lateral. Está involucrado en la audición (corteza auditiva primaria), el procesamiento del lenguaje (área de Wernicke en el hemisferio izquierdo), la memoria (especialmente a través del hipocampo y estructuras límbicas cercanas), el reconocimiento de rostros y objetos, y la comprensión del significado emocional de los sonidos. En el fútbol, contribuye a recordar jugadas anteriores, reconocer voces de compañeros o del árbitro y almacenar patrones tácticos a largo plazo.

Lóbulo occipital: ubicado en la parte posterior del cerebro, es el centro principal del procesamiento visual. Recibe y analiza la información de los ojos a través de la corteza visual

primaria y áreas asociativas, permitiendo percibir colores, formas, movimiento y profundidad. En el deporte, el lóbulo occipital es esencial para seguir el balón con la mirada, detectar rápidamente cambios en la posición de los rivales y procesar la velocidad y trayectoria de un pase o tiro.

Comprender estas estructuras es fundamental para aplicar la neurociencia al aprendizaje, la educación y el rendimiento deportivo. Saber cómo funcionan los hemisferios, cómo se comunican a través del cuerpo caloso y qué tareas específicas realiza cada lóbulo permite diseñar entrenamientos mentales más efectivos, mejorar la toma de decisiones en el campo y potenciar la integración entre pensamiento racional, percepción y emoción en el fútbol.

## **10. ¿Cuáles son las ramas de la neurociencia?**

La neurociencia es un campo amplio y multidisciplinario. Entre sus principales ramas se encuentran:

### **10.1 Neurociencia cognitiva**

La neurociencia cognitiva es la rama de la neurociencia que estudia los procesos mentales superiores y cómo se relacionan con la actividad del cerebro. Su objetivo principal es comprender cómo pensamos, aprendemos, recordamos, resolvemos problemas, tomamos decisiones y procesamos el lenguaje. A diferencia de otras áreas de la neurociencia, que pueden enfocarse en estructuras o funciones básicas, la neurociencia cognitiva se centra en los mecanismos cerebrales que sustentan las capacidades cognitivas humanas.

Esta disciplina combina técnicas experimentales de psicología con herramientas avanzadas de neuroimagen, como la resonancia magnética funcional (fMRI), la tomografía por emisión de positrones (PET) y la electroencefalografía (EEG), para observar qué regiones del cerebro se activan durante tareas cognitivas específicas. Por ejemplo, la memoria episódica está vinculada al hipocampo, mientras que la planificación y el control ejecutivo dependen de la corteza prefrontal.

La neurociencia cognitiva también estudia la percepción, la atención y la conciencia, investigando cómo el cerebro integra información sensorial y emocional para generar respuestas adaptativas. Además, explora cómo las redes neuronales se reorganizan con la experiencia, revelando la importancia de la plasticidad cerebral en el aprendizaje y la recuperación de funciones tras lesiones cerebrales.

Su aplicación tiene impacto directo en educación, psicología, inteligencia artificial y rehabilitación cognitiva, ya que permite diseñar estrategias para mejorar la memoria, la atención, la resolución de problemas y otras habilidades cognitivas, basadas en el funcionamiento real del cerebro. Así, la neurociencia cognitiva no solo explica cómo pensamos, sino que también proporciona herramientas para optimizar nuestras capacidades mentales en la vida cotidiana.

### **10.2 Neurociencia clínica**

La neurociencia clínica es la rama de la neurociencia que se enfoca en comprender, diagnosticar y tratar los trastornos del sistema nervioso. Su propósito es aplicar los conocimientos sobre el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos para mejorar la salud y la calidad de vida de las personas que presentan alteraciones neurológicas o neuropsicológicas.

Esta disciplina estudia enfermedades como el Alzheimer, Parkinson, epilepsia, esclerosis múltiple, accidentes cerebrovasculares, trastornos del desarrollo y lesiones cerebrales traumáticas, identificando los mecanismos que provocan disfunciones cognitivas, motoras y emocionales. Para ello, combina métodos de investigación básica con técnicas clínicas como neuroimagen, estudios electrofisiológicos, análisis de biomarcadores y pruebas neuropsicológicas, permitiendo un abordaje preciso y personalizado de cada paciente.

Además, la neurociencia clínica no solo se centra en la intervención médica, sino también en la rehabilitación y la prevención. Por ejemplo, el diseño de programas de rehabilitación cognitiva, estimulación cerebral no invasiva o terapias farmacológicas específicas se basa en el conocimiento de cómo se conectan y comunican las neuronas dentro de redes cerebrales. Esta integración de investigación y práctica clínica permite no solo tratar los síntomas, sino también restaurar funciones afectadas y potenciar la capacidad de adaptación del cerebro mediante la plasticidad neuronal.

En síntesis, la neurociencia clínica traduce el estudio del cerebro y del sistema nervioso en acciones concretas para prevenir, diagnosticar y mejorar enfermedades neurológicas, aportando herramientas que impactan directamente en la salud física, cognitiva y emocional de las personas.

### **10.3 Neuropsicología**

La neuropsicología es la disciplina que estudia la relación entre el cerebro y la conducta, se encarga de estudiar a profundidad los daños cerebrales, analizando cómo las estructuras y funciones cerebrales influyen en procesos cognitivos, emocionales y conductuales. Su objetivo es comprender cómo las alteraciones en el sistema nervioso afectan habilidades como la memoria, la atención, el lenguaje, la percepción, la planificación y la regulación emocional, y cómo estas repercusiones se manifiestan en la vida diaria de las personas.

La neuropsicología combina conocimientos de la psicología, la neurología y la neurociencia, utilizando herramientas de evaluación como pruebas cognitivas, entrevistas clínicas y técnicas de neuroimagen para diagnosticar déficits específicos, identificar fortalezas y planificar intervenciones personalizadas. Esta disciplina es fundamental en casos de traumatismos craneoencefálicos, accidentes cerebrovasculares, enfermedades neurodegenerativas, trastornos del desarrollo y dificultades de aprendizaje, ya que permite evaluar el impacto cerebral de estas condiciones y guiar estrategias de rehabilitación.

Además de su enfoque clínico, la neuropsicología se aplica en educación y neurociencia cognitiva para entender cómo las funciones cerebrales determinan el aprendizaje, la atención y la memoria, y cómo se pueden optimizar. La práctica neuropsicológica también se centra en potenciar la plasticidad cerebral, desarrollando programas de intervención que buscan

recuperar funciones afectadas o mejorar habilidades cognitivas mediante ejercicios específicos, estimulación cognitiva y apoyo emocional.

En resumen, la neuropsicología actúa como un puente entre el conocimiento del cerebro y la comprensión de la conducta humana, proporcionando herramientas para diagnosticar, intervenir y mejorar la calidad de vida de las personas afectadas por alteraciones neurológicas o cognitivas.

#### **10.4 Neurociencia educativa y la neuroeducación**

La neurociencia educativa y la neuroeducación están estrechamente relacionadas y, en muchos contextos, se utilizan de manera intercambiable, aunque tienen matices. La neurociencia educativa se refiere al estudio científico de cómo funciona el cerebro durante los procesos de aprendizaje y enseñanza, enfocándose en identificar los mecanismos cerebrales que permiten adquirir conocimientos y habilidades. La neuroeducación, en cambio, aplica directamente esos hallazgos de la neurociencia y la psicología al diseño de estrategias pedagógicas, programas de enseñanza y metodologías didácticas, buscando mejorar la educación de manera práctica y efectiva.

La neuroeducación combina tres áreas principales: neurociencia, psicología educativa y pedagogía. Su objetivo es optimizar la enseñanza respetando los ritmos, capacidades cognitivas y estilos de aprendizaje de cada estudiante, aprovechando la plasticidad cerebral para facilitar la adquisición de conocimientos. Por ejemplo, se sabe que los contenidos significativos, vinculados a experiencias emocionales y contextos reales, se aprenden más fácilmente porque activan el sistema límbico y fortalecen la consolidación de la memoria.

Los referentes más destacados en este campo incluyen a David Bueno Torrens en España, quien enfatiza que “solo se puede aprender aquello que se ama” y la importancia de integrar emociones, motivación y cognición en el aprendizaje, y a Facundo Manes en Argentina, quien destaca la relevancia de conocer el funcionamiento del cerebro para diseñar estrategias educativas efectivas (Bueno i Torrens, 2017; Manes, 2016).

La neuroeducación también proporciona herramientas para enfrentar problemas educativos como la desmotivación, la falta de atención o las dificultades de aprendizaje, proponiendo metodologías activas, aprendizaje basado en proyectos, evaluaciones formativas y estrategias que estimulen tanto la cognición como la emoción. En definitiva, mientras que la neurociencia educativa investiga cómo aprende el cerebro, la neuroeducación traduce ese conocimiento en acciones concretas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el aula y en cualquier contexto educativo.

#### **10.5 Neurociencia computacional**

La neurociencia computacional es la rama de la neurociencia que utiliza modelos matemáticos, simulaciones por computadora y algoritmos para entender cómo funciona el cerebro y sus redes neuronales. Su objetivo principal es explicar, predecir y replicar los procesos cerebrales complejos mediante herramientas cuantitativas, lo que permite analizar desde el comportamiento de una sola neurona hasta la dinámica de grandes circuitos neuronales que subyacen a la percepción, el aprendizaje, la memoria y la toma de decisiones.

Esta disciplina combina conocimientos de biología, informática, matemáticas y física para construir modelos que reflejen la actividad eléctrica y química de las neuronas, las interacciones sinápticas y la organización de redes neuronales. Los modelos computacionales permiten simular situaciones que serían difíciles o imposibles de reproducir en experimentos biológicos, ofreciendo un marco para probar hipótesis sobre cómo procesa información el cerebro y cómo se generan fenómenos cognitivos complejos.

La neurociencia computacional también se aplica en el desarrollo de inteligencia artificial y aprendizaje automático, ya que muchos algoritmos modernos de redes neuronales artificiales se inspiran en la forma en que las neuronas biológicas se conectan y aprenden. Además, ayuda a comprender trastornos neurológicos, diseñar estrategias de rehabilitación y optimizar interfaces cerebro-computadora, donde la actividad cerebral se traduce en comandos para dispositivos externos.

En síntesis, la neurociencia computacional ofrece una ventana única para explorar el funcionamiento del cerebro, integrando teoría, simulación y experimentación para avanzar en nuestro conocimiento sobre cómo pensamos, aprendemos y nos adaptamos al mundo, y para desarrollar aplicaciones tecnológicas que imiten o potencien estas capacidades.

## **10.6 Neurociencia del fútbol**

### **Neurociencia del fútbol: qué es, para qué sirve y para quién es**

Los partidos de fútbol se ganan con disciplina, estrategias y técnicas, pero lo que realmente marca la diferencia es mantener la cabeza fría y calmada para tomar decisiones acertadas en los momentos clave. En este artículo sobre neurociencia del fútbol, te explicaremos de manera sencilla cómo funciona el cerebro y la mente aplicados al deporte que tanto nos apasiona . Aprenderás cómo las emociones controladas y una buena toma de decisiones influyen directamente en el rendimiento de los jugadores y por qué gestionar la mente es fundamental para el éxito del equipo. Además, descubrirás conceptos básicos de neurociencia, la importancia de manejar las emociones en el campo y cómo entrenar no solo el cuerpo, sino también la mente, para potenciar el rendimiento individual y colectivo.

#### **10.6.1 Qué es la neurociencia aplicada al fútbol y para qué sirve**

La neurociencia es la ciencia que estudia el cerebro , el sistema nervioso y cómo estos controlan nuestras acciones, pensamientos y emociones. En términos sencillos, nos ayuda a comprender cómo funciona la mente y cómo podemos aprovecharla para mejorar nuestro rendimiento en el fútbol. ¿Para qué sirve la neurociencia del fútbol? En el fútbol, la neurociencia permite entender cómo las emociones y los procesos mentales afectan cada pase, tiro y decisión dentro del campo. Y por supuesto esto se traduce en victorias, revertir resultados adversos a último momento o sacar resultados favorables en escenarios difíciles.

#### **10.6.2 Neurociencia: la base para entender el fútbol desde el cerebro**

El fútbol no solo se juega con los pies, también se juega con el cerebro. Para comprender cómo influyen las emociones, la atención, la toma de decisiones y el aprendizaje en el rendimiento

deportivo, es fundamental conocer primero qué es la neurociencia y por qué es tan importante para nuestra vida.

### **16.6.3 La importancia de las emociones en el fútbol**

Una emoción , según los expertos, es una reacción natural del cuerpo ante un evento de la vida; suele ser de corta duración, intensa y capaz de generar cambios físicos, cognitivos y conductuales . En términos simples, es una respuesta del cerebro ante situaciones que impactan nuestro cuerpo y nuestra mente. En el fútbol , mantener la calma frente a estas reacciones es fundamental . Los jugadores que aprenden a controlar sus emociones pueden pensar con claridad, tomar decisiones acertadas y evitar que la tensión del partido afecte al equipo. Manejar adecuadamente las emociones fortalece la cohesión, mejora la concentración y potencia la estrategia dentro

## **17. Neurotransmisores: qué son y para qué sirven**

Los neurotransmisores son moléculas químicas, mensajeros químicos producidas por las neuronas que actúan como mensajeros en el sistema nervioso. Su función principal es transmitir señales entre las neuronas a través de las sinapsis, permitiendo la comunicación rápida y precisa en el cerebro y el resto del cuerpo. En general, sirven para regular una amplia gama de procesos fisiológicos y mentales, como el estado de ánimo, el sueño, el aprendizaje, la memoria, el movimiento, la atención y las respuestas al estrés. Algunos son excitatorios (estimulan la actividad neuronal), otros inhibitorios (la frenan) y otros moduladores (ajustan la intensidad de las señales). Sin ellos, no podríamos pensar, sentir o actuar de manera coordinada. En el contexto de la neurociencia aplicada al fútbol, los neurotransmisores influyen en cómo un jugador maneja la presión, se motiva para entrenar o aprende nuevas tácticas.

A continuación, se detallan algunos de los neurotransmisores más importantes, con sus funciones y ejemplos claros. Se pone especial énfasis en aquellos que actúan como mensajeros químicos del aprendizaje, como la dopamina (motivación y refuerzo) y otros relacionados con la plasticidad cerebral, como el glutamato (aunque no se menciona explícitamente en la lista, es clave para el aprendizaje y se incluye para resaltar este aspecto).

### **17.1 Dopamina**

La dopamina es un neurotransmisor excitatorio y modulador asociado principalmente con el sistema de recompensa del cerebro. Su función clave es regular la motivación, el placer, el movimiento y el aprendizaje por refuerzo. Cuando se libera, genera una sensación de satisfacción que nos impulsa a repetir comportamientos positivos. Por ejemplo, en el fútbol, la dopamina se activa cuando un jugador marca un gol, reforzando el deseo de entrenar más para repetir esa experiencia. En el aprendizaje, es un mensajero químico fundamental: facilita la consolidación de memorias a través del refuerzo positivo, como cuando un niño aprende una habilidad nueva y recibe elogios, lo que fortalece las conexiones neuronales. Bajos niveles pueden causar falta de motivación o trastornos como el Parkinson, mientras que excesos se relacionan con adicciones.

### **17.2 Serotonina**

La serotonina es un neurotransmisor modulador que regula el estado de ánimo, el sueño, el apetito y la inhibición de impulsos. Actúa mayormente en el sistema límbico y ayuda a mantener el equilibrio emocional, reduciendo la ansiedad y promoviendo la sensación de bienestar. Un ejemplo claro: después de un partido estresante, niveles adecuados de serotonina ayudan a un jugador a relajarse y recuperar la calma mental. En cuanto al aprendizaje, aunque no es el mensajero principal, influye indirectamente al mejorar el humor y la concentración, lo que facilita la adquisición de nuevas habilidades. Deficiencias se asocian con depresión o ansiedad, y se trata con medicamentos que aumentan su disponibilidad, como los antidepresivos SSRI.

### **17.3 Noradrenalina**

La noradrenalina (también llamada norepinefrina) es un neurotransmisor excitatorio relacionado con la respuesta al estrés y la alerta. Su función principal es preparar el cuerpo para la acción, aumentando la atención, la vigilancia y la respuesta de "lucha o huida". Por ejemplo, en un partido de fútbol, se libera durante momentos de alta presión, como un penal, ayudando al jugador a enfocarse y reaccionar rápidamente. En el aprendizaje, actúa como mensajero químico al potenciar la atención y la memoria en situaciones estresantes, como estudiar bajo deadline, donde mejora la retención de información clave. Niveles altos pueden causar ansiedad crónica, mientras que bajos se vinculan a fatiga o falta de concentración.

### **17.4 GABA**

El GABA (ácido gamma-aminobutírico) es el principal neurotransmisor inhibitorio del cerebro. Su función es calmar la actividad neuronal, reduciendo la excitabilidad para prevenir sobrecargas, lo que promueve la relajación, el control de la ansiedad y un sueño reparador. Un ejemplo: en el fútbol, el GABA ayuda a un jugador a mantener la compostura después de una falta agresiva, evitando reacciones impulsivas que podrían llevar a una tarjeta roja. Aunque no es directamente un mensajero del aprendizaje, contribuye indirectamente al regular el estrés, lo que permite un mejor enfoque durante el entrenamiento o el estudio. Deficiencias pueden causar insomnio o trastornos de ansiedad, y se modula con medicamentos como las benzodiacepinas.

## **18. Los mensajeros químicos o neurotransmisores del aprendizaje**

Dentro de los neurotransmisores, los mensajeros químicos del aprendizaje son aquellos que facilitan la plasticidad cerebral y la formación de memorias, como la dopamina (refuerzo y motivación, como se mencionó), la noradrenalina (atención bajo estrés) y, especialmente, el glutamato, el principal neurotransmisor excitatorio del cerebro. El glutamato es clave para la potenciación a largo plazo (LTP), el mecanismo biológico detrás del aprendizaje: fortalece las sinapsis cuando se repite una experiencia, como aprender una nueva jugada en el fútbol mediante práctica repetida. Otro importante es la acetilcolina, que mejora la atención y la memoria en el hipocampo; por ejemplo, ayuda a un estudiante a recordar tácticas de un video analizado. Estos mensajeros trabajan en conjunto: la dopamina motiva el aprendizaje, el glutamato lo consolida y el GABA equilibra para evitar sobrecarga. Entenderlos permite diseñar entrenamientos que optimicen el aprendizaje, como combinar recompensas (dopamina) con práctica enfocada (glutamato) en el deporte o la educación.

## **19. Historia y origen de la neurociencia**

La neurociencia tiene sus raíces en la antigüedad, pero su desarrollo científico moderno comienza en el siglo XIX. Un hito fundamental fue el trabajo del científico español Santiago Ramón y Cajal, quien demostró que el sistema nervioso está compuesto por neuronas individuales y no por una red continua.

Durante el siglo XX, la neurociencia se consolidó gracias a avances en microscopía, electrofisiología y neuroimagen. En la segunda mitad del siglo, autores como Eric Kandel integraron la biología molecular con el estudio de la memoria y el aprendizaje.

## **20 ¿Por qué hoy en día se habla tanto de la neurociencia?**

Actualmente se habla tanto de neurociencia porque vivimos en una sociedad basada en el conocimiento. Educación, tecnología, salud y deporte requieren comprender cómo funciona el cerebro para optimizar resultados.

Además, el auge de la neuroeducación, la neurociencia aplicada al deporte y la neurotecnología ha llevado estos conocimientos al ámbito social, educativo y mediático.

## **21. Los cerebros de la neurociencia: el modelo del cerebro triuno del psicólogo estadounidense Paul McLean (McLean, 1990)**

Los cerebros de la neurociencia: el modelo del cerebro triuno, graficando mejor es como ver que nuestro cerebro se compare con un mueble de 3 cajones uno encima del otro.

El neurocientífico estadounidense Paul MacLean propuso en la década de 1960 una teoría muy conocida llamada modelo del cerebro triuno o cerebro tricerebral. Según esta idea, el cerebro humano no es una estructura única y homogénea, sino que está formado por tres grandes sistemas que se fueron desarrollando en diferentes etapas de la evolución y que conviven en nuestra cabeza.

### **21.1 El cerebro reptiliano**

El primero es el llamado cerebro reptiliano, es el más antiguo, es el cerebro que compartimos con nuestros ancestros comunes los neandertales. Se encuentra en la parte más profunda y antigua del cerebro, principalmente en el tronco encefálico y el cerebelo. Este sistema se encarga de todo lo relacionado con la supervivencia básica: respirar, latir del corazón, regular la temperatura corporal, el sueño, el hambre, la sed, la lucha o la huida, la reproducción y las conductas automáticas e instintivas. Es el cerebro que compartimos con los reptiles y que funciona casi sin pensar, de manera muy rápida y automática.

### **21.2 El cerebro límbico o centro emocional**

El segundo nivel es el sistema límbico, que MacLean asoció con los mamíferos más primitivos. Incluye estructuras como la amígdala, el hipocampo, el hipotálamo y el cíngulo. Este es el

cerebro de las emociones, la motivación, el placer, el miedo, la ira, el apego, el cuidado de las crías y la memoria emocional. Es el que nos hace sentir alegría cuando ganamos un partido, ansiedad antes de un penal o rabia cuando nos hacen una falta dura. El sistema límbico le da color emocional a todo lo que vivimos y es clave en la toma de decisiones bajo presión.

### **21.3 La nueva corteza o en inglés neocórtex, es el cerebro más evolucionado.**

Finalmente está el neocórtex o neocorteza, la capa más externa y reciente desde el punto de vista evolutivo, mucho más desarrollada en los seres humanos. Aquí se ubican las funciones más “avanzadas”: el pensamiento abstracto, el razonamiento lógico, el lenguaje, la planificación a largo plazo, la resolución de problemas complejos, la imaginación, la autorreflexión y el aprendizaje consciente. Es el cerebro que nos permite analizar una jugada después del partido, diseñar una estrategia para el próximo encuentro o controlar un impulso emocional cuando estamos a punto de reaccionar mal ante una provocación.

### **22 ¿Qué dice la comunidad científica acerca de esta teoría neurocientífica de McLean.**

Aunque hoy la comunidad neurocientífica considera que el modelo del cerebro triuno es una simplificación excesiva (porque en realidad estas estructuras están profundamente interconectadas y no funcionan de forma tan independiente), sigue siendo una herramienta muy valiosa para explicar de manera clara y didáctica cómo diferentes partes del cerebro influyen en nuestro comportamiento, especialmente en contextos educativos, deportivos y de divulgación científica.

En el fútbol, por ejemplo, cuando un jugador reacciona instintivamente ante un balón que viene rápido, está actuando su cerebro reptiliano; cuando siente la presión del estadio y el corazón se le acelera, es el sistema límbico el que domina; y cuando, a pesar de todo, analiza rápidamente las opciones, elige el pase correcto y ejecuta la jugada con precisión, es su neocórtex el que está tomando el control.

Entender esta división nos ayuda a comprender por qué a veces “la cabeza no piensa” en momentos de mucha emoción y por qué entrenar la calma y la concentración es tan importante para que el neocórtex pueda hacer su trabajo incluso cuando el sistema límbico está revolucionado.

### **23. Los 4 pilares fundamentales de la neurociencia**

- La neurona, como unidad básica del sistema nervioso.
- La sinapsis, como mecanismo de comunicación.
- Las redes neuronales, base del aprendizaje.
- La plasticidad cerebral, que permite el cambio y la adaptación a lo largo de la vida.

Vamos a desarollarlos uno a uno, porque es muy importante que el caro lector conozaca básicamente de que se trata estos pilares o fundamentos que sostienen casi toda la ciencia del cerebro:

#### **Los 4 pilares de la neurociencia: neurona, sinapsis, redes neuronales y plasticidad cerebral**

La neurociencia moderna se sustenta en cuatro pilares fundamentales que explican cómo funciona el cerebro a nivel biológico y funcional. Estos elementos son la base para entender

procesos como el aprendizaje, la memoria, las emociones y el rendimiento en actividades complejas como el fútbol. A continuación, se desarrollan cada uno de ellos.

### **23.1 La neurona: la unidad básica del sistema nervioso**

La neurona es la célula especializada del sistema nervioso y representa la unidad estructural y funcional principal del cerebro. Cada neurona está compuesta por un cuerpo celular (soma), dendritas (que reciben señales), un axón (que transmite el impulso) y terminales axónicos. Las neuronas generan y propagan impulsos eléctricos llamados potenciales de acción, que viajan a lo largo del axón a velocidades que pueden superar los 100 m/s en fibras mielinizadas.

En el cerebro humano hay aproximadamente 86 mil millones de neuronas, y su capacidad para comunicarse entre sí permite todo tipo de procesamiento de información. En el contexto del fútbol, cuando un jugador percibe rápidamente la posición de un compañero o del balón, son millones de neuronas activándose en áreas visuales, motoras y de asociación para procesar esa información en milisegundos. Sin la neurona como base, no existiría ninguna de las funciones cerebrales superiores.

### **23.2 La sinapsis: el puente de comunicación entre neuronas**

La sinapsis es la unión funcional entre dos neuronas (o entre una neurona y otra célula, como un músculo), donde se transmite la información. La mayoría de las sinapsis en el cerebro son químicas: el impulso eléctrico llega al terminal presináptico, libera neurotransmisores (como glutamato, dopamina o GABA) en la hendidura sináptica, y estos se unen a receptores en la membrana postsináptica, generando un nuevo potencial eléctrico o modulando la excitabilidad de la neurona receptora.

Existen sinapsis excitatorias (que facilitan la activación) e inhibitorias (que la frenan), y su equilibrio es clave para el funcionamiento normal del cerebro. En el fútbol, una sinapsis eficiente permite que un jugador mantenga la concentración bajo presión o inhiba impulsos emocionales (como la rabia tras una falta) para tomar decisiones racionales. La comunicación sináptica es el mecanismo inmediato por el cual las neuronas “hablan” entre sí y forman la base de todo pensamiento y acción.

### **23.3 Redes neuronales: la organización colectiva del cerebro**

Las redes neuronales son conjuntos de miles o millones de neuronas interconectadas a través de sinapsis que trabajan de manera coordinada para realizar funciones específicas. Estas redes forman circuitos complejos en diferentes regiones cerebrales: por ejemplo, la red de la corteza prefrontal para la planificación y toma de decisiones, la red del hipocampo para la memoria, o las redes motoras para el control del movimiento.

Las redes no son estáticas; se activan y desactivan según la tarea, y su sincronía (como ondas cerebrales) determina la eficiencia del procesamiento. En el fútbol, cuando un jugador anticipa una jugada, está utilizando redes integradas que combinan percepción visual, memoria de patrones previos, predicción y ejecución motora. Conceptos como la “conectividad funcional” explican cómo equipos de neuronas distribuidas en distintas áreas colaboran en tiempo real para generar comportamientos complejos, desde un regate preciso hasta la lectura del juego colectivo.

### **23.4 Plasticidad cerebral: la capacidad de cambio y adaptación a lo largo de la vida**

La plasticidad cerebral (o neuroplasticidad) es la propiedad del cerebro para reorganizarse estructural y funcionalmente en respuesta a experiencias, aprendizaje, lesiones o entrenamiento. Incluye mecanismos como la potenciación a largo plazo (LTP, que fortalece sinapsis usadas frecuentemente), la depresión a largo plazo (LTD, que las debilita), la formación de nuevas sinapsis, el crecimiento de dendritas o incluso la neurogénesis adulta en áreas como el hipocampo.

La regla de Hebb (“neuronas que se activan juntas, se conectan juntas”) es el principio básico de esta plasticidad. Gracias a ella, el cerebro puede aprender nuevas habilidades, recuperar funciones tras lesiones o adaptarse a entornos cambiantes. En el fútbol, la plasticidad explica por qué la práctica repetida mejora la técnica, por qué los jugadores experimentados “leen” mejor el juego y por qué el entrenamiento mental (visualización, control emocional) puede fortalecer redes neuronales relacionadas con la calma y la decisión bajo presión. La plasticidad es mayor en la infancia, pero persiste toda la vida, lo que hace posible la mejora continua incluso en deportistas profesionales.

Estos cuatro pilares —la neurona como unidad, la sinapsis como comunicación, las redes como organización y la plasticidad como adaptación— forman la base científica de la neurociencia aplicada al fútbol y explican por qué entrenar la mente es tan poderoso como entrenar el cuerpo.

### **24. ¿Qué se enseña en la materia de neurociencia?**

En la formación académica, la neurociencia aborda:

- Anatomía y fisiología del cerebro.
- Funcionamiento neuronal y sináptico.
- Procesos cognitivos y emocionales.
- Bases neurales del aprendizaje.
- Aplicaciones educativas y clínicas.

### **25. ¿Qué profesiones estudian la neurociencia?**

La neurociencia es estudiada por profesionales de:

- Medicina y neurología.
- Psicología y neuropsicología.
- Educación y psicopedagogía.
- Biología y biomedicina.
- Ingeniería y ciencias cognitivas.

Entre los referentes destacan Joaquín Fuster (España) y Facundo Manes (Argentina).

## **26. ¿Qué trabajos se pueden realizar con la neurociencia?**

La formación en neurociencia permite desempeñarse como:

- Investigador científico.
- Neuropsicólogo clínico.
- Especialista en neuroeducación.
- Consultor en aprendizaje y desarrollo humano.
- Profesional en neurociencia aplicada al deporte.

## **27 Conclusión**

La neurociencia ha dejado de ser una disciplina exclusiva de laboratorios para convertirse en una herramienta transformadora que ilumina el funcionamiento del cerebro humano y sus profundas implicancias en el aprendizaje, la educación, el rendimiento deportivo y la vida cotidiana. A lo largo de este compendio hemos explorado que el cerebro no es una estructura estática, sino un órgano dinámico compuesto por aproximadamente 86 mil millones de neuronas interconectadas en más de 200 billones de sinapsis, capaz de reorganizarse constantemente gracias a la plasticidad cerebral, el pilar fundamental que permite el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

Hemos visto cómo las principales estructuras cerebrales —hemisferios, cuerpo calloso y lóbulos— trabajan de manera integrada para procesar información, regular emociones y ejecutar decisiones complejas. Las ramas de la neurociencia, desde la cognitiva y clínica hasta la educativa (neuroeducación) y aplicada al fútbol, demuestran que entender el cerebro no solo explica por qué aprendemos mejor con emoción, significado, repetición espaciada y movimiento, sino que también ofrece estrategias concretas para optimizar la enseñanza, regular emociones, diagnosticar trastornos, potenciar el rendimiento humano y tomar decisiones más conscientes en el día a día.

El modelo del cerebro triuno de Paul MacLean, aunque simplificado, nos recuerda la convivencia de instintos básicos, emociones intensas y razonamiento avanzado, mientras que neurotransmisores como la dopamina (motivación y refuerzo), serotonina (bienestar emocional), noradrenalina (alerta) y GABA (control de estrés) actúan como mensajeros químicos que modulan todo el proceso de aprendizaje y adaptación.

En última instancia, comprender la neurociencia nos otorga poder real: nos libera de luchar contra nuestra biología para trabajar a su favor. En educación, invita a abandonar mitos y prácticas ineficaces, promoviendo entornos seguros, motivadores y personalizados que respeten la diversidad cerebral de cada estudiante. En el deporte, como el fútbol, subraya que la verdadera diferencia la marcan la calma mental, la toma de decisiones rápida y la gestión emocional bajo presión. Y en la vida cotidiana, nos equipa para dormir mejor, manejar el estrés, mantener la motivación y construir relaciones más saludables.

El mensaje central es claro y esperanzador: el cerebro cambia con la experiencia, y cada nuevo aprendizaje lo modifica físicamente. Cuanto más sepamos sobre él, más libres seremos para moldearlo a nuestro favor. Por ello, la neurociencia no es un lujo académico; es una aliada

práctica y accesible para docentes, entrenadores, padres, estudiantes y cualquier persona que aspire a aprender mejor, vivir mejor y ayudar a otros a hacerlo.

Este compendio busca ser una invitación a seguir explorando esta fascinante intersección entre ciencia y humanidad, porque entender el cerebro es, en esencia, entender quiénes somos y quiénes podemos llegar a ser.

¡El aprendizaje no termina nunca, porque el cerebro nunca deja de adaptarse!

### **Referencias bibliográficas**

- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). Neuroscience: Exploring the Brain. Wolters Kluwer.
- Kandel, E. R. (2013). Principles of Neural Science. McGraw-Hill.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2011). Mind, Brain, and Education Science. Teachers College Press.
- Fuster, J. M. (2003). Cortex and Mind. Oxford University Press.
- Manes, F. (2016). Cerebro y conducta. Paidós.
- Bueno i Torrens, D. (2017). Neuroeducación. Paidós.
- MacLean, P. D. (1990). The Triune Brain in Evolution. Springer.
- Ramón y Cajal, S. (1899). Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados.
- MacLean, P. D. (1990). The triune brain in evolution: Role in paleocerebral functions. Plenum Press.