

SISTEMA ENDOCRINO Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN EN PSICOBIOLOGÍA

Psicobiología del
Comportamiento

Bloque 3

El presente material recopila una serie de definiciones, explicaciones y ejemplos prácticos de autores especializados que te ayudarán a comprender los temas principales de este bloque.

Las marcas usadas en la antología son única y exclusivamente de carácter educativo y de investigación, sin fines lucrativos ni comerciales.

Sistema endocrino y técnicas de investigación en psicobiología

5. Sistema endocrino

Las funciones del organismo están reguladas por tres sistemas de control:

- El sistema nervioso
- El sistema hormonal o sistema endocrino
- El sistema inmunológico

El sistema endocrino tiene un papel muy importante porque conduce los distintos sistemas de acuerdo con un plan general diseñado para mantener la supervivencia del individuo. Se encarga de funciones vitales a corto plazo, como la regulación de la provisión, el almacenamiento y consumo de energía, el control del volumen y de composición del medio interno (Wilson, 1998).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Cáncer (2019), el sistema endocrino se define como un sistema compuesto de glándulas y células que producen hormonas, las cuales se liberan directamente en la sangre y circulan a los tejidos y órganos de todo el cuerpo. Este sistema controla el crecimiento, el desarrollo sexual, el sueño, el hambre y la forma en que el cuerpo usa los alimentos.

La regulación y coordinación de funciones de las diferentes células del organismo se realiza a través de dos sistemas: el nervioso y el endocrino. En el caso del primero, la información se transmite mediante señales rápidas de naturaleza eléctrica; en cambio, el **sistema hormonal** utiliza señales más lentas de naturaleza química: las hormonas (Guyton y Hall, 2006).

De acuerdo con Jara (2001), las hormonas son producidas por un tipo de células que se llaman células endocrinas, las cuales circulan por la sangre y llegan hasta las células diana, ejerciendo sobre ellas un efecto regulador. Las hormonas actúan sobre todos los sistemas del organismo y regulan la homeostasis, que permite mantener un medio interno estable.

Tanto el sistema nervioso como el sistema endocrino están estrechamente relacionados, ya que muchas neuronas secretan hormonas, a esto se le conoce como *neurosecreción*. También se ha observado que muchas hormonas funcionan también como neurotransmisores del sistema nervioso central.

5.1. Glándulas y hormonas

Foz (1993) describe que las glándulas endocrinas están formadas por grupos de células secretoras rodeados por tejido conectivo o conjuntivo de sostén, que les proporciona vasos sanguíneos, capilares linfáticos y nervios.

La función primaria de las glándulas endocrinas es la liberación de hormonas; sin embargo, otros órganos como el estómago, el hígado y el intestino también liberan hormonas en la circulación general, así que son parte del sistema endocrino, en sentido estricto.

De acuerdo con Shimmer y Parker (1999), las glándulas endocrinas del cuerpo humano incluyen la hipófisis o glándula pituitaria, la glándula tiroidea, las glándulas paratiroides, las glándulas suprarrenales y la glándula pineal. Además, varios órganos contienen tejido endocrino que, aunque no constituye una glándula endocrina por sí mismo, forma parte de la estructura del órgano en cuestión; esto sucede en el corazón, el páncreas, el estómago, el hígado, el intestino delgado, los riñones, los ovarios, los testículos, la placenta, o en células del tejido adiposo o de la sangre, como los linfocitos.

Dependiendo del lugar donde secretan las sustancias, las glándulas se clasifican de la siguiente manera (Graciela et al., s.f.):

- **Endocrinas:** no tienen comunicación con el exterior, de modo que la porción secretora de la glándula queda aislada y se relaciona con una red de capilares sanguíneos, en los cuales vierte su producto de secreción (hormonas).
- **Exocrinas:** segregan sustancias a través de ductos, como las sudoríparas.
- **Mixtas:** tienen componentes endocrinos y funciones exocrinas simultáneas.

Las glándulas que forman el sistema endocrino son endocrinas y las sustancias que secretan son hormonas que se transportan a los tejidos del cuerpo, a través de la sangre.

Foz (1993) señala que una hormona es una sustancia química secretada por una célula o grupo de células, que ejerce efectos fisiológicos sobre otras células del organismo, es decir, las hormonas son mensajeros químicos que se producen como respuesta a determinados estímulos provenientes del interior o exterior del organismo. De esta manera, cuando las hormonas llegan a la célula, se produce una síntesis que modifica el metabolismo celular, ya que hay receptores específicos para cada hormona.

Las hormonas locales actúan en células diana próximas a su lugar de liberación, pueden ser paracrinas (como la histamina, que actúa sobre células vecinas), o autocrinas (como la interleucina-2, que actúa sobre la misma célula que la secretó). Por su parte, las hormonas generales o circulantes son transportadas por la sangre a todos los tejidos del organismo, y actúan sólo en células que poseen receptores específicos para ellas y que, por lo tanto, se denominan células diana. Algunas hormonas generales afectan a todas o casi todas las células del organismo, como la hormona del crecimiento o las hormonas tiroideas. Pero otras afectan sólo a tejidos específicos.

Las secreciones hormonales se producen en concentraciones muy bajas y tienen efectos muy poderosos. Las hormonas circulantes pueden permanecer en la sangre y realizar sus efectos al cabo de minutos u horas después de su secreción. Con el tiempo, las hormonas circulantes se vuelven inactivas por el hígado y son excretadas por los riñones. En caso de insuficiencia hepática o renal, la excesiva cantidad de hormonas o de sus productos metabólicos en la sangre puede causar problemas de salud.

Como ya hemos dicho, las funciones del cuerpo humano están reguladas por el sistema nervioso y el endocrino. El sistema nervioso controla la homeostasis (mantenimiento de un medio interno estable), a través de impulsos nerviosos (potenciales de acción) conducidos a lo largo de los axones de las neuronas. Al alcanzar las terminales axonales, los impulsos nerviosos provocan la liberación de moléculas de neurotransmisores (Guyton y Hall, 2006). El resultado es la excitación o inhibición de otras neuronas específicas, la contracción o relajación de fibras musculares y el aumento o disminución de la secreción de células glandulares. Debido a esto, la médula suprarrenal y la hipófisis posterior secretan sus hormonas sólo en respuesta a estímulos nerviosos, y se secretan muchas hormonas de la hipófisis anterior, como respuesta a la actividad nerviosa del hipotálamo.

El hipotálamo controla la producción de hormonas trópicas de la hipófisis. A través de estas hormonas, la hipófisis actúa sobre las glándulas para que éstas produzcan sus propias hormonas. La hipófisis regula el funcionamiento de todas las glándulas endocrinas, por lo que también se conoce como cerebro endocrino.

Por su parte, el sistema endocrino libera hormonas que, a su vez, pueden promover o inhibir la generación de impulsos nerviosos. También puede suceder que varias moléculas actúen como hormonas en algunas zonas y como neurotransmisores en otras, como sucede con la adrenalina, por ejemplo.

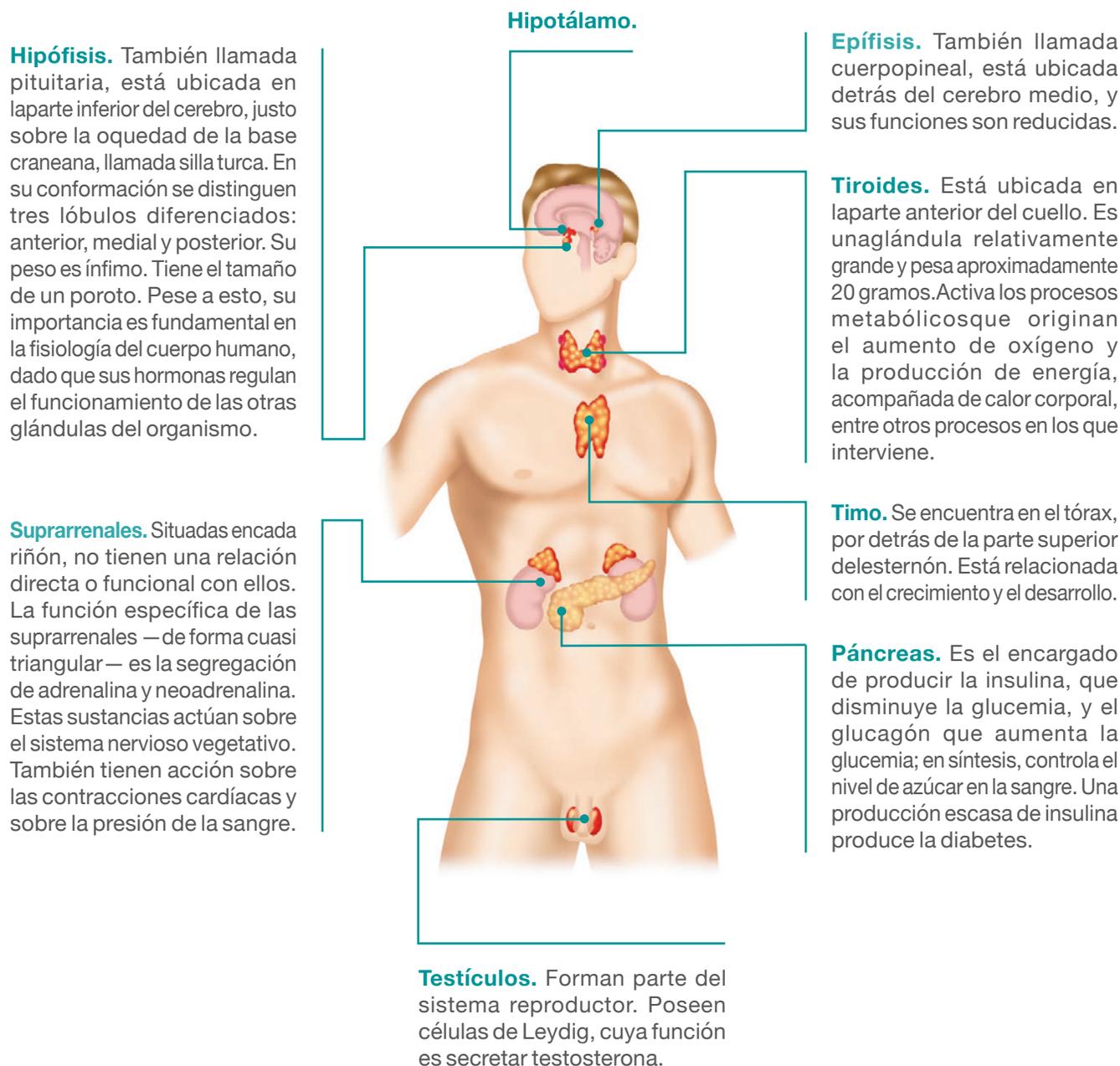
Las hormonas controlan, sobre todo, las diversas funciones metabólicas del organismo: regulan la velocidad de las reacciones químicas en las células, el transporte de sustancias a través de las membranas celulares y otros aspectos del metabolismo celular, como el crecimiento y el desarrollo. Ambos sistemas, el nervioso y el endocrino, están coordinados entre sí como un supersistema de control llamado Sistema Neuroendocrino. Los impulsos nerviosos tienden a producir sus efectos con gran rapidez, en unos pocos milisegundos, mientras que algunas hormonas pueden actuar en segundos y otras pueden tardar varias horas en realizar sus efectos (Carlson, 1989).

El sistema endocrino está compuesto por las siguientes glándulas:

- **La hipófisis.** Se ubica en la base del cerebro y regula la actividad de la mayor parte de las glándulas endocrinas; junto con el hipotálamo, determina la cantidad de estimulación que necesitan las glándulas sobre las que actúan.
- **Tiroides y paratiroides.** Está constituida por esferas huecas de paredes celulares que extraen yodo de la sangre y lo combinan con un aminoácido para formar dos hormonas: la tiroxina y la calcitonina. Ambas se almacenan en el interior de las vesículas y posteriormente se vierten a la sangre.
- **Timo.** Es muy importante en inmunología y se localiza en el mediastino. Esta glándula segrega timosina, que estimula el desarrollo del tejido linfático.

- **Glándulas suprarrenales (o adrenales).** Se ubican en el polo superior de los riñones.
- **Páncreas.** Es una glándula exocrina, ubicada en el aparato digestivo. El tejido glandular forma islotes pancreáticos que contienen células beta (insulina) y células alfa (glucagón).
- **Glándulas sexuales (ovarios y testículos).** Los ovarios producen estrógeno y progesterona, mientras que los testículos, testosterona.

Figura 1. Glándulas del sistema endocrino.



Fuente: Graciela (s.f.).

5.2. Alteraciones hormonales

Las causas de los trastornos endocrinos pueden estar relacionadas con las fases por las que pasan las hormonas desde su biosíntesis hasta su eliminación, las cuales abarcan el traslado y los sistemas de regulación.

De acuerdo con Froesch (1983), los trastornos endocrinos se pueden agrupar de la siguiente manera, según su causa:

- **Trastornos congénitos de la biosíntesis de la secreción de las hormonas.** La mayoría de las veces se trata de trastornos del metabolismo, por lo general se presentan ciertas enfermedades de la corteza suprarrenal y del tiroides, como el síndrome adrenogenital y el cretinismo familiar. Menos frecuentes son los trastornos congénitos de la síntesis de las hormonas peptídicas de la hipófisis y del páncreas; la diabetes insípida aparece como un trastorno hipotalámico hereditario. La diabetes mellitus es la más frecuente y es raro que se acompañe de déficit de hormona de crecimiento o parathormona.
- **Trastornos de la secreción.** Se ha observado que en determinadas diabetes no existe un problema de producción sino de secreción de insulina, ya que la reserva de esta hormona en las células insulares es normal en algunos casos (Shimmer y Parker, 1999).
- **Trastornos del transporte o traslado hormonal.** Las hormonas esteroideas, poco solubles en agua, y las hormonas tiroideas requieren la ayuda de proteínas transportadoras para su circulación en la sangre. Es muy interesante el hecho de que tanto la disminución (pérdida proteica) como el aumento de la proteína de transporte (embarazo, anovulatorios), no producen ninguna endocrinopatía, debido a que la hormona sólo actúa cuando está en estado libre.
- **Trastornos de la acción de las hormonas.** La ausencia de transformación de una prehormona en una hormona activa se debe a que la mayoría de las glándulas de secreción interna no segregan prehormona. La testosterona, que parece ser la única excepción, se transforma en dihidrotestosterona mediante la testosterona 5- α -reductasa, cuya ausencia impide la acción propia de la hormona en el desarrollo sexual masculino (Wilson, 1998).
- **Defectos de los receptores.** Se conocen defectos relacionados con las hormonas de crecimiento, parathormona y testosterona. Se ha comprobado que una serie de trastornos se asocian a estas hormonas, los cuales son semejantes a los que se presentan cuando hay carencia de las mismas, pero los niveles sanguíneos se conservan dentro de los niveles normales (Carlson, 1989).
- **Ausencia de sustancias intracelulares portadoras de la hormona.** Es probable que las hormonas que no actúan sobre la membrana (pues deben llegar al núcleo a través del citoplasma) no ejerzan su acción por falta de sustancias transportadoras intracelulares, aunque no se ha demostrado en ninguna enfermedad.
- **Trastornos de metabolismo y excreción de las hormonas.** En el hipertiroidismo es típico el metabolismo acelerado de todas las hormonas esteroídicas, pero parece ser que no hay consecuencias endocrinas.

- **Trastornos del sistema de regulación.** El ejemplo clásico de un trastorno de retroalimentación hipotalámico-hipofisario periférico es el síndrome de Cushing con hiperplasia de ambas glándulas suprarrenales, en el que el centro del factor estimulante de la hormona adrenocorticotropa (ACTH) en el hipotálamo no se inhibe por cantidades normales de cortisol y sigue funcionando. El síndrome de Cushing comprende tres trastornos patogénicos distintos: hipofisario (68%), suprarrenal (17%) y ectópico (15%) (Ster, 1989).
- **Producción por tumores de glándulas endocrinas.** Los tumores activos sobre las hormonas con frecuencia producen más hormonas, independientemente de los sistemas hormonales. La mayor parte de síndromes de hiperfunción endocrina, como el adenoma de Cushing, el feocromocitoma, el adenoma autónomo del tiroides, la enfermedad de Basedow, etc., pertenecen a este grupo.
- **Producción hormonal ectópica.** Ocasionalmente los tumores malignos que no aparecen en territorios endocrinos son capaces de producir hormonas, por lo que producen hiperfunción endocrina. El 15% de los casos de síndrome de Cushing tiene este origen. Otro caso digno de mención es la hiperglucemia tumoral independiente de la insulina.
- **Hipofunción endocrina por destrucción de la glándula.** Existen diferentes patogenias para explicar la destrucción de una glándula endocrina. Por ejemplo, el hipopituitarismo se debe a tumores de la hipófisis que suprimen el tejido hormonalmente activo. También se ha señalado que la diabetes mellitus es una complicación relativamente frecuente tras una pancreatitis; mientras que tuberculosis a veces es causa de calcificación de la corteza suprarrenal y, por lo tanto, de una insuficiencia de esta glándula endocrina (Wilson, 1998).
- **Síndrome psíquico endocrino.** En la insuficiencia de la hipófisis, tiroides o corteza suprarrenal, es común que se presente apatía, falta de ánimo, cansancio, falta de concentración y mal humor depresivo; en el hipertiroidismo los pacientes pueden tener insomnio y estar irritados. En el síndrome de Cushing existe una amplia gama de posibilidades, desde una paranoia grave hasta una esquizofrenia con mutismo. Estos cuadros generalmente se normalizan después de un tratamiento endocrino adecuado (Froesch, 1983).

5.3. Repercusiones en la conducta y las emociones

Aunque hay una gran variedad de hormonas producidas por el sistema endocrino, sólo retomaremos algunas que pueden ocasionar una alteración bastante notable dentro de la conducta y las emociones del individuo, debido a un cambio de su producción (Wilson, 1998).

- **Prolactina.** Actúa junto a otras hormonas para iniciar la secreción de leche por las glándulas mamarias. En la escala evolutiva, la prolactina es una hormona antigua, que sirve a múltiples funciones en el organismo.

Su disminución provoca el síndrome de Sheehan, caracterizado por la ausencia de producción de leche materna. El aumento de esta hormona en las mujeres causa una disminución de la función ovárica, y de la frecuencia de los períodos menstruales (incluso pueden desaparecer por completo), también se presentan síntomas de deficiencia de estrógenos, pérdida de deseo sexual, sequedad de la vagina, infertilidad y lactancia anormal en algunos casos. En los hombres hay una disminución de la secreción de gonadotropinas y, por lo tanto, disminuye la función testicular.

- **Adrenocorticotropina.** Esta hormona regula la sensibilidad al estrés y la ansiedad, aumenta la atención y la concentración, despierta la memoria, proporciona un aspecto bronceado a la piel y participa en el crecimiento del cabello. Cuando disminuye en la glándula suprarrenal, puede desencadenar pérdida de peso, falta de apetito, debilidad, náusea, vómito, actividad hipocinética del corazón, irritabilidad gástrica y presión arterial baja; mientras que el aumento provoca crecimiento excesivo de dicha glándula o tumores en ella.

También causa trastornos alimenticios y cómo influye en el estrés y la ansiedad, puede generar un control inadecuado de la frustración, lo que lleva a la persona a actuar de manera agresiva, e incluso puede presentar psicopatologías en la función de memoria.

- **Endorfinas.** Contribuyen en gran medida a la recuperación de los padecimientos y tienen funciones esenciales para la salud: promueven la calma, crean un estado de bienestar, mejoran el humor, reducen el dolor, retrasan el proceso de envejecimiento, potencian las funciones del sistema inmunitario, disminuyen la presión sanguínea, contrarrestan los niveles elevados de adrenalina asociados a la ansiedad, y ayudan a reducir los síntomas de cansancio (Wilson, 1998).

El aumento de endorfinas alivia el dolor interno en nuestro cuerpo (el mecanismo que tiene nuestro cuerpo para indicarnos que algo no anda bien). La disminución nos pone en un estado vulnerable, con mayor propensión a enfermedades.

Si se producen en exceso, una persona no sería capaz de detectar los peligros, así que estaría en un constante estado de experimentación, sin medir las consecuencias; además podría presentar conductas de riesgo y desarrollar conductas depresivas.

- **Melatonina.** Se produce principalmente en la glándula pineal. Esta hormona participa en una gran variedad de procesos celulares, neuroendocrinos y neurofisiológicos, como el control del ciclo diario del sueño y la disminución de oxidación. Los déficits de melatonina pueden ir acompañados de insomnio y depresión, además de altos niveles de estrés y cansancio, por lo que pueden aumentar los niveles de agresión de la persona.
- **Oxitocina.** Esta hormona se relaciona con la conducta sexual, la felicidad y el sentimiento maternal y paternal. Contribuye a modular el estado de ánimo y a construir las relaciones sociales entre las personas. Tiene varios apodosos por su papel en el cuerpo humano, se conoce como “la hormona del amor”, “la hormona de la felicidad” o “la hormona de los mimosos” (Guyton y Hall, 2006).

La oxitocina tiene un papel relevante en la conducta del individuo, debido a que participa de forma activa en el control de las emociones humanas, y se ha relacionado con ciertos comportamientos como el vínculo entre padres e hijos, la fobia social, la empatía y la capacidad de aprendizaje y la memoria (Guyton y Hall, 2006).

- **Adrenalina.** Es una hormona que segregan las glándulas suprarrenales. La sustancia tiene la capacidad de contraer los vasos sanguíneos, dilatar las vías respiratorias y aumentar la frecuencia cardíaca.

El organismo segrega adrenalina cuando se siente amenazado o en peligro. Este proceso constituye una respuesta fisiológica ante diversas situaciones que preparan al individuo para huir del riesgo o para luchar contra aquello que lo amenaza, esto provoca los ataques de pánico, que se enfocan en proteger la integridad de las personas (Davidson, 1989).

- **Tiroxina.** Es una de las hormonas producidas por la glándula tiroides, ayuda a regular el sistema suprarrenal y es importante para la energía, el crecimiento normal y el desarrollo, la capacidad de mantener un peso saludable, así como la estabilidad en el estado de ánimo. Su disminución produce hipotiroidismo y su aumento causa hipertiroidismo.

Siempre que exista una disminución o exceso de esta hormona, habrá afectaciones notables en el estado anímico de la persona, volviéndola más propensa a reaccionar de manera impulsiva, sobre todo cuando presenta hipertiroidismo.

- **Cortisol.** Se considera la hormona del estrés, pues el organismo la produce en situaciones de emergencia, para ayudarnos a enfrentar los problemas. Cuando estamos en una situación de alarma y estrés, nuestro cerebro envía un mensaje a las glándulas adrenales para que liberen cortisol, esta hormona hace que el organismo libere glucosa a la sangre, para enviar cantidades masivas de energía a los músculos.

Jara (2001) menciona que el exceso en la producción del cortisol se relaciona con diversos síntomas que afectan la conducta de la persona, pues provocan reacciones agresivas ante estímulos de la vida diaria. Estos síntomas son: falta de sentido del humor, irritabilidad constante, sentimientos de ira, ganas de llorar, cansancio permanente aun cuando no hagamos nada, dolores de cabeza, falta de apetito o gula desmesurada, disminución de las defensas, y pérdida de memoria (debido a que el nivel alto de cortisol daña la conexión entre las células cerebrales).

No cabe duda de que el enfoque biopsicosocial nos permite entender mejor las diversas conductas dentro de la sociedad, pues las hormonas tienen gran influencia a nivel biológico sobre el individuo, haciéndolo más susceptible a responder con agresividad o indiferencia a situaciones cotidianas.

Muchas veces no es que la persona busque estar inmersa en algún hecho antisocial, asocial o delictivo, sino que su conducta puede ser consecuencia de una alteración hormonal. Por ello es de suma importancia poner énfasis en el sistema endocrino, porque al tener conocimientos en esa área, podremos solicitar un estudio clínico para que el diagnóstico y tratamiento de las personas sea lo más riguroso posible.

6. Técnicas de investigación en psicobiología

La complejidad del cerebro humano dificulta su estudio. Hasta hace poco tiempo era imposible examinar directamente los mecanismos que ponen en funcionamiento las percepciones y recuerdos, o los pensamientos y sentimientos. En la actualidad, con las nuevas técnicas de investigación en psicobiología y neurociencias, podemos visualizar la estructura y el funcionamiento de cerebro, observando su interior como si fuera una radiografía.

La cartografía del cerebro ha permitido obtener la instrumentación necesaria para comprender la actividad mental. A continuación, revisaremos las principales técnicas de investigación en psicobiología.

6.1. Histológicas

Jara (2001) menciona que el término Histología General se refiere a un nivel de organización biológica, por el que las células y los componentes del espacio extracelular adquieren disposiciones estructurales y funcionales más complejas y variadas. Esto permite la aparición de nuevos elementos arquitectónicos o fisiológicos para la construcción y el funcionamiento de los seres vivos y de niveles jerárquicos superiores de organización (órganos, sistemas, aparatos).

La mayoría de las técnicas histológicas preparan el tejido para su observación con el microscopio óptico o electrónico. Esto se debe a que la composición de los tejidos, salvo en contadas ocasiones, no tiene contraste ni colores que permitan diferenciar sus estructuras de manera clara, a través de la observación directa con los microscopios. Por ello hay que procesar las muestras, primero para que no se deterioren y después para resaltar sus estructuras y examinarlas a detalle.

Existen procedimientos rápidos y simples para la observación de tejidos y células vivas, los cuales se conocen como *vitales*.

- **Procedimientos intravitales:** Permiten la observación dentro del cuerpo, por ejemplo para analizar el flujo sanguíneo en los capilares del sistema circulatorio.
- **Técnicas histológicas supravitales:** las células y los tejidos se mantienen o se hacen crecer fuera del organismo, como es el caso de los cultivos de células y de tejidos.
- **Técnicas histológicas postvitales:** las células mueren durante el proceso, pero las características morfológicas y moleculares que poseían en estado vivo se conservan lo mejor posible, lo que depende del tipo de técnica empleada.

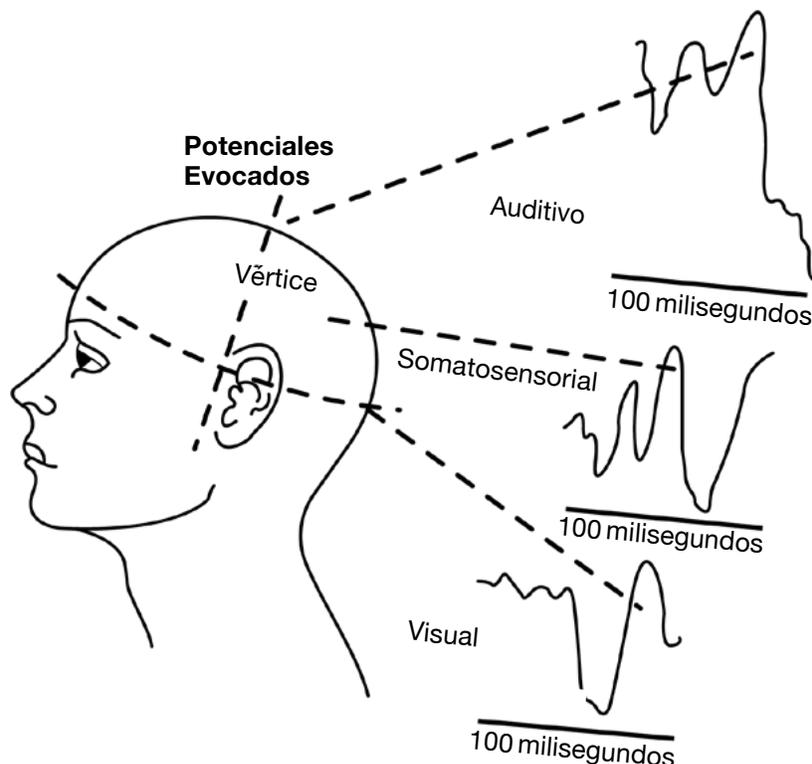
6.2. Electrofisiológicas

Rodríguez, Prieto y Bernal (2011) estudian el registro de los Potenciales relacionados con Eventos (PRE), una de las técnicas electrofisiológicas más importantes para la comprensión de las bases de procesos cognitivos. Los PRE permiten evaluar, en tiempo real, la relación dinámica entre la actividad cerebral y el proceso psicológico que se estudia, es decir, reflejan los cambios en la actividad eléctrica cerebral, que tienen una relación temporal específica con los estímulos físicos o los procesos cognoscitivos que lo provocan. (Ramírez y Hernández, s.f.).

Los PRE consisten en una serie de cambios de voltaje que se visualizan como picos positivos o negativos y se presentan en tiempos sucesivos a partir de la presentación de estímulos, a estos picos de voltaje se les conoce como potencial de estímulo. Si el estímulo que se presenta es visual, se manifiestan componentes sensoriales en latencia temprana. Los componentes que se presentan antes de los 100 ms de latencia se conocen como componentes exógenos, se determinan por las características físicas de los estímulos que los generan, como intensidad, frecuencia, color, tamaño, entre otros, y son relativamente insensibles a los cambios en el estado psicológico del sujeto (Rodríguez, Prieto y Bernal (2011).

Por su parte, el magnetoencefalograma (MEG) es una técnica relacionada con los PRE, debido a su funcionamiento. El MEG permite comprender el flujo de corrientes eléctricas dentro del sistema.

Figura 2. Técnica electrofisiológica PRE.



Fuente: Morales (2015)

Los parámetros más comunes que se miden en los PRE son: amplitud (se determina de acuerdo con la línea base), latencia (tiempo que transcurre entre la presentación del estímulo y la aparición del punto máximo, se mide en milisegundos ms), distribución topográfica (lugar del cráneo donde se presenta con mayor amplitud). (Rodríguez, Prieto y Bernal, 2011).

Los PRE se clasifican como exógenos y endógenos. En los exógenos, las características de sus componentes dependen de las propiedades físicas del estímulo sensorial y no son afectados por la manipulación cognitiva; mientras que los endógenos o cognitivos dependen de la interacción del sujeto con el estímulo, y varían según la relevancia de la tarea que los genera, así como de la naturaleza del procesamiento requerido.

Los potenciales endógenos se relacionan con el procesamiento cognitivo de la información contenida en un estímulo. También se han descrito numerosos componentes endógenos vinculados a determinadas tareas o procesos psicológicos, por lo que constituyen una herramienta útil para la investigación de los mismos.

6.3. Biofeedback

También se conoce como biorretroalimentación. Se define como el conjunto de procedimientos que proporcionan información a una persona sobre su actividad fisiológica y le permiten modificarla de forma voluntaria (Carrobles y Godoy, 1987).

Todas las técnicas de *biofeedback* tienen tres objetivos fundamentales: 1) adquirir el control del sistema fisiológico de respuesta, por medio de entrenamiento, 2) conservar el autocontrol en ausencia de feedback, 3) conseguir la generalización y mantenimiento del autocontrol aprendido.

Las técnicas de *biofeedback* han contribuido al tratamiento de numerosos trastornos psicosomáticos que son útiles para modificar la conducta, y que en muchas ocasiones resultan exitosos. En la actualidad hay una amplia gama de enfermedades de etiología psicosomática, que son consecuencia del estilo de vida o están asociadas a situaciones de estrés o a conductas inadecuadas; por ejemplo: la hipertensión esencial, las cefaleas, algunos trastornos gástricos, etc.

El *neurofeedback* es una técnica utilizada como método terapéutico para las disfunciones cognitivas en tres ámbitos cerebrales: 1) la conectividad global que suponen los circuitos neuronales, 2) la neuroplasticidad o capacidad del cerebro para reintegrar información en las distintas áreas y para categorizar la totalidad del contenido percibido por los sentidos, 3) el refuerzo automático de la red ejecutivo central y de prominencia, es decir, la red responsable de supervisar y regular el control voluntario de atención y las capacidades necesarias para realizar tareas cognitivas complejas que requieren un grado de atención particular (Thompson et al., 2008). Un ejemplo de estas tareas son los juegos y los deportes de precisión (Wilson & Gunkelman, 2001).

El *neurofeedback* comenzó a hace 30 años en psiquiatría, y los primeros estudios se dedicaron a la epilepsia y el TDAH (Cantor et al., 1986). En los niños, esta técnica busca regular y mantener su atención en una tarea determinada, teniendo en cuenta que los desórdenes atencionales son factores de riesgo que afectan el rendimiento académico y social (Monteoliva, Ison y Pattini, 2014).

Además del uso de neurofeedback en patologías mentales, Raymond y colaboradores (2005) estudiaron la personalidad de un grupo de sujetos, con escalas como el *Profile of Mood States* (POMS) y el *Minnesota Multiphasic Personality Inventory* (MMPI), alternando el protocolo alpha/theta con las escalas psicométricas. Su estudio muestra que la técnica podría normalizar los rasgos desviados de personalidad y aumentar los sentimientos de bienestar.

6.4. Imagenología

Al ser no invasivas, las técnicas de neuroimagen permiten el estudio del cerebro (con vida y en pleno funcionamiento). Se clasifican de la siguiente manera:

- **Técnicas funcionales:** resonancia magnética espectroscópica (RMS), tomografía por emisión de positrones (TEP) y tomografía por emisión de fotones simples computarizada (SPECT).
- **Técnicas estructurales:** resonancia magnética estructural (RME) y tomografía axial computarizada (TAC).

Las técnicas funcionales se preocupan más por las funciones cognitivas y la correlación de áreas cerebrales con el comportamiento, mientras que las técnicas estructurales se enfocan en las estructuras o la citoarquitectura neuronal (Hassabis et. al, 2013).

En los últimos años, las técnicas de neuroimagen también se han utilizado para analizar el aspecto afectivo, emocional y motivacional de las personas, por lo que los científicos sociales las han utilizado para sus hipótesis y teorías (Weng et al., 2013).

Antes el estudio de las demencias se vinculaba sólo con la psiquiatría, pero gracias a la neuroimagen, ahora ha podido ser abordado desde la neurobiología, la neuroquímica, la neuropsiquiatría y la psicobiología, divisiones de las ciencias cognitivas que han aprovechado la interdisciplinariedad de la neuroimagen para darle un sustento físico y comprobable a la inmensa diversidad de comportamientos humanos, sociales y culturales existentes (Chester et al., 2014).

La neuroimagen ha servido para establecer diagnósticos mucho más claros y precisos, e identificar patrones de enfermedad y daños estructurales y funcionales provocados por toda la amplia gama de enfermedades degenerativas y demencias.

El advenimiento de las técnicas de neuroimagen permitió dejar de estudiar las neuropatologías con autopsias y procedimientos invasivos de alto riesgo, pues los nuevos métodos de exploración de la actividad cerebral que dañan ni alteran de ninguna forma este órgano, y permiten observar el correlato neural entre la conducta y las sinapsis, de una forma que nunca antes se había podido conseguir (Dunne y O'Doherty, 2013).

Como hemos visto, es muy importante que se comprenda la actividad de las glándulas y hormonas, así como su relación con la conducta y el estado de ánimo. Hoy en día ya contamos con una gran diversidad de técnicas confiables que pueden ayudar con el diagnóstico y tratamiento de las diferentes alteraciones hormonales y cerebrales, e incluso se están utilizando para explorar otros aspectos que antes se ignoraban.

Figura 3. Análisis de neuroimagen.



REFERENCIAS

- Cantor, D. et al. (1986). Computerized EEG, analyses of autistic children. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 16 (2), pp. 169-187.
- Carlson, H. (1989). Enfermedades de la hipófisis anterior (pp. 57-77). En Lavin, N. *Endocrinología y Metabolismo*. Barcelona: Salvat.
- Chester, D. et al. (2014). The interactive effect of social pain and executive functioning on aggression: an fMRI experiment. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10 (4), pp. 1-6.
- Davidson, M. (1989) Hipoglucemia en los adultos. En Lavin, N. *Endocrinología y Metabolismo* (pp. 543-562). Barcelona: Salvat Ed.
- Dunne, S. & O'Doherty, J. (2013). Insights from the application of computational neuroimaging to social neuroscience. *Current Opinion in Neurobiology*, 11 (9), pp. 1-6.
- Foz, M. (1993). Enfermedades de las glándulas suprarrenales. En Rozman, C. *Medicina Interna* (Vol. II). (12ª ed). Barcelona: Doyma.
- Froesch. E. (1983). Secreción Interna. En Bühlman A. y Froesch E. *Fisiopatología* (pp. 255-308). Barcelona: Ed. Médica y Técnica.
- Graciela. C. et al. (s/f). Anatomía y fisiología del cuerpo humano. Colombia: Grupo Clasa. Recuperado de <https://clea.edu.mx/biblioteca/Anatomia-y-fisiologia-del-cuerpo-humano.pdf>
- Instituto Nacional de Cáncer. (2019). *Sistema endocrino*. Diccionario de cáncer. Recuperado de <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/sistema-endocrino>
- Jara, A. (2001). *Endocrinología*. Madrid: Panamericana.
- Monteoliva, J., Ison, M. & Pattini, A. (2014). Evaluación del desempeño atencional en niños: Eficacia, eficiencia y rendimiento [Evaluation of attentional performance in children: Effectiveness, efficiency and performance]. *Interdisciplinaria*, 31(2), pp. 213-225.
- Morales, M. (2015). *Técnicas y métodos electrofisiológicos para el estudio de la relación entre el cerebro y conducta* [entrada de blog]. Recuperado de <http://metodoselectrofisiologicos.blogspot.com/>
- Ramírez, S. & Hernández, J. (s/f). Potenciales evocados relacionados con eventos cognoscitivos. *Guía Neurológica* 7 (pp. 189-195). Recuperado de <http://www.acnweb.org/guia/g7cap20.pdf>

REFERENCIAS

Raymond, J. et al. (2005). The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood. *Cognitive Brain Research*, 23, pp. 287-292.

Rodríguez, C., Prieto, B. y Bernal, J. (2011). Potenciales relacionados con eventos (PRE): aspectos básicos y conceptuales. En Silva, J. *Métodos de neurociencias cognoscitivas* (pp. 41-67). México: El manual moderno.

Shimmer, B. & Parker, K. (1999). Hormona suprarrenocorticotrófica, esteroides suprarrenocorticales y sus análogos sintéticos; inhibidores de la síntesis y los efectos de las hormonas suprarrenocorticales. En Goodman y Gilman. *Las bases farmacológicas de la terapéutica*. (9ª ed). Madrid: Mc Graw-Hill.

Thompson, T. et al. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods* 3(45), pp. 279-288.

Weng, H. et al. (2013). Compassion training alters altruism and neural responses to suffering. *Psychological Science*, 24(7), pp. 1171-1180.

Wilson, J. (1998). Estudio del paciente con trastornos endocrinos y metabólicos. En Harrison. *Principios de Medicina Interna*. (14ª ed) (pp. 2233-41). Madrid: McGraw-Hill.

Wilson, V. & Gunkelman, J. (2001). Neurofeed-back in sport. *Biofeedback*, 29 (1), pp. 16-18.