TEMA 8: COMUNICACIÓN CELULAR. HORMONAS, NEUROTRANSMISORES Y FACTORES DE CRECIMIENTO. RECEPTORES.

LA COMUNICACIÓN CELULAR

1. ¿Por qué es importante la comunicación celular?

• **Las células no viven aisladas**; necesitan percibir y responder a estímulos de su entorno para sobrevivir y coordinar funciones.

• La **comunicación entre células** ocurre mediante un proceso llamado **señalización celular**.



2. Pero, ¿Cómo se Comunican las Células?

Las células responden continuamente a **señales del ambiente** tanto interno (**endógeno**) como externo (**exógeno**).

Esta señalización ocurre en tres pasos básicos:

- **Recepción**: Una célula detecta la señal a través de un **receptor** en su membrana o en su interior.
- **Transducción**: La señal es convertida en una serie de reacciones dentro de la célula.
- **Respuesta**: La célula ejecuta una acción en función de la señal recibida.

TIPOS DE SEÑALES EN LA COMUNICACIÓN CELULAR

Tipo de Señalización	Descripción
Autocrina	La célula responde a señales que ella misma produce.
Paracrina	La señal afecta a células cercanas.
Endocrina	La señal viaja por la sangre para alcanzar células lejanas (hormonas).
Sináptica	Ocurre en el sistema nervioso mediante neurotransmisores.

3. Moléculas Involucradas en la Comunicación Celular

• **Hormonas**: Moléculas que viajan por la sangre para actuar en células distantes.
• **Neurotransmisores**: Transmiten señales entre neuronas y células musculares o glandulares.
• **Factores de Crecimiento**: Regulan el desarrollo y proliferación celular.

4. Importancia de la Señalización Celular

• Regula el **crecimiento y desarrollo**.
• Coordina funciones en sistemas **nervioso, endocrino e inmunológico**.
• Permite la **respuesta a estímulos externos**, como el estrés o la inflamación.

Este tema es clave en **biología celular y medicina**, ya que muchas enfermedades están relacionadas con fallos en la señalización celular.

INTEGRACIÓN DE SEÑALES EN LA COMUNICACIÓN CELULAR

Las células reciben múltiples señales simultáneamente y deben **procesarlas e integrarlas** para generar una respuesta adecuada.

1. Tipos de Señales Extracelulares

Las células responden a **diferentes tipos de señales**, que pueden incluir:

- **Hormonas**: Señales de largo alcance transportadas por la sangre.
- **Neurotransmisores**: Comunicación rápida entre neuronas.
- **Factores de crecimiento**: Controlan la proliferación y diferenciación celular.
- **Moléculas de contacto**: Permiten la interacción entre células adyacentes.

2. Integración de Señales

Las células no responden a una sola señal, sino a la **combinación** de múltiples estímulos, lo que permite una regulación más precisa.

- **Ejemplo de integración de señales:**
  - Un factor de crecimiento puede estimular la **proliferación celular**, pero si una señal inhibitoria está presente, la célula no se dividirá.
  - La activación de un receptor puede **potenciar o bloquear** el efecto de otra señal.

3. Proceso Señal → Respuesta

El resultado final de la señalización celular depende de la **integración de las señales recibidas**.

Paso	Descripción
Recepción	La célula detecta la señal con un receptor específico.
Transducción	Se activan cascadas de señalización dentro de la célula.
Integración	La célula combina diferentes señales para definir su respuesta.
Respuesta	Se genera una acción específica, como proliferación, diferenciación o apoptosis.

4. Importancia de la Integración de Señales

- Permite una respuesta **precisa y coordinada** a estímulos del entorno.
- Evita respuestas inadecuadas, como el crecimiento celular descontrolado.
- Es clave en procesos como la **respuesta inmune, la regeneración celular y el metabolismo**.

→ La capacidad de una célula para integrar señales múltiples es esencial para su función en el organismo.

COMPONENTES DE LA SEÑALIZACIÓN CELULAR

La señalización celular es un proceso altamente regulado que involucra diferentes moléculas y proteínas que permiten la **transmisión y respuesta** a señales externas.

1. Elementos Claves en la Señalización Celular

La comunicación entre células ocurre a través de una serie de componentes bien definidos:

Componente	Función
Señal (1er mensajero)	Molécula extracelular (hormona, neurotransmisor, factor de crecimiento) que activa un receptor.
Receptor	Proteína en la membrana o en el interior de la célula que reconoce la señal.
Mensajeros secundarios (2º mensajeros)	Moléculas dentro de la célula que amplifican la señal y regulan procesos celulares.
Proteínas diana	Enzimas, proteínas del citoesqueleto o factores de transcripción que ejecutan la respuesta celular.
Respuesta final	Puede afectar el metabolismo, la expresión génica, el movimiento o la forma de la célula.

2. Ejemplo del Proceso de Señalización Celular

1. **Recepción de la señal**: Una hormona o neurotransmisor se une a un receptor específico en la membrana celular o dentro de la célula.

2. **Transducción de la señal**: La activación del receptor desencadena una cascada de eventos donde los **segundos mensajeros** amplifican la señal.

3. **Respuesta celular**: Dependiendo del tipo de célula y del estímulo, la señalización puede inducir:

- **Cambios en el metabolismo** (activación de enzimas).
- **Regulación de la expresión génica** (activación de factores de transcripción).
- **Modificación del citoesqueleto** (cambios en la forma y movilidad celular).

3. Importancia Biológica

• La señalización celular permite que las células **respondan al entorno**, regulando funciones esenciales como la **diferenciación celular, la proliferación y la apoptosis**.

• **Defectos en la señalización** pueden llevar a **enfermedades**, como el cáncer (cuando la proliferación celular no está bien regulada).

RESUMEN DEL PROCESO

Paso	Descripción
Señal (1er mensajero)	Molécula externa (hormona, neurotransmisor, etc.).
Receptor	Proteína que detecta la señal.
Mensajero secundario	Amplifica la señal dentro de la célula.
Proteína diana	Ejecuta la respuesta celular.
Respuesta final	Puede cambiar metabolismo, expresión génica o estructura celular.

→ La señalización celular es fundamental para la vida y regula todos los procesos biológicos esenciales.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SEÑALIZACIÓN CELULAR:

1. Esquema del Proceso

Señal (1er mensajero)
↓
Receptor
↓
Activación de 2º mensajeros
↓
Activación de proteínas diana
↓
Respuesta Celular

2. Explicación de las Etapas

1. **Señal (1er mensajero)**: Puede ser una **hormona, neurotransmisor o factor de crecimiento** que llega a la célula.
2. **Receptor**: Puede estar en la **membrana plasmática** (para señales **hidrofílicas**) o dentro de la célula (para señales **lipofílicas** como los **esteroides**).
3. **Activación de 2º mensajeros**: Moléculas como **AMPc, Ca^{2+} o DAG** amplifican la señal dentro de la célula.
4. **Activación de proteínas diana**: Pueden ser **enzimas metabólicas**, **factores de transcripción** o proteínas del **citoesqueleto**.
5. **Respuesta Celular**: Dependiendo de la señal, la célula puede cambiar su **metabolismo, expresión génica o estructura**.

MOLÉCULAS SEÑAL EN LA COMUNICACIÓN CELULAR

Las células responden a una amplia variedad de **moléculas señal** que regulan funciones como el metabolismo, el crecimiento y la respuesta al entorno. Estas moléculas pueden clasificarse según su **solubilidad en agua** y su **función biológica**.

1. Clasificación de las Moléculas Señal

Tipo de Molécula Señal	Ejemplo	Solubilidad
Hidrófilas	Glucagón, insulina, adrenalina	Solubles en agua
Lipófilas	Cortisol, estradiol, tiroxina (T4)	Poco solubles en agua

• **Las hidrófilas** actúan a través de **receptores de membrana**, ya que no pueden atravesar la bicapa lipídica de la célula.

• **Las lipófilas** atraviesan la membrana y se unen a **receptores intracelulares**, modulando la expresión génica.

2. Principales Tipos de Moléculas Señal

a) Hormonas

Regulan procesos fisiológicos y se transportan a través de la sangre.

- **Proteicas**: Glucagón, Insulina, Hormona del Crecimiento.
- **Esteroideas**: Cortisol, Aldosterona, Estradiol, Testosterona, Progesterona.
- **Tiroideas**: Triyodotironina (T3) y Tiroxina (T4).
- **Aminas biógenas**: Adrenalina, Noradrenalina, Serotonina, Melatonina.

b) Neurotransmisores

Mediadores de la comunicación entre neuronas.

- **Acetilcolina**: Implicada en la contracción muscular y transmisión nerviosa.
- **Aminoácidos**: Glutamato (excitador), glicina (inhibidor).
- **Aminas biógenas**: Dopamina, Noradrenalina, Serotonina, Histamina, GABA.
- **Péptidos**: β-endorfina, Angiotensina II.

c) Factores de Crecimiento

Regulan la proliferación celular y el desarrollo de tejidos.

- **PDGF (factor de crecimiento derivado de plaquetas)**.
- **EGF (factor de crecimiento epidérmico)**.
- Otros factores reguladores del crecimiento celular y regeneración tisular.

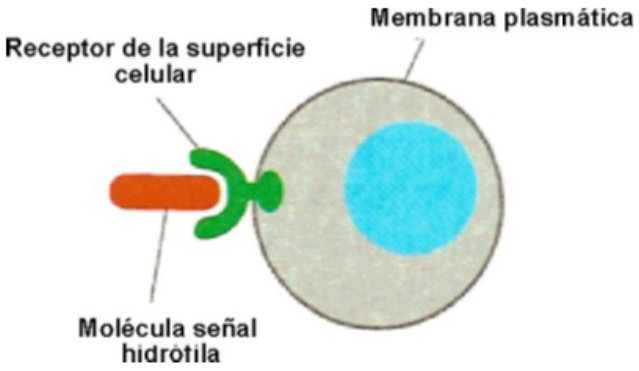
3. Importancia Biológica de las Moléculas Señal

- Permiten la **comunicación entre células** y la coordinación de funciones vitales.
- Regulación de procesos como **metabolismo, respuesta inmune y proliferación celular**.
- Alteraciones en la señalización pueden provocar **enfermedades como cáncer o trastornos endocrinos**.

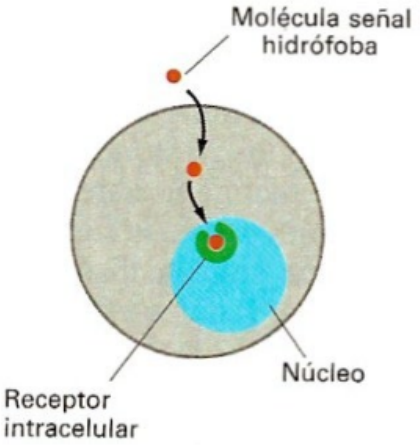
TIPOS DE RECEPTORES EN LA SEÑALIZACIÓN CELULAR

Los receptores son proteínas especializadas que permiten a las células recibir y procesar señales químicas del entorno. Se dividen en dos tipos principales: **receptores de superficie celular** y **receptores intracelulares**.

Receptores de la Superficie Celular



Receptores Intracelulares



1. Clasificación de los Receptores

Tipo de Receptor	Localización	Ejemplo de Moléculas Señal	Mecanismo de Acción
Receptores de superficie celular	Membrana plasmática	Hormonas proteicas, neurotransmisores, factores de crecimiento	Activan segundos mensajeros o abren canales iónicos.
Receptores intracelulares	Citosol o núcleo	Hormonas esteroideas, tiroideas, vitamina D	Regulan la transcripción génica.

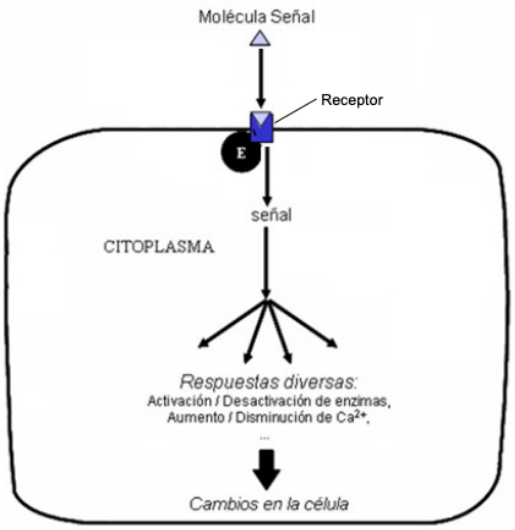
2. Receptores de la Superficie Celular

• Se localizan en la **membrana plasmática**.

• Son utilizados por **moléculas hidrófilas** (grandes y polares) que **no pueden atravesar la membrana**.

• **Mecanismo de acción**:

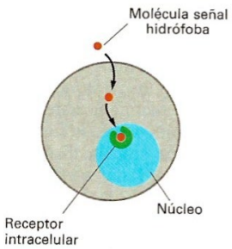
1. La **molécula señal** se une al receptor en la membrana.
2. Esto provoca un **cambio conformacional** en el receptor.
3. La señal se **transmite al interior de la célula**.
4. Se generan respuestas como:
   - **Activación o desactivación de enzimas**.
   - **Apertura o cierre de canales iónicos**.

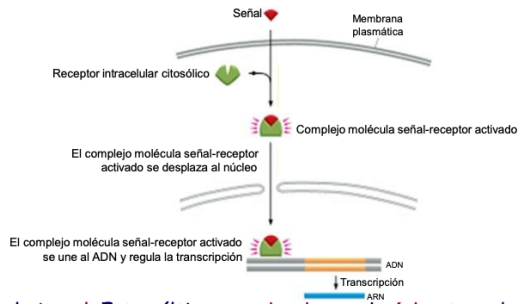


3. Receptores Intracelulares

• Se encuentran en el **citosol o el núcleo**.

• Interactúan con **moléculas lipofílicas** (hormonas esteroideas, tiroideas, retinoides, vitamina D).





• **Mecanismo de acción**:

1. La molécula señal **atraviesa la membrana plasmática** por difusión.
2. Se une a un **receptor intracelular en el citoplasma** o directamente en el núcleo.
3. El complejo **se transporta al núcleo** y se une al ADN.
4. Esto **regula la transcripción de genes**, alterando la producción de proteínas.

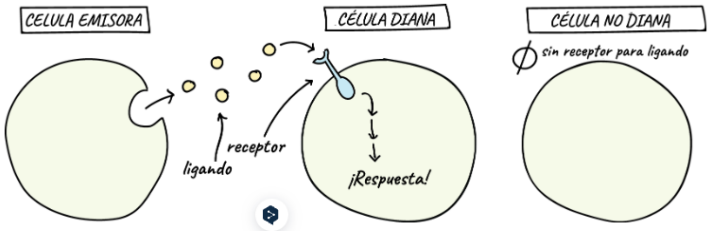
4. Importancia Biológica

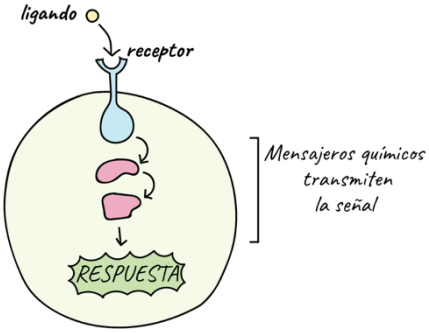
• La correcta señalización es crucial para **regular funciones metabólicas, crecimiento y diferenciación celular**.

• **Alteraciones en los receptores** pueden provocar enfermedades como cáncer o trastornos hormonales.

TIPOS DE SEÑALIZACIÓN CELULAR

Las células pueden detectar lo que pasa a su alrededor y responder en tiempo real a las señales que provienen del medio ambiente y de sus vecinas. Piensa que, en este preciso momento, nuestras células envían y reciben millones de mensajes en forma de moléculas señalizadoras utilizando diferentes tipos de señalización para coordinar funciones fisiológicas y responder a estímulos del entorno. Estas señales pueden transmitirse de diferentes maneras, dependiendo de la distancia entre la **célula emisora** y la **célula diana**.





Pero, no todas las células pueden "oír" un mensaje químico específico. Para detectar una señal (es decir, para ser una **célula diana**), la célula debe tener el **receptor** adecuado para esa señal. Cuando una molécula señalizadora se une a su receptor, altera la forma o actividad del receptor, lo que desencadena un cambio dentro de la célula. Debido a que funcionan uniéndose a receptores específicos, estas moléculas señalizadoras se conocen como **ligandos**, un término general para las moléculas que se unen de manera específica a otras moléculas.

1. Clasificación de la Señalización Celular

Tipo de Señalización	Distancia entre células	Ejemplo
Autocrina	La célula emisora y la diana son la misma.	Células tumorales, desarrollo embrionario.
Paracrina	La célula emisora está cerca de la diana.	Inflamación, cicatrización.
Endocrina	La célula emisora y la diana están lejos, comunicación a través del torrente sanguíneo.	Hormonas como insulina, adrenalina.
Neuronal	La señal viaja a través de neuronas.	Neurotransmisores como dopamina, serotonina.

2. Mecanismos de Acción de Cada Tipo de Señalización

a) Señalización Autocrina

• La **célula señalizadora y la célula diana son la misma**.

• Ejemplo: **Células tumorales** que producen y responden a sus propios factores de crecimiento.

• También es crucial en **desarrollo embrionario**.

b) Señalización Paracrina

• Ocurre entre **células cercanas**, sin necesidad de transporte por la sangre.

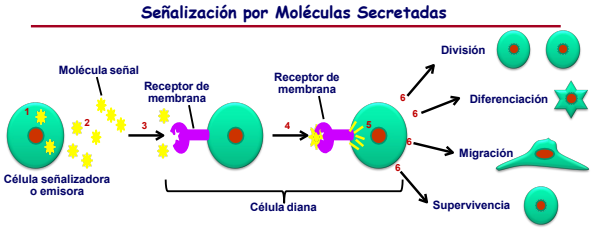
• **Ejemplo:**

  • **Inflamación**: Citocinas regulan la respuesta inmune.

  • **Cicatrización**: Factores de crecimiento estimulan la regeneración celular.

c) Señalización Endocrina
• Utilizada en **organismos pluricelulares**.
• La **célula señalizadora** libera **hormonas** al torrente sanguíneo para actuar en **células diana lejanas**.
• Ejemplo: **Insulina** liberada por el páncreas para regular la glucosa en todo el cuerpo.

d) Señalización Neuronal
• La comunicación ocurre a través de **neurotransmisores** en sinapsis.
• Ejemplo: **Acetilcolina** para la contracción muscular o **dopamina** en el sistema nervioso central.



1. Síntesis de la molécula señal por la célula señalizadora o emisora
2. Liberación de la molécula señal
3. Transporte de la molécula señal a la célula diana
4. Unión de la molécula señal a los receptores presentes en la célula diana
5. Propagación de la señal en el interior de la célula diana
6. Cambios en las células: División, Diferenciación, migración, supervivencia, etc.

3. Importancia de la Señalización Celular

• Regula el **crecimiento y diferenciación celular**.
• Controla la **respuesta inmune e inflamatoria**.
• Es crucial en la **homeostasis del organismo**.
• Alteraciones en estos procesos pueden llevar a **enfermedades como cáncer, diabetes o trastornos neurológicos**.

FUNCIONES DE LAS HORMONAS EN LA COMUNICACIÓN CELULAR

Las **hormonas** son moléculas señal clave en la **comunicación celular** para regular procesos esenciales. Se puede decir por tanto que son los mensajeros químicos del cuerpo. Viajan a través del torrente sanguíneo hacia los tejidos y órganos. Surten su efecto lentamente y, con el tiempo afectan a muchos procesos, como el **metabolismo**, el **crecimiento** y la **homeostasis**.

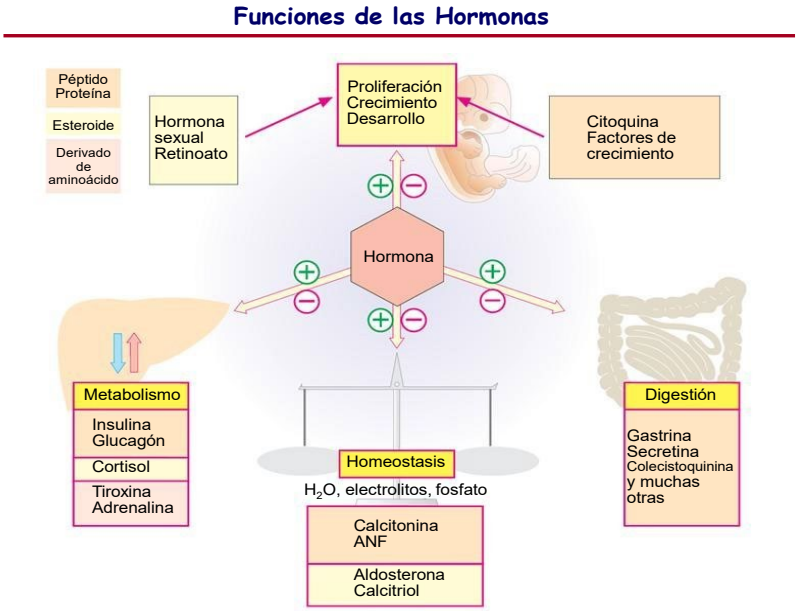
1. Las hormonas pueden clasificarse según su estructura química:

Tipo de Hormona	Ejemplo	Función Principal
Péptidos y Proteínas	Insulina, Glucagón	Regulan el metabolismo de la glucosa y la homeostasis energética.
Esteroides	Cortisol, Hormonas Sexuales	Modulan la respuesta al estrés y el desarrollo sexual.
Derivados de Aminoácidos	Tiroxina (T4), Adrenalina	Controlan el metabolismo y la respuesta al estrés.
Factores de Crecimiento	Citoquinas, Retinoato	Regulan la proliferación y el desarrollo celular.

2. Principales Funciones de las Hormonas

Las hormonas participan en múltiples funciones fisiológicas:
• **Metabolismo y digestión:**
- *Ejemplo:* Insulina y glucagón regulan los niveles de glucosa en sangre.
- *Ejemplo:* Gastrina y colecistoquinina regulan la digestión.
-

• **Homeostasis (Equilibrio corporal):**

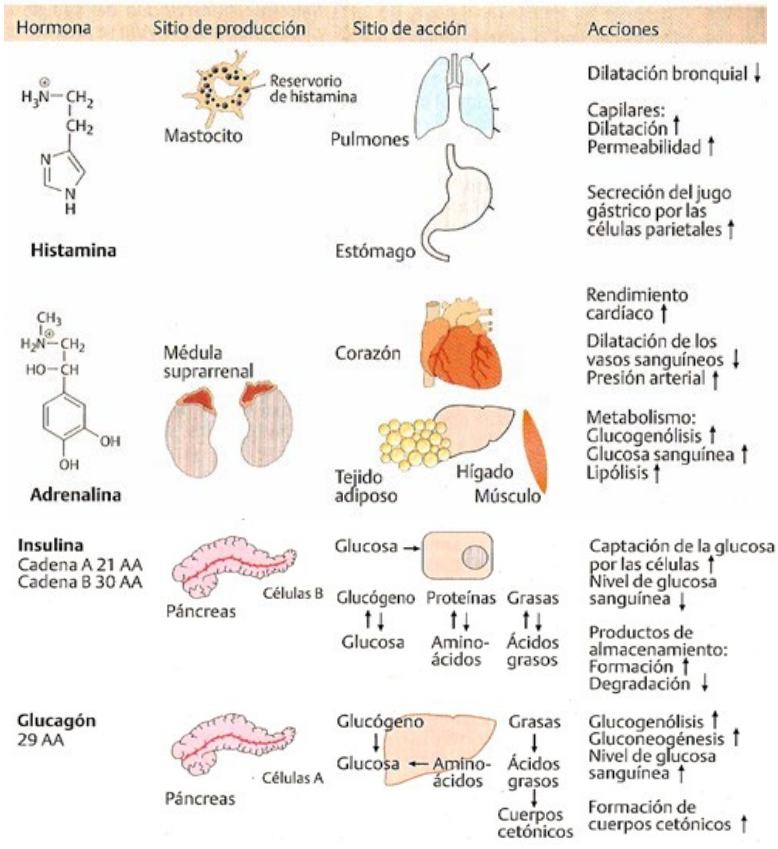


- *Ejemplo:* La aldosterona controla los niveles de **agua y electrolitos**.
- *Ejemplo:* La calcitonina regula el metabolismo del calcio.

• **Crecimiento y Desarrollo:**

- *Ejemplo:* Factores de crecimiento y hormonas tiroideas estimulan el crecimiento celular.

HORMONAS HIDRÓFILAS



Las **hormonas hidrófilas** son aquellas que no pueden atravesar la membrana celular, por lo que actúan mediante **receptores de membrana**.

• **Ejemplo de hormonas hidrófilas:**

- Insulina, Glucagón, Adrenalina, Hormona del Crecimiento.

• **Mecanismo de acción:**

- Se unen a **receptores en la membrana plasmática**.
- Activan **segundos mensajeros** dentro de la célula (ejemplo: AMPc, Ca^{2+}).
- Provocan una respuesta celular sin necesidad de entrar al núcleo.

HORMONAS LIPÓFILAS:

Las **hormonas lipófilas** son aquellas que pueden atravesar fácilmente la membrana celular debido a su **naturaleza hidrofóbica**. Su acción se produce dentro de la célula, regulando la **expresión génica y funciones metabólicas**.

1. Características de estas Hormonas

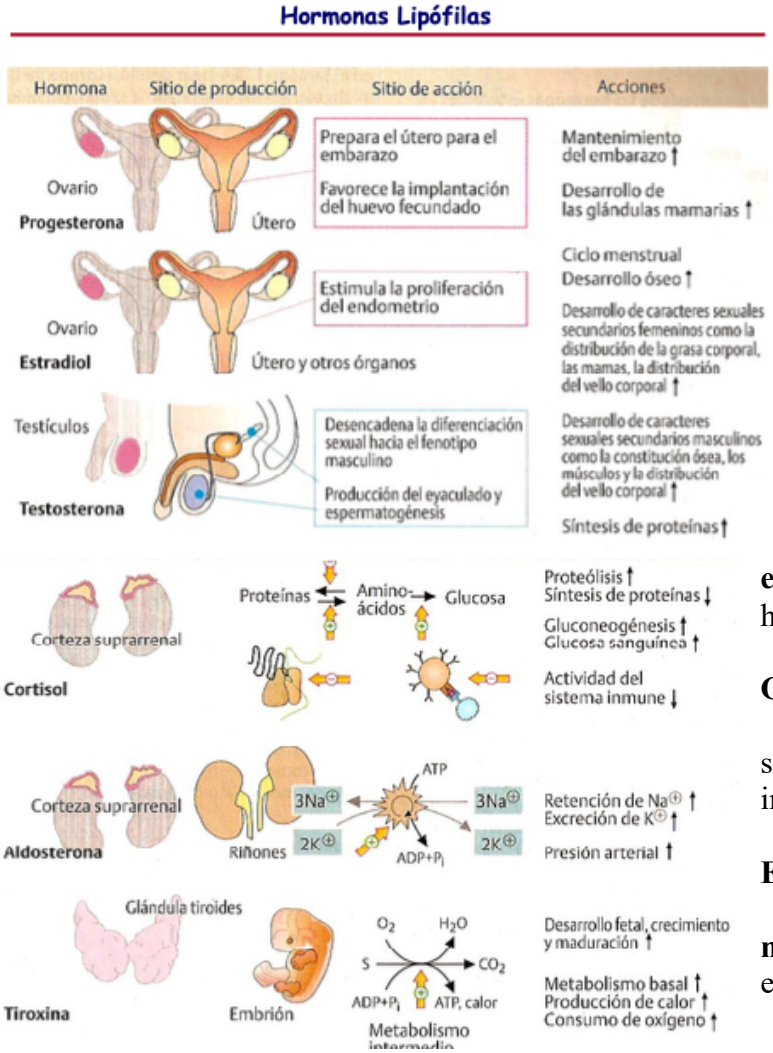
• Son **insolubles en agua** y se transportan en la sangre unidas a proteínas transportadoras.

• Pueden atravesar la membrana celular y unirse a **receptores intracelulares** en el citoplasma o el núcleo.

• Su acción es más **lenta pero prolongada** en comparación con las hormonas hidrófilas.

2. TIPOS DE HORMONAS LIPÓFILAS

Tipo de Hormona	Ejemplo	Función Principal
Hormonas Esteroideas	Cortisol, Testosterona, Estrógenos	Regulación del metabolismo, desarrollo sexual
Hormonas Tiroideas	Tiroxina (T4), Triyodotironina (T3)	Control del metabolismo basal
Vitamina D	Calcitriol	Regulación del calcio en el cuerpo
Retinoides	Ácido retinoico	Regulación del crecimiento celular y desarrollo embrionario



3. Mecanismo de Acción de las Hormonas Lipófilas

1. **Transporte en la Sangre**

• Viajan unidas a **proteínas transportadoras** debido a su baja solubilidad en agua.

2. **Difusión a través de la Membrana Celular**

• Pueden atravesar la bicapa lipídica sin necesidad de receptores en la membrana.

3. **Unión a Receptores Intracelulares**

• En el **citoplasma o el núcleo**, se unen a **receptores específicos** formando un complejo hormona-receptor.

4. **Regulación de la Expresión Génica**

• El complejo hormona-receptor se une a regiones del **ADN**, activando o inhibiendo la transcripción de genes.

5. **Producción de Proteínas Específicas**

• Se sintetizan proteínas que **modifican la función celular**, como enzimas o proteínas estructurales.

4. Diferencias con las Hormonas Hidrófilas

Característica	Hormonas Lipófilas	Hormonas Hidrófilas
Solubilidad	Insolubles en agua, requieren transportadores	Solubles en agua
Receptor	Intracelular (citoplasma/núcleo)	En la membrana plasmática
Mecanismo	Regulan la transcripción génica	Activan segundos mensajeros
Efecto	Lento y prolongado	Rápido y de corta duración

5. Importancia Clínica

• **Trastornos hormonales**: Alteraciones en los niveles de hormonas lipófilas pueden provocar **hipotiroidismo, síndrome de Cushing o déficit de vitamina D**.

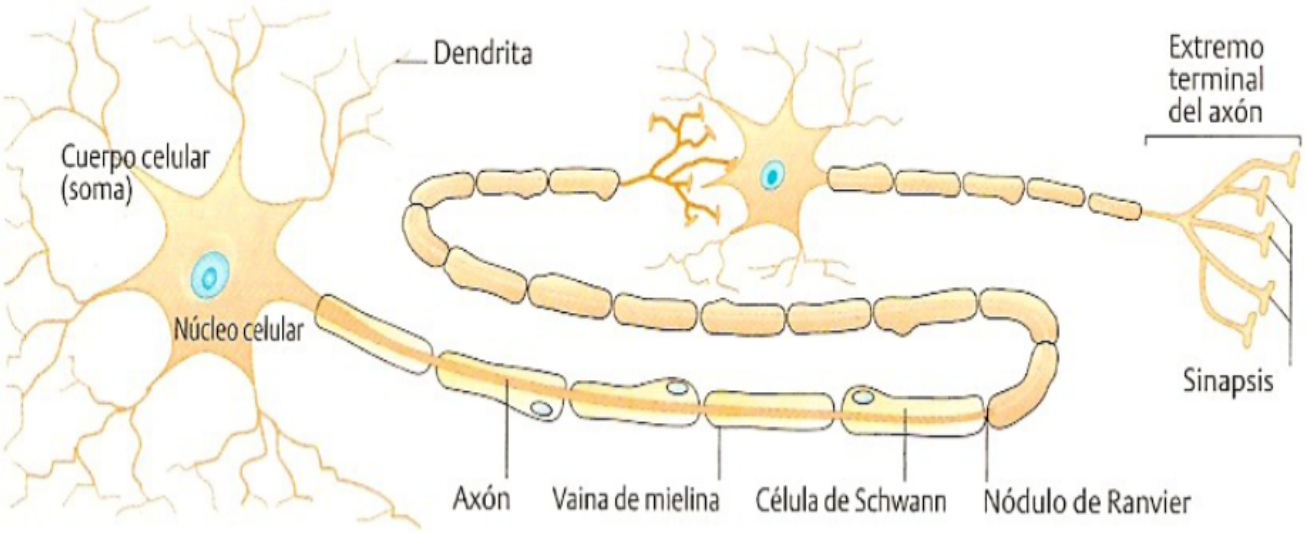
• **Uso terapéutico**: Fármacos como los **corticosteroides** (derivados del cortisol) se utilizan para tratar inflamaciones y enfermedades autoinmunes.

Conclusión: Las hormonas lipófilas tienen un **efecto profundo y duradero** en la regulación del metabolismo y el crecimiento celular. Su mecanismo de acción basado en la **modulación de la expresión génica** las diferencia de las hormonas hidrófilas.

SEÑALIZACIÓN NEURONAL - ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

La **señalización neuronal** es un proceso clave en la comunicación del sistema nervioso, donde las neuronas generan, transmiten y responden a señales eléctricas y químicas.

Pero para entenderlo adecuadamente, es importante volver a ver más en profundidad qué es una **neurona**.



1. Estructura básica de la neurona

Una **neurona** es la célula fundamental del sistema nervioso y están dedicadas a la trasmisión de señales valiéndose de varias partes especializadas:

• **Cuerpo celular (soma):** contiene el núcleo y la maquinaria principal de la célula. Es el centro metabólico de la neurona, donde se integran las señales recibidas.

• **Dendritas:** prolongaciones ramificadas y cortas que **reciben** señales de otras neuronas. Actúan como antenas que captan los mensajes químicos de neuronas vecinas y los conducen hacia el cuerpo celular.

• **Axón:** prolongación larga que **transmite** los impulsos eléctricos desde el cuerpo celular hacia otras células. Muchas neuronas tienen un axón cubierto por mielina.

• **Vaina de mielina:** capa aislante de grasa que recubre el axón en segmentos. Su función es acelerar la conducción del impulso nervioso; en axones mielinizados, la señal "salta" de un nodo de Ranvier al siguiente en un proceso llamado **conducción saltatoria**, lo que permite una transmisión mucho más rápida del potencial de acción. En resumen, **la mielina actúa como aislante y ayuda a mover los impulsos nerviosos de forma eficiente.**

• **Terminal sináptica (botón sináptico):** extremo del axón donde se **envía** la señal a la siguiente neurona. En esta terminal se liberan sustancias químicas (neurotransmisores) hacia la sinápsis, que es el espacio de comunicación con la siguiente célula.

2. Tipos de comunicación neuronal: eléctrica y química

Las neuronas se comunican usando señales **eléctricas** y **químicas**, a menudo unidas. **Dentro de una misma neurona**, la señal viaja de forma **eléctrica**: es un impulso nervioso (una onda de

cambios en la carga eléctrica de la membrana) que recorre el axón. Sin embargo, **entre neuronas** la comunicación suele ser **química**: cuando el impulso eléctrico alcanza el extremo del axón, desencadena la liberación de neurotransmisores químicos en la sinapsis. Estos neurotransmisores atraviesan la diminuta brecha sináptica y transmiten la información a la neurona siguiente uniéndose a receptores en sus dendritas. En la neurona receptora, esa señal química se convierte de nuevo en una señal eléctrica, propagando el mensaje.

→ Cabe destacar, que las neuronas, generalmente **no están físicamente conectadas** entre sí, sino que se comunican a través de este intercambio químico en las **sinapsis**. Solo en casos especiales existen **sinapsis eléctricas** directas (uniones en hendidura) donde la corriente pasa de una célula a otra sin neurotransmisores, pero la mayoría de las comunicaciones neuronales son químicas.

3. El impulso nervioso: potencial de acción

El **potencial de acción** es el impulso eléctrico fundamental que recorre la neurona. En reposo, la membrana de la neurona está **polarizada**: el interior de la célula tiene una carga negativa relativa con respecto al exterior (potencial de reposo). Cuando la neurona recibe estímulos suficientes y alcanza un **umbral** de excitación, se desencadena una serie de cambios eléctricos rápidos en la membrana.

• **Despolarización:** Es la fase inicial del potencial de acción. Se abren canales de sodio en la membrana y entran masivamente iones de sodio (Na^+) al interior de la neurona. Este ingreso de cargas positivas hace que el interior celular se vuelva mucho menos negativo (más positivo) que antes, es decir, se **despolariza** la membrana. Esta subida abrupta de voltaje es lo que constituye el pico del impulso nervioso.

• **Repolarización:** A continuación, esos canales de sodio se cierran y se abren canales de potasio. Entonces iones de potasio (K^+) salen al exterior, lo que devuelve carga positiva hacia afuera. De este modo, el interior de la neurona recupera una carga negativa, **repolarizándose** hacia su estado de reposo original. Este proceso prepara a la neurona para poder generar otro potencial de acción más adelante. (En muchas neuronas ocurre una pequeña **hiperpolarización** transitoria después, donde la membrana se vuelve un poco más negativa que en reposo, antes de estabilizarse de nuevo.)

→ El potencial de acción es un evento de "todo o nada": una vez desencadenado, se propaga por todo el axón sin disminuir su intensidad. En neuronas mielinizadas viaja especialmente rápido gracias a la mielina. La propagación unidireccional del impulso (desde el soma por el axón hasta la terminal) garantiza que la información fluya en la dirección correcta.

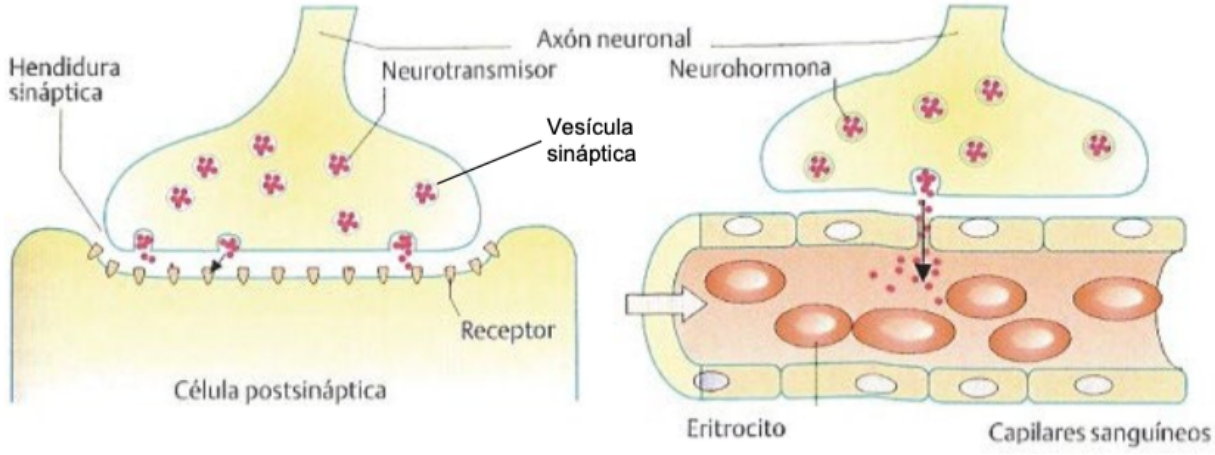
4. La sinapsis química: cómo se comunican las neuronas

Cuando el potencial de acción llega al terminal sináptico de una neurona **presináptica** (emisora), provoca la liberación de **neurotransmisores** almacenados en vesículas. Estas moléculas mensajeras se vierten en el espacio sináptico (la brecha entre neuronas) y en milisegundos difunden hasta la membrana de la neurona **postsináptica** (receptora). Allí, los neurotransmisores se unen a **receptores específicos** en la superficie de la célula siguiente. Según el tipo de receptor activado, la respuesta en la neurona receptora puede ser **excitadora** (facilitando que genere un nuevo impulso eléctrico) o **inhibidora** (poniendo freno a la activación). De esta forma, una neurona puede "decirle" a la siguiente que se active o que se inhiba.

→ Para que la comunicación sea breve y precisa, la acción del neurotransmisor en la sinapsis debe terminar rápidamente una vez transmitido el mensaje. El cuerpo tiene varios **mecanismos de eliminación** del neurotransmisor de la sinapsis: la neurona presináptica puede **reabsorber** el neurotransmisor liberado (proceso llamado recaptación) para reutilizarlo o degradarlo, enzimas pueden **degradar** (descomponer) el neurotransmisor en la hendidura, o bien el

neurotransmisor puede **difundirse** fuera del espacio sináptico y ser eliminado. Gracias a estos procesos de limpieza, la sinapsis queda lista para transmitir correctamente la siguiente señal.

5. **Neurotransmisores clave y sus funciones**



Los **neurotransmisores** son las moléculas químicas que permiten la comunicación entre neuronas a través de las sinapsis. Existen decenas de neurotransmisores, cada uno con funciones específicas, pero a continuación se presentan algunos de los más importantes y sus roles principales en el cerebro:

• **Dopamina:** Neurotransmisor relacionado con el **placer y la motivación**. Se libera, por ejemplo, en el sistema de recompensa del cerebro cuando experimentamos algo gratificante, generando sensaciones placenteras. También cumple funciones cruciales en el control de los **movimientos musculares**, la **memoria** y los procesos cognitivos del aprendizaje y la toma de decisiones. Un desequilibrio de dopamina puede afectar al estado de ánimo y al movimiento (por ejemplo, la enfermedad de Parkinson está vinculada a niveles bajos de dopamina en regiones motoras del cerebro).

• **Serotonina:** Conocida popularmente como la "**hormona de la felicidad**", aunque técnicamente es un neurotransmisor. La serotonina influye en el **estado de ánimo**, proporcionando sensaciones de bienestar y felicidad; niveles bajos de serotonina se han asociado con depresión y ansiedad. Además, regula muchas funciones corporales, como el **ciclo sueño-vigilia**, el **apetito** (sensación de saciedad) y la **digestión**, e incluso interviene en la regulación de la temperatura corporal y el deseo sexual.

• **Acetilcolina:** Fue el primer neurotransmisor descubierto. Está muy extendido tanto en el **sistema nervioso central** como en el **periférico**. La acetilcolina es crucial para activar los **músculos** – es la molécula que libera una neurona motora para hacer que una fibra muscular se contraiga. También participa en funciones de **memoria, atención y aprendizaje**, y en la transición del **sueño a la vigilia** (despertar). En enfermedades como el Alzheimer se observa una deficiencia de acetilcolina en áreas cerebrales vinculadas a la memoria.

• **Glutamato:** Es el principal neurotransmisor **excitatorio** del sistema nervioso central. Esto significa que promueve la activación de las neuronas. El glutamato está implicado en la mayoría de las funciones cerebrales: es esencial para los procesos de **memoria y aprendizaje**, y actúa como mediador principal de la información **sensorial**, **motora**, **cognitiva** y **emocional** en el cerebr. Un exceso de glutamato, sin embargo, puede ser tóxico para las neuronas, por lo que sus niveles deben estar bien regulados.

• **GABA (ácido gamma-aminobutírico):** Es el principal neurotransmisor **inhibitorio** del cerebro. Su efecto es el opuesto al del glutamato: **reduce** o frena la actividad neuronal excesiva, ayudando a mantener bajo control la excitación del sistema nervioso. El GABA está ampliamente distribuido en la corteza cerebral y cumple funciones como modular el **control motor**, la **visión** y regular la **ansiedad** (un nivel adecuado de GABA ayuda a tener un efecto calmante). Muchos fármacos ansiolíticos (como las benzodiacepinas) actúan potenciando la acción del GABA.

(Otros neurotransmisores importantes incluyen la noradrenalina, relacionada con la respuesta al estrés y la atención; la adrenalina, involucrada en la respuesta de "lucha o huida"; y las endorfinas, que actúan como analgésicos naturales y generan sensaciones de euforia).

6. **¿Por qué es importante la señalización neuronal? (Movimiento, memoria, emociones)**

La comunicación neuronal es la base de prácticamente **todas las funciones del sistema nervioso**. Las señales eléctricas y químicas entre neuronas permiten desde acciones simples hasta experiencias complejas. Por ejemplo:

• **Movimiento:** Para que podamos mover un brazo o caminar, se activan neuronas motoras que llevan **señales eléctricas** desde el cerebro o la médula espinal hasta las fibras musculares. Al llegar la señal a la terminal del axón de una neurona motora, ésta libera acetilcolina en la unión neuromuscular, haciendo que el músculo se contraiga. En otras palabras, nuestras órdenes motoras (como "levantar la mano") son traducidas por neuronas en impulsos que **generan movimiento** al activar los músculos correspondientes. Sin la correcta señalización neuronal, los músculos no recibirían la instrucción de moverse (esto ocurre en parálisis causadas por daños nerviosos).

• **Memoria:** Los recuerdos se forman gracias a cambios en la eficacia de las conexiones sinápticas entre neuronas (un fenómeno llamado **plasticidad sináptica**). Neurotransmisores excitatorios como el glutamato juegan un papel fundamental en consolidar la memoria y el aprendizaje fortaleciendo ciertas vías neuronales. Por otro lado, la acetilcolina está involucrada en la creación de nuevos recuerdos; de hecho, en la enfermedad de Alzheimer la pérdida de memoria se asocia en parte a una deficiencia de acetilcolina en las sinapsis del cerebro. Esto demuestra cómo la alteración de la señalización química puede impactar directamente funciones cognitivas como la memoria.

• **Emociones:** Nuestras emociones dependen de redes neuronales que se comunican mediante neurotransmisores. Por ejemplo, la sensación de **felicidad** o bienestar está ligada a la adecuada activación de circuitos de serotonina y dopamina en el cerebro. Un nivel bajo de serotonina puede predisponer a estados depresivos o de ansiedad, mientras que una liberación de dopamina en el "circuito de recompensa" produce sensaciones placenteras y de motivación. Otras emociones, como el miedo o la respuesta al estrés, involucran neurotransmisores como la noradrenalina y la adrenalina actuando en la amígdala y otras áreas. En resumen, los **cambios químicos** en determinadas sinapsis cerebrales se traducen en **experiencias emocionales**. Las conexiones neuronales permiten que el cerebro procese sentimientos y reacciones; por eso, desequilibrios en la señalización (por ejemplo, poca serotonina) pueden manifestarse como trastornos del estado de ánimo.

→ En conjunto, la señalización neuronal es el lenguaje interno del sistema nervioso. A través de impulsos eléctricos y mensajeros químicos, las neuronas "hablan" entre sí para coordinar funciones vitales (como respirar o moverse), procesar información (permitiéndonos pensar, recordar y aprender) y dar origen a nuestras percepciones y emociones más humanas. Es una comunicación asombrosamente rápida y precisa: una neurona puede disparar un impulso y en una fracción de segundo influir en las células vecinas, creando la sinfonía de actividades que llamamos mente y comportamiento. Entender la señalización neuronal nos ayuda a comprender cómo el cerebro controla el cuerpo, cómo almacenamos recuerdos y por qué nos sentimos de cierta manera, todo ello de forma accesible y sin perder de vista la maravilla de su complejidad.