



Nombre	Fecha / /	Curso 3° Medio	
--------	--------------	-------------------	--

- OBJETIVOS:
- Explicar que los organismos han desarrollado mecanismos de funcionamiento sistémico y de interacción integrada con el medio exterior.
 - Describir la manera en que los organismos mantienen un ambiente interno estable, óptimo y dinámico que les confiere cierta independencia frente a las fluctuaciones del medio exterior.
 - Distinguir el rol de los sistemas nervioso y endocrino en la coordinación e integración de respuestas adaptativas del organismo frente a cambios que modifican su estado de equilibrio.

Introducción

La prioridad para todos los organismos es mantener su vida, pese a lo adversas que pueden ser las condiciones ambientales. Para conseguirlo, deben responder adecuadamente a los cambios ambientales y para ello cuentan con cualidades físicas, metabólicas y conductuales.

El control y la regulación son conceptos que se emplean para comprender los mecanismos que utilizan los seres vivos para dar respuesta a los cambios que suceden en su **medio interno y externo**, adaptarse a ellos y mantenerse relativamente estables o en equilibrio. Un buen ejemplo de esto son las emociones como el miedo o la alegría, que desencadenan una serie de mecanismos de regulación interna y externa llevados a cabo por los sistemas nervioso y endocrino.

Medio interno

Las células de plantas y animales están rodeadas por un líquido que les suministra nutrientes y recibe los productos de excreción de su actividad metabólica. A este líquido, que no se encuentra dentro de las células, se le conoce como **medio interno** o líquido intersticial, y todos los cambios que sucedan en él (composición y volumen) afectan el funcionamiento de las células. Por ejemplo, la clase y la concentración de iones (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, PO₄³⁻, entre otros) son aspectos fundamentales para la vida de las células y se deben mantener en un rango de concentración apropiado para que puedan realizar su actividad metabólica.

El equilibrio interno

El equilibrio interno hace referencia a las condiciones que debe tener el medio interno para que el organismo funcione correctamente. Por ejemplo, la temperatura del cuerpo humano se debe mantener entre 36,5 y 37,5 °C para que ocurran las reacciones químicas que permiten el funcionamiento adecuado de las células. Cualquier desviación por encima o por debajo de esos valores causa problemas y, por eso, debe ser controlada mediante la autorregulación.

Para mantener constante la temperatura corporal, existen múltiples mecanismos, como el sudor, que están controlados por el hipotálamo, que es donde se centraliza la regulación de la temperatura.

Homeostasis

El equilibrio interno se conserva gracias a un flujo permanente de información. El organismo recibe información, ya sea de su medio interno o de su ambiente, y de acuerdo con esta “reporta” a las distintas partes del cuerpo lo que deben hacer. Este flujo de información crea lo que llamamos un sistema de autorregulación u homeostasis. La **homeostasis** se define como el proceso mediante el cual un organismo mantiene su medio interno en condiciones estables, tanto en su composición como en sus propiedades, para su óptimo funcionamiento. Todos los seres vivos aseguran su supervivencia gracias a sus funciones vitales. Por ejemplo, la nutrición permite que todas las células de un organismo tengan las condiciones óptimas para llevar a cabo todas sus actividades, en tanto que la reproducción, que se evidencia en los procesos de formación de nuevos individuos, hace posible la continuidad de la vida. A pesar de ser tan especializadas, todas estas funciones son factibles gracias a la interacción de las células del organismo, que trabajan como un todo. Por eso, cualquier desequilibrio en alguna de ellas, afecta el funcionamiento de todo el organismo.

En esta unidad, comprenderás cómo los organismos, y en particular el ser humano, consiguen mantener su vida pese a los continuos cambios ambientales que deben enfrentar.



MEDIO INTERNO Y HOMEOSTASIS

1. HOMEOSTASIS: CONCEPTO

Un ser unicelular vive en un medio líquido del que extrae los componentes necesarios para su supervivencia, y al que vierte sus desechos metabólicos. Se establece así una estrecha independencia entre la vida del organismo unicelular y las características de su medio ambiente. Si la temperatura del medio ambiente cambia, o la composición iónica se modifica, la actividad del organismo también cambia. El proceso de la evolución hacia organismos superiores formados por millones de células ha supuesto, entre otras cosas, la progresiva independización del medio ambiente, que se ha conseguido por la vía de la creación de un medio interno. En los organismos pluricelulares, el líquido que rodea las células o líquido extracelular constituye su **medio interno**.

El **medio interno** es el **líquido extracelular (LEC)** integrado por el líquido intersticial y por el líquido intravascular; es decir, el plasma contenido en los vasos sanguíneos. Es importante hacer notar que el LEC se encuentra en compartimientos cuyos límites están formados por las membranas plasmáticas, por lo que existe un intercambio continuo y regulado de sustancias entre el medio interno y el citoplasma celular.

El 60 % del peso corporal humano es agua, la cual se encuentra distribuida en un 40% del peso corporal en el Líquido Intracelular y en un 20% en el Líquido Extracelular. Del total del Líquido Extracelular un 80% corresponde al líquido intersticial y un 20% al plasma sanguíneo.

El LEC es una solución compuesta mayoritariamente por agua y por diversos solutos, como iones y moléculas. Contiene grandes cantidades de iones de sodio, cloruro y bicarbonato, además de nutrientes para las células: oxígeno, glucosa, ácidos grasos y aminoácidos. También contiene desechos celulares, como dióxido de carbono y urea, que serán excretados.

Además de su composición, hay otras variables del medio interno que deben ser reguladas, entre ellas: temperatura, volumen, concentración de gases y pH.

La estabilidad del medio interno es fundamental para el correcto funcionamiento de las células. Fue Claude Bernard (1813-1878) un gran fisiólogo francés, quien en 1857 declaró el principio de la constancia del medio interno, un principio básico de la fisiología. Este concepto de constancia del medio interno fue modificado en 1932 por el fisiólogo americano Walter B. Cannon. Este autor matizó la idea de Bernard al considerar que, más que constantes, las características del medio interno son estables variando dentro de un estrecho margen. Acuñó el término homeostasis u homeostasia (palabra resultante de la combinación de dos términos griegos "homoiós" que significa constancia y "stasis" que significa posición, estabilidad) para definir la estabilidad del medio interno, dentro de un rango de variación, como resultado de la existencia de mecanismos compensadores encargados de su regulación. El Diccionario de la Real Academia Española lo define como el conjunto de fenómenos de autorregulación, que conducen al mantenimiento de la constancia en la composición y propiedades del medio interno de un organismo.

Para Cannon homeostasia no significaba algo fijo e inmóvil, que se mantiene exactamente igual siempre, sino más bien "un estado que puede variar, pero que es relativamente constante". Es el mantenimiento de unas condiciones internas relativamente ajustadas a pesar de los cambios que se generen en el exterior. Los cambios medioambientales actúan sobre el medio interno modificándolo, para neutralizar este cambio la actividad de células, tejidos y órganos debe realizarse de forma regulada e integrada. En la composición del medio interno ocurren cambios de manera continua, pero los límites de cambio permisibles son muy estrechos.

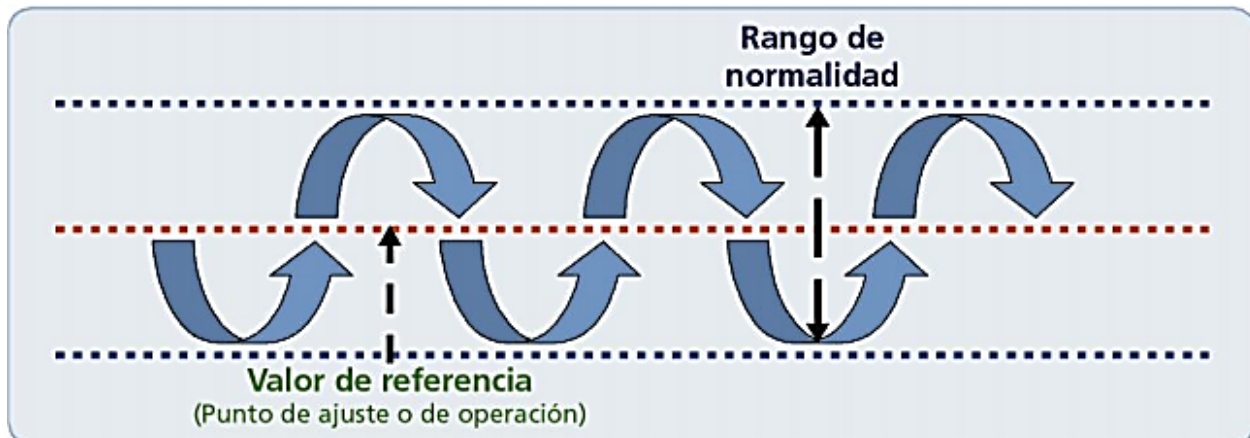
Esta capacidad del organismo para autorregularse o volver a la normalidad es un concepto central en la fisiología y también en la patología. Cada parte del organismo, desde una célula hasta un sistema completo desempeñan un importante papel en la homeostasia general.

2. SISTEMAS HOMEOSTÁTICOS

Cannon definía un sistema de control homeostático como un grupo de células interconectadas, cuya función es mantener constantes las propiedades del medio interno; es decir, que las



células del cuerpo se encuentren en un medio que cubra sus necesidades y les permita desarrollar sus funciones normalmente con condiciones externas variables.



Existen una gran cantidad de parámetros o propiedades corporales que podrían servir de ejemplos de control homeostático. Se comentan brevemente dos de ellos, el primero corresponde a una variable química: el control de la concentración de glucosa en sangre o glucemia y un segundo ejemplo que corresponde a una variable física: la temperatura corporal.

La glucemia oscila entre 80 y 120 mg%. El valor medio es de 100 mg/100 ml. Si por alguna causa la glucemia aumenta o disminuye sobrepasando el rango de oscilación fisiológica, se genera una señal que arranca los sistemas homeostáticos para restaurar la variable a sus valores normales. Si la causa que provoca la modificación persiste, la restauración del valor de la variable no es del 100%, conservándose una diferencia con el valor control que recibe el nombre de señal de error y sirve para mantener activo el sistema homeostático.

Otro ejemplo clásico de sistema homeostático lo constituye el sistema termorregulador, éste mantiene la temperatura corporal en 37°C independientemente de los cambios externos. Este valor se define como punto de ajuste o de operación del sistema o valor sobre el que trabaja el sistema. Si la temperatura ambiente es de 20°C, el cuerpo pierde calor, el sistema termorregulador da lugar a un balance compensatorio mediante la producción de calor, manteniendo así un "estado estacionario o de equilibrio". Este tipo de homeostasis se denomina **homeostasis reactiva**, ya que el sistema "reacciona" ante un cambio para volver a llevar la variable a sus valores normales.

Existen otros tipos de homeostasis que son:

a) **Respuestas anticipadas:** (feedforward regulation) Se denomina así a un tipo de regulación homeostática en la que nada más detectarse un estímulo, que previsiblemente va a dar lugar a la alteración de una variable, comienza a ponerse en marcha la respuesta adaptativa, antes aún de que se produzca el cambio en la variable. Ejemplo: Cuando la temperatura exterior disminuye, las terminaciones sensitivas de la piel detectan el cambio e informan inmediatamente al cerebro, éste envía señales a los vasos sanguíneos para que se produzca la correspondiente vasoconstricción, y a los músculos, para que se contraigan (tiritona), aumentando así la producción de calor. Todo esto sucede antes de que la temperatura interna del organismo haya tenido oportunidad de disminuir, y ayuda a prevenir que tal disminución ocurra.

b) **Homeostasis predictiva:** Este término fue acuñado por Moore Ede en 1986, para referirse a un mecanismo de respuesta homeostática que se produce antes incluso de la actuación del estímulo alterador. Está basada en la existencia de un sistema circadiano que hace que todas las funciones del organismo oscilen en ritmos de aproximadamente 24 horas, sincronizadas por señales procedentes del medio ambiente, básicamente por la luz.

Los ritmos biológicos permiten que las respuestas homeostáticas se produzcan con anticipación al cambio de la variable. Ejemplo: Hay un ritmo endógeno de excreción urinaria de K⁺, siendo ésta, mayor durante el día que durante la noche. Este ritmo tiene sentido porque la ingesta de K⁺ (presente en los alimentos) es mayor durante el día. Gracias a la existencia de este ritmo, la concentración de K⁺ fluctúa menos que si el ritmo no existiese. Otros ejemplos los constituyen el ritmo de cortisol, el de la temperatura corporal, el sueño-vigilia, etc.

2.1 Características generales de los sistemas homeostáticos

Las principales características que definen el funcionamiento de un sistema homeostático son:

a) Los sistemas homeostáticos **funcionan generalmente como sistemas de retroalimentación ("feed back") negativos**; un cambio en la variable da lugar a respuestas

que empujan la variable en la dirección opuesta. En el sistema termorregulador una disminución de la temperatura externa, causa una pérdida de calor del organismo y una disminución de la temperatura corporal; la respuesta del sistema termorregulador es múltiple, por un lado, provoca un encogimiento corporal y una vasoconstricción que frenan la pérdida de calor, y, por otro, arranca la realización de movimientos que aumentan la producción de calor, permitiendo de esta forma una elevación de la temperatura corporal.

Existen algunos sistemas homeostáticos de retroalimentación positiva, en el que, en vez de oponerse al cambio de la variable, el sistema tiende a reforzarle, desviando la variable cada vez más de los límites de la normalidad. En el cuerpo, en condiciones normales, hay muy pocos ejemplos de retroalimentación positiva. Así el nacimiento de un niño o la formación de un coágulo de sangre, son ejemplos de retroalimentación positiva en los que se requiere una finalización rápida. En términos generales, sin embargo, la mayor parte de los sistemas homeostáticos actúan según el principio de retroalimentación negativa.

b) Los sistemas homeostáticos **no mantienen fija la variable**, la dejan oscilar en un rango de valores que son normales y que dependen de las condiciones del medio externo. Si la temperatura en el ejemplo anterior volviese a 37°C, la respuesta homeostática se detendría, y la temperatura corporal volvería a descender, entrando en un amplio proceso de oscilación. En realidad, el nuevo valor que se alcanza a través de la respuesta homeostática es ligeramente inferior al **punto de operación** (dentro del rango de la normalidad) manteniendo el sistema operativo y con una respuesta sostenida. La diferencia entre la nueva temperatura de trabajo y el punto de operación, denominada **señal de error**, depende de la magnitud del cambio; en el sistema termorregulador es suficiente una señal de error de 1°C.

c) Existe una **jerarquía de variables a controlar**, que determinan una jerarquía de sistemas homeostáticos. Esto es debido a que no todas las variables presentan el mismo grado de importancia para la supervivencia del organismo; y, por lo tanto, si los recursos han de distribuirse, se pondrán en marcha primero aquellos sistemas homeostáticos que controlen variables de mayor relevancia.

d) Los sistemas homeostáticos **no son inmutables**, tienen una cierta capacidad de cambio. En algunos casos si el estímulo externo se mantiene en el tiempo los sistemas homeostáticos pueden cambiar ligeramente su punto de operación. Este cambio se conoce con el nombre de **aclimatación** y se define como la capacidad de adaptarse a unas nuevas condiciones medioambientales, por exposición prolongada a las mismas. Por ejemplo, en caso de pasar a vivir en un medio de mayor temperatura ambiental se produce una disminución en la sudoración al cabo del tiempo.

2.2 Sistemas de relación encargados de la regulación homeostática

Un organismo se mantiene vivo si todos sus subsistemas operan adecuadamente. Para que las células se mantengan con vida, es necesario que el organismo pueda responder de manera adecuada y en el momento preciso. De esta forma se logra mantener el medio interno estable dentro de ciertos parámetros, pese a las variaciones ambientales y a la dinámica de los procesos que determinan su composición.

Aquellas perturbaciones que causan desequilibrio del medio interno se denominan **estímulos estresantes**. De ellos, son ejemplos externos el calor, el frío y la falta de agua o de oxígeno; e internos, el dolor, el bajo nivel de glucosa y la acidificación de la sangre.

Frente a los estímulos estresantes, el organismo dispone de mecanismos de control homeostático que intentan contrarrestar sus efectos. Todos los subsistemas participan de ellos, pero son de especial

Aspecto	Respuesta nerviosa	Respuesta endocrina
Forma en la que se transmite la información entre las células.	Impulso nervioso y secreción de neurotransmisores.	Secreción de hormonas.
Medio por el cual se propaga la información.	Axón y terminales axónicos.	Sangre y matriz extracelular.
Rapidez con que se transmite la información y se genera una respuesta.	Mayor (milisegundos).	Menor (segundos, horas).
Concentración de la molécula que transmite la información en el medio de propagación.	Los neurotransmisores pueden alcanzar altas concentraciones en la sinapsis. Por ejemplo, 5×10^{-4} M.	Las hormonas viajan muy diluidas en la sangre: comúnmente $< 10^{-8}$ M.
Permanencia del efecto.	Corta duración.	Larga duración.

▲ Comparación de las respuestas nerviosas y endocrinas.



relevancia los subsistemas de relación, es decir, los **sistemas nervioso y endocrino**, pues ellos se ocupan de integrar y coordinar las respuestas adaptativas del organismo frente a las variaciones que alteran su estado de equilibrio.

El Hipotálamo y la Homeostasis

Si bien ocupa solo el 1 % del volumen total del encéfalo, el **hipotálamo es el principal centro de integración encargado de la coordinación de los sistemas nervioso y endocrino para la regulación de la homeostasis**. Interviene en la función de casi todos los órganos del cuerpo, mediante la integración de la información y el control que ejerce sobre la actividad del sistema nervioso autónomo y la función de la hipófisis.

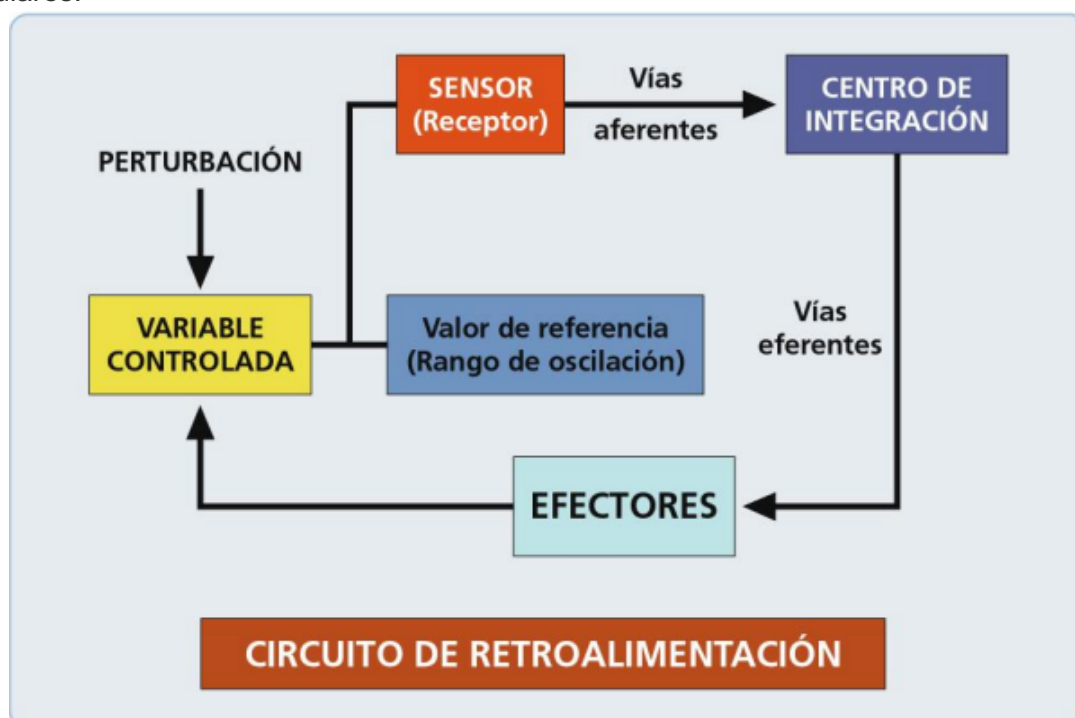
Al hipotálamo llega mucha información por distintas vías, la que integra generando respuestas que regulan la homeostasis. Por ejemplo, recibe información acerca de:

- la presión sanguínea y la distensión estomacal, mediante el nervio vago;
- la temperatura de la piel, desde el tronco cerebral;
- las condiciones de luz y oscuridad, mediante las vías ópticas;
- el balance iónico y la temperatura de la sangre, gracias a diversos receptores.

2.4 Componentes de los sistemas de control homeostático

En un sistema de control intervienen los siguientes componentes:

- a) **Sensores o receptores**, capaces de detectar cambios en la variable a controlar. A estos cambios se les denomina estímulos. La estructura y funcionamiento de los receptores es muy distinta dependiendo de la variable a detectar. La clasificación de los receptores del organismo puede hacerse según criterios muy diversos, así puede ser según su ubicación, la naturaleza del estímulo que detecten, etc.
- b) **Vías aferentes**, a través de las cuales, la información generada en los receptores llega hasta los centros de procesamiento. Estos canales informativos pueden ser de naturaleza eléctrica u hormonal.
- c) **Centros de integración**, son los que tras recibir la señal procedente del receptor elaboran la respuesta homeostática adecuada para corregir la desviación producida en su valor. Los centros de integración o procesamiento pueden localizarse en el sistema nervioso central, en el sistema nervioso autónomo, o en las glándulas endocrinas.
- d) **Vías eferentes**, a través de las cuales, la respuesta elaborada por los centros de procesamiento llega a los órganos efectores.
- e) **Efectores**, son las células, tejidos u órganos de los que depende la ejecución de la respuesta al estímulo. Aunque todas las células del organismo pueden actuar como efectores, los principales responsables de ejecutar las respuestas son el tejido muscular y los epitelios glandulares.



En algunos casos el sistema de control homeostático no se ajusta al patrón descrito previamente, como ocurre con las respuestas homeostáticas locales. Esta variedad de



respuestas se caracteriza por el hecho de que tanto la detección del estímulo, como su procesamiento, y la ejecución de la respuesta se produce en el mismo grupo celular.

ACTIVIDADES DE APLICACIÓN:

1. Explique a qué se le denomina **homeostasis**.

R. _____

2. ¿Qué factores del cuerpo se mantienen balanceados a través del mecanismo de la homeostasis? Nombre cuatro factores.

R. _____

3. ¿Cuáles son los líquidos corporales que forman parte del “**medio interno**”? Nómbralos

R. _____

4. ¿Qué sistemas de órganos están encargados del control de la homeostasis? Señale 3 diferencias en cuanto a su forma de respuestas.

R. _____

5. ¿Cuál es el tipo de sistema de regulación más frecuente para mantener el equilibrio homeostático? Explíquelo a través de un ejemplo.

R. _____

6. ¿A qué tipo de regulación corresponden la mayoría de los mecanismos homeostáticos? ¿Cuál es la vía estructural de dichos mecanismos?

R. _____

7. Según el sistema de retroalimentación negativa, ¿qué respuestas reflejas y voluntarias realizas cuando la temperatura corporal tiende a bajar?

R. _____

8. ¿Qué relación tiene el hipotálamo con la homeostasis? Explique

R. _____



9. ¿Cuál sería la consecuencia más obvia en caso de que en los sistemas de control homeostático estuvieran interrumpidas las vías aferentes?

R. _____

<https://youtu.be/jzSpGIErpIM>