

Homeostasis

OBJETIVO

- Explicar la importancia de los sistemas de control y circuitos de retroalimentación en mantener la homeostasis.

RESULTADO DE APRENDIZAJE

- Explica cómo se mantienen la homeostasis cardiovascular ante cambios posturales.
- Define como se genera el mecanismo de control y retroalimentación negativa y positiva a través de ejemplos fisiológicos.

Glosario de términos

Alostasis: Es el proceso mediante el cual el cuerpo mantiene la estabilidad interna (equilibrio) a través del cambio. A diferencia de la homeostasis, que busca mantener constantes ciertos parámetros fisiológicos, la alostasis permite que esos parámetros se ajusten de manera dinámica según las demandas del entorno o del organismo, como durante el estrés, el ejercicio o el hambre.

Homeostasis: Es la capacidad del cuerpo para mantener un entorno interno relativamente constante y estable, a pesar de los cambios externos. Ejemplos de homeostasis incluyen la regulación de la temperatura corporal, el pH de la sangre y los niveles de glucosa. Este equilibrio se mantiene a través de mecanismos automáticos de control.

Retroalimentación: Es un proceso de control en el que una parte del sistema recibe información sobre su propio funcionamiento o resultados, lo que permite ajustar sus acciones. En biología y fisiología, la retroalimentación es esencial para mantener el equilibrio interno del cuerpo.

Retroalimentación positiva: Es un tipo de retroalimentación en la que la respuesta del sistema amplifica el cambio inicial. En lugar de estabilizar, potencia el estímulo. Ejemplo: Durante el parto, la liberación de oxitocina estimula las contracciones, y esas contracciones estimulan aún más la liberación de oxitocina.

Retroalimentación negativa: Es un mecanismo que contrarresta un cambio en el sistema, ayudando a mantener el equilibrio o homeostasis. Por ejemplo, si la temperatura corporal sube, el cuerpo activa mecanismos para enfriarse (sudoración), y si baja, activa mecanismos para calentarse (escalofríos).

Realimentación anticipativa: Es un tipo de regulación que anticipa un cambio y responde antes de que ocurra, en lugar de reaccionar después. Por ejemplo, al oler comida, el cuerpo comienza a producir saliva y jugos gástricos antes de que se ingiera el alimento. No busca corregir un cambio, sino prevenirlo.

1. Introducción

Homeostasis

En 1870, Claude Bernard describió los principios básicos de la regulación fisiológica, evidenciando la necesidad del cuerpo de mantener un ambiente interno estable, lo que denominó como una "sorprendente constancia" del medio interno del organismo. Afirmó que los organismos complejos pueden mantener su medio interno (líquido extracelular) constante ante los desafíos del mundo externo. Sin embargo, en 1927, Walter Cannon fue el primero en acuñar el término "homeostasis" con la intención de transmitir la idea general propuesta por Bernard, y la definió como "una condición que puede variar, pero permanecer constante". Cannon se enfocó en ampliar la noción de "constancia" de Bernard del "medio interno" de una manera explícita. En 1950, el matemático N. Wiener propuso el esquema de un mecanismo de control con retroalimentación en máquinas que posteriormente se utilizaría como el **modelo de homeostasis** (Figura 1), cuyo objetivo es mantener el nivel de las variables fisiológicas dentro de un rango compatible con la vida (por ejemplo, los niveles en la sangre de la glucosa, oxígeno, hormonas, etc.), este modelo sigue vigente hasta el día de hoy.

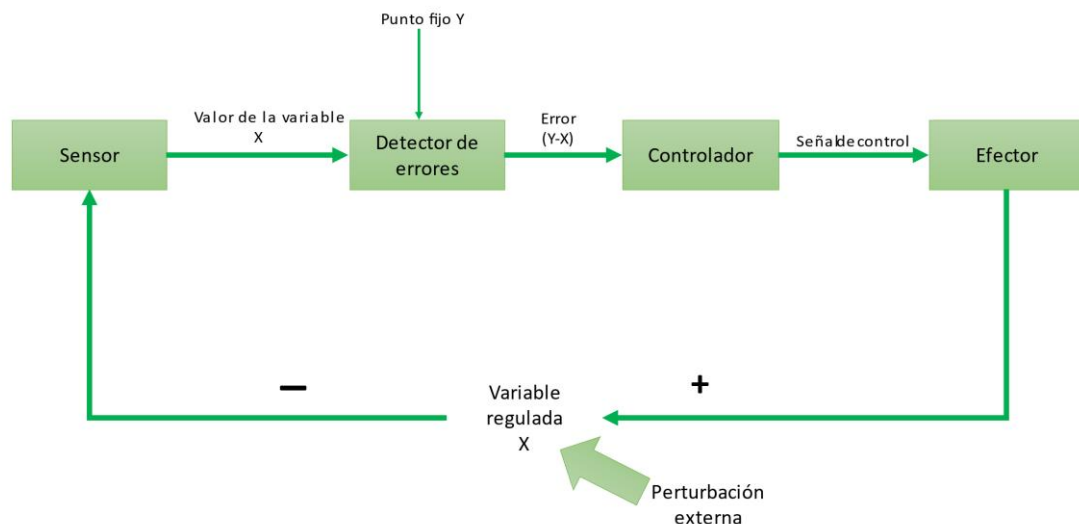


Figura 1. Diagrama de un sistema de regulación homeostático (en este caso de retroalimentación negativa). Si el valor de la variable regulada (X) cambia por un estímulo que perturbe el medio interno, este sistema intentará regresarlo a un punto fijo (Y), por lo tanto, también se conoce a este sistema como un sistema de retroalimentación negativa. En este ejemplo la variable regulada disminuyó (signo menos), el sensor mide esta perturbación, el detector de errores compara dicha medición (X) con el valor que debe tener (Y) y como salida da una señal de error. El controlador manda una señal de control al efector que se encarga de producir un aumento (signo de +) en la variable regulada para acercarla al punto Y.

Homeostasis es un concepto básico y necesario para comprender los mecanismos reguladores de la fisiología, en este sentido la definiremos como mantener un estado estable dentro de un organismo, independientemente de si los mecanismos involucrados son pasivos (por ejemplo, el movimiento del agua entre los capilares y el intersticio, reflejando un "equilibrio" entre las fuerzas hidrostáticas y osmóticas) o activos (por ejemplo, el almacenamiento y la liberación de

glucosa intracelular). Este “equilibrio” está garantizado gracias a los procesos fisiológicos que actúan de manera coordinada en el cuerpo y que impiden que los cambios en el entorno interfieran en su funcionamiento. Factores como el pH, la temperatura, la osmolalidad del plasma, la glucosa y el calcio son críticos para el funcionamiento normal de la mayoría de los organismos y, por lo tanto, se controlan dentro de límites estrechos (**rango homeostático**).

Para explicar la homeostasis utilizaremos el modelo clásico de sistema de control lineal propuesto por Weiner con la finalidad de comprender el concepto, analizarlo y aplicarlo para el estudio de los procesos fisiológicos.

Un sistema homeostático funciona de manera que provoca que cualquier cambio en la variable regulada sea contrarrestado por un cambio en la salida del efector para restaurar la variable hacia su valor de punto de ajuste. Los sistemas que se comportan de esta manera se dice que son de retroalimentación negativa.

La homeostasis es producto de una resistencia natural al cambio de las condiciones óptimas, y el equilibrio es mantenido por muchos mecanismos reguladores. Todos los mecanismos de control homeostático tienen al menos tres componentes interdependientes para la variable que se regula: un receptor, un centro de control y un efector. **El receptor** es el componente sensorial que controla y responde a los cambios en el entorno, ya sea externo o interno (por ejemplo, termorreceptores y mecanorreceptores). **El centro de control** establece el rango de mantenimiento (límites superior e inferior) para la variable en particular y responde a la señal enviando señales a un **efector** o más (como los músculos, un órgano o una glándula). Cuando la señal se recibe y se activa, se proporciona una retroalimentación negativa al receptor. Un efector es el objetivo sobre el que se actúa, para que el cambio vuelva al estado normal.

Para enfatizar el proceso de estabilización, podemos distinguir dos tipos de variables una variable regulada (dependiente) y una variable no regulada (independiente). Una variable regulada (dependiente) es aquella para la cual existe un sensor específico dentro del sistema y que se mantiene dentro de un rango limitado por mecanismos fisiológicos. Por ejemplo, la presión arterial y la temperatura corporal son variables reguladas, porque los barorreceptores y los termorreceptores (estos receptores son los sensores) existen dentro del sistema y proporcionan el valor de la presión y la temperatura, respectivamente al mecanismo regulador. Las variables no reguladas (independientes) son las que pueden ser cambiadas por el sistema, pero para las cuales no existen sensores dentro de él. Las variables no reguladas se modulan para lograr una regulación constante de la variable. Por ejemplo, el sistema nervioso autónomo puede cambiar la frecuencia cardíaca para regular la presión arterial, pero no hay sensores en el sistema que midan la frecuencia cardíaca directamente. Por lo tanto, la frecuencia cardíaca es una variable no regulada.

2. Actividades en la sesión

Actividad 1. Para comprender el concepto de homeostasis, haremos un experimento utilizando como variables a la frecuencia cardíaca. La frecuencia cardíaca está modulada principalmente por las acciones del sistema nervioso autónomo (simpático la aumenta, parasimpático la disminuye), y está controlada por asas de retroalimentación negativa a través de sensores

indirectos (los cuales que monitorizan otros parámetros, por ejemplo, la concentración de gases en sangre, o la presión arterial).

Antes de comenzar la actividad responde:

1. ¿Qué es la frecuencia cardiaca promedio?
2. ¿Cómo puedes determinar tu frecuencia cardiaca?
3. ¿Es la misma frecuencia cardiaca promedio en todas las personas?
4. ¿Qué variables crees que influyan en las diferencias en la frecuencia cardiaca entre las personas?

Desarrollo de la actividad:

En este ejercicio en primer lugar observaremos dichas fluctuaciones de la frecuencia cardiaca (FC).

1) Trabajando en parejas, calcula la frecuencia cardiaca y regístralas cada 30 segundos, durante 5 min (utiliza la tabla de Excel anexa).



Técnica para tomar la frecuencia cardiaca a partir del pulso radial: La persona exploradora (persona A) se coloca frente a la persona estudiada (persona B) y palpa la arteria radial. El segundo, tercer y cuarto dedos de la mano deben colocarse sobre la arteria radial (como se muestra en la figura 2). Nunca se debe palpar el pulso radial con el pulgar de la persona exploradora (persona A), porque su pulso puede ser más intenso que el pulso radial de la persona estudiada (persona B), y al hacerlo se registrará la frecuencia cardíaca del propio explorador (persona A). Se debe contar el pulso durante 30 s y multiplicar el número de latidos por 2 para obtener los latidos por minuto.

Figura 2. Palpación del pulso arterial (Seidel, et al., 2011).

2) Comparen sus resultados y respondan las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál es la FC y la temperatura promedio?
- b) ¿Cuál es el rango (el intervalo entre el valor máximo y el valor mínimo) de valores en las mediciones?
- c) Con los datos del grupo construye un histograma considerando los siguientes rangos de FC (50-59, 60-69, 70-79, 80-89, 90-99, >100). Utiliza la tabla de Excel anexa.
- d) ¿Cuál es el valor promedio de la frecuencia cardiaca y la temperatura del grupo?

3) Ahora que tienes datos, elabora otro experimento en donde la frecuencia cardiaca sea la variable dependiente y exista una perturbación externa de esta. (Por ejemplo: Un estudiante baja y después sube 4 pisos).

4) Elabora una pregunta de investigación considerando a la frecuencia cardiaca como variable dependiente. (Ejemplo: ¿Cuál será el cambio en la frecuencia cardiaca y la temperatura después de bajar y subir 4 pisos).

5) Elabora hipótesis que intente explicar tu nueva pregunta de investigación (hipótesis alterna) y construye con tu docente una hipótesis que vaya en contra de la primera (hipótesis nula).

6) Compara con tus resultados con lo propuesto en tus hipótesis.

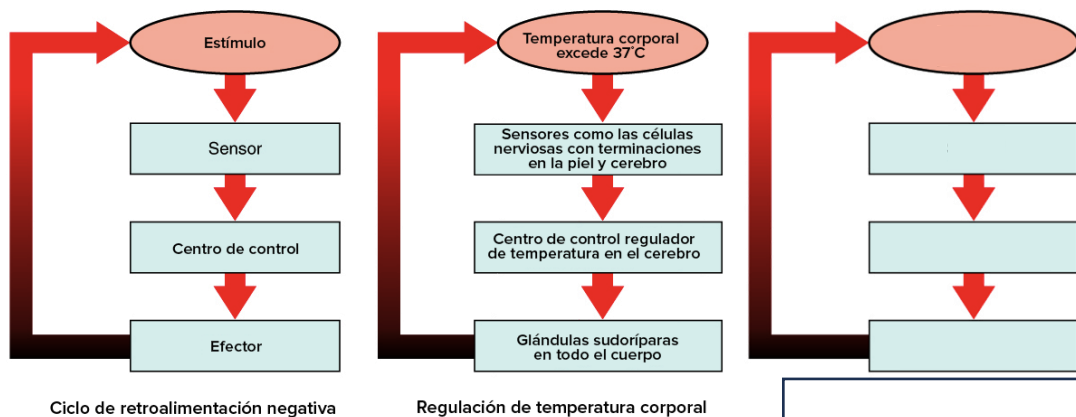
7) Discutan en grupo sus hipótesis y resultados.

Actividad 2. Viñeta clínica. Lee el texto que aparece a continuación y desarrolla las preguntas asociadas.

Paciente femenino de 28 años, sin antecedentes personales patológicos. Se presenta en la consulta debido a que, durante la ola de calor, cuando intenta hacer algún tipo de actividad física presenta mareo y debilidad, el cual, disminuye cuando regresa al estado de reposo.

- ¿Qué diagnóstico puedes integrar con la información presentada? ¿Por qué?
- ¿Estás usando el método científico o clínico? ¿Por qué? (Puedes guiarte en la figura 3).

Actividad 3. En el siguiente diagrama, coloca un ejemplo de acuerdo con el modelo de homeostasis (sigue el ejemplo).



RECUERDA

Homeostasis es uno de los conceptos fundamentales en Fisiología, cuando avancemos en cada clase pregúntate ¿cómo se mantiene la homeostasis?



5. Referencias:

Campos M, Lima D, Fernández F, Alayola A. (2020). El razonamiento clínico en la era de la medicina digital. Informática biomédica II. 1ra edición. México: Editorial Panamericana.

Cannon WB. (1929). Organization for physiological homeostasis. *Physiological Reviews*, 9(3): p. 399-431.

Sampieri-Cabrera R., Bravo S., Inclán-Rubio V. (2019). Teacher Guide: Homeostasis. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2667857>

Argimon-Pallas J.P., Jimenez-Villa, J. (2019). El proceso de la investigación clínica y epidemiológica. En J.P. Argimon-Pallas (Ed.) *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*, (5ª Edición, Cap. 1, pp. 3-7) Elsevier

Seidel, H. M., Ball, J. W., & Dains, J. E. (2011). Vasos sanguíneos. En Seidel, H. M. (Ed.) *Manual Mosby de exploración física + evolve* (7ma Edición, Cap. 15, pp. 424-455). Elsevier.

Real Academia Nacional de Medicina (s.f.): Fisiopatología. Recuperado el 7 de agosto de 2023 de <https://dtme.ranm.es/>

Torres, R.H.S.C.P. M. (2023). *Metodología de la investigación* (2nd ed.). McGraw-Hill Interamericana. <https://bookshelf-ref.vitalsource.com/books/9786071520326>

ACTUALIZACION: AGOSTO DE 2025