
LAS REPRESENTACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE HOMEOSTASIS. OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES

Autores. Nazira Píriz Giménez. Instituto de Profesores "Artigas" y Profesorado Semipresencial. Consejo de Formación en Educación.

Tema. Eje temático 7. nazirapiriz@gmail.com

Modalidad. 1.

Resumen. La homeostasis constituye un concepto estructurante en la Biología. No obstante, ofrece frecuentes dificultades en la construcción de modelos por estudiantes. Expertos en la temática acuerdan conceptos esenciales para su enseñanza, y diversos autores plantean la utilidad de un "esquema base" para su abordaje. Este trabajo se desarrolló en cursos de Fisiología humana del profesorado de ciencias biológicas y se propuso analizar las potencialidades de dicho dispositivo para la incorporación de conceptos esenciales en la construcción de modelos de homeostasis reactiva por estudiantes. Los resultados muestran que dicha representación contribuye a algunos conceptos esenciales pero que requiere su complementación con otros dispositivos, presentándose algunos evaluados favorablemente por los estudiantes. Se espera contribuir a vislumbrar la complejidad de esta temática y a estimular la búsqueda de dispositivos didácticos valiosos.

Palabras claves. Homeostasis, Cannon, Representaciones, Construcción de modelos por estudiantes.

Introducción

La homeostasis constituye un concepto estructurante en la Biología y esencial en el currículo de futuros profesores (Mayoral et al., 2016; Modell et al., 2015), en tanto permite el mantenimiento de la vida en condiciones ambientales cambiantes. No obstante, varios autores relatan que con frecuencia los estudiantes tienen dificultades para construir modelos apropiados, habiendo acuerdo también en la inadecuación de representaciones utilizadas en libros de texto (Autor, 2020a; Autor, 2020b, Piñero Lardín, 2017). Resulta pertinente por un lado identificar conceptos esenciales para la construcción de modelos apropiados por estudiantes, y por otro lado analizar la adecuación de dispositivos didácticos que habiliten a ello.

Referente teórico

La homeostasis es una de las cualidades que caracteriza a los seres vivos, y de ahí su relevancia en la enseñanza de las ciencias biológicas. Dicho término fue propuesto por Walter Cannon en 1929, para describir la regulación del medio interno (Cannon, 1929). En este artículo, el autor explica que eligió el prefijo homeo (que significa "similar") en lugar de homo- (que significa igual) dado que el medio interno mantiene sus parámetros en un rango variable, pero no "fijo". También aclara que usa el sufijo -stasis- en su acepción de condición, y no en un sentido de estático e invariable. La homeostasis de Cannon es un estado en el que el medio interno mantiene "una condición similar", con oscilaciones o fluctuaciones, diferenciándose de la fijeza del medio interno de Claude Bernard (Henderson, 1927, citado por Cooper, 2008).

En cuanto a su enseñanza, Harold Modell et al. (2015) plantean que, si bien hay acuerdo en que la homeostasis es uno de los conceptos más relevantes en el estudio de la Biología, la forma en que lo presentan los libros de texto determina que estudiantes y docentes, a menudo "no logran desarrollar un modelo claro y conciso con el cual pensar sobre tales sistemas".

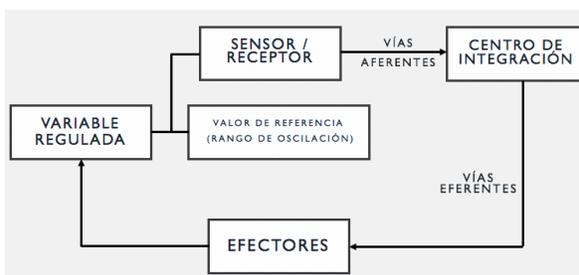
Los autores expresan que los textos “no siempre usan representaciones visuales consistentes...”, y que, “la explicación del concepto a menudo entra en conflicto con la comprensión actual de los mecanismos reguladores homeostáticos”.

McFarlan et al. (2016) proponen un marco conceptual para la enseñanza de la homeostasis en el nivel de grado. A partir de la opinión de expertos sobre conceptos esenciales, los cinco más aceptados fueron: 1) los organismos vivos mantienen su medio interno en condiciones estables a pesar de los cambios externos; 2) las variables reguladas se mantienen en un rango de normalidad; 3) las variables se mantienen estables por mecanismos de retroalimentación negativa; 4) los mecanismos homeostáticos operan todo el tiempo (no siendo de tipo on/off); y 5) el proceso que responde a la perturbación requiere de un sensor, un centro de control y un efector (componentes del sistema de retroalimentación negativa). Este marco conceptual puede constituir una guía al docente en tanto explicita lo que podríamos considerar conceptos subyacentes (Galagovsky, 1993) necesarios para una enseñanza de homeostasis reactiva con claridad y coherencia.

Por su parte, Modell et al. (2015) sugieren abordar la enseñanza de la homeostasis mediante un diagrama genérico con cinco componentes: 1.- Un sensor que mida el valor de la variable regulada; 2.- Un mecanismo que establece el "rango normal" de valores para la variable regulada; 3.- Un "detector de errores" que compara la señal transmitida por el sensor (el valor medido de la variable regulada) con el punto de ajuste; 4.- Un controlador que interpreta la señal de error y determina la/s salida/s hacia los efectores; y 5.- Un/os efector(es) que modifica/n el valor de la variable regulada.

En base a lo expuesto y a la riqueza que el uso de representaciones aporta al aprendizaje de las ciencias biológicas, en particular en la formación de docentes (Flores Caamacho et al., 2020; Autor, 2020c; Legarralde et al., 2019), se propuso utilizar un “esquema base” (Fig. 1) a modo de dispositivo didáctico para la enseñanza de la homeostasis reactiva.

Fig.1.- “Esquema base” elaborado a partir de las recomendaciones de Modell et al. (2015) y de McFarlan et al. (2016), para el estudio de procesos homeostáticos.



Este “esquema base” podría constituir una forma “concisa y coherente” (Galagovsky, 1993) de ilustrar procesos homeostáticos. Su utilización por estudiantes para representarlos y fundamentarlos, podría favorecer la explicitación de conceptos subyacentes y sus relaciones, en la construcción de modelos apropiados para aprender (Izquierdo, 2007).

Por otra parte, la revisión de dicho “esquema base” para su adecuación a diversos procesos homeostáticos podría contribuir a encontrar variantes y ampliar el concepto de homeostasis reactiva. Acorde a lo expresado por Garay (citado por Díaz Guevara et. al, 2019), dichas revisiones posibilitarían reconstrucciones en “un proceso que conlleva diferentes etapas de estructuración sucesiva”. Asimismo, los intercambios de ideas con pares pueden favorecer dichas instancias de revisión y metacognición. Cabe considerar, además, que diversos autores expresan que en estas “reelaboraciones, ajustes y complejizaciones” de los modelos intermedios, resulta de gran relevancia el uso de analogías (Díaz Guevara et al., 2019).

Se propuso aplicar a modo de dispositivo didáctico el “esquema base” presentado en la figura 1, para que estudiantes de profesorado apliquen al estudio de diversos procesos homeostáticos. La pregunta de investigación fue la siguiente: ¿Qué oportunidades y limitaciones ofrece el uso de un diagrama funcional “básico” para la construcción del modelo de homeostasis reactiva por parte de estudiantes de profesorado de Ciencias biológicas? En particular interesó analizar sus potencialidades para la incorporación en sus modelos, de conceptos esenciales descritos por Mc Farlan et al. (2016).

Metodología

La propuesta se desarrolló en el año 2020 en cursos de Fisiología humana de Profesorado en Ciencias biológicas. Participaron 48 estudiantes distribuidos en 3 grupos. Debido a la pandemia COVID-19, la totalidad de los cursos se desarrollaron en modalidad virtual, en una plataforma educativa institucional (CREA).

En una primera instancia, los estudiantes se organizaron en subgrupos de entre 3 y 5 personas para el trabajo en foros de discusión independientes. Cada subgrupo debía elaborar y fundamentar un “esquema base” (Fig. 1) para un proceso homeostático dado, con un plazo de siete días. En la primera semana, los estudiantes podían proponer un proceso homeostático, en tanto en las siguientes, los procesos elegidos se rotaban entre los subgrupos, de manera que al finalizar esta etapa, todos habían completado el estudio de los mismos procesos. Ellos fueron regulación de: la presión arterial media, la temperatura corporal, la glicemia, la presión parcial de oxígeno en sangre, el pH sanguíneo y la osmolaridad plasmática. El trabajo en subgrupos fue apoyado por la docente mediante orientaciones en foros de discusión, con devoluciones a entregas y con clases teóricas semanales sobre diversos temas (Homeostasis; Recepción de estímulos en el organismo humano; Hormonas; Sinapsis; Contracción muscular y su control/regulación por el Sistema Nervioso).

Las producciones de los estudiantes fueron analizadas mediante análisis de contenido cualitativo aplicando categorías deductivas (Andréu, 2002). Las categorías elegidas fueron los 5 conceptos esenciales propuestos por Mc Farlan et al. (2016). De esta manera se determinó si dichos conceptos esenciales surgían en la construcción colectiva del “esquema base” y su fundamentación, como forma de valorar las potencialidades del dispositivo didáctico en la construcción de modelos de homeostasis reactiva por estudiantes. Adicionalmente se presentan aportes de estudiantes que evaluaron la implementación de dicha actividad y de dispositivos complementarios que se incorporaron durante el desarrollo del curso. Dichas opiniones se recogieron a través de un formulario de Google, que fue respondido en forma anónima y voluntaria.

Resultados y discusión

Dado que el interés estuvo focalizado en las potencialidades del “esquema base” como dispositivo didáctico para contribuir a la incorporación de conceptos esenciales (Mc Farlan, 2016) en los modelos de los estudiantes, organizamos los resultados tomando como eje cada uno de dichos conceptos esenciales (que oficiaron como categorías deductivas).

1) Los organismos vivos mantienen su medio interno en condiciones estables a pesar de los cambios externos

En el seguimiento del trabajo en foros de discusión y en particular en la etapa en la que elegían procesos a estudiar, fueron frecuentes orientaciones dirigidas a: - descartar procesos que no correspondían a una homeostasis reactiva dado que o bien no había una variable del medio interno regulada (ejemplo: el parto), o bien el organismo humano no cuenta con un sensor que detecte cambios en dicha variable (ejemplo, concentración de hormonas en plasma). Otras orientaciones estuvieron abocadas a diferenciar el cambio externo ambiental, del estímulo que desencadena el proceso homeostático, en tanto este último radica en una modificación en una variable del medio interno. En la evaluación por parte de los/as

estudiantes, la totalidad de ellos/as manifestaron espontáneamente haber comprendido que la homeostasis reactiva se refiere a la regulación de variables del medio interno, declarando muchos de ellos haber “corregido errores” en este sentido.

2) Las variables reguladas se mantienen en un rango de normalidad

El carácter de normalidad de los procesos homeostáticos también requirió de su orientación y reflexión. En la fundamentación de las propuestas, aparecieron con frecuencia argumentos que o bien apelaban a situaciones patológicas o bien ponían en duda la conceptualización del carácter normal de las fluctuaciones en las variables reguladas. A modo de ejemplo, se transcriben algunas producciones de estudiantes: - “desviaciones de lo normal desencadenan procesos homeostáticos”; - “ante un descenso en el pH sanguíneo puede producirse depresión del Sistema Nervioso, confusión y coma”; - “si los valores de presión descienden de lo normal...”, entre otros.

Tales expresiones nos permiten plantear que la “constancia” del medio interno prevalece a la “condición similar” de Cannon, y que el carácter estático del “esquema base”, no contribuye a deconstruir este concepto, por lo que resulta necesario recurrir a recursos y estrategias complementarias. A continuación, se presenta una analogía propuesta durante el curso a partir de estos hallazgos y que fue evaluada favorablemente por los estudiantes (Fig. 2).



Figura 2. Analogía utilizada como estrategia para abordar el concepto de fluctuación en torno a un “valor de referencia”. En la analogía, cada vez que se rema, el bote se desvía en forma alterna hacia la izquierda y hacia la derecha de una recta imaginaria que une el bote con la isla. El movimiento (y oscilación) en torno a dicha recta es permanente, de manera que la sucesión de correcciones permite llegar a destino. (Elaboración propia).

Adicionalmente, se consideró oportuno acompañar el análisis de la analogía propuesta con actividades que refuercen el concepto, mediante la combinación de gráficos cartesianos con diagramas o esquemas que permitan identificar momentos en los que se desencadenan diversos procesos homeostáticos (no desarrollados por razones de espacio).

En este sentido, hay acuerdo en los estudiantes en que el esquema base es insuficiente en tal sentido, y que tanto la analogía del bote como las actividades complementarias fueron fundamentales para comprender dicho dinamismo. Se transcribe a continuación una opinión a modo de ejemplo: “esta analogía junto con el gráfico que muestra el valor de referencia y los rangos de oscilación, juntos, ayudan a entender este concepto”.

3) Las variables se mantienen estables por mecanismos de retroalimentación negativa

Durante el desarrollo del curso fue necesaria la explicitación de en qué consisten tanto mecanismos de retroalimentación negativa como positiva. El esquema base utilizado contribuye a su comprensión cuando se representa considerando incrementos y decrementos en la variable regulada como estímulos desencadenantes de procesos diferentes y con

resultados que los contrarrestan. En cuanto a las opiniones de los estudiantes, la gran mayoría (13 de 16) se manifestaron a favor de tales observaciones.

4) Los mecanismos homeostáticos operan todo el tiempo (no siendo de tipo on/off)

Dado el carácter estático del “esquema base”, fue necesaria la incorporación de otros dispositivos didácticos ya relacionados para abordar este concepto. En la evaluación de la propuesta más de la mitad de los estudiantes manifestaron que los gráficos con oscilaciones analizados en actividades complementarias ayudaron a entender la permanencia en el tiempo de estos mecanismos. Algunos de ellos citaron analogías abordadas en etapas previas de su escolaridad como desfavorables en este sentido, en particular la del termostato en la regulación de la temperatura corporal. Algunos comentarios de estudiantes a destacar son: “Homeostasis es poder entender que es un mecanismo que siempre está activo”; “Comprender que la homeostasis significa “movimiento””.

5) El proceso que responde a la perturbación requiere de un sensor, un centro de control y un efector (componentes del sistema de retroalimentación negativa).

La identificación de los componentes que participan en procesos homeostáticos resulta compleja, en tanto hay diversidad de procesos y componentes. Por otro lado, el esquema base es un diagrama funcional y no estructural, de manera que una misma estructura puede comportarse como “sensor” y como “centro de control”. A su vez, dicho “centro de control” no tiene por qué ser un órgano nervioso ni endócrino. Ilustramos de esta manera la gran complejidad de los diversos procesos homeostáticos y la importancia de la orientación docente en esta tarea. Con respecto a las opiniones de los estudiantes, la totalidad de ellos/as acuerdan en que el esquema base resulta útil para organizar la información, “como un molde”, para comparar diversos procesos y comprender su diversidad en los componentes. Se citan algunas opiniones al respecto: “Permite estandarizar y ordenar procesos diversos, complejos y con mucha información. De esta forma sienta una base firme”; “permite ordenar la información que se tiene y poder visualizar si se está frente a un proceso homeostático o no”.

Conclusiones

A modo de síntesis, en cuanto a los cinco conceptos de mayor esencialidad en la comprensión de la homeostasis reactiva según los expertos, la utilización del “esquema base” contribuye favorablemente únicamente a dos de ellos: la participación de componentes específicos, y la operación de mecanismos de retroalimentación negativa. Los restantes conceptos esenciales requieren para su abordaje dispositivos complementarios, resultando beneficioso la combinación de la analogía del bote con el análisis gráfico de oscilaciones de variables. Concluimos que la complejidad del concepto elegido requiere la complementación de diversos dispositivos para lograr una concepción que incluya los conceptos considerados esenciales por expertos. Esto permitió una sofisticación en los modelos construidos por los estudiantes en tanto: - los estudiantes reconocen la complejidad del tema planteando que “es más amplio y rico de lo que había imaginado”; - cuestionan el uso de términos como “equilibrio”; y - destacan el carácter dinámico de la homeostasis.

Para finalizar interesa señalar una posible subestimación de la Homeostasis a la hora de su enseñanza, así como jerarquizar la dedicación de tiempo en el aula para abordar los conceptos señalados por Mc Farlan et al. (2016) como esenciales. Se espera que este trabajo contribuya a vislumbrar dicha complejidad y a la búsqueda de dispositivos didácticos valiosos.

Referencias bibliográficas

- Andréu Abela, J. (2002) Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. Publicación Centro de estudios andaluces.
- Cannon, W. B. (1929). Organization for physiological homeostasis. *Physiological reviews*, 9(3), 399- 431.
- Cooper, S. J. (2008). From Claude Bernard to Walter Cannon. Emergence of the concept of homeostasis. *Appetite*, 51(3), 419-427.
- Díaz Guevara, C. A., Garay, F. R. G., Paz, J. D. A., & Adúriz-Bravo, A. (2019). Los modelos y la modelización científica y sus aportes a la enseñanza de la periodicidad química en la formación inicial del profesorado. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (5), 7-25.
- Flores-Camacho, F., García-Rivera, B., Gallegos-Cázares, L., Báez-Islas, A., & Calderón-Canales, E. (2020). Logros en la comprensión de temas de genética utilizando representaciones externas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1301-1301.
- Galagovsky, L. R. (1993). Redes conceptuales: base teórica e implicaciones para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 301-307.
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar ciencias, una nueva ciencia. *Enseñanza de las ciencias sociales: revista de investigación*, (6), 125-138.
- Legarralde, T. I., De Andrea, P., Barra, R., Marafuschi, C., & Vilches, A. M. (2019). Representaciones textuales y no textuales sobre alelo y genotipo en estudiantes avanzados del profesorado en Ciencias Biológicas. In *V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Mayoral Nouvelière, L. E., García, F. G., & Rodríguez, J. A. N. (2016). Homeostasis en la ciencia escolar: análisis del tema y resultados de una propuesta para su trabajo en el aula. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (30), 137-149.
- McFarland, J., Wenderoth, M. P., Michael, J., Cliff, W., Wright, A., & Modell, H. (2016). A conceptual framework for homeostasis: development and validation. *Advances in physiology education*, 40(2), 213-222.
- Modell, H., Cliff, W., Michael, J., McFarland, J., Wenderoth, M. P., & Wright, A. (2015). A physiologist's view of homeostasis. *Advances in physiology education*, 39(4), 259-266.
- Piñero Lardín, R. I. (2017). Homeostasis: Análisis de contenidos y de imágenes en libros de texto de bachillerato. Tesis de Maestría. Universidad de Granada. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/47451>
- Píriz Giménez, N. (2020). Representaciones visuales en la enseñanza de la biología: el caso del transporte de solutos a través de membranas celulares. *Prociencias*, 3(1), 18-32.
- Píriz Giménez, N. (2020) La "condición similar" de Cannon como concepto sostén en el aprendizaje de la Homeostasis reactiva. *Memorias de las Sextas Jornadas de Investigación Educativa y Quintas Jornadas de Práctica de la Enseñanza del Profesorado en Ciencias Biológicas de la FCEFyN de la UNC*.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Píriz Giménez, N. (2020) "Los mecanismos homeostáticos, ¿nos protegen de venenos? Sobrevaloración y sobredimensión de la homeostasis como dificultad en su enseñanza". *I Jornadas académicas de enseñanza de las ciencias naturales. Consejo de Formación en Educación, Uruguay.*