



**FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOCIEDADES SUSTENTABLES
OCTUBRE 10, 11 Y 12 DE 2018
BOGOTÁ-COLOMBIA**

**Introduciendo enfoques mecanísticos en el aula.
Propuesta centrada en la termorregulación**

Daza-Pérez, Erika Patricia¹, El-Hani, Charbel N².

Resumen

Presentamos un modelo didáctico que aborda termorregulación en vertebrados terrestres como mecanismo homeostático y constituye un recurso para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales a nivel de básica secundaria, principalmente, grado noveno.

Palabras clave: Termorregulación, mecanismos biológicos, homeóstasis.

Categoría # (1 o 2). 2. Trabajo de investigación concluido.

Tema de trabajo #. 3. Relaciones entre historia, epistemología y sociología de las ciencias.

Introducción y Objetivos:

En la enseñanza y aprendizaje de la biología, con frecuencia, los estudiantes presentan dificultad para hacer razonamientos sobre sistemas (Trujillo et al. 2015) y entender los mecanismos individuales que son parte de fenómenos globales. Les resulta difícil comprender fenómenos como la homeostasis porque, además de las limitaciones citadas, varios mecanismos y submecanismos implicados no son percibidos mediante la observación de sus manifestaciones y los atributos en el exterior de los organismos vivos o involucran una apreciación dinámica (Westbrook y Marek, 1992; Assaraf et al. 2013) e interdisciplinaria (Çimer 2012).

Particularmente, en la regulación de la temperatura, los estudiantes identifican las consecuencias y respuestas ante la pérdida de la estabilidad, es decir, la razón próxima que conduce al cambio, pero ignoran los procesos fisiológicos que producen el fenómeno (Assaraf et al. 2013)

Desde esa perspectiva, termorregulación constituye un concepto de gran interés didáctico en la educación básica secundaria como contexto para

¹ COLDINI - Capitanejo, Colombia. Laboratorio de Enseñanza, Historia y Filosofía de la Biología, Universidad Federal de Bahía – Salvador, Bahía. Brasil. erdaza1212@yahoo.es.

² Laboratorio de Enseñanza, Historia y Filosofía de la Biología, Universidad Federal de Bahía – Salvador, Bahía. Brasil, charbel.elhani@gmail.com.



FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOCIEDADES SUSTENTABLES OCTUBRE 10, 11 Y 12 DE 2018 BOGOTÁ-COLOMBIA

explicar la homeóstasis, promover razonamientos casuales y establecer relaciones con conceptos definidos en el currículo de la educación básica en Colombia (MEN estándares) y en otros países (NCR 2009) como fundamentales en el aprendizaje de las Ciencias Naturales (adaptación, evolución, mecanismos de intercambio de energía, calor, temperatura etc.)

Bajo esas consideraciones estructuramos un modelo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de termorregulación como mecanismo homeostático a nivel de básica secundaria y con ello, promover la introducción en el aula de perspectivas mecanísticas y tratamientos integradores de los fenómenos biológicos.

Marco teórico:

Entre las diversas maneras de explicar en biología, hay una que ha recibido especial atención en las últimas tres décadas: las explicaciones por medio de la proposición de modelos de mecanismos (Bechtel y Richardson 2010; Craver y Darden 2013) tienen un papel central en el estudio de los fenómenos vivos.

Sobre mecanismos se han propuesto varias definiciones (Machamer, Darden y Craver 2000; Glennan 2002; Bechtel 2006) cuyos puntos de acuerdo fundamentan la propuesta que aquí se plantea. Un mecanismo es un sistema complejo, un conjunto de componentes (entes y actividades) que desempeñan funciones individuales y colectivas, organizadas e interrelacionadas para producir un fenómeno. Los componentes han de ser vistos como entidades en ellas mismas que constituyen el mecanismo como un todo, y no simplemente como una agregación aditiva de partes (Glennan 1996; Craver y Darden 2013).

Los componentes del mecanismo son aquellos que tienen una función directa en la producción del fenómeno (Bechtel y Abrahamsen 2008), es decir, los entes que realizan diferentes actividades y están implicados en interacciones que resultan en la producción del fenómeno. Entes, actividades e interacciones tienen una organización espacial y temporal (Craver y Darden, 2013) de manera tal que permiten al mecanismo operar y producir el fenómeno del que es responsable.

Las entidades son reconocidas como objetos materiales concretos (es decir, son continuas), relativamente estables que se ubican en el espacio y el tiempo. Las actividades son las acciones producidas por las entidades (para cada actividad debe haber al menos una entidad que participe activamente en ella) y como tal, tienen una extensión temporal, poseen duraciones, tasas y fases características (Kaiser 2017). Las interacciones han sido relacionadas con



**FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOCIEDADES SUSTENTABLES
OCTUBRE 10, 11 Y 12 DE 2018
BOGOTÁ-COLOMBIA**

propiedades o distinguidas como actividades más complejas o subconjunto de actividades. (Fagan 2012).

Metodología

El modelo fue elaborado en la fase de investigación preliminar de una investigación de diseño educacional (*educational design research*) que tenía por objetivo identificar principios de diseño de una secuencia didáctica para la elaboración de modelos de termorregulación. Se consolidó a partir de la revisión de orientaciones curriculares oficiales de Colombia, literatura especializada, espacios de discusión con un grupo de nueve profesores de Ciencias Naturales en básica secundaria, observaciones sobre la implementación de la secuencia y sometido a evaluación por tres expertos en fisiología animal y humana.

Resultados y discusión

Partimos de la identificación del aspecto fenomenal del mecanismo de interés, es decir, el fenómeno que es producido por el mecanismo: mantener la temperatura interna en rangos de tolerancia y desempeño que son específicos para las diferentes especies, esto es, mantener la homeóstasis en la temperatura interna. Seguidamente identificamos los componentes del mecanismo, las actividades que realizan cada componente, cómo se organizan y conectan (Tabla 1). Los componentes del mecanismo son básicamente los de un sistema de regulación homeostático (termorreceptores, punto de ajuste y efectores).

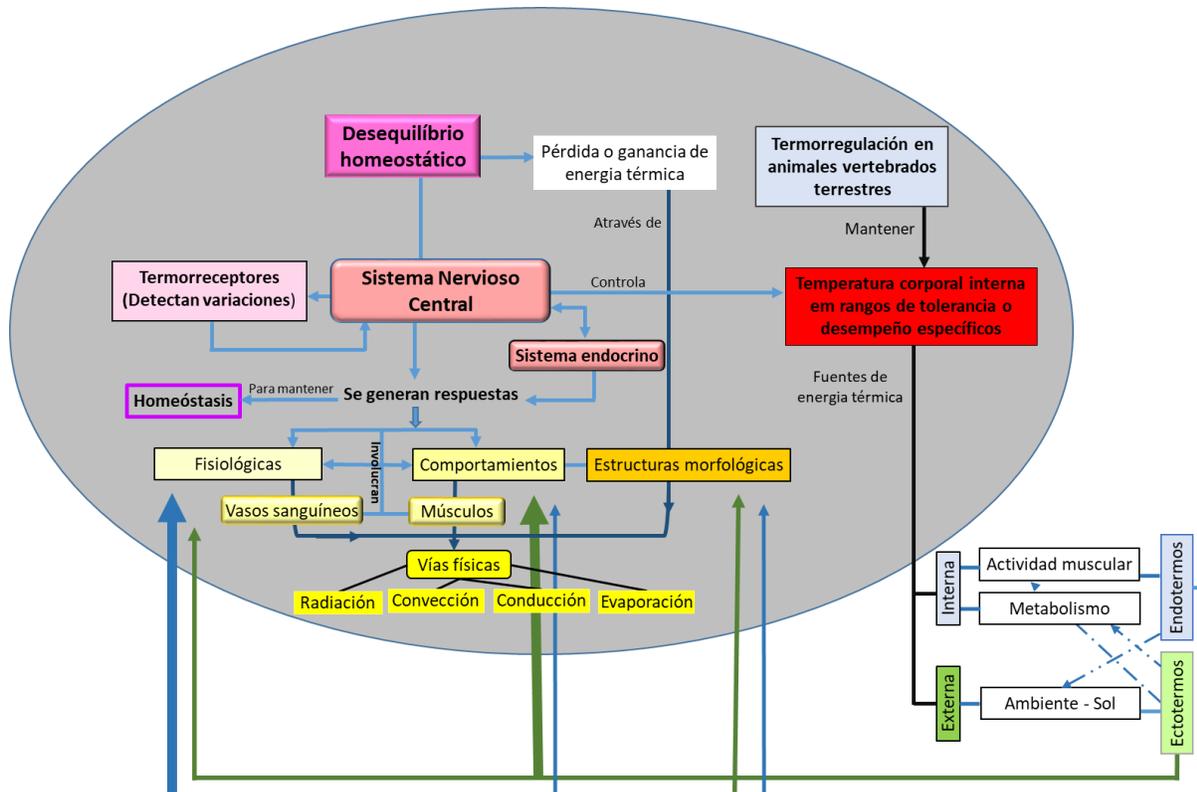
Tabla 1. Organización de componentes y actividades de un mecanismo para termorregulación en vertebrados terrestres. (Propuesta basada en esquema propuesto por Darden, 2008)

Componentes		Localización	Función	Conectividad	Orden
Termorreceptores	Sistema nervioso periférico	Piel, lengua, córnea, vejiga, sistema nervioso central	Sensitiva. Mide el valor de la temperatura y envía señales al centro de control para que detecte variaciones	Sistema nervioso central	1. Detección de la pérdida de la homeóstasis de la temperatura interna. 2. Información procesada en el Sistema Nervioso Central. 3. Se genera respuesta: 4. Aumento o disminución del metabolismo. Respuestas fisiológicas. Respuestas comportamentales
Centro de control - Punto de ajuste	Sistema nervioso central - termostato hipotalámico	Columna vertebral, cráneo	Centro de control - Punto de ajuste	Sistema endocrino, termorreceptores, efectores	
	Sistema endocrino	Diferentes glándulas distribuidas en los órganos	Estimula actividad nerviosa, la actividad metabólica. También la producción de sudor.	Sistema nervioso, termorreceptores, efectores	
Actividad metabólica	Vías catabólicas	A nivel celular	Transformar energía en térmica y libre	Sistema endocrino, sistema nervioso	
Efectores	Músculos, vasos sanguíneos, piel	Todo el cuerpo	Ejecutan respuestas fisiológicas y comportamentales	Sistema endocrino y sistema nervioso	
Fenómenos físicos	Convección	No aplica	Ganar o perder energía en relación al ambiente externo	Está ligado con todos los componentes. Es una propiedad de todos los cuerpos el perder o ganar energía a través de estas vías físicas	
	Conducción				
	Radiación				
	Evaporación				

A partir del análisis anterior, estructuramos la propuesta de modelo

didáctico (Figura1) que sigue el modelo simplificado de homeóstasis propuesto por Modell et al. (2015) también se apoya en los trabajos de Bicego, Barros y Branco (2007); Kuhl y Farmery (2014); Pough et al. (2012) y Vitt y Caldwell (2013)

Figura 1. Modelo didáctico del mecanismo de termorregulación en vertebrados terrestres. Elaborado por los autores.



En la zona sombreada se representan los aspectos centrales del mecanismo. El fenómeno producido es el mantenimiento de la temperatura corporal entre rangos de tolerancia o desempeño óptimos y específicos para cada especie o grupo de especies (Cuadro rojo).

El sistema nervioso central responde a un estímulo: la pérdida de la homeóstasis de la temperatura (desequilibrio homeostático), es decir, el hecho de que la temperatura corporal interna está por debajo o supera los rangos de tolerancia específicos para cada especie debido a la pérdida o ganancia de energía térmica. Este cambio es detectado a nivel del sistema nervioso central (medula espinal, tronco encefálico, encéfalo) a partir de la información que ha sido generada por los termorreceptores. En el sistema nervioso central se procesa la información y generan respuestas básicamente fisiológicas, que se manifiestan



FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOCIEDADES SUSTENTABLES OCTUBRE 10, 11 Y 12 DE 2018 BOGOTÁ-COLOMBIA

en comportamientos del animal o ajustes fisiológicos en sí, que controlan la temperatura. El sistema endocrino no sólo complementa la función del sistema nervioso. Existe un control mutuo de sus acciones, en este caso el sistema endocrino actúa a nivel del metabolismo, la sudoración, la vasoconstricción o vasodilatación.

Las respuestas citadas en el diagrama son vías de pérdida y ganancia de energía térmica ligadas entre sí porque una no es independiente de la otra y no es la única respuesta. Es decir, un animal puede moverse a un lugar soleado o modificar el color de su piel para ganar energía térmica por radiación, o ampliar su superficie corporal para ganar o perder energía más rápidamente por conducción o radiación. En caso de estos fenómenos físicos, a diferencia de otros sistemas, esta transferencia no logra el equilibrio térmico entre los dos sistemas: la temperatura interna de los animales se mantiene entre rangos específicos.

La actividad física permite producir energía térmica por actividad muscular: correr, caminar o quedarse quieto son comportamientos ligados a producción de energía térmica.

Las respuestas de tipo fisiológico y comportamental están conectadas por una doble flecha porque asumimos que el comportamiento es producto, en parte, de diferentes procesos fisiológicos y cada comportamiento también genera las condiciones para que se lleven a cabo procesos fisiológicos.

En el modelo, fuera de la zona sombreada, también se indican diferencias entre los animales en función de la fuente de energía térmica: interna – endotermos; externa – ectotermos. Las flechas punteadas indican fuentes de energía secundarias para ambos.

Dada la dependencia térmica del ambiente externo en los ectotermos, su principal mecanismo de regulación de la temperatura es comportamental (flecha verde resaltada) mientras que en los endotermos es fisiológica (flecha azul resaltada). Las flechas azul y verde no resaltadas también señalan otros mecanismos de pérdida y ganancia de energía.

Conclusiones

El modelo es básico en la consolidación de una propuesta para que el concepto de termorregulación pueda ser tratado con mayor profundidad en la enseñanza, estableciendo conexiones con otros conceptos centrales en el aprendizaje de biología. Con él se pretende abordar la termorregulación en los animales siguiendo un enfoque que favorezca la comprensión de la misma como mecanismo homeostático y pueda ser usado como recurso de aprendizaje a nivel de básica secundaria, principalmente en el grado noveno de tal forma que se consigan integrar conceptos de la física, biología y química definidos como



**FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SOCIEDADES SUSTENTABLES
OCTUBRE 10, 11 Y 12 DE 2018
BOGOTÁ-COLOMBIA**

básicos para este grado.

Referencias bibliográficas

- Assaraf O. B., Dodick J., Tripto J. (2013). High School Students' Understanding of the Human Body System, *Research in Science Education*, n. 43, p. 33–56.
- Bechtel, W. y Abrahamsen, A. (2008). From reduction back to higher levels. *Proceedings of the 30th Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 559-564). Austin, TX: Cognitive Science Society.
- Bechtel, W. (2006). *Discovering cell mechanisms: The creation of modern cell biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bechtel, W. y Richardson, R. (2010) *Discovering Complexity: Decomposition and Localization as Strategies in Scientific Research*. The MIT Press.
- Bicego, K; Barros, R; Branco, L. (2007). Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 147, p. 616–639.
- Craver, C. y Darden, L. (2013). *In search of mechanisms: discoveries across the life sciences*, Chicago: University of Chicago Press.
- Fagan, M.B., (2012). "The Joint Account of Mechanistic Explanation", *Philosophy of Science*, 79: 448–472.
- Glennan, S. (1996). Mechanisms and the Nature of Causation. *Erkenntnis*, 49-71.
- Glennan, S. (2002). Rethinking mechanistic explanation. *Philosophy of Science*, 69(Suppl.), S342–S353.
- Kuht, J., Farmery, A. (2014). Body temperature and its regulation. *Anaesthesia and intensive care medicine*, v.15, n. 6, p. 273-278.
- Machamer, P., Darden L., Craver C. (2000) Thinking about mechanisms. *Philos Sci* 67:1–25.
- Modell H., Cliff W., Michael J. Mcfarland J., Wenderoth M., Wright A. (2015). A physiologist's view of homeostasis. *Advances in Physiological Education*, 39, p. 259–266, 2015.
- Trujillo C., Anderson TR, Pelaez NJ. (2015). A model of how different biology experts explain molecular and cellular mechanisms. *CBE Life Sci Educ* 14, 20.
- Westbrook, S. L. y Marek, E. A. 1992. A cross-age study of student understanding of the concept of homeostasis. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (1): 51–61.