

## Representaciones sobre termorregulación en animales y su aproximación con un mecanismo biológico

*Daza Pérez, Erika Patricia y El-Hani, Charbel*

### Resumen

Fundamentado en la importancia de promover espacios para que los alumnos aprendan con y sobre modelos así como la de fortalecer visiones sistémicas e integrales de los fenómenos biológicos para construir explicaciones causales, exploramos las nociones de modelo científico y las representaciones sobre termorregulación en vertebrados terrestres desde la perspectiva de un mecanismo en un grupo de estudiantes de años noveno en la educación básica secundaria, en Colombia. Los resultados ponen de manifiesto que en las nociones sobre modelo científico están presentes ideas no consistentes con la interpretación científica y obstáculos en la comprensión y representación del fenómeno de termorregulación como mecanismo.

**Palabras clave:** Termorregulación, Mecanismos biológicos, Modelos.

### Introducción

Superar visiones aisladas y fragmentadas de fenómenos biológicos para promover una comprensión integral de los mismos (Castro y Valbuena, 2007; Verhoeff et al., 2008), coherente con perspectivas sistémicas (Svoboda y Passmore, 2013) es uno de los desafíos en el aprendizaje de la biología dado que, 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.

Por ejemplo, la homeóstasis, un concepto central en el campo del conocimiento biológico, genera a los estudiantes dificultades de comprensión puesto que varios mecanismos y submecanismos implicados no son percibidos externamente o involucran una apreciación dinámica (Jungwirth y Dreyfus, 1992; Westbrook y Marek, 1992; Assaraf et al. 2013) e interdisciplinaria (Çimer 2012).

En el caso de la termorregulación, como fenómeno homeostático, los estudiantes atribuyen la regulación, a las características fenomenológicas y concretas, como la piel o la grasa (Barak et al. (1999). 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 (Budding 1996; Assaraf et al. 2013).

En consecuencia, un principio importante en la enseñanza y aprendizaje de la biología es el reconocer que los fenómenos fisiológicos, a menudo, se estudian y explican mediante modelos de mecanismos (Trujillo et al. 2015) y en coherencia con ello, el desarrollo de actividades con y sobre modelos de mecanismos es una práctica consecuente con la actividad científica que contribuye con el fortalecimiento de una visión sistémica

e integral de los fenómenos biológicos para construir explicaciones causales de mayor complejidad.

Por tanto, es básico, estudiar las representaciones de los estudiantes sobre termorregulación desde una visión del fenómeno como mecanismo homeostático y a partir de ello desarrollar investigaciones y acciones didácticas tendientes a superar las dificultades manifestadas anteriormente.

Analizamos las definiciones de modelo y las representaciones sobre termorregulación en vertebrados terrestres expresadas por un grupo de estudiantes de noveno grado de educación básica secundaria en una institución educativa oficial, de Colombia. Pretendíamos identificar ¿qué noción de modelo científico manifestaban los estudiantes y qué elementos de sus representaciones son consistentes con un modelo de termorregulación como mecanismo homeostático? y con ello, tener elementos para el diseño y análisis de resultados de una secuencia didáctica para la elaboración de modelos sobre termorregulación en vertebrados terrestres.

### **Marco Teórico**

Presentamos referentes básicos en cuando a la visión de modelos, mecanismos y termorregulación como mecanismo homeostático.

Desde una perspectiva general, reconocemos los modelos como representaciones de fenómenos, sistemas y procesos naturales que buscan capturar sus elementos fundamentales a la luz de una cierta intención de explicación y una cierta comprensión teórica.

No buscan retratar a la realidad en sí misma, ni a alguna forma de verdad absoluta o definitiva, sino que son contruidos basado en procesos de abstracción e idealización de tal manera que el modelo nunca es un espejo o copia de la realidad. De hecho, un modelo deriva su poder de explicación, previsión y orientación de la investigación futura, no capturan la realidad tal como ella es, sino que representan lo real de manera generalizada, según ciertos propósitos, y abarcando muchos casos de un mismo fenómeno (Black, 1966; Matthews, 1998).

En biología, los fenómenos, a menudo son estudiados y explicados mediante modelos de mecanismos. 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 constituyen un todo y han de ser vistos como entidades en ellas mismas, no simplemente como una agregación aditiva de partes (Glennan 1996; Bechtel and Abrahamsen 2005; 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, las actividades e interacciones. Entes, actividades e interacciones, tienen una organización espacial y temporal de manera tal que permiten al mecanismo operar y producir el fenómeno del que es responsable.

Así, un modelo de un mecanismo describe o representa aquello que es considerado como los componentes (entes) y operaciones (actividades) relevantes del mecanismo; la organización de dichos entes (partes) y las operaciones dentro de un sistema; la forma como se articulan y armonizan las operaciones para producir el fenómeno. Estos modelos guían en la comprensión e investigación de fenómenos, la formulación y prueba de explicaciones mecanicistas (Bechtel y Abrahamsen 2008).

Mantener la temperatura interna en rangos óptimos para desarrollar procesos vitales, es decir, termorregular puede ser explicado en términos de mecanismo homeostático. 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, es decir, asegurar homeóstasis en términos de temperatura.

El sistema nervioso central responde a un estímulo; la pérdida de la homeóstasis de la temperatura (desequilibrio homeostático), es decir, 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 llevada por los termorreceptores.

En el sistema nervioso central se procesa la información y generan respuestas básicamente fisiológicas, que se manifiestan 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.

## Metodología

a. *Recolecta de la información:* La recolecta de la información se realizó en el año 2015 previo a la implementación de una secuencia didáctica basada en actividades de modelización (Daza-Pérez, Loula y El-Hani, 2016). Los estudiantes resolvieron un cuestionario mediante el cual se pedía resolver cuestiones sobre modelos, el proceso de modelización y termorregulación en vertebrados terrestres. En este artículo nos centramos sólo en dos cuestiones: 1. Escriba de forma breve, ¿Qué es un modelo para usted? y, 2. Elabore un modelo que le permita explicar cómo regulan la temperatura interna los animales vertebrados terrestres.

b. *Análisis:* Las definiciones de los estudiantes (test previo) fueron analizadas con apoyo del programa Atlas.ti® (versión 7.5.1), mediante codificación abierta, un proceso que consiste en expresar los datos y los fenómenos en forma de conceptos. Para ello se tomaron las respuestas y generaron listas de las palabras (no conectores) que conforman las oraciones; de esa lista según la frecuencia, y buscando que el término abarcara la relación con el tema y la cuestión propuesta, se eligieron los códigos y con ellos se establecieron categorías en las cuales se tipificaron las diferentes definiciones (estas categorías fueron revisadas por dos investigadores en didáctica de las ciencias)

Los modelos fueron analizados usando una matriz adaptada de Buckley y Boulter (2000) y Glennan (2005) y validado mediante evaluación por un par, especialista en el tema. Mediante la matriz, se identificó el tipo de representación es decir si se trataba de un modelo icónico, teórico, un modelo en 3D, una ecuación, etc. También se determinó si la representación se aproximaba a un modelo de mecanismo, qué elementos del mismo representaba.

El análisis general del modelo implicó un análisis sintáctico, basada en la percepción de señales gráficas, como imágenes discernibles o conjuntos de imágenes; semántico, en el reconocimiento del significado de la imagen; y pragmático, para entender el contexto de la imagen.

Fueron analizados los aspectos del fenómeno que representaba el modelo (si representa o cita elementos que producen el fenómeno y su relación espacial), el comportamiento (indica procesos, cambios) y, cuando la representación tenía algunos elementos propios de un modelo de mecanismo, este se analizó mediante las preguntas específicas: A. ¿Es predictivo de todos los comportamientos del mecanismo? 1. ¿Identifica todos los componentes del mecanismo? 2. ¿Para cada componente ha identificado las propiedades que generan cambios en la interacción con otros componentes? 3. ¿Proporciona descripciones precisas de las interacciones y actividades de cada componente? 4. ¿Representa correctamente la organización espacial y temporal del mecanismo? 5. ¿Reconoce la existencia de mecanismos dentro del mecanismo? 6. ¿Los representa en sub mecanismos? 7. ¿Los mecanismos operan al mismo tiempo y de forma redundante u operan en diferentes contextos?

## Resultados Y Análisis

### a. *Concepto de modelo:*

De acuerdo con los resultados, la noción de modelo en el 51 % de los estudiantes es simple y están presentes en su comprensión ideas no consistentes con la interpretación científica del concepto (filas color crema, Tabla 1). Por ejemplo, se definen los modelos como personas con atributos particulares, copias, versiones mejoradas o bonitas.

Una posible explicación a esas respuestas es la ausencia de actividades de modelización o el trabajo con modelos en sus prácticas habituales de enseñanza y aprendizaje; los estudiantes y profesores manifestaron que en los años y clases anteriores no han tenido contacto con modelos. La ausencia de familiaridad con los modelos y de comprensión sobre lo que son y cuál es su naturaleza resulta en dificultades para el desarrollo de actividades de modelización. Es complejo para los profesores orientar en la elaboración de modelos y aún más para los estudiantes trabajar con algo sobre lo cual no tienen claridad, sobre todo, si se trata de abordar un fenómeno también complejo, es decir, termorregulación.

Estos resultados evidencian un retroceso en cuanto a la enseñanza de las ciencias en la institución donde se implementó la secuencia, un sesgo hacia enfoques tradicionales de enseñanza que no contemplan prácticas epistémicas de la ciencia.

Otras afirmaciones, aunque elementales y poco estructuradas reflejan ideas sobre los modelos que son coherentes con en el contexto científico (Tabla 1, filas verdes). A pesar de sus limitaciones, son más favorables para el desarrollo de una comprensión, desarrollada e integral de los modelos mediante las actividades del proceso de modelización. En ellas se reconoce que un modelo es, un dibujo, una representación, un prototipo.

Varias respuestas centran su definición de modelo como un... "algo"... que deja la posibilidad de interpretarlo como cualquier ente, objeto etc. Sin embargo, la interpretación no se centró sólo en el término sino en toda la oración de manera que las demás palabras dieron sentido y ayudaron a precisar sobre aquello que se quería expresar.

Categoría - Respuesta	% respuestas	Ejemplos	
Algo	para imitar	14	
	representa una cosa	15	"Es la representación de algo" (Estudiante B72F) "Representación de algunas cosas" (Estudiante B67F)
	para conocer otra cosa, ayuda a guiar	10	
	idea de algo	3	
	bonito	3	
	que cambia con el tiempo	1	
	llama la atención	1	
no cambia	1		
Copia	11	"Una réplica de algo o algo que podemos seguir, una copia" (Estudiante B49F)	
Muestra, objeto a escala	12	"Una muestra de algo que existe y no se puede ver a simple vista" (Estudiante A11M)	
Dibujo, gráfica, objeto	8	"Algo hecho para mostrar cómo es un objeto. El modelo es en miniatura como un dibujo" (Estudiante B55M)	
Versión mejorada de un objeto	8	"... Mejora para un objeto que con el paso del tiempo no cambia..." (Estudiante A18F)	
No responde	5		
Centrada en personas	5	"... es una mujer usada para mostrar ropa o accesorios..." (Estudiante B43M), "...una persona u objeto por el cual nos motivamos a seguir..." (Estudiante B50F), "Mi papá" (Estudiante B56M) "Persona que es una de las mejores de este mundo" (Estudiante B45M)	
Prototipo	3		

Tabla 1. Categorización de las definiciones de modelo presentadas por los estudiantes.

Categorización de las definiciones de modelo presentadas por los estudiantes. Se presenta el porcentaje de respuesta en cada caso. En la categoría "algo" se ubicaron la mayoría de las respuestas. Además en las filas de color crema se ubican afirmaciones inconsistentes con perspectivas científicas y en las filas verdes afirmaciones con elementos que tienen coherencia con el contexto científico.

#### b. Modelos sobre termorregulación:

Los modelos elaborados fueron principalmente dibujos centrados en aspectos fenomenológicos, en el ente concreto que produce el fenómeno (ave, reptil, persona etc.), citando los comportamientos que son observados con mayor frecuencia en situaciones de la cotidianidad (Figura 1A, respuestas comportamentales), señalando algunos mecanismos físicos de pérdida o ganancia de energía térmica (Figura 1B, respuestas físicas) o mencionando la sudoración, que constituye una respuesta fisiológica a las variaciones.

Otros dibujos resaltan adaptaciones a condiciones climáticas extremas, representando animales que comúnmente habitan en zonas de páramo, nieve o bosques secos (Figura 1C, condición).

Los mapas y composiciones escritas (Figura 1D) reconocen termorregulación como un proceso que contribuye con el mantenimiento de una estabilidad en la temperatura interna y una influencia de la temperatura en procesos fisiológicos y reacciones químicas al interior del organismo. Si bien esta designación sugiere una visión de secuencia de pasos y/o interrelaciones entre ellos, es muy general, no reconociendo las entidades involucradas, las actividades o la organización de las mismas por lo que, igual que los dibujos, es limitada en cuanto a lo correspondiente a un modelo de mecanismo.

En todas las representaciones (dibujos, mapas y composiciones escritas), se evidencian ideas que surgen de observaciones de la cotidianidad, del sentido común. De acuerdo con Modell (2007), es habitual en los estudiantes apelar a la visión externa de los fenómenos cuando construyen explicaciones sobre ellos.

En este caso particular, las respuestas comportamentales frente a las variaciones, las manifestaciones físicas (sudoración) de respuestas fisiológicas, aspectos materiales como la presencia de pelo o grasa, el uso de elementos que ayudan a perder o ganar energía térmica son elementos externos que contribuyen en la elaboración de elucidaciones sobre el qué ocurre más no de cómo ocurre y por qué ocurre el fenómeno.

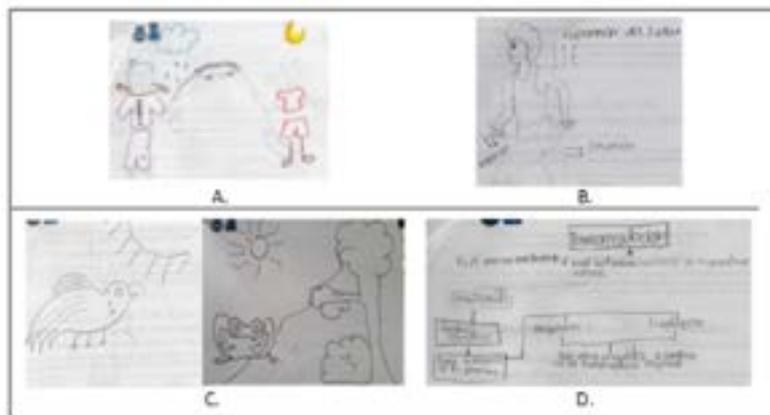


Figura 1. Modelos de los estudiantes sobre termorregulación en vertebrados elaborados previa implementación de una secuencia didáctica basada en actividades de modelización

En las representaciones no se reconocen componentes y/o eventos al interior del organismo, tampoco se asocia la termorregulación con la homeostasis. Los estudiantes utilizan el propósito eventual del acontecimiento (mantener la temperatura en un rango) como el mecanismo para explicar el fenómeno (explicación teleológica, como discute Abrams et al. 2001). El mecanismo del fenómeno no se identifica, de manera que, además de las limitaciones que surgen como consecuencia de la falta de conocimiento del fenómeno en sí, también existen dificultades para elaborar modelos de mecanismos causales que implican no sólo la caracterización del fenómeno, sino también la identificación de los entes (órganos, sistemas) involucrados sino también las acciones de cada uno, las relaciones entre entes y acciones.

## Conclusiones

Los resultados sugieren que los estudiantes no están familiarizados con los modelos científicos, su noción de modelo es ingenua, asociada con cuestiones de la cotidianidad y están presentes en su comprensión ideas no consistentes con la interpretación científica del concepto. Además tienen dificultades para comprender los fenómenos biológicos desde la perspectiva de mecanismos y elaborar modelos de estos.

Los modelos expresados por los estudiantes carecen de elementos que reflejen proximidad con un modelo de mecanismo, involucran atributos identificados a través de observaciones de la cotidianidad. En ellos no se evidencia una representación de cómo se produce el fenómeno, cómo termorregulan los animales, qué sub mecanismos, órganos o sistemas de órganos están implicados. Identificamos una visión fenomenológica, centrada en aspectos macroscópicos, en el ente donde se produce el fenómeno (animal).

Se ponen de manifiesto limitaciones para crear una cadena de relaciones causales entre entidades fisiológicas, de comprender la estructura y dinámica del fenómeno o usar conocimientos de otras disciplinas la química y la física para elaborar las explicaciones.

Es necesario fortalecer acciones didácticas para que los estudiantes se involucren en actividades de modelización y con ello, comprendan mecanismos individuales, como termorregulación, que son parte de fenómenos globales, construyan explicaciones sobre cómo ocurren los fenómenos y las interconexiones entre ellos. La secuencia implementada luego de esta indagación atiende la problemática expuesta. Los resultados luego de la implementación ratifican los obstáculos de los estudiantes para producir modelos de mecanismos.

## Referencias Bibliográficas

- Assaraf, O.; Dodick, J. y Tripto, J. (2013). High school students' understanding of the human body system. *Research in Science Education*, 43(1): 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.
- Craver, C. F. y Darden, L. (2013). *In Search of Mechanisms: Discoveries across the Life Sciences*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Daza-Pérez, E.; Loula, A. y El- Hani, C. (2016). Propuesta de secuencia didáctica para el aprendizaje de termorregulación en animales mediante actividades de modelización apoyadas en el videojuego Calangos. En P, Membiela., N. Casado., M, Cebreiros y M. Vidal. (ed). *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias/ A práctica docente no ensino das ciencias* (pp 99-103). Edita Educación Editora: Ourense.
- Modell H. I. (2007). Helping students make sense of physiological mechanisms: the "view from the inside". *Advan. Physiol. Edu.*, 31:186-192.