

CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE MODELIZACIÓN SOBRE TERMORREGULACIÓN EN ANIMALES APOYADAS EN EL VIDEOJUEGO CALANGOS

Erika Patricia Daza Pérez

Universidad Federal de Bahía – Brasil, Colegio Integrado Divno Niño – Capitanejo,

Charbel Niño El Hani

Universidad Federal de Bahía - Brasil

Ângelo Conrado Loula

Universidad Estatal de Feira de Santana – Bahía, Brasil

RESUMEN: Se presentan resultados de la fase de investigación preliminar y citan resultados preliminares del primer ciclo de la fase de prototipado de una investigación de diseño, mediante la cuál se pretende identificar las características de diseño de una secuencia didáctica para la modelización apoyada en el videojuego Calangos. A partir de la revisión de libros de texto y literatura especializada se elaboró un diagrama que representa termorregulación como un mecanismo, se diseñó una secuencia que consta de siete fases y sigue etapas de modelización en el aula.

PALABRAS CLAVE: termorregulación, videojuego calangos, modelización, investigación de diseño.

OBJETIVOS: el objetivo general del estudio es investigar los principios de diseño de una secuencia didáctica para la elaboración de modelos sobre termorregulación en vertebrados terrestres usando el videojuego Calangos.

MARCO TEÓRICO

La modelización o elaboración de modelos es una actividad fundamental en la ciencia y en la enseñanza de la misma permite a los alumnos desarrollar argumentos acerca del poder explicativo de un modelo, cómo podría ser revisado, ampliado y mejorado en función de los objetivos para los cuales fue propuesto (Svoboda y Passmore 2013) En Biología, gran parte de los fenómenos también han sido explicados usando modelos (Lee y Kim 2014) y muchos de los modelos desarrollados son modelos de mecanismos que en este caso, se asumen como un sistema complejo que produce un comportamiento o fenómeno determinado, por la interacción de un sin número de partes (Glennan 2005) Así por

ejemplo, termorregulación explicada en términos de mecanismo, es un fenómeno que permite a los organismos termoreguladores mantener su temperatura corporal interna entre rangos de tolerancia o desempeño apropiados y específicos para cada especie por mecanismos físicos, comportamientos y la acción conjunta de los sistemas nervioso, endocrino, muscular, circulatorio.

En consecuencia, desde el punto de vista didáctico conviene asumirla como un mecanismo homeostático asociado con otros conceptos fundamentales (energía térmica, temperatura, mecanismos de pérdida y ganancia de energía, metabolismo) y fundamentar su enseñanza mediante el desarrollo de actividades de modelización para favorecer una visión integral de los fenómenos biológicos.

Esas actividades de modelización pueden ser apoyadas en el videojuego Calangos (Disponible en inglés, español y portugués en <http://calangos.sourceforge.net/>) que implementa un modelo computacional de un ecosistema real, ha evidenciado resultados favorables en el aprendizaje de termorregulación (Loula et al. 2014) presenta cuatro características consistentes con el proceso: 1. Modela una situación ecológica real lo cual permite tener una aproximación cercana al fenómeno que será modelado. 2. La condición ectotérmica del protagonista facilita evidenciar mecanismos termoreguladores. 3. Los indicadores de estado permiten identificar factores que influyen en el comportamiento del animal. 4. Genera gráficas de dispersión que relacionan variables descriptoras del comportamiento del animal en el tiempo pasado del juego, analizar y mejora la estrategia de juego (Figura 1).



Fig. 1. a) Entorno del juego. b) Gráficas de dispersión variables modeladas en el juego

Por lo anterior, el estudio supone que Calangos provee un contexto favorable para el aprendizaje de termorregulación en animales basado en la modelización, y mediante este proceso, los estudiantes podrán superar visiones fragmentadas de los sistemas biológicos y aproximarse a la actividad científica de manera que aprendan de y sobre la ciencia.

METODOLOGÍA

Se trata de una investigación de diseño (Design research); un estudio sistemático de diseño, desarrollo y evaluación de intervenciones educativas como solución a problemas en la práctica educativa. También tiene como objetivo la mejora del conocimiento sobre las características de estas intervenciones y los procesos de diseño y desarrollo de ellos (Molina et al. 2011; Van den Akker, J. 1999). Sigue tres etapas: 1. Investigación preliminar: necesidades y análisis de contenido, revisión de la literatura, desarrollo de un marco conceptual. 2. Fase de prototipado: fase de diseño iterativo que consiste en repeticiones, siendo cada uno un microciclo de investigación. 3. Fase de evaluación retrospectiva.

En la investigación preliminar, se identificaron en libros de texto de biología de básica secundaria, orientaciones curriculares oficiales de Colombia y la literatura especializada elementos que fundamentan la importancia de un abordaje explícito del concepto en conexión con temáticas de la química y la física en noveno grado. Se estructuró un diagrama sobre termorregulación en animales vertebrados terrestres como un mecanismo homeostático (Daza y El Hani en preparación) y se creó el primer prototipo de la secuencia.

En la fase de prototipado se desarrollaron dos ciclos. En el primero se aplicó la secuencia en dos grupos de estudiantes (65) de grado, nivel básica secundaria del colegio oficial Divino Niño de Capitanajo. Se aplicó un pre test para identificar cómo definen y representan las termorregulación en animales. Se analizaron los documentos escritos generados en cada actividad de la secuencia y los modelos elaborados mediante una matriz adaptada de Buckley y Boulter (2000) y Glennan S. (2005) (Figura 2).

Estudiante - Grupo	Modelo	General			Específico - Modelo de mecanismos								
		Medio de representación		Características de la representación	Componente del fenómeno	Descripción del mecanismo							
		Aspectos del fenómeno que representa											
		Estructura, comportamiento, componentes	Sintáctico (Señales gráficas, imágenes o conjunto de imágenes)	Semántico (Significado de la imagen)	Pragmático (Contexto de la imagen basado en el conoc. Anterior)	Es predictivo de todos los comportamientos del mecanismo	Identifica todos los comp. del mecanismo	Para cada componente ha identificado las propiedades que generan cambios en la interacción con otros componentes?	Proporciona descripciones precisas de las interacciones y actividades de cada componente	Representa correctamente la organización espacial y temporal del mecanismo	Reconoce la existencia de mecanismos dentro del mecanismo	Los representa en sub mecanismos	Los mecanismos operan al mismo tiempo y de forma redundante u operan en

Fig. 2. Matriz análisis de modelos

RESULTADOS

Se integran en un diagrama los elementos identificados como básicos en el aprendizaje del concepto, se describen las actividades de la secuencia didáctica y presentan resultados preliminares de las representaciones sobre termorregulación en animales vertebrados hechas por los estudiantes en el pre test.

Termorregulación En Animales Vertebrados Terrestres Como Mecanismo

La revisión de literatura, libros de texto y lineamientos curriculares evidenció que termorregulación no constituye una temática central en la enseñanza de la biología, es citado sin conexión clara con otras temáticas y las investigaciones sobre su aprendizaje son limitadas (Daza y El Hani en preparación) por tanto, se propone un diagrama (Figura 2) para hacerla objeto de estudio desde la homeóstasis como una alternativa para organizar sistemas de pensamiento, que proporcionen a los estudiantes la posibilidad de integrar los diferentes componentes y procesos en los sistemas vivos, comprender su complejidad e interacciones con el medio externo. Fue adaptado de los trabajos de Modell et al. 2015, Bicego, K., Barros, R y Branco, L., (2007); Kuht y Farmery (2014); Pough et al. 2012 y Vitt y Caldwell (2013) y validado mediante revisión por parte de dos expertos en fisiología humana y animal.

En el diagrama, el fenómeno del mecanismo es mantener la temperatura corporal entre rangos de desempeño óptimos y específicos para cada especie (Cuadro rojo). Los sistemas nervioso, endocrino, muscular,

circulatorio y mecanismos físicos son componentes del mecanismo. El sistema nervioso central responde a un estímulo; la pérdida de la homeóstasis de la temperatura, detectada por el termostato hipotalámico. Los termorreceptores detectan las variaciones y llevan la información al sistema nervioso central que las procesa y genera respuestas básicamente fisiológicas, que se manifiestan en comportamientos o ajustes fisiológicos en sí.

El sistema endocrino, no sólo complementa la función del sistema nervioso; existe un control mutuo de sus acciones, el sistema endocrino actúa a nivel del metabolismo, la sudoración, la vasoconstricción o vasodilatación. La temperatura corporal es regulada también por termogénesis muscular. Se citan mecanismos físicos y morfológicos como otras formas de perder o ganar energía que no dependen directamente del sistema nervioso. Dada la dependencia térmica del ambiente externo en los ectotermos, su principal mecanismo de regulación de la temperatura es comportamental (flechas 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 por endotermos y ectotermos.

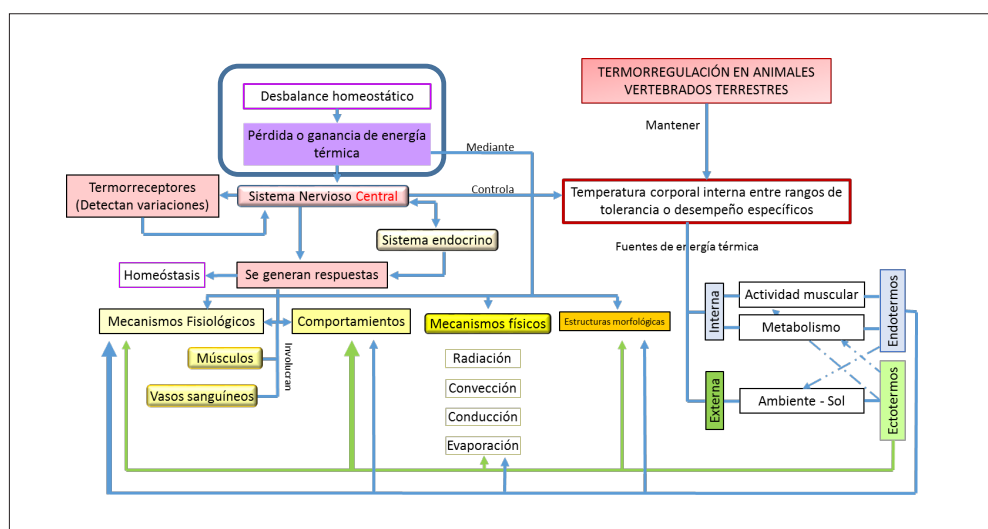


Fig. 3. Termorregulación en animales (Daza y El Hani en preparación)

El diagrama presentado constituye una línea base en la consolidación de la propuesta para hacer un tratamiento más profundo del concepto en el aula estableciendo conexiones con otros conceptos centrales en el aprendizaje de biología. Fue empleado en el diseño de las actividades de la secuencia y en la implementación de la misma como recurso para que los estudiantes establecieran comparaciones con sus modelos.

Secuencia Didáctica

Atendiendo a lo propuesto anteriormente y al objetivo de la investigación, se propuso como objetivo de la secuencia, que los estudiantes del grado noveno de la educación básica secundaria comprendan la regulación de la temperatura en animales vertebrados terrestres como un mecanismo en el que participan, de manera conjunta y coordinada, órganos, sistemas y comportamientos a la vez que aprenden sobre el modelaje en biología.

Siguiendo dos principios de diseño: Seguir las etapas de modelización propuestas por Justi (2006) e incluir el videojuego en sólo dos fases de la secuencia mediante acciones guiadas y complementado con otras actividades (Daza, Loula, y El Hani, 2016), la secuencia comprende siete fases: 1. Aprender sobre Modelos. Analogía con mapas adaptada de Raviolo et al. (2010) y Smith et al. (1992); 2. Clase Introductoria sobre termorregulación; 3. Tener experiencias con el objeto a modelar; 4. Producir y expresar el modelo; 5. Llevar a cabo experimentos mentales; 6. Evaluar el modelo. Planear y ejecutar experimentos;

7. Ajustar el modelo y Socializar. En la primera actividad los estudiantes discuten sobre el concepto de modelo en ciencias y la actividad de modelaje. Posteriormente (etapa 2) los estudiantes participan en una clase expositiva, una actividad guiada y una lectura para iniciar la primera etapa de modelización (tener experiencias con el objeto a modelar) que se apoya en Calangos. Esta actividad es guiada por cuestionamientos y situaciones orientadas para que los estudiantes identifiquen los elementos del entorno del juego que influyen en la regulación de la temperatura corporal interna del lagarto. Las etapas cuatro y cinco se desarrollan siguiendo lo sugerido por Justi (2006): clarificar el objetivo del modelo, recordar aspectos fundamentales sobre el proceso de elaboración de modelos y el papel de los modelos.

La etapa seis combina dos tipos de actividades experimentales: una desarrollada a partir de la observación de las variaciones de temperatura corporal de los estudiantes durante actividad física, con el registro y análisis de datos generados en la actividad (¿Hace calor aquí? , Adaptado de: Dean et al. (2014)). Con ella se evalúa el poder explicativo del modelo para animales endotermos. La otra actividad se centra en los ectotermos: los estudiantes deben proponer una situación para evaluar su modelo usando las gráficas generadas en Calangos. La última etapa, comprende el ajuste del modelo en función de la evaluación hecha, la socialización del modelo final consensuado por el grupo de trabajo y la revisión del diagrama sobre termorregulación propuesto en el apartado anterior.

Representaciones de termorregulación en animales

Previo al desarrollo en el aula de la secuencia descrita, los estudiantes elaboraron una representación (modelo) de la termorregulación en vertebrados terrestres. Tales representaciones son principalmente icónicas (74%); se trata de dibujos de aves, personas o de reptiles expuestos al sol o en ambientes que sugieren bajas temperaturas. Estos, al igual que las demás representaciones (textos escritos: 8,57% e historietas: 1,42%) están centrados en el comportamiento del fenómeno, enfatizan en respuestas como uso de ropas ligeras o de prendas para condiciones de intenso frío en el caso de las personas (Figura 3); la exposición al sol o a ambientes no soleados por parte de los animales.

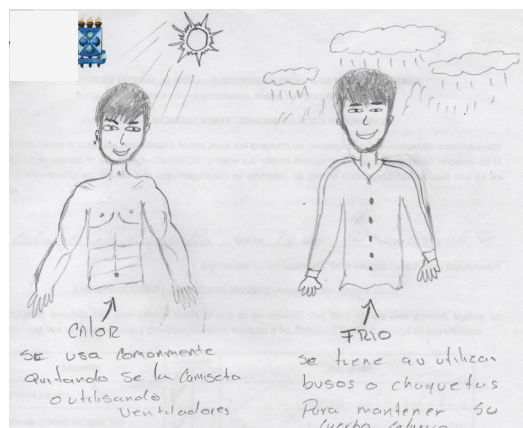


Fig. 4. Representación de termorregulación en vertebrados terrestres (Estudiante 91.12)

Estas representaciones así como los demás datos de la implementación están en proceso de análisis.

CONCLUSIONES

Termorregulación en vertebrados terrestres es un concepto integrador no explícito en la enseñanza de la biología cuya conexión con otras temáticas de las ciencias naturales constituye un contexto fuerte para promover visiones sistémicas de los fenómenos. Se ha descrito una propuesta que incluye dos elementos (calangos como videojuego y la modelización) con alto potencial para un aprendizaje de conceptos biológicos centrado en la comprensión de y sobre la ciencia, cuya implementación más allá de contribuir en la superación de los vacíos teóricos y de aprendizaje percibidos contribuirá generará información fundamental para validar principios de diseño y comprender procesos de aprendizaje del mecanismos biológicos mediados por el videojuego y la modelización.

BIBLIOGRAFÍA

- BICEGO, K., BARROS, R. & BRANCO, L. (2007). Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 147, 616–639.
- BUCKLEY, B. C., & BOULTER, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.) *Developing models in science education* (pp. 105- 122). Dordrecht, Holland: Kluwer.
- DAZA, E. y EL HANI, C. Termorregulación en vertebrados terrestres como concepto explícito e integrador en la enseñanza de las ciencias naturales. En preparación.
- DAZA, 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: *La práctica docente en la enseñanza de las ciencias/ A práctica docente no ensino das ciencias*. Pedro Membiela Iglesia: Editor. En prensa.
- DEAN, L., BRESLIN A. y ROSS, E.(2014). Is it hot in here? Thermoregulation and homeostasis through an exercise. *Advances in Physiological Education*, 38, 99 – 100.
- GLENNAN, S. (2005). Modeling mechanisms. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36, 443–464.
- JUSTI, R. (2006). La enseñanza basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 173 – 184.
- LEE, S. y KIM, H-B. (2014). Exploring Secondary Students' Epistemological Features Depending on the Evaluation Levels of the Group Model on Blood Circulation. *Science & Education*, 23:1075–1099.
- LOULA, A.C., CASTRO, L.N., APOLINARIO J.R., ROCHA, P.L.B., CARNEIRO, M. C., REIS, V. P., MACHADO, R. F., SEPULVEDA, C. y EL-HANI, C. N. (2014). Modeling a Virtual World for Educational Game Calangos. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014, 1-14.
- MODELL H., CLIFF W., MICHAEL J. MCFARLAND J., WENDEROTH M. y WRIGHT A. (2015) A physiologist's view of homeostasis. *Advances in Physiological Education*, 39, 259–266. doi:10.1152/advan.00107.2015.
- MOLINA, M., CASTRO, E., MOLINA, J. y CASTRO, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 75-88.
- POUGH, H., JANIS, C. M. & HEISER J. B. (2012). *Vertebrate Life*. San Francisco: Benjamin Cummings.
- RAVILOLO, A.; RAMÍREZ, P. y LÓPEZ, E. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*,7(3), 581-612.
- SMITH, C.; SNIR, J. y GROSSLIGHT, L. (1992). Using conceptual models to facilitate conceptual change: the case of weight-density differentiation. *Cognition and Instruction*, 9 (3), 221-283.

- SVOBODA, J. y PASSMORE, C. (2013). The Strategies of Modeling in Biology Education. *Science & Education*, 22, 119–142.
- VAN DEN AKKER, J., GRAVEMEIJER, K., MCKENNEY, S., & NIEVEEN, N. (2006). *Educational design research*. Abingdon, Oxon: Taylor & Francis.
- VITT, L.J., CALDWELL, J. P. (2013). *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. China: Academic Press.

