

**Construyendo del modelo de ser vivo a partir de las preguntas del alumnado: una
experiencia con tortugas rusas, *Testudo horsfieldii***

**Construindo o modelo de ser vivo a partir das perguntas dos alunos: uma experiênciã
com tartarugas russas, *Testudo horsfieldii***

**Building the model of a living being from the students' questions: an experience with
Russian tortoises, *Testudo horsfieldii***

Alma Adrianna Gómez Galindo¹

Resumen

Se presenta una experiencia realizada en un aula de segundo de primaria, estudiantes de 7 años de edad, en una escuela de Monterrey, México. Se llevaron al aula dos tortugas terrestres rusas *Testudo horsfieldii*, que permanecieron en el salón de clase durante un ciclo escolar. Se busco que el alumnado construyera el modelo de ser vivo a partir del contacto con estas tortugas, siguiendo sus propias trayectorias de interés. Para ello, se partió de las preguntas generadas por niños y niñas y se plantearon experiencias para integrar las funciones relación, nutrición y reproducción. Para cada una de estas funciones se diseñaron experiencias en las que se integraron experimentos, vídeos, generación de representaciones concretas, analogías y diversos recursos para la construcción de ideas clave. Las actividades fueron diseñadas en el contexto de una colaboración entre la escuela y un grupo de investigación educativa.

La mancuerna entre el contacto directo y cotidiano con los seres vivos, las preguntas del alumnado y las actividades planificadas desde una mirada teórica asociada a la modelización, generó motivación por el estudiantado, pero también por la profesora para abordar temas asociados al aprendizaje de la biología en su curso. La planificación del proceso de modelización partiendo de las propias preguntas del alumnado plantea retos asociados a la posibilidad de proponer experiencias que permitan abordar las preguntas a la vez de integrar las ideas del modelo.

Palabras clave: modelización, ser vivo, enseñanza de la biología, educación primaria

Abstrato

Apresenta-se uma experiênciã realizada em uma sala de aula do segundo ano do ensino fundamental, alunos de 7 anos, em uma escola de Monterrey, México. Duas tartarugas russas: *Testudo horsfieldii*, foram levadas para a sala de aula e permaneceram nesta por

¹ Cinvestav Monterrey, México. agomez@cinvestav.mx



todo o ano letivo. O objetivo era que os alunos construísem o modelo de um ser vivo a partir do contato com essas tartarugas, seguindo suas próprias trajetórias de interesse. As perguntas dos meninos e meninas foram o ponto de partida para desenvolver experiências e integrar a função de relacionamento, de nutrição e de reprodução. Para cada uma dessas funções foram realizadas atividades como: experimentos, vídeos, geração de representações concretas, analogias e diversos recursos para a construção de ideias-chave. As atividades foram concebidas no contexto de uma colaboração entre a escola e um grupo de pesquisadores educativos.

A relação entre o contato direto e diário com os seres vivos, as dúvidas dos alunos e as atividades planejadas a partir de uma perspectiva teórica associada à modelagem, gerou motivação para o corpo discente, mas também para que o professor desenvolvesse questões associadas ao aprendizado da biologia com sua turma. O planejamento do processo da modelagem considerando as próprias questões dos alunos gera desafios associados à possibilidade de propor experiências que permitam abordar as questões integrando as ideias do modelo.

Palavras-chave: modelagem, ser vivo, ensino da biologia, ensino fundamental

Abstract

An experience carried out in a second-grade classroom, 7-year-old students, in a school in Monterrey, Mexico, is presented. Two Russian tortoises, *Testudo horsfieldii*, were brought into the classroom and remained in for one school year. The aim was to build the model of a living being thru the contact with these turtles, following the students' own trajectories of interest. To do this, the questions generated by students were the started point and then, experiences were proposed to integrate the functions of relationship, of nutrition, and of reproduction. For each of these functions, experiences were designed in which experiments, videos, generation of concrete representations, analogies and various resources were used to the construction of key ideas. The activities were designed in the context of a collaboration between the schoolteacher and an educational research group.

The joint between the direct and daily contact with living beings, the questions of the students and the activities planned from a theoretical modeling perspective, generated motivation in the student, but also in the teacher to address issues associated with learning biology. The planning of the modeling process based on the students' own questions, generates challenges associated with the possibility of proposing experiences that allow addressing these questions while integrating the ideas of the model.

Keywords: modeling, living being, biology teaching, K12 education



Introducción: El modelo ser vivo y los intereses del alumnado

Actualmente reconocemos que el diseño de actividades en el aula basadas en modelos y modelización es una vía fructífera para el aprendizaje de la biología (Ariza, Lorezano y Adúriz-Bravo, 2016). Sin embargo, en gran medida los procesos de modelización se diseñan priorizando los modelos teóricos de referencia. Es decir, a partir de puntualizar las ideas teóricas, o modelos de referencia, se genera el diseño de actividades (ver por ejemplo Guisasola, Zuza, Ametller y Sarriugarte, 2020). Si bien se ha documentado el logro de resultados positivos, podemos ahora, como he señalado en otros trabajos (Gómez Galindo y García Franco, 2021), con la madurez que ha alcanzado el campo, atender el reto de diseño de la modelización partiendo de los intereses del alumnado y capitalizando la experiencia docente.

Partir de los intereses del alumnado resulta especialmente significativo si queremos integrar a los procesos de modelización elementos asociados a la justicia social en lo general, y a la justicia epistémica en lo particular. La justicia social:

“se basa en la igualdad de oportunidades y en los derechos humanos, más allá del concepto tradicional de justicia legal. Está basada en la equidad y es imprescindible para que cada persona pueda desarrollar su máximo potencial y para una sociedad en paz” (UNICEF, s/f).

La premisa de igualdad de oportunidades y equidad implica la posibilidad de cada persona de integrar su cultura, su propio punto de vista y finalmente su identidad en todo proceso social, incluido la educación. La enseñanza de las ciencias ha sido blanco de diversas observaciones al respecto. Al hacer una revisión de la historia de la ciencia y su enseñanza, Horgan y Horowitz (2022) señalan que ha prevalecido la postura colonial de imposición de un saber sobre otros, de una mirada - la de la ciencia- sobre otras. La llamada Ciencia Occidental Moderna (*Modern Western Science*) se ha presentado en las aulas como una forma de conocimiento superior, racional y universal, en la que otros conocimientos están subordinados, por ejemplo, los tradicionales (ver Corsiglia and Snively 2001; Walls 2014). Es esta subordinación la que genera la llamada injusticia epistémica.

La propuesta que hemos manejado para integrar en el aula diversos modos de conocer el mundo es a través del diálogo intercultural (Gómez Galindo y Gracia Franco, 2022). Aquí diversos conocimientos pueden integrarse en la clase de ciencias, utilizando variadas estrategias y considerando los contextos.

En esta experiencia presento una de las estrategias que puede permitirnos integrar de forma dialógica la voz del alumnado y sus intereses al construir modelos biológicos. En ella, a



partir del contacto cotidiano del alumnado con dos tortugas rusas, partimos de las preguntas que este se planteaba para organizar la lógica de la enseñanza del modelo ser vivo.

A continuación, presentó algunas actividades asociadas a esta experiencia. Cabe señalar que partir de las preguntas del alumnado no es algo nuevo y ha sido foco de sinnúmero de experiencias, sin embargo, la utilización de las preguntas del alumnado para desarrollar procesos de modelización aún está abierta a exploración.

En los siguientes apartados presento algunos momentos de la experiencia: primero la construcción y organización de las preguntas, posteriormente un ejemplo de actividad para cada una de las funciones del modelo sugeridas por Garcia (2005); Gil-Pérez (2005) y Gómez Galindo, Sanmartí y Pujol (2007): reproducción, relación y nutrición. Finalmente un cierre con comentarios finales.

La preguntas del alumnado: punto de partida del proceso

Se llevaron a la escuela dos tortugas rusas, para que permanecieran en el salón de clase de un grupo de segundo año de primaria (niños y niñas de 7 años), durante el año escolar. Inicialmente se organizó el cuidado, alimentación y limpieza del tortugero. Alumnas y alumnos se rotaban los fines de semana para llevarlas a casa y cuidarlas. Los nombres puestos a las tortugas por el alumnado fueron: Donatello y Rafael (ver Imágen 1). Inicialmente el alumnado las cuidó y observó durante un par de semanas. Posteriormente se realizó una lluvia de preguntas, en las que el alumnado planteo qué quería saber sobre sus tortugas.

La experiencia fue organizada por la profesora del grupo y un equipo de investigadoras e investigadores educativos del grupo de Educación en Biología de la Unidad Monterrey del Cinvestav, México. A este equipo llamaré a continuación grupo docente. Cabe señalar que la planificación de actividades se hizo de forma conjunta, así como la realización de las mismas. Es decir, en algunas actividades específicas colaboraron durante el trabajo con el alumnado los y las miembros del equipo de investigación.

En el cuadro 1, presento las preguntas realizadas por el alumnado, así como la organización elaborada por el grupo docente.





Imagen 1. Rafel y Donatello, las tortugas integradas al aula. El tortugero y una imagen de su alimentación.

Cuadro 1. Preguntas realizadas por el alumnado sobre las tortugas, así como su organización por el grupo docente.

Preguntas iniciales	Preguntas organizadas por función del modelo	
	Ser vivo	
¿Cómo nacen las tortugas? ¿Las tortugas muerden? ¿Crecen las tortugas? ¿Qué comen? ¿Cómo es el esqueleto? ¿Para qué tienen el caparazón? ¿Cuántos años duran las tortugas? ¿Cómo respiran las tortugas? ¿Cuánta fuerza tienen las tortugas?	¿Cómo nacen las tortugas? ¿Cuántos años duran las tortugas? ¿Crecen las tortugas?	reproducción
	¿Cómo es el esqueleto? ¿Para qué tienen el caparazón? ¿Las tortugas muerden? ¿Cuánta fuerza tienen las tortugas?	relación
	¿Qué comen? ¿Cómo respiran las tortugas?	nutrición



Construyendo el modelo ser vivo: función reproducción

Para las preguntas ¿Cómo nacen las tortugas? ¿Cuántos años duran? Se observó y discutió un vídeo. Se generaron a partir de ello dibujos y reflexiones grupales (ver Imagen 2). El alumnado investigó en fuentes de información y finalmente construyó la idea de que las tortugas se reproducen por huevo y que las tortugas hijas se parecen a las tortugas padre y madre porque estas le pasan información al huevo.



Imagen 2. Observación de vídeo sobre reproducción y ejercicio de un alumno.

Construyendo el modelo ser vivo: función relación

¿Crecen las tortugas? El punto de partida fue la recogida y análisis de datos empíricos. Además, avanzamos en preguntar ¿Qué sucede dentro de la tortuga? Para este tipo de pregunta consideramos la propuesta de Gómez Galindo, Sanmartí y Pujol (2007) sobre interacción de escalas de observación para generar procesos de modelización. Específicamente ¿Qué observamos?, ¿qué cambia fuera?, ¿qué pasa dentro?

La planificación de procesos de experimentación se realizó en conjunto con el alumnado. En este caso se decidió medir a las tortugas utilizando tiras de papel que luego se cotejaban con la regla y también pesarlas en una báscula. Esto se realizó semanalmente durante todo el año escolar (ver Imagen 3). La información se registro en tablas.

El crecimiento de las tortugas se identificó, aunque también se encontró que era lento en comparación con el propio crecimiento de niñas y niños. En esta ocasión no se realizaron tablas comparativas, pero es una oportunidad para manejar este conocimiento matemático. Esta, además de otras comparaciones entre niños y niñas y las tortugas, se integró a la idea de diversidad de los seres vivos, entendida esta como las diversas maneras en que las tres funciones se realizan en diversos seres vivos.



¿Qué pasa dentro? Para responder se utilizó la analogía de la pared de ladrillos y las células que forman los tejidos, y la necesidad de más ladrillos para paredes más grandes y más células para crecer. Además, se realizó una experiencia con unicel (telgopor, Icopor o aislapol), material que se ve compacto, pero puede dividirse en múltiples partes, como analogía para las células que forman los tejidos. Si bien aún no se logra responder totalmente qué sucede dentro, se trata de un acercamiento al modelo que puede evolucionar más adelante. Podemos llamarlo modelo precursor según la propuesta de Ravanis (2010).



Imagen 3. Midiendo y pesando a las tortugas.

¿Cuánta fuerza tienen las tortugas? Para esta pregunta se idearon varias experiencias. Básicamente constaron de colocar obstáculos que las tortugas debían empujar para llegar a su comida. Los obstáculos eran pesados con antelación para inferir, con una escala generada por el propio alumnado, su fuerza (ver imagen 4).





Imagen 4. Experiencias en torno a, ¿cuánta fuerza tienen las tortugas?

Una vez realizadas las experiencias se elaboraron dibujos sobre cómo es el esqueleto de las tortugas. Además, se buscó representar con popotes y alambres sus patas y con ligas los músculos que permiten el movimiento. Esta actividad se asoció a juegos de fuerza entre el propio alumnado y observación de sus músculos en movimiento y tensión (ver imagen 5).



Imagen 5. Realizando representaciones de las patas de las tortugas.

Construyendo el modelo ser vivo: función nutrición

¿Qué comen las tortugas? Se realizaron registros de la alimentación de las tortugas. Se observó también que desechaban excremento. Para asociar a la función nutrición se inició con reconocer el sistema digestivo en seres humanos, es decir en los mismos alumnos y alumnas. Para ello se hizo una simulación con los propios alumnos, tipo maqueta viviente, en el que se representaron las diferentes partes del sistema digestivo (ver Imagen 5). Posteriormente se elaboró una silueta, para finalmente hacer otra sobre cómo sería el sistema digestivo de las tortugas.





Imagen 5. Maqueta viviente del sistema digestivo humano.

Estas ideas se relacionaron con el crecimiento y la obtención de materia y energía, pero no se avanzó respecto a cómo se realiza este proceso. Para la respiración, esta se maneja únicamente a nivel de inhalación y exhalación de aire, sin asociarla a la obtención de energía (respiración celular).

A modo de cierre: modelizando desde las preguntas del alumnado

Esta vía de diseño de la modelización nos permite incorporar, de manera más clara, los intereses del alumnado. Si bien plantea el reto de atender, a veces, preguntas difíciles de contestar y de relacionar con un modelo, como vimos en esta experiencia generalmente pasa lo contrario. Las preguntas del alumnado son interesantes y productivas para abordar, en este caso, el modelo de ser vivo. Los alumnos y alumnas suelen sorprendernos cuando les damos la palabra. Por ejemplo, ¿cuánta fuerza tienen las tortugas? Dio lugar a actividades experimentales interesantes, en las que se generó por parte del alumnado gran expectativa y motivación. Es una pregunta que quizá no nos habíamos hecho el profesorado. La enorme ventaja de estas preguntas es que tienen sentido para el alumnado y, por tanto, dan sentido también a la actividad que realizan para contestarlas. Según Sanmartí (2017), la comunicación de objetivos, para que el alumnado de sentido a la actividad que realiza, es fundamental para aprender a aprender y para la regulación del aprendizaje.

Considero que para el planteamiento de preguntas fructíferas, fue fundamental la convivencia cotidiana del alumnado con sus tortugas. En esta comunicación no he abordado los aspectos emocionales que fueron también de gran importancia. Además, cabe reiterar



que el diseño de las experiencias se realizó al lado del alumnado. Se integraron procesos de regulación (ver Imagen 6), por ejemplo, el seguimiento de aprendizaje, y la reflexión sobre lo aprendido. Todo ello permitió fomentar también habilidades para la resolución de preguntas y de indagación.

The image shows a handwritten learning tracking table titled "Mi guía de aprendizaje" for the topic "Las tortugas" by Jesus Valdez. The table is divided into two main sections: "Cosas que aprendere o que me gustaria aprender" and "¿Ya las he aprendido!!". The first section lists learning goals, and the second section tracks progress with smiley faces and checkboxes.

Fecha de aprendizaje	¿Ya las he aprendido!!		
	No muy bien	Bien	Muy bien La podría explicar a mis compañeros
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺
✓	☹	☺	☺

Imagen 6. Tabla de seguimiento del aprendizaje, utilizada para promover procesos de autoregulación.

Debe considerarse esta experiencia dentro de un proceso de progresión del aprendizaje, el modelo construido es un modelo inicial o precursor (Raven, 2010). Estas primeras ideas construidas en alumnado de 7 años son entonces parte de una progresión en la que otras ideas se incorporarán para generar modelos más robustos y completos.

Agradecimientos

A Rocío Balderas, Yei Rentería, Emanuel Esqueda por su colaboración en la realización de las experiencias de aula. A la maestra del grupo de 2º año y a los niños y las niñas que participaron en esta experiencia.

Referencias

Ariza, Y., Lorezano, P. y Adúriz-Bravo, A. (2016). Meta-theoretical contributions to the constitution of a model-based didactic of science. *Science and Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9845-3>.

Corsiglia, J., & Snively, G. (2001). Rejoinder: Infusing Indigenous science into Western Modern Science for a sustainable future. *Science Education*, 8, 82-86. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200101\)85:1<82::AID-SCE11>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200101)85:1<82::AID-SCE11>3.0.CO;2-Q)

García, M.P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 1-5.



- Gil-Pérez, D. (ed.) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO.
- Gómez Galindo, A.A., y García Franco, A. (2021). La modelización en una educación científica culturalmente relevante. *Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*. Número Extraordinario. Memorias V Congreso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias. 23 y 24 de septiembre. Pp. 1-7 ISSN 2619-3531.
- Gómez Galindo A.A. & García Franco A. (2022) Multicultural and Dialogic Science Education in Indigenous Schools in the Mayan Highlands, México. In: Atwater M.M. (eds) *International Handbook of Research on Multicultural Science Education*. Springer International Handbooks of Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37743-4_21-2
- Gómez, A., Sanmartí, N. y Pujol, R. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para construir el modelo de ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.
- Guisasola, J., Zuza, K., Ametller, J., Sarriugarte, P. (2020). Design Tools as a Way to Explicitly Connect Research Insights with Design Decision for Teaching Learning Sequences. In: Guisasola, J., Zuza, K. (eds) *Research and Innovation in Physics Education: Two Sides of the Same Coin. Challenges in Physics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51182-1_9
- Horgan, J., Horowitz, A. (2022). Refocusing science professional learning: social justice at the heart. *Cult Stud of Sci Educ*. <https://doi.org/10.1007/s11422-022-10120-9>
- UNICEF (s.f.). Día mundial de la Justicia Social. Consultado el 10 de julio de 2022. <https://www.unicef.es/educa/dias-mundiales/dia-mundial-de-la-justicia-social>.
- Ravanis, K. (2010). Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle : concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 1-11.
- Sanmartí, N. (2017). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Graó, Gzi: Bracelona.
- Walls, L. (2014). Science Education and Females of Color: The Play Within a Play. In M. Atwater, M.L. M. Russell & M.B. Butler (Eds.), *Multicultural Science Education. Preparing Teachers for Equity and Social Justice* (p.p. 41-60). Dordrecht, Netherlands: Springer Science+Business Media. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7651-7_4

