

DECONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS ALOMÉTRICOS

José Trinidad Ulloa Ibarra, Jaime Lorenzo Arrieta Vera, Gessure Abisaí Espino Flores

Universidad Autónoma de Nayarit (México); Universidad Autónoma de Guerrero, (México)

jtulloa@uan.edu.mx, jaimed.arrieta@gmail.com, abisai_8282@hotmail.com

Palabras clave: deconstrucción, modelos, alometría, pesca

Key words: deconstruction, models, allometry, fishing

RESUMEN: Este trabajo es una contribución al proyecto “Las prácticas de modelación en comunidades de profesionales de la pesca, un estudio socioepistemológico”, en el que basados en la teoría socioepistemológica estudiamos las prácticas sociales en la construcción del conocimiento, en nuestro caso la forma en la que los miembros de la comunidad realizan la modelación. Como producto de las investigaciones realizadas hemos propuesto la deconstrucción de diversas prácticas de modelación con el fin de mejorarlas. A diferencia de la ingeniería y la física, en la que las ecuaciones que rigen los fenómenos están por lo general bien establecidas y su adaptación a las circunstancias particulares, su simplificación e integración lo que requiere intuición matemática; en la mayoría de las situaciones biológicas no está nada claro que ecuaciones o modelo se debe aplicar, por ello la deconstrucción adquiere gran importancia.

ABSTRACT: This work is a contribution to the Project “modeling practices in communities of fishing professional a socioepistemological study”, which is based on the theory socioepistemological study the social practices in the construction of knowledge, in our case the way that members of of the community perform modeling. As a result of the investigations we have proposed deconstruction of various modeling practices in order to improve them. Unlike engineering and physics, in which the equations governing the phenomena are usually well established and its adaptation to the particular circumstances, simplification and integration which requires mathematical intuition; in most biological situations is far from clear that equations or model must be applied, thus the deconstruction becomes very important.

■ INTRODUCCIÓN

Presentamos el avance del trabajo de investigación sobre modelos alométricos, actividad realizada en las comunidades de profesionales de la pesca y en el aula en la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit, cuyos egresados forman parte de la comunidad.

La morfometría es una herramienta de gran utilidad para la biología ya que permite describir cuantitativamente, analizar e interpretar la forma y su variación biológica (Rohlf, 1990). La comparación de estas características anatómicas y morfológicas entre individuos ha permitido clasificar taxonómicamente los organismos y comprender la diversidad de la vida biológica (Adams et al., 2004), por lo que la variación morfológica permite además de examinar la diferencia entre organismos y poblaciones, observar la adaptación de estos al medio ambiente (Dujardin, 2002). La morfometría permite reconocer si en un organismo predomina una tendencia isométrica (sin cambios en el tamaño relativo) o alométrica (con cambios, asociados a la tasa intrínseca de crecimiento TIC). McMahon y Bonner, 1986, determinaron que la TIC define la proporción de crecimiento para los integrantes de la población en una especie particular, permitiendo establecer la talla óptima de cosecha (cuando se alcanza la mayor biomasa).

En el modelo alométrico se realizan comparaciones intra e inter especies de variables morfológicas, fisiológicas y ecológicas que pueden ser expresadas en función de la masa corporal y en el que los parámetros involucrados son válidos para todos los organismos pertenecientes a una misma clasificación taxonómica. Tenemos evidencias de que mediante la deconstrucción de una práctica profesional en este caso la relación alométrica, se contribuye a dotar al profesionista de las herramientas necesarias para encontrar un buen modelo matemático que represente fielmente el fenómeno en estudio, de suerte que pueda aportar información de calidad para la toma de decisiones que ayuden a la mejor de la producción biológica y pesquera (Ulloa y Rodríguez, 2010)

La construcción de un modelo es un arte en sí mismo que requiere de una serie de pasos (Otto y Day, 2007). En esencia, y a riesgo de resultar algo simplista, se precisan tres condiciones, que no necesariamente tienen que darse en la misma persona: 1) un profundo conocimiento de las bases matemáticas adecuadas; 2) una gran experiencia sobre el funcionamiento del sistema a modelizar; y 3) una elevada capacidad de síntesis y abstracción de la realidad, para destacar las variables con efectos clave. En el caso de la biología, y debido al ya mencionado desdén hacia las matemáticas, este proceso suele implicar a dos personas: un biólogo y un matemático. Pero la comunicación entre ambos no suele ser fácil, razón que explica el hecho de que la gran mayoría de aportaciones hayan sido realizadas por personas aisladas con conocimientos generalistas en ambos campos.

Afirmamos que la deconstrucción es un proceso ya sea individual o colectivo de búsqueda de nuevos significados y de sentidos innovadores; y que, como proceso no tiene final, se concibe como una estructura es espiral y no lineal. Para su utilización como herramienta de modelación matemática, lo proponemos como un ciclo de nueve momentos que, una vez conocido, se va repitiendo de manera constante y se conforma en la manera de pensar y actuar del sujeto reflexivo. Con ello planteamos la transformación de la práctica de modelación del crecimiento de organismos representado por el modelo alométrico considerando todos los parámetros y actividades que se realicen y que tengan influencia en el modelo final. Esto al llevarlo al aula permitirá que los alumnos entiendan el proceso de modelación de forma que puedan explicarlo como un todo y puedan desarrollarlo sin muchos problemas en la práctica de su profesión (Ulloa, Arrieta, 2010)

Además, al analizar cómo se estudia la modelación en las aulas y encontrar deficiencias en su procedimiento, surge la necesidad de atender este campo mediante la propuesta de diseños de aprendizajes que coadyuven a una mejor comprensión del fenómeno y utilicen el modelo obtenido para representar y realizar predicciones con base en él (Ulloa, 2013).

■ MODELACIÓN, MATEMÁTICA EDUCATIVA Y BIOLOGÍA PESQUERA

Para propósitos exclusivos de este trabajo, denominaremos Comunidades de Profesionales de la Pesca y la Acuicultura a las comunidades formadas por profesionistas que desarrollan actividades en estas áreas, (Comunidades de la Pesca y la Acuicultura [CPPA], 2009).

En la actualidad los modelos matemáticos son utilizados en muchas ramas como la biología, la química, la física, etc., es por ello que se ha hecho necesario identificar la manera de como los actores construyen modelos para dar solución a los problemas que se les presentan.

Los modelos matemáticos son el corazón (centro) del trabajo interdisciplinario en la biología matemática. A diferencia de la ingeniería y la física, en la que las ecuaciones que rigen están por lo general bien establecidas y su adaptación a las circunstancias particulares, su simplificación e integración lo que requiere intuición matemática; en la mayoría de las situaciones biológicas no está nada claro que ecuaciones o modelo se debe aplicar (Sánchez, Miramontes y Gutiérrez, 2002).

La aplicación de herramientas matemáticas en el estudio de fenómenos, procesos y conceptos biológicos es obviamente una actividad de creciente importancia que se ha desarrollado fundamentalmente al amparo de colaboraciones multidisciplinarias entre científicos de diversas áreas biológicas y matemáticos interesados en aplicar sus métodos a problemas surgidos de la teoría, el laboratorio o el trabajo de campo biológicos (Sánchez et al., 2002). En lo que respecta a la pesca y la acuicultura la matemática se encuentra inmersa en las diferentes áreas que las componen, mereciendo un lugar muy especial la modelación matemática, ya que permite la representación de los fenómenos propios del área.

En todo trabajo científico, una de las actividades fundamentales es la medición detallada. A través de ella, los investigadores pesqueros, biólogos, tecnólogos y economistas obtienen múltiples datos sobre los distintos sistemas que componen la pesca. Con la información obtenida, y después de hacer el análisis correspondiente, se establecen los modelos que permiten llegar a predicciones con el fin de aprovechar al máximo, pero de manera racional, los recursos vivos del mar. Por lo que, para decidir cuánto puede recomendar que se capture en la temporada, diseña los modelos matemáticos de predicción, basándose en los datos de la dinámica de las poblaciones con respecto a su reproducción, crecimiento y mortalidad, con el fin de conservar el recurso (Cifuentes, Torres y Frías, 1986).

Como puede observarse en lo que se ha descrito, la modelación es una actividad de vital importancia en el trabajo de los profesionales de la pesca y la acuicultura, por lo que requiere que se realicen estudios específicos que permitan contar con más y mejores modelos, para que las decisiones que se tomen basadas en ellos sean óptimas. Tenemos pues la necesidad de atender los dos ámbitos de estudio: el campo profesional en el que la modelación matemática se realiza principalmente con base en las prácticas de la comunidad y por otro la matemática del aula en la

cual aprende el estudiante y que posteriormente forma parte del bagaje con el que deberá enfrentar las actividades propias del campo de la profesión.

Pero además de analizar cómo se aprende la modelación en las aulas y encontrar deficiencias en su procedimiento, surge la necesidad de atender este campo mediante la propuesta de diseños de aprendizajes que coadyuven a una mejor comprensión del fenómeno y utilicen el modelo obtenido para representar y realizar predicciones con base en él (Ulloa, 2013).

Sin embargo y a pesar de la importancia de la modelación, los profesionales del área se pueden considerar como no matemáticos y para ellos la parte más difícil de usar las matemáticas para estudiar una aplicación es la conversión de los fenómenos de la vida real al lenguaje matemático (Ulloa, Arrieta y Espino, 2013). Por lo general esto es complicado porque implica la conversión de hipótesis precisas en fórmulas muy precisas. Es importante recordar que los modelos matemáticos son como otros tipos de modelos. El objetivo no es producir una copia exacta del objeto “real”, sino más bien representar algunas características de la cosa real.

Los trabajos que hasta ahora hemos desarrollado bajo la temática global “Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de la pesca” nos permiten sostener que la deconstrucción puede ser considerada como una metodología que contribuye a dotar al profesionista no matemático de las herramientas requeridas para llegar a un modelo matemático que represente fielmente al fenómeno en estudio, de tal forma que pueda aportar información de calidad para la toma de decisiones que ayuden a la mejora de la producción y administración de las pesquerías (Ulloa, Rodríguez, 2010).

■ LA SOCIOEPISTEMOLOGÍA COMO PERSPECTIVA TEÓRICA

Damos sustento teórico a los trabajos que realizamos en esta línea de investigación con la Socioepistemología en tanto que es una perspectiva teórica que estudia la emergencia de los conocimientos matemáticos cuando son ejercidas las prácticas por diversas comunidades y cómo es que viven estas prácticas y conocimientos matemáticos en las comunidades escolares (Cantoral y Farfán, 2004) Particularmente nuestra perspectiva asume a las prácticas sociales de modelación como fuente de procesos de matematización en el aula: los estudiantes construyen argumentos, herramientas, nociones y procedimientos matemáticos en la intervención con los fenómenos de la naturaleza (Arrieta, J., 2003).

Sostenemos que el acto de modelar se presenta al identificar las características distintivas de la tabla y, a partir de ésta, efectuar predicciones sobre el fenómeno. El acto de modelar sucede al asociar estos dos entes, modelo tabular con lo modelado o fenómeno. Se suman a lo anterior la intencionalidad así como las asociaciones del fenómeno con modelos algebraico y geométrico. Estos serán herramientas para predecir comportamientos del fenómeno, a partir de ellos articular una red de entidades (Ulloa, Arrieta y Rodríguez, 2014).

Consideramos que la intencionalidad de la práctica reside precisamente en la apropiación de la relación práctica - herramienta por el actor, es decir en el conocimiento de la función de la herramienta matemática en el ejercicio de la práctica. Esta es precisamente una forma de aprendizaje basada en el ejercicio de prácticas (Ulloa, Arrieta y Rodríguez, 2014).

■ LA DECONSTRUCCIÓN COMO HERRAMIENTA

Para fines de nuestra investigación y desde nuestro punto de vista, consideramos a la deconstrucción como un medio para mostrar o encontrar la intencionalidad de una práctica constituida, (Ulloa y Arrieta, 2009).

De este modo podemos dividir la deconstrucción de la siguiente manera:

- La búsqueda de las intenciones (el ¿por qué las emplean así? y el ¿por qué funcionan?)
- Los argumentos que los validan (¿Qué sustento tienen? ¿De dónde proviene?)

Tomamos a la deconstrucción como una metodología para modelar fenómenos biológicos, considerándola como un concepto de naturaleza crítica, que define el todo de un sistema en función de la tensión establecida entre sus partes, imaginando al sistema como algo abierto, extenso, desdibujado y siempre contradictorio consigo mismo (Krieger, 2004). La deconstrucción evoca al término creado por Derrida (1985), quien afirma que deconstruir no es regresar hacia un elemento simple y tampoco es destruir, insinúa que ello implica reconstruir cuando explica que deconstruir es desestructurar para entender. Para su utilización como herramienta de la modelación matemática, lo proponemos como un ciclo de nueve momentos (Ulloa y Arrieta, 2010): Primer momento: reconocimiento de la realidad y definición del aspecto a deconstruir; Segundo momento: la identificación de las huellas personales; Tercer momento: elaboración del mapa individual y/o colectivo; Cuarto momento: la búsqueda de interpretaciones-comprensiones-acciones alternativas; Quinto momento: la deconstrucción; Sexto momento: planificación de la práctica transformadora; inicio de la reconstrucción; Séptimo momento: seguimiento de las acciones; Octavo momento: retorno a la realidad transformada (Realidad II); Noveno momento: el inicio de una nueva deconstrucción

■ LA METODOLOGÍA

Con el propósito de tender puentes entre la escuela y la práctica profesional, planteamos cinco fases de esta metodología en construcción:

1. Selección de las prácticas que dan identidad a la comunidad en estudio.
2. Estudiar la constitución de la práctica en la comunidad, la forma de cómo se establece y vive en la comunidad.
3. La deconstrucción de la modelación alométrica.
4. Diseños de aprendizaje en la deconstrucción de la práctica.
5. Estudio de la constitución de la práctica en el sistema escolar

Se diferencian las actividades de modelación de quienes usan la modelación para fines de enseñar a modelar, a desarrollar teorías de modelación o hacer uso de ésta. Se reproducen las prácticas de modelación con la intención explícita de desarrollar procesos de matematización en el aula

Las prácticas en la comunidad de CPPA son prácticas que se encuentran constituidas, y como tal, muchos procesos son realizados casi de forma mecánica o algorítmica. Para que estas prácticas puedan ser base de diseños de aprendizaje en la escuela, debemos efectuar un proceso de deconstrucción de la práctica para explicitar las intencionalidades, las herramientas que se utilizan,

los argumentos que la sustentan, y los métodos y procedimientos que se desarrollan.

El modelo alométrico permite realizar una descripción cuantitativa del crecimiento de una parte del organismo con respecto a otras o con respecto al organismo como un todo

Las relaciones alométricas son de la forma:

$$y = a * x^b$$

En donde:

$a \rightarrow$ es una constante

$b \rightarrow$ coeficiente de alometría

Para muchas especies a puede variar a lo largo del año, b es más o menos constante. Se considera que si $b = 3$ el crecimiento en longitud es proporcional al volumen (crecimiento isométrico), si $b \neq 3$ se dice que el crecimiento es alométrico. Se analiza la práctica de trabajar con modelos alométricos constituida en la comunidad y observamos que la modelación la realizan o bien con el uso de papel log – log o mediante modelos ya establecidos para cada especie. Encontramos que muchas veces al no considerar parámetros de la zona de crecimiento y captura, los modelos no son representativos del crecimiento y hemos propuesto que se modele tantas veces como sea necesario considerando cada caso como único.

■ LOS DISEÑOS DE APRENDIZAJE

El diseño de aprendizaje debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

¿Qué?

¿Cómo?

¿Por qué?

¿Con qué?

Los diseños de aprendizaje los consideramos en las siguientes fases:

- Fase I. Planteamiento de un fenómeno a modelar mediante modelos exponenciales.
- Fase II. Contextualización e institucionalización de la práctica de modelación.
- Fase III. Adecuación de la práctica deconstruida y reconstruida.
- Fase IV. Desarrollo.

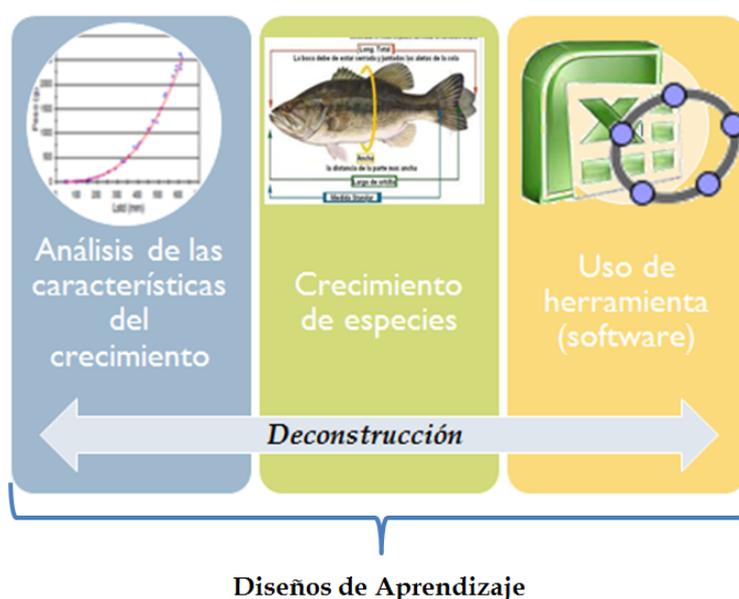
Una de las actividades planteadas en esta etapa la llamamos “Un acercamiento al diseño de aprendizaje basado en los modelos alométricos”, el fenómeno a modelar fue el crecimiento de un pez, en la institucionalización se dan al estudiante aspectos teóricos sobre el crecimiento y la importancia de los modelos alométricos. Se pide luego que realicen con lápiz y papel una gráfica de la relación talla peso, con base en los conocimientos que tienen del tema, la predicción es que la mayoría dará una gráfica lineal. Enseguida se presentan datos reales y se pide que los utilicen para realizar un gráfico de dispersión en Excel y comparen que la gráfica que realizaron inicialmente con lápiz y papel. Se pide que enumeren y describan las diferencias. Enseguida se le indica cómo llegar a un modelo utilizando Excel. A continuación se les pide que construyan una

tabla comparativa de los valores reales y los valores calculados finalmente se presentan algunas preguntas sobre la validez del modelo obtenido en otras especies, en diferentes etapas de desarrollo, en diferentes sitios de crecimiento.

Es costumbre en el aula utilizar siempre el modelo pre establecido, este diseño demuestra que debe buscarse el modelo cada vez que se tengan datos y no dar por bueno el mismo modelo en cada ocasión.

En la figura se esquematiza la propuesta de la deconstrucción de la práctica de modelación y el planteamiento de los diseños de aprendizaje

Figura 1. Deconstrucción de la práctica



■ A MANERA DE CONCLUSIÓN

El egresado de licenciaturas del área generalmente no conoce las intencionalidades de la práctica y la apropiación de ellas se hace indispensable para su óptimo desempeño ya que requiere ejercer su trabajo en tiempo y forma, por lo que se encuentra sujeto a presiones de tipo laboral cuando desconoce la forma de realizar la actividad y por otra parte cuando aprende a hacerla, no reflexiona sobre los conocimientos teóricos matemáticos que se encuentran implícitos en su tarea diaria, llegándose entonces a realizar las actividades de manera rutinaria.

Es aquí en donde urge acercar la escuela con las prácticas de la profesión ya que en el aula no existe la presión laboral, si bien pueden darse presiones de tipo académico, deben planearse secuencias de aprendizaje en la que se analicen en forma individual y conjunta las diferentes tareas que realiza un profesionalista y utilizar la deconstrucción como base para varios diseños de aprendizaje basados en las prácticas de las comunidades y una vez hechos, ponerlos a disposición de la comunidad escolar general y también a las comunidades que ejercen esas prácticas.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, C., Rohlf, J., y Slice, D. (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the “revolution”. *Italian Journal of Zoology* 71, 5–16.
- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis de Doctorado no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2004). La sensibilité a la contradiction: logarithmes de nombres négatives et origine de la variable complexe. *Recherche en Didactique des Mathématiques* 24, 137-168
- Cifuentes, J., Torres, P., Frías, M. (1986). *El océano y sus recursos I. Panorama Oceánico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Derrida, J. (1985). Carta a un amigo japonés. En J. Derrida, *¿Cómo no hablar? y otros textos*. *Suplementos Antrhopos* 13, 86–89
- Dujardin, J.P. (2002). *Introducción a la morfometría. (Con énfasis en Triatominae y Phlebotominae)*. Francia: Institut de Recherches pour le Développement.
- Krieger, P. (2004). La deconstrucción de Jacques Derrida (1930-2004). *Anales del Instituto de Investigaciones estéticas* 84. 179-188.
- McMahon A y Bonner, J. (1986). Proporciones y tamaño. En *Tamaño y Vida* (p. 255). España: Editorial Labor.
- Otto, S.P., Day, T. (2006). *A Biologist’s Guide to Mathematical Modeling in Ecology and Evolution*. New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Sánchez F.; Miramontes, P.; Gutiérrez, J. (2002). *Clásicos de la Biología Matemática*. México: Siglo XXI Editores.
- Ulloa, J. y Arrieta, J. (2009). Los modelos exponenciales: construcción y reconstrucción. En P. Lestón (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 479-488. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Ulloa, J.; Arrieta, J. (2010). La deconstrucción como estrategia de la modelación. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 479-488. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Ulloa, J. y Rodríguez, J. (2010). El modelo logístico: Una alternativa para el estudio del crecimiento poblacional de organismos. *Revista electrónica de Veterinaria* (11) 03. España. Recuperado el 20 de Enero de 2012, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310.html>
- Ulloa, J. (2013). *Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales: un estudio socioepistemológico*. Tesis de Doctorado no publicada. Centro de Investigación y Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional. México.
- Ulloa, J., Arrieta, J. y Espino, A. (2013). El modelo logístico y su deconstrucción. En R. Flores (Ed). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 26, 715-722. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa
- Ulloa, J., Arrieta, J. y Rodríguez, J. (2014). La deconstrucción de los modelos de crecimiento. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 27, 1243-1250. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.