

## LA DECONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS DE CRECIMIENTO

José Trinidad Ulloa Ibarra, Jaime Arrieta Vera, Jorge Armando Rodríguez Carrillo  
Universidad Autónoma de Nayarit  
Universidad Autónoma de Guerrero  
jtulloa@hotmail.com, jaime.arrieta@gmail.com, carrillojro@hotmail.com

México

**Resumen.** Este reporte es una contribución al trabajo "*Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de la pesca, un estudio socioepistemológico*" en el que tomando como base esta corriente del pensamiento matemático se analizan las prácticas sociales que ejercen los profesionales del área al desarrollar cultivos de especies acuáticas. Entender los procesos biológicos implica, en ocasiones, una tarea complicada pues aunque se hace uso de modelos matemáticos en muchas ocasiones éstos no llegan a ser reflejados e interpretados de forma correcta, en su totalidad, marcando claramente una división entre el conocimiento científico y el matemático. Como producto del estudio se propone la deconstrucción de las prácticas como el enlace entre la práctica profesional y la que se realiza en el aula, aprovechando las ventajas que cada una de ellas pueda ofrecer para el diseño de propuestas de diseños de aprendizajes con la intención de llegar a una metodología común.

**Palabras clave:** deconstrucción, modelación, crecimiento

**Abstract.** This report is a contribution to the "modeling practices and the construction of the exponential in fishing communities, a socioepistemological study" which is based on mathematical thinking current analyzes social practices exercised by professionals to develop crops of aquatic species. Understanding the biological processes involved, sometimes a complicated task because although it makes use of mathematical models in many cases they fail to be reflected and interpreted correctly, in full, clearly marking a division between scientific and mathematical. As a result of the study is to deconstruct practices such as the link between professional practice and is done in the classroom, taking advantage that each can offer suggestions for the design of learning designs with the intention of reach a common methodology.

**Key words:** deconstruction, modeling, growth

### Introducción

Actualmente la biología como todas las ciencias está en constante cambio, con una gran cantidad de ramas por explorar que requieren métodos, técnicas, enfoques particulares, a veces nuevos, a veces novedosos, a veces completamente tradicionales. En cualquier caso, la matemática ha hecho mella en la adquisición de conocimiento biológico desde hace varios siglos y, en el siglo pasado, en particular, su influencia fue relevante en varias áreas de las ciencias biológicas (Velasco, 2000). Sólo cabe esperar que la aplicación de herramientas y lenguajes matemáticos en biología se incremente tanto en profundidad como en potencia en los años venideros (Chicurel, 2000).

No obstante para profesionales no matemáticos, 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 hemos desarrollado sobre este tema nos permiten concluir que la deconstrucción puede ser considerada como una metodología que contribuye a dotar al profesionalista 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).

Afirmamos que la deconstrucción es un proceso de búsqueda de nuevos significados y de sentidos innovadores; y que, como proceso no tiene final, se concibe como una estructura espiral y no lineal. Para su utilización como herramienta de modelación matemática, en especial para los modelos de crecimiento del tipo exponencial, 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 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 y Arrieta, 2010).

### El área de estudio y la matemática

El hombre realiza estudios científicos sistemáticos sobre el medio marino y sus recursos para comprender al océano como parte del mundo y para utilizarlo inteligentemente en beneficio propio. Para ello se auxilia de ciencias exactas y naturales: física, química, matemáticas, geología y biología.

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 con base 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.

La pesca y la acuicultura son asuntos de gran importancia y parte esencial del quehacer económico y social del país. El personal dedicado a la actividad acuícola tiene distinta formación en cuanto a los niveles de estudio, de tal suerte que encontramos desde técnicos hasta profesionistas con maestría y doctorado, así como personal de campo al que sólo se le ha capacitado para realizar alguna actividad específica dentro del proceso. En cuanto al perfil profesional encontramos entre otros: Ingenieros Pesqueros, Ingenieros en Pesquerías, Ingenieros Acuícolas, Oceanólogos, Biólogos, Biólogos Pesqueros, Biólogos Acuicultores, Biólogos Marinos, Licenciados en Acuicultura.

Este conjunto de profesionistas es el que forman las Comunidades de Profesionales de la Pesca y la Acuicultura (CPPA), (Ulloa, 2013)

### La problemática

El estudio de la desvinculación entre la escuela y su entorno social y profesional, ha sido ampliamente abordado desde diversas perspectivas. En los trabajos de Galicia *et al.* (2011), Ulloa y Arrieta (2010) y Landa (2008), se da cuenta de la separación entre las prácticas sociales de modelación en comunidades de las ingenierías bioquímica y pesquera, con las comunidades escolares. Aunado a lo anterior se tiene un manejo no suficiente de la matemática que permita a estos profesionistas abordar los fenómenos que se les presentan, por ello sugerimos a la deconstrucción como una metodología que contribuya al análisis de la problemática presente, en este caso del crecimiento de poblaciones. En los programas de estudio de las carreras de ingeniería pesquera y las de los biólogos marinos, se observa que la modelación se estudia en diferentes momentos (Ulloa y Arrieta, 2009), sin embargo al igual que en la mayoría de las licenciaturas se encuentra una separación entre los conocimientos que se adquieren en el aula y los requeridos en el campo profesional. Esto conduce a pensar que la escuela ha minimizado la creación matemática a partir de la experimentación en el laboratorio y por otra parte se ha dado poca importancia a la modelación como una asignatura de relevancia en la práctica profesional. Desde nuestro punto de vista la modelación es una práctica que puede vincular la escuela con su entorno. La modelación es una práctica que articula las diferentes ciencias y la tecnología con las matemáticas. Para dar evidencias de estas afirmaciones, basta analizar el entorno laboral que tienen estas comunidades (Ulloa y Arrieta, 2011). La modelación tiene lugar en las tres etapas principales del complejo pesquero, ya que la encontramos no solamente al utilizar los Modelos de Predicción de las Capturas, sino también en el procesado de productos y al realizar estudios de consumo y demanda.

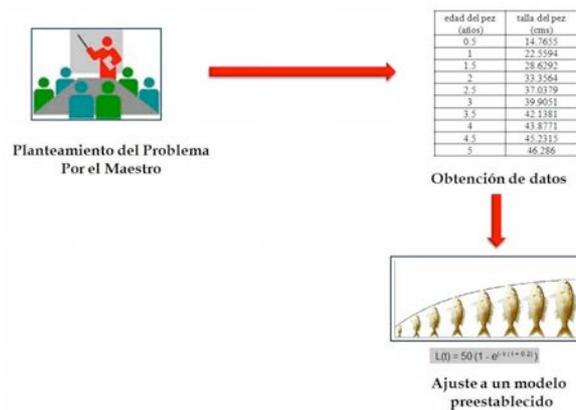


Figura 1. Clase de modelación en el aula

### La socioepistemología como perspectiva teórica

La perspectiva teórica que sostenemos es la socioepistemología (Cantoral, R. y Farfán R., 2004), 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. 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).

Consideramos 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 la intencionalidad asimismo 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.

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.

### La Deconstrucción

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. Por consiguiente afirmamos que la deconstrucción es un proceso individual y/o colectivo de búsqueda de nuevos significados y de sentidos innovadores; y que, como proceso no tiene final y su estructura es espiral y no lineal. Para su utilización como estrategia de modelación matemática, lo proponemos como un ciclo de nueve momentos (Ulloa y Arrieta, 2010) que, una vez conocido, se va repitiendo de manera constante y se conforma en la manera de pensar y actuar del sujeto reflexivo.

### Los modelos de crecimiento en el área de estudio

El interés sobre cómo la población tiende a crecer fue simulado a finales del siglo 18 cuando Thomas Malthus ([1798] 1970) publicó un ensayo sobre el principio de cómo afectan las poblaciones el progreso de la sociedad del futuro. En su libro Malthus puso un modelo de crecimiento exponencial para la población humana y concluyó que en el futuro esa población excedería la capacidad de crecimiento del suministro adecuado de alimentos.

El crecimiento o el declive de poblaciones naturales y la lucha de las especies por predominar unas sobre otras ha sido objeto de interés en todas las épocas. Hace siglos que se observó la aplicación de conceptos matemáticos muy simples al estudio de tales cuestiones. Los pioneros del estudio matemático (aportaron modelos) son Malthus (1798), Verhulst (1838), Lotka y Volterra (1925) cuyos trabajos se publicaron en los años 20 y 30 del siglo pasado, respectivamente. Cabe señalar que Euler (1758) ya había sugerido el llamado modelo Malthusiano o de crecimiento exponencial.

Podemos afirmar con base en observaciones de campo que los modelos de crecimiento que se estudian en el área son: el modelo de Malthus (exponencial), Verhulst (logístico), Von Bertalanffy, Lotka –Volterra y algunos modelos potenciales que relaciona entre otras cosas la relación talla – peso. Nuestro trabajo llega hasta la fecha en los tres primeros y los potenciales en los que a través de la deconstrucción hemos llegado a la elaboración de diseños de aprendizaje.

### La deconstrucción del modelo utilizado

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.

Para su utilización como metodología, la 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 esa base y recorriendo los diferentes momentos se debe dar respuesta a las siguientes preguntas:

Reconocimiento de la realidad y definición del aspecto a deconstruir: ¿Cómo se observan y registran los datos del crecimiento de poblaciones? ¿Qué conocimientos requiero aplicar? ¿Los tengo? Esto nos lleva a utilizar la modelación como herramienta; ¿Qué aprendí sobre crecimiento de poblaciones? ¿Modelación? ¿Qué es lo que aprendí de modelación? ¿Cuáles modelos de crecimiento conozco? Elaboración del mapa individual y/o colectivo; la búsqueda de interpretaciones - comprensiones-acciones alternativas; la deconstrucción; planificación de la práctica transformadora; inicio de la reconstrucción; seguimiento de las acciones; retorno a la realidad transformada (Realidad II) y finalmente el inicio de una nueva deconstrucción. (Ulloa y Arrieta, 2013)

### Conclusiones

Consideramos que el estudio y exploración de las prácticas sociales en comunidades específicas, tal como la de los profesionales de la pesca y la acuicultura, puede lograr establecer aspectos determinantes en la deconstrucción de las prácticas, logrando encontrar la estructura y esencia de la práctica. Mediante la deconstrucción de las prácticas se llegará a la construcción de diseños de aprendizaje.

Creemos necesario analizar la posibilidad de la realización de diseños que vayan de situaciones escolares a situaciones extraescolares, aunque para ello sabemos es necesario particularizar en las comunidades que se atienden y visualizar las perspectivas de éstas.

### Referencias bibliográficas

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis de Doctorado no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, 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. y Frías, M. (1986). *El océano y sus recursos I. Panorama Océánico*. México: Fondo de Cultura Económica.

Chicurel, M. (2000), *Life is a game of numbers*. *Nature* 408: 900-901. Recuperado el 05 de Agosto de 2013 de [http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=15)

Derrida, J. (1985). Carta a un amigo japonés. En J. Derrida, *¿Cómo no hablar? Y otros textos*. *Suplementos Antrhopos* (13), 86 – 89.

Euler, L. (1758) “Recherches plus exactes sur l’effet des moulins à vent”, *Histoire de l’Académie Royale des Sciences et Belles Lettres*, année MDCCLVI, 165-234

Galicia A., Díaz L., Arrieta J., Gama, Á. y Landa, L. (2011). Modelación de una cinética química para el aprendizaje de las matemáticas. *En resúmenes de la XXV Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa*.

Krieger, P. (2004). La deconstrucción de Jacques Derrida (1930-2004). *Anales del Instituto de Investigaciones estéticas* (84). 179-188.

Landa, L. (2008) *Diluciones seriadas y sus herramientas, una práctica de estudiantes de ingeniería bioquímica al investigar la contaminación del río de la Sabana*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Autónoma de Guerrero.

Lotka, A. (1925). *Elements of physical biology*, Baltimore, Williams & Wilkins, Revisado en *Elements of mathematical biology*, New York, Dover, 1956

Malthus, T. ([1798] 1970). *Primer ensayo sobre la población*. Madrid: Alianza

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. y Arrieta, J. (2009). Los modelos exponenciales: construcción y deconstrucción. En P. Lestón (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 22, 479-488. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Ulloa, J. y Arrieta, J. (2010). La deconstrucción como estrategia de la modelación. En P. Lestón (Ed), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 22, 909-917. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Ulloa, J. y Arrieta, J. (2011) La deconstrucción de la modelación del crecimiento de microalgas. . En P. Lestón (Ed), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 24, 715-722. 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 1695-7504. 2010 Volumen 11 Número 03. España. Recuperado el 20 de Enero de 2012, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030310.html>

Ulloa, J. y Rodríguez, J. (2013). La modelación matemática como puente entre el conocimiento científico y el matemático. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. 2012 Volumen 14 Número 02. España. Recuperado el 09 de Marzo de 2013, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020213.html>

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

Velasco, J. (2000). "El gen, la forma, el virus y la idea: una perspectiva personal de la biología matemática", *Miscelánea matemática*. 32: 5-38. [http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15](http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=15)

Verhulst, P. (1838). *Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement*. Corresp. Math. Phys. 10.