

LA DECONSTRUCCIÓN DE LA MODELACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MICROALGAS

José Trinidad Ulloa Ibarra, Jaime Arrieta Vera
Universidad Autónoma de Nayarit. Universidad Autónoma de Guerrero (México)
jtulloa@hotmail.com, jaime.arrieta@gmail.com

Resumen. El trabajo se desprende de la investigación “Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales de la pesca, un estudio socioepistemológico”, que como se explicita toma como base teórica a la Socioepistemología y se encuentra situada en la línea denominada “Las prácticas sociales en la construcción social del conocimiento”. Tomamos como base a la Deconstrucción como estrategia para modelar el crecimiento de microalgas, considerándola como un concepto de naturaleza crítica, que define el todo de un sistema en función de la tensión establecida entre sus partes. Asumimos que la deconstrucción es un proceso individual y/o colectivo de búsqueda de nuevos significados y de sentidos innovadores; que, no tiene final y su estructura es cíclica.

Palabras clave: deconstrucción, modelación, microalgas, crecimiento

Abstract. The work follows from the research "modeling practices and the construction of the exponential in communities of professional fishing, a study socioepistemological" which takes as explicit as theoretical basis for the Socioepistemology and is located in the line labeled "social practices in the social construction of knowledge." It relies on the deconstruction as a strategy to model the growth of microalgae, considering it as a concept of a critical nature, which defines the whole system depending on the tension established between its parts. We assume that deconstruction is an individual process and / or collective search for new meanings and innovative ways, which has no end and its structure is cyclic.

Key words: deconstruction, modeling, microalgae, growth

Introducción

A las Matemáticas las encontramos siempre presentes en cualquier ciencia y están adquiriendo una creciente importancia en la Biología y la Medicina modernas, hasta el punto de que a profesionales de la informática y a matemáticos se les plantea actualmente un importante reto frente a la enorme complejidad de los datos que estas ciencias están aportando.

La aplicación de matemáticas a la biología tiene una historia larga, pero en décadas recientes se ha registrado un aumento en el interés por el campo. Algunas razones de esto incluyen:

- La explosión de la información debida a la revolución genómica, de la que surge una gran cantidad de datos, los cuales son difíciles de procesar y/o entender sin el uso de herramientas analíticas,
- El desarrollo reciente de herramientas matemáticas como la teoría del caos que ayuda a entender mecanismos complejos, no lineales en biología,
- Un aumento en la potencia de cómputo que permite realizar cálculos y simulaciones que anteriormente no eran posibles, y

- Un creciente interés en la experimentación *in silico*, debido a consideraciones éticas, falta de fiabilidad de riesgo, y otras complicaciones que participan en la investigación humana y animal.

In silico es una expresión que significa "hecho por computadora o vía simulación computacional". La frase está acuñada a partir de las frases *in vivo* e *in vitro* del latín, las cuales son comúnmente usadas en biología, más comúnmente en temas de biología de sistemas, y se refieren a experimentos hechos en organismos vivos o fuera de organismos vivos, respectivamente. Al contrario de lo que comúnmente se cree, *in silico* no significa nada en latín. Sin embargo por su relación con "*in silicium*" se traduce por "en silicio" lo cual hace referencia al material del que están hechos los semiconductores que permiten almacenar información en el computador (In silico, 2010, p.7).

Al estudiar la relación de las matemáticas con otras materias, encontramos que en el caso del binomio biología – matemática la relación ha sido fructífera para ambas desde que alguien, por primera vez, se dio cuenta de la posibilidad de modelar los fenómenos biológicos mediante entes matemáticos (Sánchez, Miramontes y Gutiérrez, 2002). Los primeros registros datan del siglo XIII y se atribuyen a Leonardo de Pisa, *Fibonacci*, quien en 1219 en el *Liber Abacci* propuso un problema cuya solución se daría en términos de ecuaciones para la dinámica de una población (Sánchez, et al. 2002).

Las matemáticas en el área

La matemática es la ciencia que se encarga de la deducción lógica de las consecuencias que se pueden obtener de ciertas premisas y es, también, la ciencia de la estructura, relaciones y representaciones de colecciones de objetos.

La investigación que se utiliza en las ciencias del mar, sea cual fuere la índole de su especialidad, basada en la observación de fenómenos colectivos o en numerosas observaciones respecto a uno en particular, debe siempre representarse numéricamente para lograr una comprobación experimental. Esto da, en gran medida, mayor rigor y validez a la mirada de conjunto y a la proposición de las conclusiones. Permite, asimismo, hacer predicciones, sobre todo de aquellos fenómenos cuya variación es tan grande que difícilmente se puede expresar con rígidas fórmulas matemáticas, como en el caso de los fenómenos biológicos, psicológicos y sociológicos.

En los últimos tiempos, se ha manifestado una fuerte tendencia en las ciencias hacia la formulación de modelos matemáticos que consisten en la representación numérica de los elementos que forman un sistema en la naturaleza, los que permiten conocer sus interrelaciones y predecir su comportamiento, ya que constituyen la única forma de manejar

situaciones muy complicadas y de probar hipótesis científicas básicas. Sin embargo todavía no se cuenta con modelos matemáticos enteramente satisfactorios en relación con los fenómenos que se suceden en la biología, especialmente en el océano.

En la actualidad la aplicación de las matemáticas en las ciencias del mar ha experimentado un progreso considerable, y muchos de los fenómenos que ocurren en el océano se han podido entender mejor contando con su apoyo.

El trabajo que presentamos se encuentra en la línea de investigación que intenta dilucidar acerca de la relación entre las prácticas sociales y la construcción de los conocimientos (Arrieta, 2003). Una de las tesis centrales de esta línea sostiene que los conocimientos emergen de las prácticas de las comunidades, que viven ligados a dichas prácticas y, en este sentido, ligados a sus intencionalidades. Es parte del proyecto “Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales de la pesca, un estudio socioepistemológico”. El empleo que se hace aquí del término práctica no refleja una dicotomía entre lo práctico y lo teórico, los ideales y la realidad o hablar y hacer. El concepto de “práctica” connota hacer algo, pero no simplemente hacer algo en sí mismo y por sí mismo; es algo que en un contexto histórico y social otorga una estructura y un significado a lo que hacemos. En ese sentido la práctica siempre es una práctica social (Arrieta, 2003).

La comunidad de estudio es la de los profesionales de la pesca, en la que se consideran a los biólogos pesqueros, biólogos marinos, oceanólogos y a los ingenieros pesqueros; siendo éstos el punto de partida. 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, 2008), 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. 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.

Una experiencia de modelación

Una de las prácticas más usuales de los Ingenieros y Biólogos Pesqueros cuando realizan investigación es la recolección de datos y a partir de estos plantean tesis o las refuerzan empíricamente lo cual se muestra en la figura No. 1.

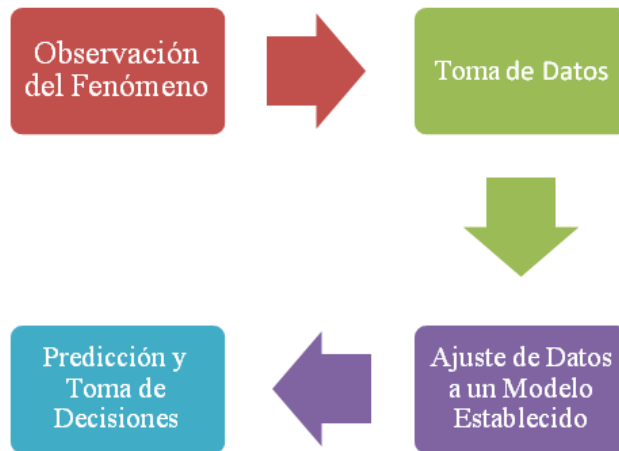


Figura 1. La práctica de modelación en las comunidades de profesionales de la pesca

En la práctica de modelación mostrada en la figura No. 1, se aprecia que los actores ajustan los datos a modelos preestablecidos sin considerar las condiciones propias de los mismos, tales como: especie, edad de la misma, temporada de captura, lugar de captura, etc., ha creado situaciones en las que el profesionista principiante modela con base en los conocimientos adquiridos en el aula pero éstos no representan a la población con que está trabajando, lo que crea situaciones laborales tensas que pueden llevar a la pérdida del empleo, como el caso que ya se ha descrito y que hemos llamado el caso “Belmont”, (Ulloa y Arrieta, 2008).

El caso de estudio muestra que la utilización de la metodología tradicional conduce a errores cuya magnitud y consecuencias pueden llevar a pérdidas económicas, laborales, etc., esto refleja que la matematización de los fenómenos naturales que ocurren en la producción de microalgas no es la adecuada y es por ello que proponemos una metodología que permita analizar, visualizar y corregir las posibles fallas que existan en un proceso de modelación matemática.

La deconstrucción como estrategia

La deconstrucción es un proceso individual y/o colectivo de búsqueda de nuevos sentidos y significados. Con la deconstrucción se trata de acceder a otras lógicas y formas que ofrezcan una “mirada” que va más allá de los márgenes de las “maquinarias” institucionales y profesionales y que permite ver a través de sus grietas (Derrida, 1985).

Podemos considerar a la deconstrucción como un desaprendizaje, es decir como un proceso de inversión de los horizontes de significado que cada sujeto ha acumulado, en ocasiones, de forma acrítica durante su etapa de formación y en el campo profesional. Implica examinar críticamente el marco conceptual que estructura nuestra percepción de la realidad y nuestro modo de interpretar el mundo.

La deconstrucción de la modelación del crecimiento de microalgas

El profesional generalmente no conoce las intencionalidades de la práctica y la apropiación de ellas se hace indispensable para su óptimo desempeño ya que requiere desempeñar 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. Con la finalidad de eliminar este tipo de situaciones, y con base en la observación de campo realizada en los laboratorios de producción, proponemos la deconstrucción de la práctica de modelación de las microalgas en nueve momentos, los que de acuerdo a situaciones específicas puede ser más o menos:

Primer momento: Reconocimiento de la práctica y definición del aspecto a deconstruir.

La práctica del cultivo de microalgas por los profesionales de la pesca y la acuicultura consiste en realizar el desdoble de la cepa o cultivo (división de la muestra para luego diluirla) cuando la coloración entre más oscura este el agua mayor número de células hay en el cultivo y que en el momento óptimo hay una coloración específica.

Para un profesional inmerso en la práctica esto es sencillo, pero para los que no, realizarlo es imposible. Requiere entonces analizar y concluir que se trata de crecimiento de poblaciones y este será el aspecto a deconstruir.

Segundo momento: La identificación de las huellas personales.

¿Cómo puedo representar el crecimiento de la población?, ¿El crecimiento de poblaciones puede modelarse?, ¿Qué tipo de modelos debo utilizar? ¿Qué herramientas necesito para modelar?

Tercer momento: Elaboración del mapa individual y/o colectivo

Los modelos que utilizamos para el crecimiento en dinámica de poblaciones son: Modelo Exponencial, Modelo Logístico, pero como puedo saber los valores o parámetros (r , k , ...)

$$P(t) = \frac{R_0 e^{rt}}{R_0 + R_1 (e^{rt} - 1)} \text{ Modelo logístico}$$

Cuarto momento: La búsqueda de interpretaciones-comprensiones-acciones alternativas

¿En dónde puedo consultar los valores para los parámetros? ¿Si gráfico los datos de los conteos que realice, podré obtener los valores de los parámetros? ¿Hay tablas que me los indiquen los valores, para esta actividad? ¿Si utilizo Excel para graficar, podré llegar a un resultado positivo?

Quinto momento: La deconstrucción.

Puesto que no hay datos específicos de los parámetros para el crecimiento de microalgas, deben graficarse con Excel y utilizar los resultados para saber el momento en el que debo hacer el desdoblamiento, teniendo en cuenta la curva de crecimiento para este tipo de poblaciones tiene un punto máximo y luego inicia el decrecimiento.

Sexto momento: Planificación de la práctica transformadora; inicio de la reconstrucción

Construcción de una tabla y un gráfico a partir de los datos colectados en uno de los garrafones.

Tiempo	Organismos
0	91 250
1	143 250
2	412 500
3	688 750
4	1 700 000
5	1 650 000
6	1 250 000
7	575 000
8	272 500
9	67 750

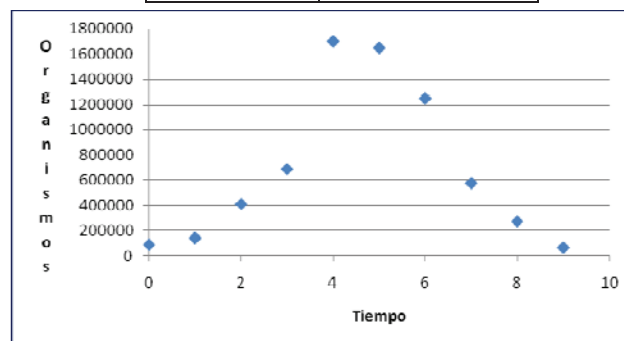


Figura 2. Graficación de los datos

Se pueden observar dos fases, la de crecimiento y la de decrecimiento, para tener el tiempo en el que se debe realizar el desdoblamiento, se debe considerar el valor máximo, para ello se analizará la primera fase:

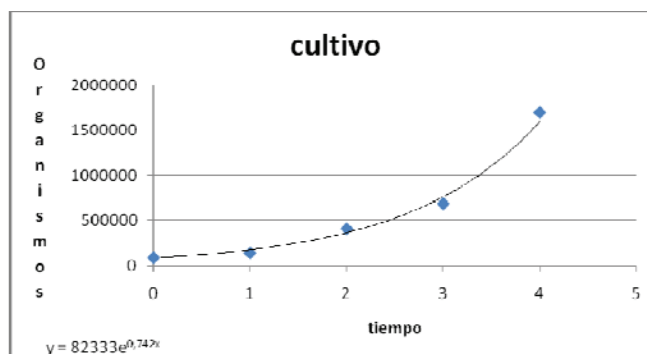


Figura 3. Fase de Crecimiento y ajuste de una curva a los datos

Séptimo momento: Seguimiento de las acciones

Se obtuvo el modelo de crecimiento exponencial

$$y = 82333 e^{0.742x}$$

Con un índice de correlación de 0.9864, lo cual otorga confianza para tomarlo como base y hacer las predicciones que se requieren.

Octavo momento: Retorno a la realidad transformada

A partir del modelo, se construye una tabla para comparar los datos reales con el modelo obtenido.

Tiempo	Organismos	Organismos calculados
0	91 250	86 392
1	143 250	181 507
2	412 500	381 341
3	688 750	801 187
4	1 700 000	1 683 272

Como ya se estableció el modelo es confiable por lo que se convierte en la base para los cálculos del tiempo en el que debe realizarse el desdoblamiento para ese cultivo.

Noveno momento: El inicio de una nueva reconstrucción

¿El modelo obtenido tendrá validez si se utiliza otro medio de cultivo?

¿El modelo es válido solo para este medio de cultivo?

Conclusiones

Consideramos necesario acercar la escuela con las práctica 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 profesional 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.

El desarrollo del trabajo nos permite considerar a la deconstrucción como proceso no tiene final ya que permite ir mejorando la práctica, pero a la vez estas mejoras deben ser sometidas a una nueva deconstrucción.

Referencias bibliográficas

- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Disertación doctoral publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.
- Derrida, J. 1985. *Carta a un amigo japonés*. En Jaques Derrida, *¿Cómo no hablar? Y otros textos*. Suplementos Antrhopos, 13, 1989, 86 – 89.
- In silico. (2010, 7 de abril). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: septiembre 23, 2010, from: http://es.wikipedia.org/wiki/In_silico
- Sánchez, F.; Miramontes, P. y Gutiérrez, J. (2002). *Clásicos de la Biología Matemática*. México: Siglo XXI editores.
- Ulloa, J., Arrieta, J. (2008). *Los modelos exponenciales: construcción y reconstrucción*. En P. Lestón (Ed.) *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 22*, (pp. 479-488). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A.C.