

**Modelos Matemáticos y competencias en el área Biológico - Agropecuaria y Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit**

José Trinidad Ulloa Ibarra, Jorge Armando Rodríguez Carrillo, Jaime Lorenzo Arrieta Vera, María Inés Ortega Arcega<sup>2</sup>

Recibido: 20 de enero de 2016

Aceptado: 11 de abril de 2016

**Resumen**

Se hace un análisis de la modelación en las unidades académicas que integran el área biológico - agropecuario - pesquero de la Universidad Autónoma de Nayarit con el propósito de proponer alternativas didácticas para poder desarrollar en los estudiantes la competencia requerida en profesionales del área cuyo campo de trabajo requiera de ellas. Pero además se toma en cuenta el rol del docente del área y la necesidad de capacitación de en algunos casos se presenta.

**Palabras clave:** competencia profesional, modelos, práctica social, software

**Abstract**

An analysis is made of modeling in the academic units that integrate the biological area - agriculture - fisheries in the Autonomous University of Nayarit with the purpose of proposing alternatives to be able to develop in teaching students the required competence in professionals from the area whose field of work required of them. But it also takes into account the role of the teacher in the area and the need for training in some cases are presented.

**Keywords:** professional competence, models, social practice, software

**Introducción**

En nuestro país, el tema de las competencias se encuentra presente en muchos de los programas de estudio, tanto del nivel Superior como del Medios Superior y otros. En otras latitudes, el término tiene antecedentes de varias décadas, principalmente en países como Inglaterra, Estados Unidos, Alemania y Australia. El concepto de competencia otorga un significado de unidad e implica que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función del conjunto. En efecto, aunque se pueden fragmentar sus componentes, éstos por separado no constituyen la competencia: ser competente implica el dominio de la totalidad de elementos y no sólo de alguna(s) de las partes.

El modelo educativo por competencias profesionales integradas para la educación superior es una opción que busca generar procesos formativos de mayor calidad, pero sin perder de vista las necesidades de la sociedad, de la profesión, del desarrollo disciplinar y del trabajo académico. Asumir esta responsabilidad implica que la institución educativa promueva de manera congruente acciones en los ámbitos pedagógico y didáctico que se traduzcan en reales modificaciones de las prácticas docentes.

---

1 Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera. Universidad Autónoma de Nayarit

2 Programa Académico de Licenciatura en Matemáticas. Universidad Autónoma de Nayarit

3 Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No.34

4 Escuela de Matemáticas. Universidad Autónoma de Guerrero. Instituto Tecnológico de Acapulco

Las prácticas sociales; tienen hoy en día un papel muy importante en el aprendizaje de un determinado contenido, ya que también generan un conocimiento matemático mediante la interacción profesor - estudiante con ciertos fenómenos. Cabe señalar que en el presente la socioepistemología ha incidido cada vez más en las currículas, lo cual refleja que las prácticas sociales para un cierto sector educativo son tomadas más en cuenta para la enseñanza de un contenido (Cantoral, Ferrari 2004).

Esto debe ser tomado como base en el área biológico - agropecuaria - pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). Las acciones o prácticas de campo desarrolladas en dicha área; tales como los análisis morfométricos de diferentes especies, nos puede llevar a la obtención de modelos matemáticos, los cuales de cierta forma ayudarían tanto al profesor como a los estudiantes a entender, interpretar, representar y realizar predicciones sobre el fenómeno que se esté analizando. Los biólogos y los profesionales de la pesca utilizan una metodología muy específica de describir los procesos o fenómenos, los cuales son considerados por ellos como única herramienta para obtener una predicción de los mismos. De esta forma y con la necesidad de crear en el estudiante un pensamiento más crítico que le permita analizar lo que ocurre en la práctica de su quehacer, se requiere tomar como base las prácticas sociales para poder desarrollar las competencias que estos profesionistas requieren.

La hipótesis que guía este trabajo es que: *“Para lograr que los egresados del área biológico agropecuaria de la UAN se inserten en un mercado*

*laboral globalizado y tengan éxito en el mismo, deben poseer las competencias profesionales necesarias, entre las que destacan los conocimientos matemáticos asociados a las prácticas sociales de la comunidad de profesionistas del área”*. Motivo por el que la socioepistemología se erige como una perspectiva teórica, que ayudará a explicar los sistemas sociales, entendidos como sistemas complejos, donde los humanos aprenden al ejercer prácticas (Arrieta, 2003).

La metodología con la que se realizó el trabajo en las cuatro escuelas que conforman el área en la UAN es de tipo cualitativo etnográfico, en tres etapas:

- Preparación y trabajo de campo,
- Análisis e interpretación,
- Redacción de un informe final.

Se pretende que los resultados orienten a una modificación del programa de estudios en el que se encuentren bien definidas las competencias esperadas de los profesionistas del área y como parte de ello, se capacite a los docentes con base en los estándares definidos por la Unesco.

### **Antecedentes**

La modelación en el programa de estudios del área biológico - agropecuaria - pesquera se centra principalmente en los modelos matemáticos para estudiar el crecimiento, los cuales pueden ser entre otros:

Modelo Logístico

$$\frac{dP(t)}{dt} = rP(t) \left[ 1 - \frac{P(t)}{a} \right]$$

Modelo de Gompertz

$$\frac{1}{P} \frac{dP}{dt} = -\mu_m \ln P + \mu_m \ln K$$

Modelo de Von Bertalanffy

$$\frac{dL}{dt} = k(A - L)$$

Modelo de Richards

$$\frac{dy}{dt} = ay^m - by$$

Existen diferentes clasificaciones los modelos matemáticos uno de los cuales lo hace según su estructura matemática y esta sirve de guía para conocer la complejidad matemática, y las posibles técnicas de solución en cada caso particular.

En el siguiente esquema se muestra la clasificación basada en la estructura matemática para el caso de modelos determinísticos:

- Ecuaciones algebraicas (lineales, no lineales)
- Ecuaciones diferenciales (ordinarias, parciales)
- Ecuaciones integrales
- Ecuaciones en diferencias (una dimensión, multidimensionales)

En el caso de los modelos de crecimiento descritos, se requiere el manejo de ecuaciones diferenciales para poder llegar a la solución de los mismo. Sin embargo, la estructura curricular de los planes de estudio de las licenciaturas que conforman el área no tienen como base cursos de matemáticas en los que se

estudien las ecuaciones diferenciales, como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 1. Unidades Académicas comunes

Tronco Básico Universitario
Desarrollo de Habilidades del Pensamiento
Tecnologías de la Comunicación y Gestión de la Información
Sociedad e Identidad Universitaria
Lenguaje y Pensamiento Matemático
Lengua Extranjera (inglés)

Tronco Básico de Área
Biología general
Química general
Bioquímica
Ecología general
Microbiología general
Estadística
Modelación matemática
Métodos estadísticos
Metodología de la investigación
Desarrollo rural sustentable

Tabla 2. Programa de la licenciatura en Biología

Disciplinar	Especializante	
Biología de Algas	Globalización y Crisis Ambiental	Manejo y Conservación de Suelos
Biología de briofitas y pteridofitas	Biodiversidad	Manejo y Conservación de la vida silvestre
Biología de gimnospermas y angiospermas	Aprovechamiento sustentable de recursos biológicos	Fundamentos de toxicología
Biología de Hongos	Control y prevención del deterioro ambiental	Ecotoxicología
Biología de acelomados	Sistemática	Toxicología molecular
Biología de celomados	Biogeografía	Bioconservación
Biología de cordados	Ecología Evolutiva	Biorremediación
Biología celular	Ecología de Costas e Insular	Prevención y control de la contaminación ambiental
Taxonomía	Climatología	Filogeografía
Genética	Etnobiología	Tópicos selectos
Análisis de Poblaciones y comunidades	Manejo de Recursos Naturales	
Morfofisiología	Fundamentos de Gestión de Recursos Naturales	
Biología del desarrollo	Diseño y evaluación de proyectos	
Evolución	Manejo y Conservación de Recursos Forestales	
Ciencias de la tierra		
Análisis geográfico		
Biofísica		
Paleontología		

Tabla 3. Programa de la licenciatura de Ingeniero Pesquero

Disciplinar	Especializante
Física General	Diseño, Construcción y Operación de Sistemas de Pesca de Arrastre
<b>Calculo Diferencial e Integral</b>	
Biología de Invertebrados Marinos	Diseño, Construcción y Operación de Sistemas de Pesca de Cerco
Técnicas de Dibujo aplicadas en la Ingeniería Pesquera	Evaluación de Sistemas de Pesca
Resistencia de Materiales	Tecnología de Proceso de Productos Pesqueros
El Ambiente Marino y su Biota	Diseño y Verificación de Elementos de Maquinas Pesqueras
Descripción de Pesquerías	Selección, Verificación y Operación de Maquinaria Pesquera
Biología de los Peces Comerciales	Manejo de Equipo Electrónico Marino y Pesca Exploratoria
Aspectos Físico Químico de los Océanos	Refrigeración Marina
Productos Pesqueros como Alimento	Navegación Marina
Normatividad Pesquera y Acuícola	Oceanografía Pesquera
Interacción Océano Atmósfera	Estructura y Funcionamiento de las Embarcaciones Pesqueras
Evaluación de Poblaciones Pesqueras	Aspectos Básicos de Nutrición Acuícola
Dinámica de Poblaciones Pesqueras	Aspectos Básicos de Sanidad Acuícola
Contabilidad y Costos	Calidad del Agua para objeto de Acuicultura
Procesos Administrativos en Pesca y Acuicultura	Cultivo de Crustáceos Comerciales
Economía Pesquera	Cultivo de Moluscos Comerciales
Formulación y Evaluación de Proyectos Pesqueros	Cultivo de Peces Comerciales
Estudio de los Sistemas de Pesca	Ecología de Sistemas Dulceacuícolas
Principios de Cálculo para el Diseño y Construcción de Sistemas de Pesca	Ecología de Sistemas Costeros
Características Técnicas de los Materiales Pesqueros	Ingeniería Acuícola
Diseño, Construcción y Operación de Palangres y Redes de Enmalle	Hidráulica Aplicada en la Acuicultura
Diseño, Construcción y Operación de Sistemas Estacionarios para Pesca y Acuicultura	Topografía Aplicada en la Acuicultura
Desarrollo de Habilidades para la Pesca	

Tabla 4. Programa de la licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Disciplinar	Especializante
Etología y Bienestar Animal.	Medicina y Zootecnia de caninos y felinos
Anatomía Veterinaria	Medicina y Zootecnia de equinos
Morfofisiología	Medicina y Zootecnia de ovinos y caprinos
Biología Celular y del Desarrollo	Medicina y Zootecnia de bovinos
Parasitología y Enfermedades Parasitarias	Medicina y Zootecnia de porcinos
Nutrición y Alimentación Animal	Medicina y Zootecnia de aves
Bromatología	Medicina y Zootecnia en Ganadería Diversificada
Reproducción Animal Aplicada	Medicina y Zootecnia en Fauna Silvestre y Animales de Zoológico
Inmunología y Enfermedades del Sistema Inmune	Medicina y Zootecnia Cunicola
Microbiología Veterinaria Aplicada	Medicina y Zootecnia Apícola
Farmacología y Terapéutica Veterinaria	Zoonosis infecciosas y parasitarias
Virología y Enfermedades Virales	Administración sanitaria
Toxicología Veterinaria	Epidemiología Veterinaria
Cirugía General Veterinaria	Bioseguridad en explotaciones pecuarias
Genética Veterinaria	Higiene y Calidad de los alimentos
Mejoramiento Animal	Microbiología de los alimentos
Propedéutica Veterinaria	Toxicología de los alimentos
Patología General	Procesamiento y control de calidad de productos pecuarios
Marco Legal de la Medicina Veterinaria y Zootecnia.	
Fisiología Sistémica Veterinaria	
Patología Sistémica	
Laboratorio Clínico e Imagenología	
Medicina Preventiva y Salud Pública Veterinaria	
Inocuidad Alimentaria y transformación de Productos	
Sistemas de Producción Sustentables	
Economía y Administración Pecuaria	

Tabla 5. Programa de licenciatura en Ingeniería Agronómica

Disciplinar	Especializante	
Anatomía, morfología y taxonomía de plantas vasculares	Propagación de plantas	Salinidad de suelos
Procesos fisiológicos de plantas vasculares	Mejoramiento genético de autógamas	Manejo de plantas arvenses
Fundamentos de la ciencia del suelo	Mejoramiento genético de aloógamas	Dasonomía
Genética general	Cultivos básicos e industriales	Taxonomía y caracterización de alimentos animales
Agrometeorología	Manejo de pastizales y cultivos forrajeros	Producción de rumiantes domésticos
Zootecnia general	Producción de cultivos ornamentales	Producción de monogástricos domésticos
Hidráulica	Producción de frutales	Nutrición animal
Topografía	Producción de hortalizas	Diversificación y sustentabilidad ganadera
Parasitología agrícola	Manejo poscosecha de productos agrícolas	Técnicas de investigación pecuaria y de pastizales
Normatividad y políticas agropecuarias	Silvicultura	Problemas especiales agrícolas
Diseño y operación de sistemas de riego	Enfermedades de los cultivos	Microbiología y parasitología animal
Principios de nutrición de cultivos	Plagas insectiles de cultivos	Técnicas de investigación agrícola
Maquinaria e implementos agropecuarios	Plaguicidas	Producción de hortalizas en invernadero
Sistemas de producción agrícola	Entomología médica, veterinaria y turística	Cultivos hidropónicos
Agroindustrias	Manejo integrado de plagas	Sistemas silvopastoriles
Formulación y evaluación de proyectos de inversión	Plagas urbanas	Sistemas agroforestales
Planeación y organización agropecuaria	Fundamentos de fertirrigación	Análisis de alimentos
Asesoría y consultoría en proyectos agropecuarios	Diagnóstico de suelo, agua y planta	Química de alimentos
	Producción y conservación de semillas	Métodos de conservación e industrialización de alimentos
	Conservación de suelo y agua	Legislación agroindustrial
	Clasificación y manejo de suelos	

### **Marco Teórico**

La investigación se enmarca en la socioepistemología, perspectiva teórica que concibe al sistema escolar como sistema complejo inmerso en su entorno social. La socioepistemología es una perspectiva multidimensional, que hace énfasis en la naturaleza social del conocimiento, con la cual podemos analizar cómo los actores sociales construyen, en contextos sociales concretos, sus conocimientos, sus realidades y por ende su identidad (Arrieta, 2003). Este énfasis en lo social, trastoca el sentido tradicional otorgado a las dimensiones cognitiva, didáctica y epistemológica, dando una visión situada del aprendizaje, los conocimientos y la didáctica (Arrieta y Méndez, 2007). Entendemos que una práctica social es una actividad humana recurrente que caracteriza a las comunidades y a sus integrantes

### **Materiales**

Como puede observarse no hay en la currícula cursos de matemáticas que puedan dar soporte a la modelación desde la perspectiva de las ecuaciones diferenciales. El único antecedente es el curso de Lenguaje y Pensamiento Matemático cuya unidad cuatro es la introducción a la modelación matemática.

Por lo anterior se ha recurrido a la búsqueda de soluciones que permitan cursar modelación matemática sin hacer uso de las ecuaciones diferenciales, destacando entre éstas la utilización de software: Ulloa, Benítez y Rodríguez, 2008; Ulloa, Arrieta y Benítez, 2015; Ulloa, Ortega, Rodríguez y Benítez, 2015; Ulloa y Rodríguez, 2013.

Por otra parte, para lograr lo descrito en el

párrafo anterior se requiere que tanto el estudiante como el docente posean competencias en el uso de las tecnologías de la información y comunicación. La UNESCO, 2008 estableció los “Estándares de Competencia en TIC para Docentes” que pretenden servir de guía a instituciones formadoras de maestros en la creación o revisión de sus programas de capacitación. En este proyecto se entrecruzan tres enfoques para la reformar la educación (Alfabetismo en TIC; Profundización del conocimiento y Generación de conocimiento) con seis de los componentes del sistema educativo (currículo, política educativa, pedagogía, utilización de las TIC, organización y capacitación de docentes).

Para vivir, aprender y trabajar con éxito en una sociedad cada vez más compleja, rica en información y basada en el conocimiento, los estudiantes y los docentes deben utilizar la tecnología digital con eficacia. En un contexto educativo sólido, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden ayudar a los estudiantes a adquirir las capacidades necesarias para llegar a ser:

- competentes para utilizar tecnologías de la información;
- buscadores, analizadores y evaluadores de información;
- solucionadores de problemas y tomadores de decisiones;
- usuarios creativos y eficaces de herramientas de productividad;
- comunicadores, colaboradores, publicadores y productores; y
- ciudadanos informados, responsables y capaces de contribuir a la sociedad.



Gracias a la utilización continua y eficaz de las TIC en procesos educativos, los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir capacidades importantes en el uso de estas. El docente es la persona que desempeña el papel más importante en la tarea de ayudar a los estudiantes a adquirir esas capacidades. Además, es el responsable de diseñar tanto oportunidades de aprendizaje como el entorno propicio en el aula que faciliten el uso de las TIC por parte de los estudiantes para aprender y comunicar. Por esto, es fundamental que todos los docentes estén preparados para ofrecer esas oportunidades a sus estudiantes.

Tanto los programas de desarrollo profesional para docentes en ejercicio, como los programas de formación inicial para futuros profesores deben comprender en todos los elementos de la capacitación experiencias enriquecidas con TIC. Los estándares y recursos del proyecto “Estándares UNESCO de Competencia en TIC para Docentes” (ECD-TIC) ofrecen orientaciones destinadas a todos los docentes y más concretamente, directrices para planear programas de formación del profesorado y selección de cursos que permitirán prepararlos para desempeñar un papel esencial en la capacitación tecnológica de los estudiantes.

Hoy en día, los docentes en ejercicio necesitan estar preparados para ofrecer a sus estudiantes oportunidades de aprendizaje apoyadas en las TIC; para utilizarlas y para saber cómo éstas pueden contribuir al aprendizaje de los estudiantes, capacidades que actualmente forman parte integral del catálogo de competencias profesionales básicas de un docente.

Los docentes necesitan estar preparados para

empoderar a los estudiantes con las ventajas que les aportan las TIC. Escuelas y aulas –ya sean presenciales o virtuales– deben contar con docentes que posean las competencias y los recursos necesarios en materia de TIC y que puedan enseñar de manera eficaz las asignaturas exigidas, integrando al mismo tiempo en su enseñanza conceptos y habilidades de estas. Las simulaciones interactivas, los recursos educativos digitales y abiertos (REA), los instrumentos sofisticados de recolección y análisis de datos son algunos de los muchos recursos que permiten a los docentes ofrecer a sus estudiantes posibilidades, antes inimaginables, para asimilar conceptos.

Las prácticas educativas tradicionales de formación de futuros docentes ya no contribuyen a que estos adquieran todas las capacidades necesarias para enseñar a sus estudiantes y poderles ayudar a desarrollar las competencias imprescindibles para sobrevivir económicamente en el mercado laboral actual.

### **Discusión**

Se requiere entonces por una parte reformar el currículo de las licenciaturas del área y por otra, capacitar a los docentes que imparten modelación matemática y unidades de aprendizaje relacionadas con la misma a que con base en la capacitación que reciban realicen actividades con los estudiantes para que estos con apoyo de la tecnología:

- a. Exploren y experimenten con ideas matemáticas tales como patrones, propiedades numéricas, algebraicas y funciones.
- b. Desarrollen y refuercen habilidades tales como cálculos, gráficas, y análisis de datos.

- c. Enfatizan el proceso de resolución de problemas con datos reales, en lugar de concentrarse en los cálculos asociados con los problemas.
- d. Accedan a ideas matemáticas y experiencias que vayan más allá de los niveles limitados por los cálculos tradicionales con papel y lápiz, permitiendo elevar el nivel de abstracción y generalización.
- e. Desarrollen conceptos.
- f. Construyan modelos.

Como parte de la reforma curricular se sugiere incluir como parte del Tronco Básico de Área cursos de: Álgebra, Trigonometría, Geometría Analítica, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Ecuaciones Diferenciales

#### Referencias.

Arrieta, J. 2003. *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Disertación doctoral publicada, Cinvestav, México.

Arrieta, J. & Mendez, M. (2007). ¿Cómo en el ejercicio de la práctica de modelación de un sistema de resortes se construyen modelos multilineales? *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 20, pp. 444-449, México: CLAME.

Cantoral, R., Ferrari, M. 2004 "Uno studio socioepistemologico sulla predizione, en *La Matematica e la sua Didattica*", en *Bologna, Pitagora Editrice*.- 2(33 - 70): 2004.-

Ulloa, J., Benítez, A., y Rodríguez, G. 2008. *Modelos alométricos e isométricos en Mojarra y Lobina con apoyo de tecnología*. Acta Pesquera. Volumen 1, Número 1

Ulloa, J., Arrieta, J., y Benítez, A. 2015. *Alternativas para la elaboración de modelos matemáticos*. Acta Pesquera, Año 1. Número 1

Ulloa, J., Ortega, M., Rodríguez, G., Benítez, A. 2015. Modelos lineales del crecimiento de la Carpa Común (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Acta Pesquera, Año 1. Número 2

Ulloa, J.; Rodríguez, J. 2013. *La modelación matemática como puente entre el conocimiento científico y el matemático*. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®. España Veterinaria.org ® - Comunidad Virtual Veterinaria.org ® - Veterinaria Organización S.L. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020213.html>.

Unesco. 2008. *Estándares de Competencia en TIC para Docentes*. Recuperado el 02 de enero de 2016 de <http://www.eduteka.org/EstandaresDocentesUnesco.php>