



**Revista EDUCATECONCIENCIA.**  
**Volumen 20, No. 21.**  
**ISSN: 2007-6347**  
**Periodo: octubre - diciembre 2018**  
**Tepic, Nayarit. México**  
**Pp. 260 - 267**

**Recibido: 13 de diciembre**  
**Aprobado: 21 de diciembre**

**Modelos Matemáticos Multivariados con la utilización de calculadora y sensores**  
**Multivariable Mathematical Models with the use of calculator and sensors**

**Autores**

**José Trinidad Ulloa Ibarra**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
jtulloa@uan.edu.mx

**Juan Felipe Flores Robles**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
juan.f10res@hotmail.com

**María Inés Ortega Arcega**  
Universidad Autónoma de Nayarit  
majua9@hotmail.com

## **Modelos Matemáticos Multivariables con la utilización de calculadora y sensores**

### **Multivariable Mathematical Models with the use of calculator and sensors**

#### **Autores**

**José Trinidad Ulloa Ibarra**

Universidad Autónoma de Nayarit  
jtulloa@uan.edu.mx

**Juan Felipe Flores Robles**

Universidad Autónoma de Nayarit  
juan.f10res@hotmail.com

**María Inés Ortega Arcega**

Universidad Autónoma de Nayarit  
majua9@hotmail.com

#### **Resumen**

Se presenta la propuesta de un diseño de aprendizaje que tiene como base el uso de tecnología para la modelación multivariable para atender la problemática que se presenta en la unidad de aprendizaje de modelación matemática del Área Biológico Agropecuaria y Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit y que consiste en que los estudiantes no reciben las bases matemáticas requeridas para la modelación de fenómenos biológicos, por lo tanto se deben buscar alternativas para solucionar lo anterior lo que se constituye en uno de los objetivos del trabajo. La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, tomando como marco teórico a la socioepistemología logrando con todo ello la transversalidad al combinar la matemática con la química y la física.

**Palabras clave:** modelos multivariables, análisis, sensores, calculadora

#### **Abstract**

The proposal of a learning design is presented based on the use of technology for multivariable modeling to address the problems that arise in the learning unit of mathematical modeling of the Biological Agricultural and Fisheries Area of the Autonomous University of Nayarit and that is that students do not receive the mathematical basis required for the modeling of biological phenomena, therefore you should look for alternatives to solve the above what is one of the objectives of the work. The research is developed under a mixed approach, taking as a theoretical framework the socioepistemology achieving with all this transversality by combining mathematics with chemistry and physics.

**Keywords:** multivariable models, analysis, sensors, calculator

## **Introducción**

En la mayoría de las investigaciones –sin importar el campo del conocimiento en las que se desarrollen- en las cuales se realicen mediciones, observaciones o experimentos de donde se obtengan datos de diferentes variables; es fundamental determinar algún tipo de relación de dependencia entre las variables con el fin de hacer predicciones o pronósticos de eventos futuros de acuerdo con el comportamiento de ellas.

La adquisición, manejo e interpretación de datos es una parte muy importante de la ciencia. Los meteorólogos recolectan datos del clima en el tiempo para mantener un registro histórico y ayudar a elaborar pronósticos. Los oceanógrafos recolectan datos de la salinidad del agua de mar para estudiar las tendencias de cambio en los océanos de nuestro planeta Tierra. Mientras que durante miles de años se tomaron datos de forma manual, la tecnología de recolección electrónica de datos está con nosotros desde hace poco menos de 80 años. Sin embargo, es hasta hace poco más de 20 años que esta tecnología se encuentra disponible para muchos de los planteles de los diferentes niveles escolares de México.

Por otra parte, la transversalidad del conocimiento es una tendencia actual en los diferentes niveles educativos; en el nivel medio superior lo tenemos como transversalidad, en el nivel superior de nuestra Universidad como contexto, todo lo cual está referido por una parte al contexto de las ciencias y por otro a la consecución de aprendizajes significativos al interrelacionar diferentes unidades de aprendizaje, en este trabajo la matemática, con la física y la química.

Desde la matemática se plantea a la modelación como un puente entre la teoría y la práctica (Arrieta, 2003; Ulloa y Rodríguez 2013), por lo que el estudiante al realizar actividades de conductividad eléctrica con soluciones salinas de diferente concentración a diferente temperatura puede establecer modelos que describan los tres parámetros descritos.

La salinidad es una medida de la cantidad de sales disueltas en agua. La salinidad y la conductividad están relacionadas porque la cantidad de iones disueltos aumentan los valores de ambas. Las sales y también otras sustancias afectan la calidad del agua potable o de riego. También influyen en la biota acuática y cada organismo tolera una gama de

valores de conductividad. La disminución del voltaje se usa para medir la resistencia del agua que se traduce a conductividad. La conductividad de una solución es una medida de la facilidad con la cual la corriente eléctrica fluye a través de la solución. Esta varía con la temperatura y con la naturaleza y concentración del soluto.

La conductividad es el valor inverso de la resistencia y se mide como la cantidad de conductancia en una distancia determinada. Las unidades son mhos/cm o Siemen. Existen diferentes formas de expresar la concentración de una disolución. Las que se emplean con mayor frecuencia suponen el comparar la cantidad de soluto con la cantidad total de disolución, ya sea en términos de masas, ya sea en términos de masa a volumen o incluso de volumen a volumen, si todos los componentes son líquidos. En este grupo se incluye a la Molaridad, la que es la forma más frecuente de expresar la concentración de las disoluciones en química. Indica el número de moles de soluto disueltos por cada litro de disolución; se representa por la letra M. Una disolución 1 M contendrá un mol de soluto por litro, una 0,5 M contendrá medio mol de soluto por litro, etc. El cálculo de la molaridad se efectúa determinando primero el número de moles y dividiendo por el volumen total en litros:

$$M = \text{molaridad} = \frac{\text{No.de moles de soluto}}{\text{volumen de la disolución en litros}}$$

Se plantea entonces la pregunta: ¿Es posible establecer un modelo multivariante para la conductividad eléctrica en soluciones salinas con temperatura variables?

### **Marco teórico**

El trabajo de Arrieta, (2003) aporta elementos acerca de la construcción de modelos lineales y cuadráticos por estudiantes de ingeniería bioquímica. En esta investigación se tomó como central, no los objetos matemáticos, sino el ejercicio de prácticas sociales para la elaboración de diseños de aprendizaje.

Otro de los trabajos que anteceden a esta investigación es el reportado por Galicia, Arrieta y Landa, (2007) donde se mostraron evidencias de la interacción de estudiantes de

ingeniería bioquímica en la construcción de lo lineal a partir de la modelación de la absorción de luz de soluciones de glucosa a diferentes concentraciones en el laboratorio de química, esta actividad es una práctica social que se realiza en comunidades de ingenieros.

Otras de las prácticas ejercidas ampliamente en el laboratorio de bioquímica es la de realizar diluciones seriadas de una muestra previo su análisis microbiológico como se reporta en Landa (2008).

La regresión lineal múltiple es una herramienta de cálculo que indaga relaciones de causa-efecto de los objetos de estudio y comprueba hipótesis complejas. Cualquier cálculo mediante la regresión lineal múltiple dependerá mucho del objeto estudiado y del área de estudio, como la economía, ya que las variables hacen que las fórmulas utilizadas tengan complejidades que varían según el caso. Esto quiere decir que mientras más intrincada sea la pregunta, más factores deberán tomarse en cuenta, más datos deberán recolectarse y por consiguiente mayor será el volumen de elementos a incluir en el cálculo, lo que hará que la fórmula sea más grande (Uriel, 2017).

Sin embargo, lo común en todas esas fórmulas es que haya un eje vertical (el de ordenadas, o eje Y) y un eje horizontal (el de abscisas, o eje X) que luego de calcularse se representan gráficamente mediante un sistema cartesiano. A partir de ahí se realizan las interpretaciones de los datos y se elaboran las conclusiones o predicciones (Ayala, 2017).

El presente estudio precisa de una perspectiva que considere aspectos epistemológicos que nos permitan mirar el desarrollo en el paso del tiempo del conocimiento científico enseñado, los procesos argumentativos de los estudiantes en un acercamiento a los procesos cognitivos así como los medios de su enseñanza.

La perspectiva teórica que se toma es la socioepistemología (Cantoral y Farfán 2004), pues la socioepistemología es una perspectiva teórica que estudia la emergencia de los conocimientos matemáticos cuando son ejercidas las prácticas por organizaciones sociales específicas y cómo es que viven estas prácticas y conocimientos matemáticos en las organizaciones escolares.

## **Metodología**

En un inicio se señala que la finalidad de la investigación es elaborar un diseño de aprendizaje que permita elaborar relaciones entre distintas variables, variables que se puedan mostrar de manera lineal, y que, al conjugar las mismas, sea posible la construcción de uno o varios modelos lineales y la relación entre ellos.

En base a lo aprendido en las asignaturas relacionadas a la matemática y a las ciencias experimentales, se busca que emerja una estructura mental en los estudiantes que les permita resolver las situaciones propuestas en el diseño de aprendizaje.

Las variables que se introducen en dicho diseño son: la cantidad de sal (masa), la cual se calcula en unidades molares como se describió anteriormente; la temperatura, la cual es medida con el uso de un sensor de temperatura conectado a una calculadora, la cual guarda los datos para un análisis posterior; de la misma forma con un sensor se hace una medición de conductividad eléctrica.

Los datos son recolectados a una solución de agua con sal, desde la cual, se modifican las variables para ver la interacción entre ellas, es así como se comparan los datos que arroja una solución con determinadas cantidades de sal, a la misma temperatura, o la misma cantidad de sal a distintas temperaturas, esto con la finalidad de reconocer como afecta la manipulación de las variables al experimento.

El equipo utilizado para el diseño, ha sido una calculadora graficadora, capaz de almacenar y manipular una gran cantidad de datos, sensores de temperatura y conductividad eléctrica, así como un adaptador llamado “cuna” para conectar los sensores a la calculadora. De las mezclas, es necesaria una báscula, para poder pesar la sal que lleva la conducción, para modificar la temperatura se hace uso de un plato térmico. Los materiales utilizados para la solución son sal de grano y agua destilada.

El procedimiento consta en el primer caso elaborar un cálculo para determinar la cantidad de sal que se le agrega a la solución. Después se procede a vaciar la sal en el agua destilada e incorporar la sal hasta que los cúmulos desaparezcan. En el caso de que la variable que se modifica es la cantidad de sal, entonces después de que la solución está en

punto se introducen los sensores y se elabora una medición que dure aproximadamente 90 segundos, se dispone de dicha cantidad de tiempo, ya que es la suficiente para que la solución se asiente y arroje datos estables.

Por otro lado, si la variable a estudiar es la temperatura, se sitúa la solución en un vaso de precipitado sobre el plato térmico y se toman lecturas en intervalos de 5°, cabe destacar que para llevar a cabo esta medición es necesario modificar los intervalos de medición de la calculadora para que tome 6 muestras por minuto, ya que de otra forma se obtiene una gran cantidad de datos, de los cuales la mayoría tienen los mismos valores.

El análisis de los datos se realiza con la opción que ofrece el dispositivo que son regresiones lineales, las cuáles se pueden obtener al relacionar las variables entre sí, ya que, se puede comparar (y graficar), el comportamiento de tiempo-conductividad, salinidad-conductividad, salinidad-temperatura, temperatura-conductividad por mencionar algunas. El análisis realizado se basa a la comparación de funciones, tratando de buscar una relación entre ambas que nos permita predecir cómo actuará el fenómeno al modificar los parámetros de sus modelos sin necesidad de recrearlos.

## **Resultados y Conclusiones**

Al ser ésta, una investigación aún en proceso es necesario aclarar que los resultados y conclusiones obtenidos aún pueden ser mejoradas.

Aclarado éste punto, se pueden hacer las siguientes observaciones:

El uso de diseños de aprendizaje como el propuesto generan en los estudiantes una nueva actitud hacia las ciencias, mencionamos las ciencias, ya que, por la transversalidad, el estudiante puede ver una aplicación a lo aprendido en el aula, lo que a su vez genera aprendizajes duraderos y de mejor calidad.

Por otro lado, la incorporación de tecnologías como las calculadoras y los sensores generan interés en los estudiantes, interés que se ve reflejado en el hecho de querer utilizar este tipo de tecnología no solo en la clase de matemáticas, sino en otras asignaturas.

La experimentación en clase, y la relación de distintos fenómenos físicos y su asociación con las matemáticas dota de un contexto a los conocimientos ya adquiridos, pero lo más importante sería que mediante el análisis y la abstracción, el estudiante es capaz de elaborar herramientas propias, que le permiten desarrollar conceptos o ideas en otros momentos de su vida académica y profesional.

Para concluir este diseño tiene como propósito principal la introducción de otro tipo de variables y otro tipo de recursos matemáticos, para que los estudiantes posean una mayor cantidad de herramientas a la hora de explicar, reconocer o aplicar lo aprendido en las aulas.

## **Referencias**

- 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 de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional.
- Ayala, M. (2017). Modelos de regresión lineal múltiple. Recuperado el 02 de noviembre de 2018 de: <https://docplayer.es/51818893-Tema-2-1-modelos-de-regresion-lineal-multiple.html>
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2004). La sensibilité a la contradiction: logarithmes de nombres négatives et origine de la variable complexe. *Recherches en Didactique des mathématiques*. 24, 137-168.
- Galicia, A., Arrieta, J., Landa, L. (2007). La medición de la absorción de luz de soluciones químicas, una práctica social de ingenieros bioquímicos. En C. Crespo Crespo (Ed). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 20 (pp. 490-495). México. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- 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.
- 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>
- Uriel, E. (2017). Regresión lineal múltiple: estimación y propiedades. Recuperado el 02 de noviembre de 2018 de: <https://www.uv.es/=uriel/3%20Regresion%20lineal%20multiple%20estimacion%20y%20propiedades.pdf>