

Modelado matemático de una planta de soldar eléctrica sustentable como estrategia didáctica

Mathematical modeling of a sustainable electric welding plant as a teaching strategy

ALCANTARA-ROSALES, Rodolfo^{1†*}, RENDÓN-ROSAS, Juan Carlos², MORENO-REYES, Hugo³ y CASTEÑADA-BRAVO, Juan Alfonso³

Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec- División de Ingeniería Química¹, División de Ingeniería en Sistemas Computacionales²

³*Tecnológico Nacional de México en el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica*

ID 1^{er} Autor: *Rodolfo, Alcantara-Rosales* / ORC ID: 0000-0002-8011-2998, CVU CONACYT ID: 465389

ID 1^{er} Coautor: *Juan Carlos, Rendón-Rosas* / ORC ID: 0000-0001-8305-3957

ID 2^{do} Coautor: *Hugo, Moreno-Reyes* / ORC ID: 0000-0002-7284-9754, CVU CONACYT ID: 444484

ID 3^{er} Coautor: *Juan Alfonso, Casteñada Bravo* / ORC ID: 0000-0001-8123-7330, CVU CONACYT ID: 444541

Recibido Enero 20, 2018; Aceptado Marzo 30, 2018

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo utilizar como estrategia didáctica orientada a promover aprendizajes experienciales significativos y profundos a la modelación matemática aplicada a una planta de soldar sustentable con el apoyo de herramientas del cálculo diferencial, metodología numérica y software de simulación SCADA. La metodología utilizada para la intervención didáctica se fundamentó en el Modelo de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas de Moreno, Oñate y Alcántara (2016) basado en el ciclo de aprendizaje experiencial de David Kolb (1984) y en los niveles del Modelo de Van Hiele (1957). Para su desarrollo se consideró la participación de alumnos de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec, creándose un proyecto integrador que permitiera realizar actividades académicas interdisciplinarias orientadas al logro de las competencias profesionales de los estudiantes. Los resultados mostraron que este tipo de intervenciones didácticas plantean un reto, ya que al partir de una experiencia concreta, engancha y motiva al estudiante para el aprendizaje de las herramientas matemáticas necesarias para modelar matemáticamente una situación o problema, los estudiantes opinaron que esta manera de aprender es más atractiva que si iniciarán en el salón de clase.

Modelación Matemática, Competencias Profesionales, Investigación Educativa

Abstract

The present paper aims at the mathematical modeling of a sustainable welding plant with the support of differential calculus tools, numerical methodology and SCADA simulation software. For its development it is considered the participation of engineering students of of Chemical and Computer Systems, creating an integrating project that allows fulfilling the interdisciplinary academic activities and improving the professional competences of the students. Likewise, in this research, didactic strategies can be implemented that promote the teaching and learning process centered on the student under a constructivist model. Thus, the future graduates students of the engineering careers from Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec, will have a competitive professional level that will allow them to meet the technological needs of the different productive and social sectors of our country, as well as being able to access the labor field of any country of the world.

Mathematical Modeling, Professional Competences, Didactic Strategies

Citación: ALCANTARA-ROSALES, Rodolfo, RENDÓN-ROSAS, Juan Carlos, MORENO-REYES, Hugo y CASTEÑADA-BRAVO, Juan Alfonso. Modelado matemático de una planta de soldar eléctrica sustentable como estrategia didáctica. Revista del Desarrollo Tecnológico. 2018. 2-5: 13-18.

† Investigador contribuyendo como primer autor.

*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: (roaltep@gmail.com)

Introducción

Este trabajo plantea a la Modelación Matemática como una estrategia didáctica viable para la formación de ingenieros que propicie la apropiación de contenidos y mejora de las competencias de aprendizaje en el alumno y de enseñanza para el docente. El planteamiento responde así a las necesidades del docente por entender y comprender los cambios y adecuaciones a su labor cotidiana en el aula con la idea de buscar mejores niveles de relación entre los requerimientos de un contexto complejo y cambiante, la complejidad de los saberes que implican la disciplina que enseña y despertar el interés de sus alumnos hacia los contenidos abordados en el aula.

Se asume un nuevo rol del docente que resignifica su práctica como sujeto potencialmente creador de condiciones didácticas para la construcción del conocimiento basado en la solución de problemas de un contexto real de ingeniería aplicada, siendo un facilitador del mismo más que un poseedor repetidor de saberes imperecederos o ejecutor de un currículo previamente establecido, comprendiendo su función de guía y potenciador de aprendizajes.

El alumno, en esta tesitura, pondrá en práctica las competencias desarrolladas en matemáticas para abstraer la realidad y poder modelar un sistema físico, químico o de ingeniería aplicada, donde pueda explicar la relación entre las variables involucradas y este en posibilidades de mejorar, predecir u optimizar aspectos relacionados al sistema modelado.

El presente trabajo, se divide en los siguientes apartados: Marco teórico, metodología, resultados y conclusiones.

1. Marco teórico

Desde la perspectiva de la investigación en la educación matemática se pretenden construir explicaciones teóricas y coherentes que permitan entender el fenómeno educativo y que ayuden a resolver problemáticas objeto de estudio.

Puede señalarse, de acuerdo con Waldegg (1998), que las matemáticas constituyen un área de conocimiento cuyo resultado es precisamente un gran campo teórico que da origen a una actividad científica, que de manera particular en el contexto escolar se presenta en dos perspectivas intrínsecamente vinculadas entre sí: la matemática vinculada a la actividad de enseñar y la matemática asociada a la tarea de aprender. En este sentido, siguiendo a Waldegg (1998) y Miguez (2012), la matemática presenta aspectos diferentes con relación a los actores y a sus propósitos.

Con respecto al primero, considerando a la matemática como objeto de enseñanza, la intención de las acciones del docente deberían apuntar hacia promover aprendizajes significativos y duraderos en sus estudiantes, eligiendo para ello las estrategias, medios y actividades de aprendizaje adecuadas. En el segundo caso, cuando la matemática es el objeto de aprendizaje del estudiante, el propósito es la construcción de conocimiento con sentido y significado propio que le permitan, en un momento dado, utilizarlo de manera concreta en la solución de situaciones que le demande su formación y vida profesional.

De acuerdo con lo anterior, la formalización de un problema en términos matemáticos es casi siempre el estadio más difícil de la modelación matemática, ya que poseer un buen bagaje matemático no siempre se traduce en tener éxito en la labor de modelización (Schukajlow, 2011). De tal manera que proponer modelos para la enseñanza y aprendizaje de la modelación matemática en las carreras de ingeniería contribuye a un mejor desarrollo de la competencia matemática.

Con el apoyo de los ambientes virtuales, se crean las condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias, de nuevos elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación (Moreira, 2015). Llámense virtuales en el sentido que no se llevan a cabo en un lugar predeterminado y que el elemento distancia (no presencialidad física) está presente. Así mismo, el uso de softwares de simulación como los SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

Según Rodríguez (2015), el SCADA permite la gestión y control de cualquier sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica que comunica al usuario con el sistema. Para el problema que se va a analizar se parte de una reacción química electrolítica. De acuerdo a Melgar (2016), “la electrólisis consiste en la descomposición de una sustancia iónica (electrolito) en elementos más simples, utilizando un conjunto llamado celda electrolítica. Se trata de un proceso químico no espontáneo donde se utiliza energía eléctrica para que suceda una reacción llamada reacción electroquímica”.

Por medio de la electrólisis se puede construir una planta de soldar básica, en donde celda electrolítica consta de dos elementos importantes: el electrolito y el par de electrodos. Cuando se aplica un voltaje externo entre el par de electrodos, los iones libres del electrolito, con carga opuesta, son atraídos al ánodo y cátodo provocando estados de oxidación y reducción, respectivamente, cerrando el circuito con el porta electrodo al empezar a soldar, tal como lo muestra la figura 1.

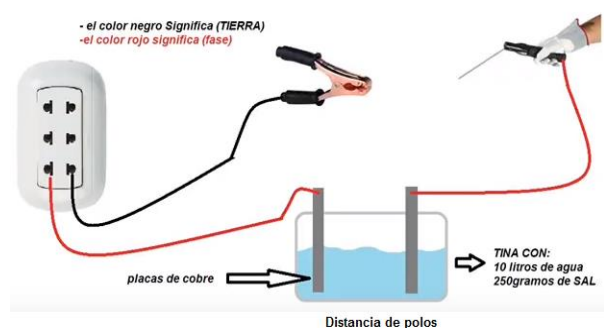


Figura 1 Esquema de planta para soldar con salmuera
Fuente: Elaboración Propia

Los conceptos matemáticos utilizados para analizar el problema de la planta soldadora son: la derivada y la interpolación lineal. Larson (2018), define a la derivada como el límite para determinar la pendiente de una recta tangente a una función determinada, siendo el valor de esta pendiente la razón de cambio entre la variable dependiente con respecto a la variable independiente, tal como se muestra en la figura 2.

$$f'(a) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$$

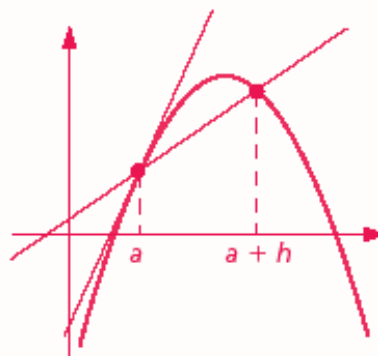


Figura 2 Descripción analítica y gráfica de la derivada
Fuente: Imágenes Google

La forma de interpolación utilizada es el *polinomio de interpolación de Lagrange*, Chapra, (2017), que es simplemente una reformulación del polinomio de Newton que evita el cálculo de las diferencias divididas, y se representa de manera concisa como:

$$f_n(x) = \sum_{i=0}^n L_i(x) f(x_i) \quad (1)$$

donde

$$L_i(X) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq i}}^n \frac{x - x_j}{x_i - x_j} \quad (2)$$

El modelo didáctico para el aprendizaje de las matemáticas (Moreno, Oñate y Alcántara, 2016) que se utilizó se basa en los cuadrantes cerebrales y la forma como se aprende experiencialmente de David Kolb (1984) así como en los niveles del Modelo de Van Hiele (1957), que se relaciona con los estilos de aprendizaje de los estudiantes. En la figura 3 se muestra la forma en que se aplica este modelo para el análisis y la solución de problemas en matemáticas.

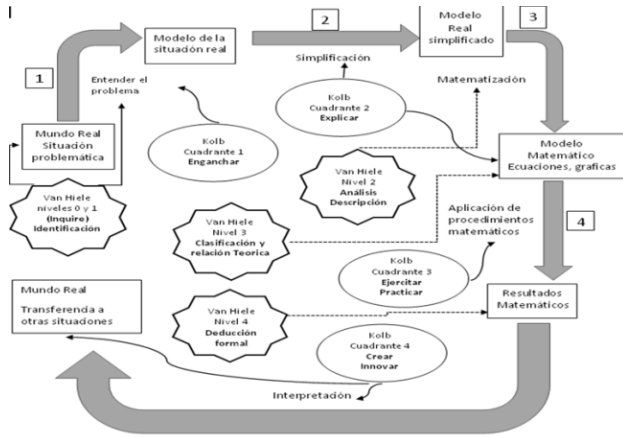


Figura 3 Modelo de aprendizaje de las matemáticas
Fuente: Moreno, Oñate y Alcántara (2016)

2. Metodología

Se desarrolló un prototipo de equipo para soldar, aplicando ingeniería inversa, es decir, construyéndolo para obtener datos experimentales de los parámetros de estudio (corriente y distancia), los cuales se utilizaron para generar funciones utilizando reglas de métodos numéricos de interpolación de Lagrange en conjunto con software SCADA (Lab View) que relacionan a las variables de interés.

Posteriormente, con la función de desempeño del sistema, se aplicó el cálculo diferencial que permitió obtener la relación entre incrementos en la distancia entre los polos y el incremento de la corriente de salida considerando la geometría del prototipo. De acuerdo al Modelo de Moreno, Oñate y Alcántara (2016), las etapas fueron las siguientes:

Mundo real. Se requiere una soldadora que funcione por electrólisis a base de agua y sal, que sea alimentada por una fuente eléctrica casera de 127 volts. Para ajustar la corriente que requiere el electrodo, se hace variar la distancia entre las placas de cobre utilizadas en la electrólisis.

Modelo de la situación real. Este procedimiento obliga a conocer la razón de cambio del valor de la corriente con respecto a la distancia de las placas. Además es importante establecer en forma gráfica el comportamiento de la variación de la distancia como una función polinómica.

Modelo real simplificado. En esta etapa, se procede a realizar las mediciones eléctricas con un amperímetro de gancho, figura 4, variando la distancia entre las placas, obteniéndose las lecturas que se muestran en la figura 5.



Figura 4 Mediciones de la corriente consumida por el electrodo
Fuente: Elaboración Propia

DISTANCIA (cms)	CORRIENTE (amps)
x0	Y0
6	130
x1	Y1
11	57
x2	Y2
13	52
x3	Y3
16	23
x4	Y4
20	42
x5	Y5
22	40
x6	Y6
24	45
x7	Y7
26	47
x8	Y8
28	50
x9	Y9
30	52

Figura 5 Lecturas capturadas en el programa de Lab View
Fuente: Elaboración Propia

Gráficas del modelo matemático. Con el uso de las fórmulas (1) y (2), el programa realiza la interpolación y grafica la función obtenida, como se muestra en la figura 6.

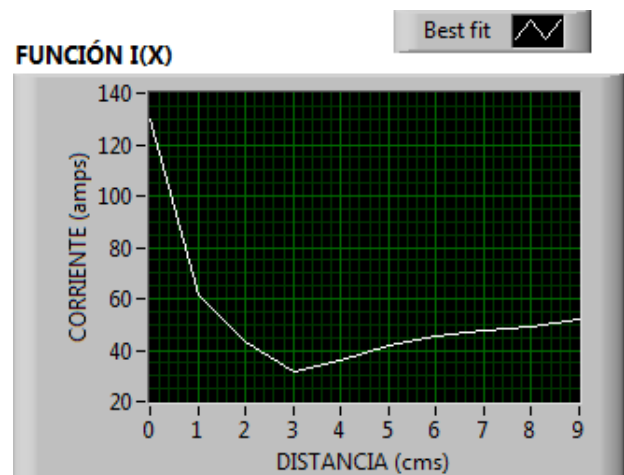


Figura 6 Gráfica de la función obtenida por interpolación
Fuente: Elaboración Propia

Resultados matemáticos

Con la función obtenida, el programa obtiene la derivada y la grafica para conocer el comportamiento de la razón de cambio entre la corriente y la distancia de las placas de cobre, tal como se muestra en la figura 7.

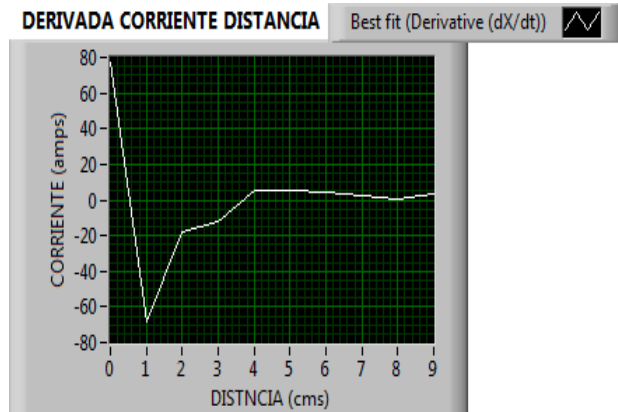


Figura 7 Gráfica que muestra la derivada de la función
Fuente: *Elaboración Propia*

Mundo real

De la gráfica 7, se observa que a partir de la distancia 4, la razón de cambio es más pequeña, indicando que la corriente se estabiliza, siendo la óptima para poder soldar. En la figura 8, se muestra la soldadura obtenida con esa distancia. En la figura 9 se muestra la planta de soldar hechiza para realizar este experimento. En la figura 10 la soldadura aplicada.

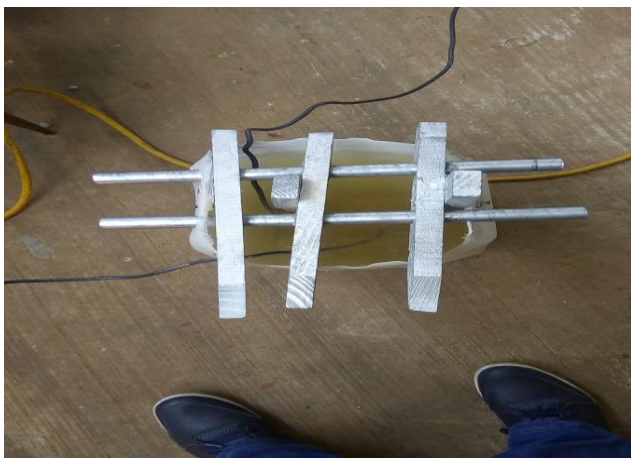


Figura 9 Planta de soldar de salmuera
Fuente: *Elaboración Propia*



Figura 10 Soldadura Aplicada
Fuente: *Elaboración Propia*

3. Resultados

A partir de esta experiencia realizada en la asignatura de Cálculo Diferencial, se puede mencionar que el alumno logró una apropiación y construcción de conocimientos más significativa cuando realizó las actividades donde aplicó sus competencias en la solución de problemas de ingeniería, por lo que los experimentos o elaboración de prototipos son una opción didáctica que el docente puede emplear a lo largo del curso.

También esta actividad, planteada como un reto a los estudiantes, promovió el “enganche” y motivación para que construyeran su propio aprendizaje al manipular e investigar sobre temas complementarios, como fue la interpolación de Lagrange, tema que se imparte en semestres posteriores, así como programar en un lenguaje que aplicará en la asignatura de instrumentación y control. Además la realización de las actividades en equipo contribuyó a la promoción de competencias genéricas y disciplinares.

Al finalizar la actividad, se realizó un grupo focal con los estudiantes para conocer de su propia voz qué aspectos les parecieron idóneos y cuáles no, con el propósito de rediseñar la intervención didáctica. Cabe mencionar que señalaron que el tiempo es un factor importante para el desarrollo de la actividad, así como la definición del trabajo en equipo es un punto clave que debe revisarse.

Agradecimientos

Al Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec a través de las Divisiones de Ingeniería Química y de Sistemas computacionales por su apoyo a la realización de este tipo de actividades de Investigación Educativa y desarrollo tecnológico, así como al Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica por la aportación de su experiencia en el desarrollo de metodologías didácticas para la mejora de la educación tecnológica.

Conclusiones

En el presente trabajo, se comprueba de que uno de los problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas se origina por la descontextualización en que se encuentra, debido a la falta de una metodología didáctica que permita establecer el círculo realidad-abstracción-realidad para analizar y entender la relación de las variables involucradas en un sistema a través del uso adecuado de la modelación matemática apoyada en herramientas digitales.

Sin embargo, el diseño de actividades de aprendizaje que tengan como punto de partida la realidad, tiene mayor sentido y significado para los estudiantes, motivándolos a ser proactivos y protagonistas de su propio aprendizaje con la guía del profesor.

Referencias

Chapra, S. (2017). *Métodos numéricos para ingenieros*. México: Mc Graw Hill.

Kolb, D.A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall

Larson, R. (2018). *Calculo Diferencial*. México: Cengage.

Melgar, O. (2016). Uso de electrólisis con salmuera. *Prisma tecnológico*, (7), pp 16-19.

Miguez, A. (2012). El Aula, los alumnos y el profesor de matemáticas. *Revista Enseñanza de la matemática*, vol. 11, no. 1, 3-9.

Moreira, C. y Delgadillo, B. (2015). La virtualidad en los procesos educativos: reflexiones teóricas sobre su implementación. *Tecnología en Marcha*. Vol. 28, N° 1, Enero-Marzo. Pág 121-129.

Moreno, H., Oñate, P. y Alcántara, R. (2016). La Modelación Matemática como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje, en Reyes, S. y Luna, B. *Modelación Matemática: ingeniería, biología y ciencias sociales*. Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Pérez, E. (2015). *Los sistemas SCADA en la automatización industrial*. Costa Rica: Dialnet.

Schukajlow, S., Leiss, D. and Pekrun, R. (2011). Teaching methods for modelling problems and students' task-specific enjoyment, value, interest and self-efficacy expectations. *Educational Studies in Mathematics*, February 2012, Volume 79, Issue 2, pp. 215-237. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10649-011-9341-2>.

Van Hiele, P. M. (1957). El problema de la comprensión, en conexión con la comprensión de los escolares en el aprendizaje de la geometría. Tesis de Doctorado en Matemáticas de la Universidad Real de Utrecht, Holanda. Traducción al español por Gutiérrez, A. y otros (1990).

Waldegg, G. (1998). La educación matemática ¿una disciplina científica? *Colección Pedagógica Universitaria*. número 29, 13-44, México: CINVESTAV