

# METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN LA MATERIA DE ANÁLISIS NUMÉRICO: ENFOCADO AL DESARROLLO DE PROYECTOS

## TEACHING/LEARNING METHODOLOGIES IN THE FIELD OF NUMERICAL ANALYSIS: FOCUSING ON A PROJECT'S DEVELOPMENT

E. Reyes Sánchez<sup>1</sup>  
A. Hernández Rodríguez<sup>2</sup>  
A. Sánchez Flores<sup>3</sup>  
A. Reyes<sup>4</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo está orientado a compartir experiencias adquiridas, con relación a la integración de metodologías de enseñanza/aprendizaje dentro de la asignatura de Análisis Numérico, con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Este estudio muestra distintas metodologías de enseñanza/aprendizaje aplicadas. El estudio se centra en la implementación de un proyecto final, en donde los estudiantes exploran la integración entre hardware y software para la recopilación y análisis de datos; mediante la implementación de los métodos numéricos aprendidos. En la sección de resultados se presentan evidencias de la implementación de los métodos numéricos con los datos recolectados. Las conclusiones destacan la importancia de innovar con otras metodologías de enseñanza/aprendizaje, esto con la finalidad de que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje.

### ABSTRACT

This work is aimed at sharing acquired experiences, in relation to the integration of teaching/learning methodologies within the subject of Numerical Analysis, with students from the Faculty of Engineering of the Autonomous University of San Luis Potosí. This study shows different teaching/learning methodologies applied. The study focuses on the implementation of a final project, where students explore the integration between hardware and software for data collection and analysis; through the implementation of the numerical methods learned. In the results section, evidence of the implementation of numerical methods with the collected data is presented. The conclusions highlight the importance of innovating with other teaching/learning methodologies, with the aim of making the student the protagonist of their learning.

### ANTECEDENTES

Hoy en día diferentes estudios han arrojado que el aprendizaje no solo se obtiene estudiando. Dichos estudios están dedicados a entender el aprendizaje, ¿qué es? y ¿cómo se construye?, (Iván Moringo & Fenner, 2021).

Dentro de los estudios de investigación acerca del proceso de enseñanza/aprendizaje en un aula de clase, se sabe que existen varios tipos de enseñanza, los cuales se clasifican en diversas categorías según sea la metodología empleada, ya sea por el rol del profesor, del estudiante y del enfoque pedagógico, (Barrigan Arceo & Hernández Rojas, 2010).

<sup>1</sup> Profesor asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [ericka.sanchez@uaslp.mx](mailto:ericka.sanchez@uaslp.mx).

<sup>2</sup> Profesor Investigador y Jefe de Área Mecánica y Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [aurelio.hernandez@uaslp.mx](mailto:aurelio.hernandez@uaslp.mx).

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [alejandra.flores@uaslp.mx](mailto:alejandra.flores@uaslp.mx).

<sup>4</sup> Profesor asignatura. Universidad Politécnica de San Luis Potosí, [alejandro.reyes@upslp.edu.mx](mailto:alejandro.reyes@upslp.edu.mx).

### **Metodologías de enseñanza y aprendizaje**

Hablar de metodologías de enseñanza/aprendizaje se refiere a los métodos que los docentes emplean dentro de un aula de clase como actividad diaria; de acuerdo con (Barrigan Arceo & Hernández Rojas, 2010) existen diez metodologías.

**Enseñanza tradicional:** el docente actúa como principal transmisor de conocimientos, se utilizan explicaciones y presentaciones orales y los estudiantes solo son receptores que toman notas.

**Enseñanza participativa:** promueve el diálogo entre docentes y estudiantes. Los estudiantes intervienen con preguntas, comentarios o reflexiones.

**Enseñanza activa:** los estudiantes son el centro del aprendizaje, donde se incluyen actividades prácticas, experimentos y proyectos.

**Aprendizaje cooperativo:** se trabaja en equipos pequeños donde los estudiantes colaboran para lograr objetivos comunes; con este aprendizaje se fomenta la comunicación, la negociación y el trabajo en equipo.

**Enseñanza personalizada:** se adapta a las necesidades, intereses y ritmos individuales de aprendizaje de los estudiantes. Ofrece retroalimentación individualizada.

**Aprendizaje basado en proyectos (ABP):** los estudiantes trabajan en proyectos que integran diversos conocimientos. El enfoque es práctico y aplicado a problemas del mundo real.

**Enseñanza mediante el uso de tecnologías:** integra herramientas digitales como simuladores, vídeos educativos, plataformas virtuales. Permite acceso a contenidos en línea y actividades interactivas.

**Método de enseñanza por descubrimiento:** los estudiantes desarrollan habilidades de exploración y experimentación. Aprenden a través de la búsqueda de soluciones a problemas.

**Enseñanza híbrida (*Blended learning*):** combina enseñanza presencial con actividades virtuales, fomenta la flexibilidad y la autonomía del estudiante.

**Enseñanza lúdica:** integra juegos y actividades recreativas para aprender, es especialmente útil para mantener la motivación y la participación.

Para la elaboración de este trabajo se eligieron cinco métodos de enseñanza: enseñanza tradicional, aprendizaje cooperativo, enseñanza participativa, aprendizaje basado en proyectos y enseñanza mediante el uso de tecnologías.

Esto es porque la materia que se eligió para este estudio es Análisis Numérico, ya que el objetivo general de esta asignatura es: “Analizar y aplicar herramientas del análisis matemático para la solución numérica de diversos problemas que surgen en ingeniería; identificar si un método es aplicable a una solución en específico y determinar si la

metodología propuesta conducirá a un algoritmo que converja a la solución en cuestión a través del desarrollo de algoritmos computacionales”.

Los métodos numéricos que aprenden los estudiantes en esta materia están relacionados con: solución de ecuaciones de una variable, solución de sistemas de ecuaciones lineales, ajuste de curvas, interpolación numérica, derivación e integración numérica y solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Se realizó una reflexión acerca del objetivo general y de los objetivos particulares que la asignatura de Análisis Numérico persigue, se decidió implementar los cinco métodos de enseñanza antes mencionados; esto con la finalidad de innovar en el proceso de formación de ingenieros en dicha materia.

Para el método Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se decidió que los estudiantes trabajen con un sistema embebido y un sensor. Un sistema embebido es una combinación de hardware y software diseñados para realizar una función específica, (Heath, 2003). Un sensor es un dispositivo electrónico, en la Figura 1 se presentan algunos tipos de sensores electrónicos; existen distintos tipos y cada uno cuenta con diferentes características. Se utilizan para poder detectar las diferentes magnitudes físicas.

**Figura 1.** *Diferentes tipos de sensores.*



Fuente: (BricoGeek, s.f.)

La tarjeta Arduino Uno que se muestra en la Figura 2, es un sistema embebido, el cual se encuentra fácilmente en el mercado por ser económica, (digitalic, 2020). El objetivo de utilizar esta tarjeta es que el estudiante puede desarrollar habilidades en el diseño de algoritmos, control de sensores y motores, resolución de problemas en tiempo real, exploren conceptos como la adquisición de datos, la visualización de información o la comunicación entre los dispositivos. Esta tarjeta se ha utilizado en los últimos años dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje facilitando al estudiante la parte experimental.

**Figura 2.** Tarjeta Arduino Uno.

Para la enseñanza mediante el uso de tecnología, en la materia de Análisis Numérico se utiliza un Gestor de Contenido Educativo llamado didacTIC UASLP, como se puede ver en la Figura 3, en el cual, el material didáctico elaborado por el docente ya está disponible al inicio del curso, cuenta con vídeos sugeridos para el seguimiento de la materia, también es utilizado para subir las tareas y el proyecto final, (Reyes Sánchez & Hernández Rodríguez, 2022).

**Figura 3.** Plataforma didacTIC.

Fuente: (UASLP, s.f.)

Otra de las herramientas digitales importantes que se incluyó dentro del aprendizaje por proyectos fue la Inteligencia Artificial (IA). IA se ocupa de crear programas informáticos capaces de ejecutar operaciones compatibles a las que realiza la mente humana, (Sánchez & Hernández Rodríguez, 2024).

Chat GPT es una IA, la cual tiene una familia de modelos de lenguaje desarrolla por OpenAI, está diseñada para la generación de texto en formato de conversación, (Sánchez & Hernández Rodríguez, 2024).

La relevancia de este trabajo es fomentar la innovación dentro del proceso de formación de ingenieros, es por esto que se eligieron cinco metodologías de la enseñanza, y este trabajo pretende describir la integración de estas cinco metodologías para la asignatura de Análisis Numérico; cabe destacar que la metodología tradicional sigue presente, sin embargo, esta metodología ha sido enriquecida por las otras cuatro metodologías.

## METODOLOGÍA

Se partió de dos objetivos: uno es que los estudiantes comprendan la importancia de la precisión de la adquisición de los datos y el otro es la implementación de los métodos numéricos en los datos reales dentro de la asignatura de Análisis Numérico, se decidió pedirles a los estudiantes que desarrollaran un proyecto, el cual está dividido en dos partes principales: una es la adquisición de datos de manera física y la otra parte es el desarrollo de los programas de los Métodos Numéricos que se plantean en el aula de clases.

La realización de este trabajo se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en el Área Mecánica Eléctrica. Los estudiantes son de las carreras: Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Electricidad y Automatización.

Esta nueva forma de trabajar en la materia se implementó en los semestres 2023-2024/II y 2024-2025/I, teniendo 24 alumnos por cada semestre.

Al comienzo de cada semestre, se les pidió a los estudiantes que trabajaran en equipo de dos personas, con los cuales trabajarían todo el semestre para la entrega de sus tareas y el proyecto final.

Las indicaciones que se les dio para realizar el proyecto final de la parte física fueron:

- a) Elegir un sistema embebido: Arduino Uno o Raspberry Pi.
- b) Elegir un sensor que sea compatible con la tarjeta que eligieron para trabajar: sensor de temperatura, sensor de luz, sensor de movimiento, sensor de humedad o sensor de sonido.

Una vez elegido el hardware para trabajar, se les solicitó que instalaran el software en su computadora para poder realizar la adquisición de datos, sin embargo, es sabido que la tarjeta Arduino UNO es limitado es su capacidad para almacenar datos; por lo que se tuvo que instalar otro software llamado PLX-DAQ-v2. Este software ayuda para la adquisición de datos y que estos se puedan almacenar en la memoria de la computadora. Al final de esto, el vector de datos recabado es mostrando en una hoja de EXCEL.

Conociendo las limitaciones que presenta la tarjeta, se les pidió a los estudiantes que solo recabaran 1000 datos y que se contestara la siguiente pregunta: ¿Cuántas muestras por segundo habían recabado?

Una vez ya instalado toda la parte del hardware, se procedió a que los estudiantes trabajaran con los datos recabados en los siguientes Métodos Numéricos:

1. Regresión Polinomial
2. Interpolación de Lagrange
3. Interpolación de Newton
4. Métodos de Derivadas, elige solo un método:
  - a) Hacia atrás
  - b) Hacia adelante
  - c) Centrada
5. Métodos de Integración
  - a) Regla del Trapecio

- b) Regla de Simpson  $1/3$  y  $3/8$
- 6. Método de Runge-Kutta 4º orden

Cabe mencionar que, al inicio del curso, los estudiantes aprendieron a trabajar con el Software Matlab Online, es por esto por lo que en esta parte del proyecto se les pidió a los estudiantes utilizaran ChatGPT como apoyo para realizar los programas e implementarlos en Matlab Online.

### **Rubrica para calificar el proyecto de Análisis Numérico**

Para evaluar este proyecto se les envió una Rubrica del Proyecto, con la finalidad de dejar claro los aspectos importantes que se quieren evaluar y los grados de logro.

El proyecto tiene una ponderación de 100 puntos en total. Se dividió en seis partes:

1. Portada (5 puntos)
2. Introducción (5 puntos)
3. Metodología (5 puntos)
  - A. Material para utilizar
  - B. Desarrollo del proyecto
    - a) Etapa 1.- Instalación de Software de la tarjeta Arduino Uno en su computadora y realizar un vídeo de esta etapa. (10 puntos)
    - b) Etapa 2.- Adquisición de los datos y realizar un vídeo de esta etapa. (10 puntos)
    - c) Etapa 3.- Desarrollo de los programas de los Métodos Numéricos señalados, con ayuda de Chat GPT. (25 puntos)
4. Resultados (25 puntos)
5. Conclusión (10 puntos)
6. Bibliografía (5 puntos)

### **Rubrica de los vídeos del proyecto de la materia Análisis Numérico**

Con la finalidad de corroborar que el estudiante realmente instalo, aprendió la forma de adquirir datos y recolecto los datos en su computadora, se les solicito que realizaran un vídeo donde se muestre que están instalando la tarjeta, conectando el sensor y que se está genera el vector de datos en Excel.

El vídeo debe durar por lo menos 2 minutos, los estudiantes deben presentarse al inicio del vídeo, no presentar solo manos, se debe mostrar que los dos estudiantes están realizando la actividad, realizar un acercamiento al Arduino Uno, a la conexión del Arduino y la computadora y por último a la pantalla de la computadora.

Cabe señalar que se les advirtió a los estudiantes que sin vídeo el proyecto tiene un valor de calificación de 50 puntos.

### **RESULTADOS**

Como resultado de los proyectos de la materia de Análisis Numérico, en la parte de hardware, los estudiantes entregaron dos vídeos. Uno es evidencia de la instalación de la tarjeta Arduino Uno y sensor, ver Figura 4 y el otro es un vídeo de adquisición de los datos, ver Figura 5. Hasta esta parte del proyecto, los problemas que llegaron a tener los estudiantes, ellos mismos lograron resolverlos, a pesar de que se les dijo que se les daría apoyo por si se les complicaba

la conexión entre la tarjeta y su computadora, sensor y Arduino UNO, así como también en la parte de adquisición de datos en su computadora.

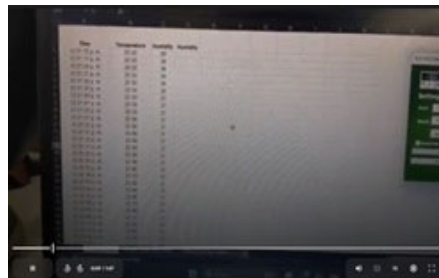
**Figura 4.** *Ejemplo de trabajo del alumno.*



Debido a que se les dio libertad de que ellos eligieran el sensor; los datos recolectados por los estudiantes son de distintos sensores, por ejemplo: temperatura, ultrasónico y sensor de luz; ya que son de bajo costo. Recordemos que también se les sugirió otro tipo de sistema embebido, por ejemplo: la tarjeta Blackberry Pi, siendo esta más costosa que la tarjeta Arduino UNO, es por eso por lo que todos decidieron trabajar con la tarjeta Arduino Uno.

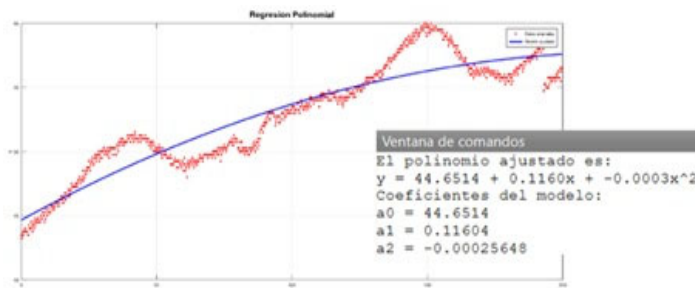
Los estudiantes entregaron un reporte final, el cual contiene la instalación del Hardware y las etapas explicadas en la rúbrica; en el reporte también se presentan los resultados de los programas realizados. Recordemos que se les dijo a los estudiantes que utilizaran ChatGPT para la elaboración de los programas de cada método mencionada en la rúbrica.

**Figura 5.** *Vídeo de adquisición de datos.*



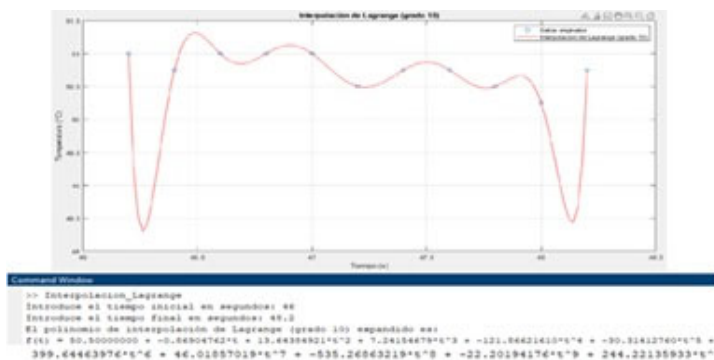
En la Figura 6 se presentan los resultados del Método de Regresión Polinomial (MRP). De color rojo se muestran los datos adquiridos a través de un sensor de temperatura y la gráfica de color azul muestra los datos del polinomio obtenido de MRP.

**Figura 6.** Resultados aplicando el Método de Regresión Polinomial.



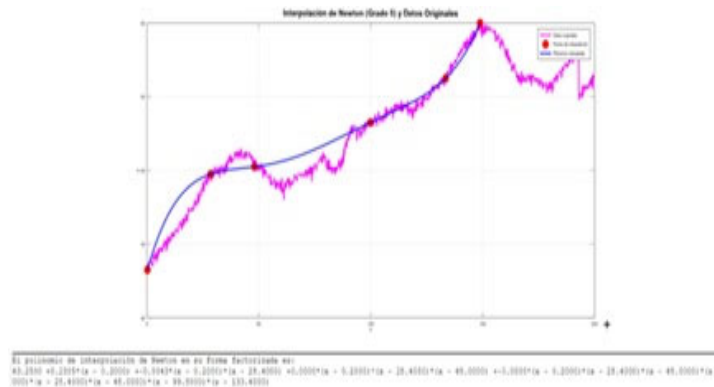
La Figura 7 muestra el Método de Lagrange, los marcadores en circulo de color azul son los datos del sensor y la gráfica de color rojo es el resultado del Polinomio de Lagrange.

**Figura 7.** Resultados aplicando el Método del Polinomio de Lagrange.



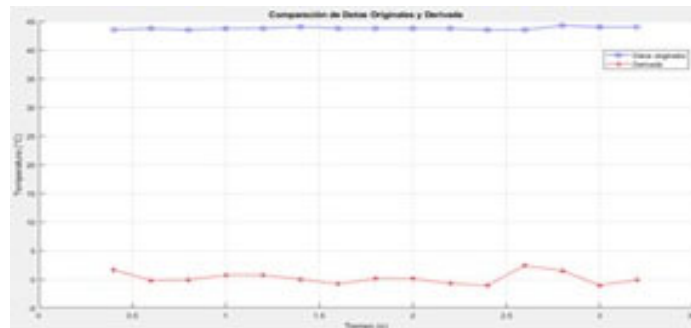
En la Figura 8 se muestran los resultados del Método de Interpolación de Newton (MIN). La gráfica de color magenta son los datos tomados por el sensor, los marcadores circulares de color rojo son los datos utilizados para realizar la Interpolación de Newton y la gráfica de color azul es la gráfica del Polinomio de Interpolación de Newton.

**Figura 8.** Resultados aplicando el Método de Interpolación de Newton.



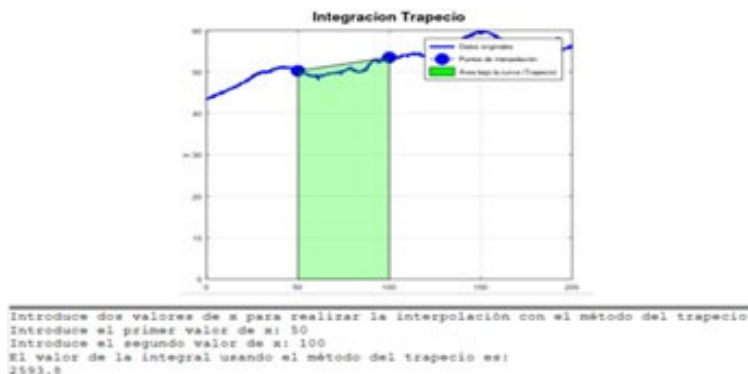
La Figura 9 muestra el resultado del Método de Diferencia Dividida Finita Centrada (MDDFC). Los marcadores circulares de color azul son los datos utilizados para realizar MDDFC, los marcadores de asterisco de color rojo son el resultado de MDDFC.

**Figura 9.** Resultados aplicando el Método de Diferencia Dividida Finita Centrada.



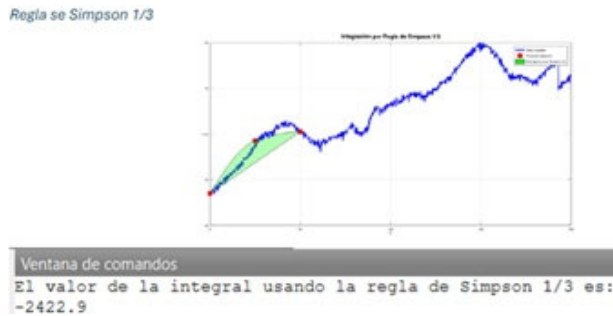
La Figura 10, es el resultado de obtener el área bajo la curva con el Método del Trapecio (MT). Los datos que se utilizaron son los marcadores circulares de color azul y de color verde se encuentra el resultado del MT.

**Figura 10.** Resultados aplicando el Método del Trapecio.



Los resultados del Método de Integración llamado Simpson 1/3 (MS1/3) se encuentran en la Figura 11. Los datos adquiridos se muestran en la línea de color azul, los marcadores circulares de color rojo son los datos que se utilizaron para realizar el MS1/3 y el área de color verde es el resultado que se obtuvo del MS1/3.

**Figura 11.** Resultados aplicando el Método de Integración Simpson.



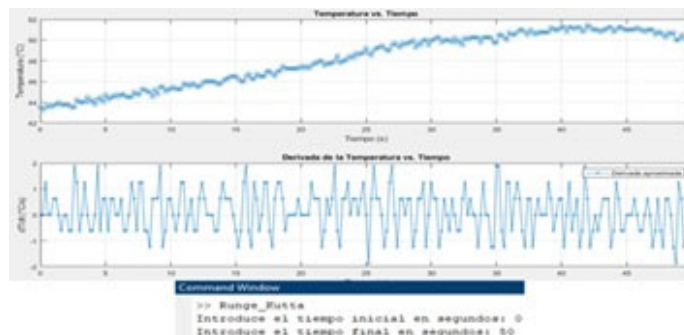
Los resultados del Método de la Regla de Simpson 3/8 (MRS3/8) se muestran en la Figura 12. La línea de color azul son los datos del sensor, los marcadores circulares de color rojo son los datos que se utilizaron y el área de color verde es el área que se calculó.

**Figura 12.** Resultados aplicando el método de la Regla de Simpson 3/8.



Los resultados del Método De Runge-Kutta 4º orden (MRK4) se presentan en la Figura 13. En la parte superior se muestra los datos adquiridos por el sensor y en la parte inferior de la gráfica se presenta el resultado del MRK4.

**Figura 13.** Resultados aplicando el Método de Runge-Kutta 4º orden.



**CONCLUSIONES**

De acuerdo con el objetivo que la Materia de Análisis Numérico persigue, se les pidió a los estudiantes que realizaran un proyecto, en donde se tuviera que adquirir datos a través de un

sensor, todo esto con ayuda de la tarjeta Arduino Uno y que el almacenamiento de los datos se llevara a cabo en una computadora.

El impacto que se tiene dentro de la formación de los estudiantes con la realización de este proyecto es que tengan una mejor comprensión acerca de la importancia de la precisión con la que se debe tomar los datos y que los estudiantes puedan emplear los métodos numéricos abordados durante el curso sobre datos reales adquiridos. Es por esto se eligió esta materia para la innovación dentro del proceso de formación de ingenieros y se implementó las cinco metodologías de enseñanza.

Los estudiantes opinaron que se le dio un mejor enfoque a la materia, ya que se convirtió en algo práctico, en donde ellos pueden reflexionar sobre la verdadera importancia del análisis numérico; ellos también dijeron que se le dio un verdadero sentido a la materia. Consideraron que el proyecto fue muy útil, ya que con este proyecto pudieron ver aplicaciones para el mundo real y pudieron entender los conocimientos adquiridos durante el curso.

También dijeron que conforme fue avanzando el curso hubo temas de mucha utilidad para otras materias como por ejemplo Estadística para ingenieros donde ellos organizaron y analizaron datos; solo que en el curso de Análisis Numérico se estudió más a fondo el aprendizaje de la adquisición de datos y el análisis de los resultados, para ellos fue un curso muy completo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (2.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill. [https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2\\_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf?utm](https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf?utm)
- BricoGeek. (s. f.). *Kit 16 sensores para Arduino (nivel intermedio)*. <https://tienda.bricogeek.com/kits-arduino/1934-kit-16-sensores-para-arduino-intermedio.html>
- Digitalic. (2021, 15 marzo). *Arduino: cos'è, come funziona e i progetti che puoi fare*. <https://www.digitalic.it/hardware-software/arduino>
- Heath, S. (2003). *Embedded systems design* (2nd ed.). Newnes.
- Morinigo, C. I., & Fenner, I. (2021). *Teorías del aprendizaje*. *Minerva Magazine of Science*, 1–37. <https://doi.org/10.31070/rm2021cim06>
- Reyes Sánchez, E., & Hernández Rodríguez, A. (2022). Los gestores de contenidos educativos en la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 14. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/866>
- Reyes Sánchez, E., Hernández Rodríguez, A., Reyes, A., & Rojas Segovia, F. A. (2024). Chat GPT: Apoyo tecnológico para estudiantes universitarios. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/972>
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (s. f.). *DidacTIC*. <https://didactic.uaslp.mx/>