

Proyecto de Investigación 2

1 Información General

- **Objetivo General:**

- Aprender sobre la aplicación de las **ecuaciones diferenciales ordinarias** (EDO) en la ingeniería y técnicas para aproximar una solución utilizando métodos iterativos.

- **Objetivos Específicos:**

- Identificar una aplicación de la ingeniería que involucre la solución de una EDO.
- Formular una propuesta de investigación de una aplicación de la ingeniería, cuya solución se realice utilizando un método numerico para aproximar la solución de la EDO.
- Elaborar un documento, con formato de artículo científico, con la investigación desarrollada.
- Implementar computacionalmente el método numerico para aproximar la solución de la EDO.
- Implementar computacionalmente el polinomio de interpolación de Hermite, para obtener un polinomio que sea una aproximación de la solución de la EDO.
- Realizar una exposición de la investigación realizada en clases.

- **Atributos de Acreditación:**

- **Investigación:** Capacidad para conducir investigaciones de problemas complejos por medio de conocimientos y métodos apropiados, incluyendo el diseño de experimentos, análisis e interpretación de datos y síntesis de información para proveer conclusiones válidas.

- **Descripción:**

- Esta asignación se realiza en grupos de máximo 4 personas, indicando el nombre de los integrantes en el enlace <https://docs.google.com/spreadsheets/d/13A7H08gH9IGQWCvLKnDOMJ4iA-pxBE6q>. El número del grupo está indicado en la primera columna del documento.
- Cada grupo debe investigar un problema aplicado a la ingeniería donde se utilice la solución de una EDO.
- El método numérico utilizado para aproximar la solución de la EDO debe ser un método que realice una buena aproximación de dicha solución. **Si se utiliza un método numérico no eficiente, la calificación final del proyecto de investigación será penalizada con una reducción del 50% de la nota obtenida.**
- Luego de obtener los pares ordenados que aproximan la solución de la EDO, debe utilizar el polinomio de interpolación de Hermite, el cual será la función polinomial que aproxima la solución de la EDO.
- La aplicación en la ingeniería debe ser diferentes para cada grupo. Por lo tanto, cada grupo debe indicar los integrantes del grupo y el problema en el siguiente enlace: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/13A7H08gH9IGQWCvLKnDOMJ4iA-pxBE6q>.

2 Entregables de la Investigación

1. **Artículo Científico [Valor: 40 puntos]:** Cada grupo de entregar un archivo con nombre

`pi2-paper_grupo_#.pdf`,

donde # es el número del grupo. Este documento tendrá la estructura de un artículo científico, utilizando el formato IEEE.

El documento debe incluir las siguientes secciones:

- **Título y autores:** Debe incluir el correo electrónico de cada uno de los miembros del grupo.
- **Resumen:** Una breve descripción del problema aplicado a la ingeniería y los métodos numéricos a utilizar (el que le da solución a la EDO y el polinomio de Hermite).
- **Introducción:** Explicación general del problema aplicado a la ingeniería y de la importancia de los métodos numéricos para resolver una EDO. Debe incluir referencias.
- **Análisis del problema:** En esta sección se explica con detalle el problema aplicado a la ingeniería escogido, detallando en la importancia del problema, los antecedentes. Para el desarrollo de esta sección se debe considerar lo siguiente:
 - * *Problema general a resolver:* Cada grupo debe explicar con claridad y precisión el problema que se pretende estudiar. Además, deben indicar la referencia bibliográfica donde se obtuvo dicha información.
 - * *Problema matemático a resolver:* Para eso, deben indicar en que parte del problema general se menciona el problema matemático.
- **Métodos numérico en la solución de la EDO:** En esta sección se explica con detalle el método numérico utilizado para obtener los pares ordenados que aproximan la solución de la EDO, y el polinomio de Hermite, para tener una función polinomial que aproxima la solución de la EDO.
- **Experimentos numéricos:** En esta sección, se presentan todos los parámetros numéricos necesarios para dar solución a la EDO y al problema de ingeniería (por el ejemplo, el valor de h para discretizar el intervalo dado). Se debe mostrar los pares ordenados obtenidos utilizando el método numérico que resuelve la EDO, además del polinomio de interpolación de Hermite. Además, se deben presentar gráficas para justificar los resultados.
- **Conclusiones:** En esta sección se presenta un resumen general de la investigación, donde se anotan las conclusiones y recomendaciones. Además, se mide el éxito general de la investigación, indicando las ventajas y/o desventajas de los métodos numéricos utilizados basado en los resultados obtenidos.

Observaciones generales en la creación del documento:

- **Observación 1:** La evaluación de este documento considerará los siguientes aspectos:
 - * El documento se realiza en \LaTeX , utilizando la plantilla que se encuentra en la carpeta de la Tarea en *One Drive*.
 - * El texto de estar ordenado y con una secuencia lógica en secciones. Además, discute una idea por párrafo.
 - * Las imágenes y tablas utilizadas tienen buena resolución, además de una breve explicación debajo de cada uno.
 - * Se usan fórmulas matemáticas con el código matemático de \LaTeX .
- **Observación 2:** Los indicadores del atributo de investigación evaluados a la hora de desarrollar el artículo científicos son los siguientes:
 - * En elaboración de las secciones *Introducción* y *Análisis del problema* se evalúa el indicador **IN1**, donde cada grupo logra investigar el problema complejo de ingeniería y los métodos numéricos a investigar, lo cual debe quedar evidenciado en el documento escrito.
 - * En el desarrollo de la sección *Métodos numéricos en la solución de la EDO* se evalúa el indicador **IN2**, donde cada grupo diseña una propuesta/metodología de investigación para dar solución al problema. Para eso, pueden utilizar un diagrama para presentar la metodología propuesta de investigación.
 - * La sección *Experimentos numéricos* evalúa dos indicadores. El primero es el indicador **IN3**, donde cada grupo ejecuta la metodología del plan de investigación para la obtención de datos relevantes que den solución al problema, utilizando los métodos numéricos indicados. Además, se evalúa el indicador **IN4**, donde cada grupo analiza los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación, generados por la implementación computacional.
 - * La sección *Conclusiones* evalúa el indicador **IN5**, donde cada grupo elabora conclusiones a partir de la síntesis y análisis de los resultados de la investigación, indicando la eficiencia de los métodos utilizados.

2. [Valor: 20 puntos] Un archivo con nombre

`pi2.codigo#.zip`,

donde # es el número del grupo. Este archivo contiene la implementación computacional de los métodos numéricos utilizados.

- Los lenguajes de programación que se pueden usar con GNU Octave y Python.
- En este archivo incluyen las simulaciones aplicadas para obtener la solución de la EDO del problema aplicado a la ingeniería elaborado en la investigación.
- Cuando se ejecute este archivo, deben aparecer los pares ordenados que aproximan la solución, el polinomio de Hermite, y la grafica tanto de los pares ordenados y del polinomio de Hermite.

Observación: Cada método está debidamente comentado, indicando el nombre del método, el significado de las variables.

3. [Valor: 40 puntos] Un archivo con nombre

[pi2.presentacion.#.pdf](#),

donde # es el número del grupo. Este archivo contiene la presentación que utilizará el grupo para realizar la exposición. La exposición debe ser muy puntual, indicando lo siguiente:

- **Problema general a resolver:** Cada grupo debe explicar con claridad y precisión el problema que se pretende estudiar. Además, deben indicar la referencia bibliográfica donde se obtuvo dicha información.
- **Problema matemático a resolver:** Cada grupo debe indicar en que parte del problema general se menciona el problema matemático.
- **Los métodos numéricos utilizados para resolver el problema:** El método numérico que aproxima los pares ordenados que dan solución a la EDO y el polinomio de Hermite deben ser explicados en la presentación.
- **Pseudocódigo y ejemplo programado:** En la exposición, cada grupo debe presentar el pseudocódigo para resolver el problema matemático mencionado, además de un ejemplo numérico, resuelto en el lenguaje de programación seleccionad.

La duración de cada exposición debe estar en el rango de 10 y 15 minutos, y se realizará en el horario de clases. En el caso de que la duración de la exposición se salga de ese intervalo, entonces el grupo será penalizado.

3 Información de la Entrega

- **Fecha y hora límite:** Lunes 9 de Junio del 2025 a las 11:59 pm.
- Los documentos deben estar en una carpeta principal con nombre **Proyecto de Investigación 2 - Grupo #**, donde # es el número de cada grupo. Dentro de esta carpeta deben estar los siguientes archivos:
 - * Archivo [pi2.paper.pdf](#), que contiene el artículo científico de la investigación realizada.
 - * Archivo [pi2.codigo.zip](#), en donde se encuentre la implementación computacional de los 6 métodos iterativos.
 - * Archivo [pi2.presentacion.pdf](#), en donde se encuentra la presentación a utilizar en la exposición.
- La solución de la tarea que se encuentra en la carpeta **Proyecto de Investigación 2 - Grupo #** debe comprimirse en un archivo **.zip** y subirlo al formulario que se encuentra en el siguiente enlace:

<https://forms.gle/kF9BoAUxsHfZXFEGA>

Observación: Se necesita tener una cuenta de **gmail** para llenar el formulario.

- Las entregas tardías se realizarán al correo penalizarán con una reducción de la nota obtenida con un 10% por cada hora de atraso. A las tareas que excedan el plazo de entrega en 10 horas o más después de la hora límite, se les asignará la nota de 0. **SOLAMENTE las entregas tardías se enviaran al correo jusoto@tec.ac.cr.**
- Las exposiciones se realizarán en horario de clases, los días 10 y 12 de junio.

4 Diagrama para el Desarrollo del Proyecto de Investigación 2

El siguiente diagrama presenta una propuesta sobre las etapas y los pasos correspondientes para desarrollar el Proyecto de Investigación 2. Cabe destacar que las Etapas 1 y 2 pueden desarrollarse de manera independiente. Sin embargo, para llevar a cabo la Etapa 3, es necesario haber finalizado previamente las Etapas 1 y 2.

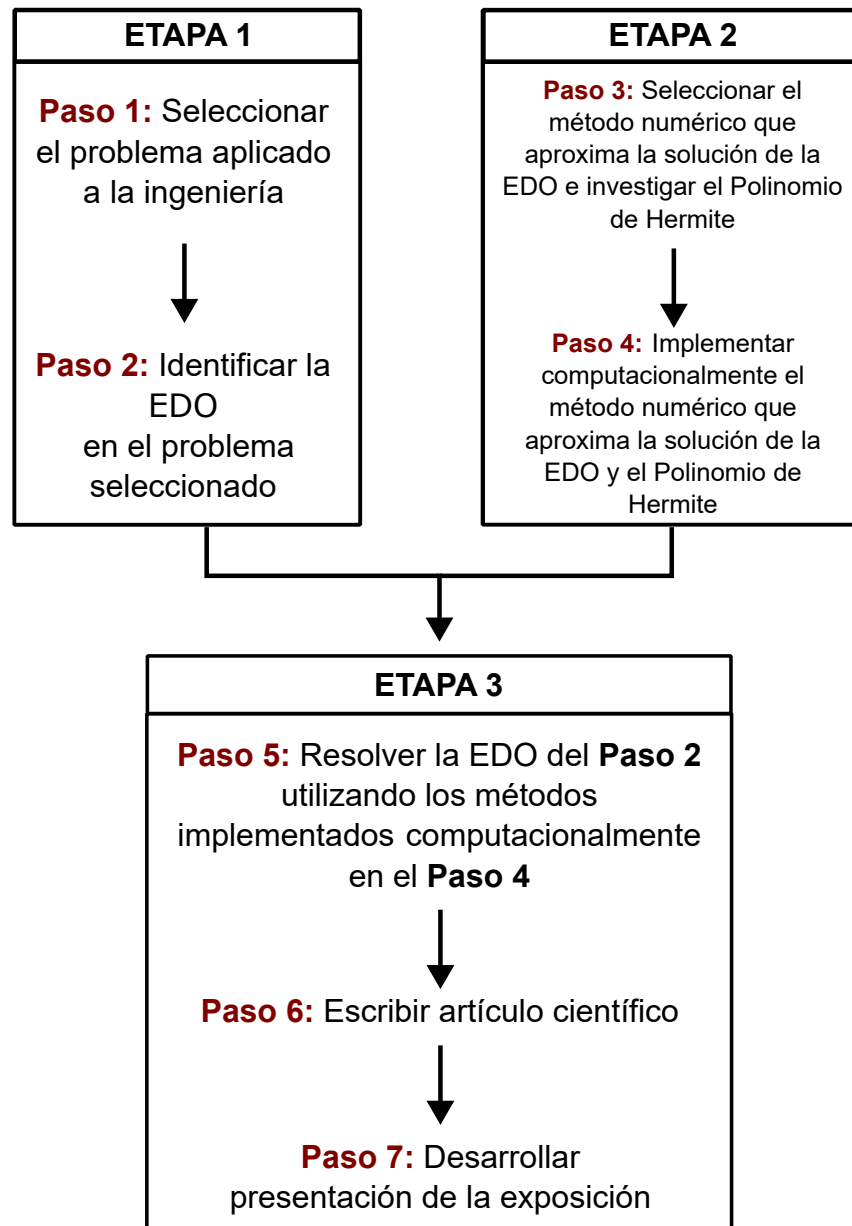


Figura 1: Diagrama para el desarrollo del Proyecto de Investigación 2.

5 Rúbricas de Evaluación

Parte 1: Desarrollo del Artículo Científico (50 pts)

Criterio a Evaluar	Descripción	Puntaje
1. Título y autores	Claridad y relevancia del título, inclusión correcta de autores.	1pt
2. Resumen	Breve descripción del problema, los métodos iterativos y el enfoque de la investigación.	3pts
3. Introducción	Explicación clara del problema de ingeniería y la importancia de los métodos iterativos, con referencias bibliográficas.	5pts
4. Problema general a resolver	Descripción clara del problema que se estudia.	5pts
5. Problema matemático a resolver	Identificación precisa de la ecuación no lineal que se utiliza para resolver el problema.	5pts
6. Métodos iterativos	Explicación detallada de cada uno de los 6 métodos iterativos.	6pts
7. Experimentos numéricos	Presentación clara de los resultados obtenidos para cada método iterativo.	5pts
8. Conclusiones	Resumen general de los hallazgos, conclusiones y recomendaciones de la investigación.	4pts
9. Organización del contenido	Estructura lógica de las secciones, coherencia y cohesión.	5pts
10 Ortografía y gramática	Redacción adecuada, sin errores ortográficos o gramaticales.	4pts
11. Uso de recursos visuales	Figuras, tablas y gráficos bien diseñados, claros y relevantes.	3pts
12. Fórmulas matemáticas	Las fórmulas matemáticas del documento son desarrollados usando código matemático de L ^A T _E X.	4pts

Parte 2: Implementación Computacional (20 pts)

Criterio a Evaluar	Descripción	Puntaje
1. Implementación de los métodos	Correcta implementación de los 6 métodos iterativos en Octave/Python.	12pts
2. Simulaciones y resultados	Ejecución de los métodos para obtener la solución de la ecuación no lineal, presentación de resultados con valores iniciales, errores y tiempos.	6pts
3. Comentarios en el código	Los métodos están comentados adecuadamente, explicando el uso de las variables, funciones, errores, y el criterio de parada.	2pts

Parte 3: Exposición (30 pts)

Criterio a Evaluar	Descripción	Puntaje
1. Gestión del tiempo	Cumple con el tiempo establecido, que es de 10 a 15 minutos.	3pts
2. Claridad en la explicación	Explica los conceptos de forma clara y comprensible.	5pts
3. Contenido técnico	Incluye aplicaciones relevantes de ecuaciones no lineales en ingeniería.	7pts
4. Uso de recursos	Emplea recursos visuales y/o tecnológicos que apoyen la exposición.	3pts
5. Organización y secuencia	Estructura clara con introducción, desarrollo y conclusión.	7pts
6. Participación de los expositores	Dominio del tema, contacto visual y claridad al hablar.	5pts