



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO Programación para IB Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. Biomédica
2020
28/06/2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
IDENTIFICACIÓN	3
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>3</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>3</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	4
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	5
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>5</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>5</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>5</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>5</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>5</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA....	6
PRÁCTICAS.....	9
<i>Introducción a los métodos numéricos aplicados a la Ingeniería Biomédica</i>	<i>10</i>
<i>Representación de algoritmos mediante pseudocódigo y diagramas de flujo con PSeInt</i>	<i>12</i>
<i>Programación de ecuaciones no lineales: método de bisección.....</i>	<i>14</i>
<i>Interpolación numérica en datos biomédicos con el método de Newton.</i>	<i>16</i>
<i>Comparación de métodos de integración numérica en señales biomédicas.</i>	<i>18</i>
<i>Aplicación del método de Runge-Kutta a modelos fisiológicos.</i>	<i>20</i>
<i>Solución numérica de ecuaciones diferenciales mediante series de Taylor.....</i>	<i>22</i>
<i>Análisis numérico con derivadas parciales y condiciones de frontera</i>	<i>24</i>
FUENTES DE INFORMACIÓN	26
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	27
<i>Normas Oficiales Mexicanas (NOM)</i>	<i>27</i>
<i>Normas Internacionales ISO</i>	<i>27</i>
<i>Normas IEEE</i>	<i>27</i>
ANEXOS	28
<i>Plantilla de reporte de práctica</i>	<i>29</i>

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

El presente manual tiene como propósito guiar al estudiante de Ingeniería Biomédica en el desarrollo de competencias fundamentales en programación estructurada y métodos numéricos aplicados a problemas del ámbito biomédico. A través de una serie de prácticas diseñadas con enfoque teórico-práctico, se favorece la comprensión de algoritmos, estructuras de control, modelado computacional y simulación de fenómenos fisiológicos.

Este manual se justifica como una herramienta formativa que permite vincular los contenidos curriculares de la asignatura con la aplicación práctica del conocimiento en contextos biomédicos. Facilita la transición del aprendizaje abstracto a la solución computacional de problemas reales mediante el uso de software de cómputo numérico (SCN), alineado con el enfoque por competencias del programa educativo de la UES.

Competencias a desarrollar

Competencias blandas

- Responsabilidad y cumplimiento en la entrega de prácticas.
- Comunicación clara de ideas mediante la documentación de código y análisis de resultados.
- Trabajo colaborativo en la interpretación de problemas y validación de soluciones.
- Uso eficiente de herramientas tecnológicas para la programación y simulación.

Competencias disciplinares

- Comprensión de fundamentos algorítmicos, estructuras de programación y métodos

numéricos.

- Habilidad para diseñar, codificar y depurar programas aplicados a señales y procesos biomédicos.
- Análisis e interpretación de resultados obtenidos por medios computacionales.

Competencias profesionales

- Aplicación de conocimientos en simulación de fenómenos clínicos y fisiológicos.
- Uso de herramientas de software como Python, MATLAB u Octave para el modelado biomédico.
- Desarrollo de soluciones computacionales orientadas al diagnóstico, monitoreo o análisis de datos de interés médico, en concordancia con el perfil de egreso del ingeniero biomédico.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Programación para IB	
Clave	062CP012	Créditos	6
Asignaturas Antecedentes		Plan de Estudios	2020

Área de Competencia	Competencia del curso
Asociar los conocimientos básicos para diseñar, construir, simular, validar y gestionar los sistemas biomédicos mediante el análisis y resolución de problemas en el área, en apego a los principios especializados en la operación de dispositivos y sistemas en la ingeniería biomédica.	Aplicar procedimientos matemáticos mediante técnicas básicas de métodos numéricos que lleven a la elaboración de códigos o programas que se ejecuten en una plataforma de Software de Cómputo Numérico (SCN), con el fin de proporcionar soluciones eficaces a problemas de cálculo y análisis matemático en el ámbito de Ingeniería Biomédica.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	3		2	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	28/06/2025
Responsables del diseño	M.C Luz María Márquez Agundez
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Práctica 1. Introducción a los métodos numéricos aplicados a la Ingeniería Biomédica	Diseñar e implementar sistemas autónomos con tecnología de vanguardia.
Práctica 2. Representación de algoritmos biomédicos mediante pseudocódigo y diagramas de flujo	Diseñar software especializado aplicado a sistemas biomédicos.
Práctica 3. Programación de ecuaciones no lineales: método de bisección	Diseñar software especializado aplicado a sistemas biomédicos.
Práctica 4. Interpolación numérica en datos biomédicos con el método de Newton	Diseñar ambientes virtuales para monitoreo de señales eléctricas de salud.
Práctica 5. Comparación de métodos de integración numérica en señales biomédicas	Diseñar ambientes virtuales para monitoreo de señales eléctricas de salud.
Práctica 6. Aplicación del método de Runge-Kutta a modelos fisiológicos	Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos.
Práctica 7. Solución numérica de ecuaciones diferenciales mediante series de Taylor	Implementar metodologías de diseño biomédico.
Práctica 8 – Análisis numérico con derivadas parciales y condiciones de frontera	Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Estas normas están alineadas con el Reglamento Institucional de la Universidad Estatal de Sonora y buscan garantizar el buen uso de los recursos, la seguridad de los usuarios y el respeto por el entorno educativo.

Reglamento general del laboratorio

- Mantener silencio y orden durante la sesión.
- No consumir alimentos ni bebidas dentro del laboratorio.
- Está prohibido el uso de celulares, redes sociales o software ajeno a la actividad académica.
- Cuidar el mobiliario, equipo de cómputo y materiales asignados.
- Reportar inmediatamente cualquier falla, daño o accidente al responsable del aula.

Reglamento de uniforme

- No se requiere bata de laboratorio.
- Se recomienda ropa cómoda, profesional y zapatos cerrados.
- En caso de evaluaciones o presentaciones, se sugiere asistir con vestimenta formal o institucional

Uso adecuado del equipo y materiales

- Utilizar únicamente el equipo asignado. No cambiar cables, dispositivos o estaciones sin autorización.
- Manipular con cuidado el teclado, monitor, mouse y conexiones.
- No instalar ni desinstalar programas sin permiso.
- Al finalizar, cerrar sesión, desconectar memorias USB y dejar el área limpia.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

- No dejar dispositivos periféricos o cables dañados en los escritorios.
- Depositar basura (papel, botellas, empaques) en los contenedores correspondientes.
- Informar al docente si se utilizan pilas, memorias dañadas o material electrónico descartable, para su correcta disposición.

Procedimientos en caso de emergencia

- Identificar la salida de emergencia más cercana.
- En caso de cortocircuito, incendio o falla eléctrica, suspender el uso del equipo y evacuar con calma.
- Si un compañero sufre un accidente (electrocución leve, caída), avisar de inmediato al responsable y activar el protocolo de atención.
- No usar agua ni intentar reparar fallas eléctricas por cuenta propia.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento I Conocer técnicas basadas en algoritmos que lleven a la elaboración de códigos y/o programas que se ejecuten adecuadamente en una plataforma de Software de Cómputo Numérico (SCN), para su aplicación en la resolución de problemas de la Ingeniería Biomédica.
--	--

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Introducción a los métodos numéricos aplicados a la Ingeniería Biomédica.	Reconocer los fundamentos de los métodos numéricos y su aplicación a problemas de la ingeniería biomédica, con la finalidad de relacionarlos con el desarrollo de programas básicos, mediante la elaboración de apuntes conceptuales, en el contexto del aula, fortaleciendo la responsabilidad.
Práctica No. 2	Representación de algoritmos biomédicos mediante pseudocódigo y diagramas de flujo.	Identificar la lógica estructural de algoritmos aplicados a problemas biomédicos, con la finalidad de representar soluciones mediante pseudocódigo y diagramas de flujo, en condiciones de aula, fortaleciendo la responsabilidad.
Práctica No. 3	Programación de ecuaciones no lineales: método de bisección.	Usar estructuras secuenciales para la solución computacional de ecuaciones no lineales, con la finalidad de automatizar cálculos en problemas clínicos simples, mediante la implementación del método de bisección, en el aula, fortaleciendo la responsabilidad.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento II Identificar los métodos numéricos de interpolación e integración que utilizan los Software de Cómputo Numérico (SCN) para encontrar aproximaciones por medio de polinomios, ecuaciones algebraicas o trascendentes, para utilizarlos en la resolución o comprensión de problemas en el ámbito de la ingeniería biomédica.
--	--

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 4	Interpolación numérica en datos biomédicos con el método de Newton.	Emplear métodos de interpolación en SCN, con la finalidad de estimar datos fisiológicos intermedios, mediante el método de Newton, en el contexto del aula, fortaleciendo el trabajo colaborativo.
Práctica No. 5	Comparación de métodos de integración numérica en señales biomédicas.	Comparar métodos de integración numérica en SCN, con la finalidad de evaluar su aplicación en señales biomédicas, mediante un cuadro comparativo y pruebas en software, en el aula, fortaleciendo el trabajo colaborativo.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento III
	Interpretar distintos métodos numéricos, por medio de ecuaciones diferenciales y derivadas parciales con el uso de Software de Cómputo Numérico (SCN) con el fin de proporcionar soluciones creativas y eficaces a problemas de análisis matemático en ingeniería biomédica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 6	Aplicación del método de Runge-Kutta a modelos fisiológicos.	Interpretar los resultados obtenidos mediante la solución numérica de modelos diferenciales aplicados a procesos fisiológicos, con la finalidad de comprender el comportamiento dinámico de sistemas biomédicos, a través de la implementación del método de Runge-Kutta en un SCN, en el aula, fortaleciendo la innovación.
Práctica No. 7	Solución numérica de ecuaciones diferenciales mediante series de Taylor.	Interpretar soluciones aproximadas obtenidas mediante el uso de series de Taylor en la resolución de ecuaciones diferenciales, con la finalidad de analizar fenómenos fisiológicos dinámicos, mediante simulación numérica en un SCN, en el aula, fortaleciendo la innovación.
Práctica No. 8	Análisis numérico con derivadas parciales y condiciones de frontera.	Interpretar el comportamiento de modelos biomédicos que requieren el uso de derivadas parciales, con la finalidad de resolver problemas clínicos avanzados, mediante simulaciones numéricas con condiciones de frontera, en el aula, fortaleciendo la innovación.



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Introducción a los métodos numéricos aplicados a la Ingeniería Biomédica
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer los fundamentos de los métodos numéricos y su aplicación a problemas de la ingeniería biomédica, con la finalidad de relacionarlos con el desarrollo de programas básicos, mediante la elaboración de apuntes conceptuales, en el contexto del aula, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los métodos numéricos son técnicas empleadas para obtener soluciones aproximadas a problemas matemáticos que no pueden resolverse de forma analítica. En ingeniería biomédica, se aplican para modelar procesos fisiológicos, estimar variables clínicas y analizar señales como el ECG, presión arterial o niveles de glucosa (Chapra & Canale, 2020). Gracias a la programación, estos métodos pueden implementarse de forma automatizada, facilitando el análisis de grandes volúmenes de datos clínicos. Lenguajes como Python, MATLAB u Octave permiten aplicar fórmulas numéricas de manera estructurada y replicable (Sauer, 2017).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Acceso a software de programación (Python, MATLAB u Octave) • Acceso a internet y Biblioteca Digital UES • Cuaderno o procesador de texto

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Ingresar al entorno de programación elegido (Python, Octave o MATLAB). 2. Crear un nuevo archivo de script o notebook. 3. Escribir un programa que solicite al usuario su peso en kilogramos y estatura en metros. 4. Calcular el índice de masa corporal (IMC) utilizando la fórmula: $IMC = \text{peso} / (\text{estatura}^2)$. 5. Mostrar el resultado del IMC en pantalla. 6. Ejecutar el programa con al menos tres pares de datos diferentes y anotar los resultados. 7. Guardar el archivo de código con nombre: practica1_imc_nombre.py (o .m según el entorno). 8. Documentar brevemente cada línea de código con comentarios. 9. Tomar capturas de pantalla del código y de los resultados obtenidos. 10. Elaborar una hoja de resultados que contenga: propósito de la práctica, código fuente, capturas, tabla de resultados y reflexión personal.

RESULTADOS ESPERADOS
1. Programa funcional que calcule el IMC con datos proporcionados por el usuario. 2. Familiarización con entradas, operaciones y salidas en el entorno de programación.

3. Comprensión del flujo de trabajo básico en programación aplicada a variables clínicas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué parte del código resultó más sencilla y cuál más desafiante?
2. ¿Qué utilidad clínica tiene el cálculo del IMC?
3. ¿Cómo se puede validar que el programa está funcionando correctamente?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Cómo influye la automatización en el análisis de datos biomédicos?
2. ¿Qué aprendiste sobre el uso del entorno de programación?
3. ¿Qué errores cometiste y cómo los corregiste?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Responde brevemente: a) ¿Qué es una entrada y una salida en programación? b) ¿Qué tipo de dato representa una medida de peso? c) ¿Qué ventajas tiene usar un entorno como Python o MATLAB? d) ¿Qué significa declarar una variable? e) ¿Cómo se representa una operación matemática en código?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. • Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Representación de algoritmos mediante pseudocódigo y diagramas de flujo con PSeInt
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar la estructura lógica de algoritmos aplicados a problemas biomédicos, con la finalidad de representarlos de forma ordenada y clara mediante pseudocódigo y diagramas de flujo, en condiciones de aula, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El pseudocódigo y los diagramas de flujo son herramientas fundamentales en la programación estructurada. Permiten representar algoritmos de forma lógica y comprensible antes de codificarlos. PSeInt es una herramienta educativa que permite escribir, simular y depurar algoritmos en pseudocódigo en español, siendo ideal para la enseñanza inicial del pensamiento algorítmico (Joyanes Aguilar, 2022).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Software PSeInt (https://pseint.sourceforge.net/) • Editor de texto o cuaderno de apuntes • Presentación del docente y ejemplos impresos o digitales

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Analizar junto con el docente un ejemplo de algoritmo sencillo aplicado a salud (como calcular el IMC o convertir temperatura corporal de °C a °F). 2. Redactar el pseudocódigo del algoritmo anterior utilizando PSeInt, incluyendo entradas, operaciones y salida del resultado. 3. Dibujar el diagrama de flujo correspondiente en PSeInt o herramienta de diagramación (draw.io, Lucidchart). 4. En equipos, proponer un segundo algoritmo relacionado con un parámetro biomédico (ej. promedio de frecuencia cardíaca, dosis de medicamento por peso corporal). 5. Redactar el pseudocódigo del nuevo problema en PSeInt. 6. Dibujar el diagrama de flujo correspondiente al algoritmo propuesto. 7. Ejecutar el algoritmo en PSeInt y verificar que no presente errores de ejecución. 8. Entregar ambos ejercicios en un solo archivo PDF: pseudocódigo, diagramas, título del problema y capturas de ejecución en PSeInt.

RESULTADOS ESPERADOS
1. Representación clara y lógica de algoritmos biomédicos en pseudocódigo y diagrama de flujo. 2. Comprensión de la estructura secuencial de los algoritmos.

3. Ejecución correcta de algoritmos en entorno PSeInt.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué ventajas tiene usar pseudocódigo antes de programar directamente?
2. ¿Qué errores cometiste al escribir tu algoritmo y cómo los corregiste?
3. ¿Cuál fue el paso más difícil al usar PSeInt?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Cómo mejora tu comprensión del problema cuando lo traduces a pasos lógicos?
2. ¿Qué utilidad tiene esta práctica en el desarrollo de software médico?
3. ¿Qué aportó el trabajo en equipo al desarrollo del algoritmo?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

¿Qué es un algoritmo? b) ¿Cuál es la diferencia entre pseudocódigo y código real? c) ¿Qué elementos componen un diagrama de flujo? d) ¿Qué significa “estructura secuencial”? e) ¿Qué errores comunes debes evitar al representar un algoritmo?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Programación de ecuaciones no lineales: método de bisección
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Usar estructuras secuenciales para la solución computacional de ecuaciones no lineales, con la finalidad de automatizar cálculos en problemas clínicos simples, mediante la implementación del método de bisección, en el aula, fortaleciendo la responsabilidad.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El método de bisección es una técnica de búsqueda numérica utilizada para encontrar raíces de funciones continuas en un intervalo cerrado donde hay un cambio de signo. En ingeniería biomédica, este método puede aplicarse, por ejemplo, para determinar el valor en que una función de flujo sanguíneo o concentración de oxígeno alcanza un umbral crítico (Chapra & Canale, 2020). Es un método simple pero robusto que ejemplifica cómo resolver ecuaciones no lineales mediante aproximaciones iterativas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Lenguaje de programación Python o MATLAB/Octave • Cuaderno de apuntes • Calculadora científica

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. El docente explicará la teoría del método de bisección y sus condiciones de aplicación. 2. Se proporcionará una función biomédica modelo, como: $f(x) = x^3 - x - 2$, o el estudiante podrá proponer una ecuación relacionada con un fenómeno fisiológico. 3. Definir un intervalo $[a, b]$ donde $f(a) * f(b) < 0$. 4. Programar el algoritmo de bisección en Python o MATLAB/Octave. 5. Establecer un criterio de tolerancia (por ejemplo: 10^{-4}) y un número máximo de iteraciones. 6. Ejecutar el programa, registrar los valores intermedios de la raíz y verificar la convergencia. 7. Comentar cada sección del código. 8. Entregar el código fuente, capturas de pantalla del resultado, tabla de iteraciones y un análisis breve.

RESULTADOS ESPERADOS
1. Programa funcional que implemente el método de bisección. 2. Identificación y documentación del proceso iterativo.

3. Aplicación biomédica del análisis numérico.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo verificaste que el intervalo cumplía la condición del método?
2. ¿Cuántas iteraciones necesitó el método para converger?
3. ¿Cómo varió el resultado al modificar la tolerancia o el intervalo?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué ventajas ofrece este método frente a una solución gráfica o manual?
2. ¿Qué relación encuentras entre este cálculo y una posible aplicación en monitoreo clínico?
3. ¿Qué dificultades encontraste al traducir el algoritmo a código?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Modifica tu programa para que, además de la raíz, imprima una tabla con los valores de a , b , x y $f(x)$ en cada iteración.

a) ¿Qué condiciones debe cumplir una función para que se aplique el método de bisección? b) ¿Qué significa “convergencia” en este contexto? c) ¿Qué ocurre si el criterio de tolerancia es demasiado estricto? d) ¿En qué casos biomédicos se justifica resolver ecuaciones no lineales? e) ¿Cómo compararías este método con uno más avanzado?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Interpolación numérica en datos biomédicos con el método de Newton.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Emplear métodos de interpolación en SCN, con la finalidad de estimar datos fisiológicos intermedios, mediante el método de Newton, en el contexto del aula, fortaleciendo el trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La interpolación permite estimar valores intermedios dentro de un conjunto discreto de datos. En ingeniería biomédica, este proceso es útil para reconstruir señales, estimar valores faltantes o suavizar mediciones fisiológicas. El método de interpolación de Newton utiliza diferencias divididas para construir un polinomio que se ajusta a los datos disponibles y ofrece una forma sistemática de realizar este cálculo (Sauer, 2017).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Lenguaje de programación Python o MATLAB/Octave • Hoja de cálculo o cuaderno • Conjunto de datos clínicos simulados

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. El docente explicará los fundamentos de la interpolación y su uso en datos clínicos. 2. Se entregará una tabla de datos simulados de presión arterial en función del tiempo. 3. Organizar los datos en una tabla y calcular manualmente las primeras diferencias divididas. 4. Implementar el método de Newton en Python o MATLAB para interpolar nuevos valores de presión en tiempos no registrados. 5. Comparar el resultado manual con el resultado programado. 6. Graficar los datos originales y los puntos interpolados. 7. Entregar el código, la gráfica, capturas de pantalla y reflexión del equipo.

RESULTADOS ESPERADOS
1. Interpolación funcional de un conjunto clínico discreto. 2. Código limpio y documentado que automatiza el método de Newton. 3. Visualización de resultados con interpretación biomédica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué precisión tuvo la interpolación comparada con los datos originales?
2. ¿Qué ventajas ofrece automatizar el método frente a hacerlo manualmente?
3. ¿Qué comportamiento observaste en la gráfica al aumentar el número de puntos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Cómo contribuye la interpolación a la confiabilidad del análisis clínico?
2. ¿Qué aplicaciones prácticas tendría este método en la medicina digital?
3. ¿Qué aspectos matemáticos o de programación fueron más desafiantes?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Responde: ¿Qué es la interpolación y cómo se diferencia de la extrapolación? b) ¿Qué condiciones deben cumplir los datos para aplicar este método? c) ¿Qué son las diferencias divididas y cómo se usan en Newton? d) ¿Qué otras aplicaciones conoces en biomedicina donde se podría interpolar? e) ¿Qué limitaciones puede tener este método?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Comparación de métodos de integración numérica en señales biomédicas.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Comparar métodos de integración numérica en SCN, con la finalidad de evaluar su aplicación en señales biomédicas, mediante un cuadro comparativo y pruebas en software, en el aula, fortaleciendo el trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
La integración numérica es una técnica para aproximar el valor de una integral definida a partir de datos discretos. En el campo biomédico, esta herramienta permite estimar áreas bajo curvas fisiológicas, como la absorción de fármacos en el tiempo o la energía contenida en una señal. Existen varios métodos, entre ellos el trapecio, Simpson 1/3, y Simpson 3/8, cada uno con distintas precisiones y requisitos (Chapra & Canale, 2020).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Lenguaje de programación Python o MATLAB/Octave • Hoja de cálculo o cuaderno • Datos discretos simulados de señales biomédicas (ej. frecuencia respiratoria, ECG simplificado)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. El docente explicará los fundamentos de la integración numérica y su aplicación en fisiología. 2. Se proporcionará una tabla de datos simulados de una señal biomédica. 3. Implementar en Python o MATLAB los métodos de: ○ Trapecio simple ○ Simpson 1/3 ○ Simpson 3/8 4. Calcular el área bajo la curva con cada método. 5. Comparar los resultados obtenidos y discutir cuál fue más preciso y por qué. 6. Elaborar un cuadro comparativo entre los métodos utilizados. 7. Presentar una gráfica de la señal y sombreados los segmentos integrados. 8. Entregar el código, gráficos, cuadro comparativo y reflexión del equipo.

RESULTADOS ESPERADOS
• Códigos funcionales para los tres métodos de integración. • Comparación cuantitativa entre los métodos. • Análisis crítico del impacto de cada método en la interpretación clínica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuál método arrojó el resultado más cercano al valor teórico?
2. ¿Qué ventajas y desventajas encontraste entre los métodos?
3. ¿Cómo influye el número de puntos y el paso entre ellos en la precisión?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Cómo contribuye la integración numérica al análisis de bioseñales?
2. ¿Qué consideraciones prácticas deben tomarse al elegir un método de integración?
3. ¿Qué aprendiste al implementar y comparar los métodos en código?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Responde: a) ¿Qué es la integración numérica y por qué es útil en biomedicina? b) ¿Cuál es la diferencia entre los métodos de Simpson y el trapecio? c) ¿En qué condiciones puede fallar un método de integración? d) ¿Cómo interpretarías un área bajo la curva en una señal fisiológica? e) ¿Qué precauciones se deben tener al programar estos métodos?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Aplicación del método de Runge-Kutta a modelos fisiológicos.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar los resultados obtenidos mediante la solución numérica de modelos diferenciales aplicados a procesos fisiológicos, con la finalidad de comprender el comportamiento dinámico de sistemas biomédicos, a través de la implementación del método de Runge-Kutta en un SCN, en el aula, fortaleciendo la innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO
El método de Runge-Kutta es una técnica de aproximación para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias. Es ampliamente utilizado debido a su precisión y aplicabilidad a modelos dinámicos. En ingeniería biomédica, este método permite simular procesos como la variación del ritmo cardíaco, difusión de medicamentos o respuesta a estímulos fisiológicos en el tiempo (Sauer, 2017)

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Lenguaje de programación Python o MATLAB/Octave • Cuaderno de apuntes • Conjunto de datos fisiológicos simulados (ej. cinética de absorción de un fármaco)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. El docente introducirá el método de Runge-Kutta de orden 4 (RK4). 2. Se proporcionará un modelo fisiológico simple expresado como ecuación diferencial, por ejemplo: $\frac{dy}{dt} = -ky$. 3. Definir condiciones iniciales $(y(0) = y_0, t_0, h, k)$. 4. Programar el método RK4 para resolver la ecuación en un intervalo dado. 5. Comparar los resultados con la solución analítica si está disponible. 6. Graficar el comportamiento de la variable $y(t)$. 7. Documentar el código, comentar cada paso del algoritmo. 8. Entregar código, tabla de resultados, gráfica y reflexión técnica.

RESULTADOS ESPERADOS
• Código funcional que implemente RK4 para un modelo biomédico. • Comparación entre resultados numéricos y analíticos. • Gráfica del comportamiento fisiológico modelado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS
1. ¿Qué tan preciso fue el resultado comparado con la solución analítica? 2. ¿Cómo influyó el tamaño del paso (h) en la aproximación?

3. ¿Qué aplicaciones clínicas se beneficiarían de esta técnica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué aprendiste sobre el comportamiento dinámico de sistemas fisiológicos?
2. ¿Qué ventajas encontraste al utilizar RK4 frente a otros métodos?
3. ¿Qué consideraciones debes tener al aplicar este método en la práctica médica?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Responde: a) ¿Qué es una ecuación diferencial ordinaria y cómo se aplica en biomedicina? b) ¿Por qué es útil el método RK4 en simulaciones fisiológicas? c) ¿Qué ventajas tiene frente a métodos como Euler? d) ¿Qué parámetros influyen directamente en la precisión de la solución? e) ¿En qué otros modelos biomédicos se podría aplicar?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Solución numérica de ecuaciones diferenciales mediante series de Taylor
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar soluciones aproximadas obtenidas mediante el uso de series de Taylor en la resolución de ecuaciones diferenciales, con la finalidad de analizar fenómenos fisiológicos dinámicos, mediante simulación numérica en un SCN, en el aula, fortaleciendo la innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las series de Taylor permiten aproximar funciones suaves mediante polinomios, facilitando la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) cuando no se dispone de una solución exacta. Esta técnica tiene aplicaciones en el modelado del crecimiento celular, distribución de fármacos o respuesta eléctrica en tejidos, haciendo de esta una herramienta poderosa en ingeniería biomédica (Sauer, 2017).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Lenguaje de programación Python o MATLAB/Octave • Cuaderno de apuntes • Datos fisiológicos simulados o modelo base proporcionado por el docente

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Revisar junto con el docente la expansión de Taylor para funciones derivables. 2. Formular una EDO $y' = f(x, y)$ sencilla del tipo con condiciones iniciales. 3. Implementar en código la serie de Taylor hasta orden 2 o 3 para aproximar la solución. 4. Comparar los resultados con la solución exacta (si está disponible) o con otro método (como Euler). 5. Graficar el comportamiento de la variable en el tiempo. 6. Analizar cómo afecta el orden de la serie y el tamaño del paso a la precisión del resultado. 7. Entregar el código comentado, gráfica comparativa y análisis numérico.

RESULTADOS ESPERADOS
• Código funcional de aproximación por serie de Taylor. • Comparación con solución exacta o métodos alternativos. • Gráfica que permita visualizar la precisión de la aproximación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS
1. ¿Qué tan precisa fue la solución obtenida mediante Taylor? 2. ¿Qué papel juega el orden de la serie en la calidad de la solución?

3. ¿Qué limitaciones encontraste en el uso de esta técnica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene usar Taylor frente a otros métodos numéricos?
2. ¿Qué aprendiste sobre el comportamiento de la EDO que resolviste?
3. ¿Qué elementos considerarías para aplicar esta técnica a un caso clínico real?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

a) ¿Qué es una serie de Taylor y para qué sirve? b) ¿Qué condiciones deben cumplirse para aplicarla a una EDO? c) ¿Qué impacto tiene el paso y el orden en el resultado final? d) ¿Cómo se comparan los resultados con otros métodos como Runge-Kutta? e) ¿Dónde se podría aplicar esto en la práctica clínica?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Análisis numérico con derivadas parciales y condiciones de frontera
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar el comportamiento de modelos biomédicos que requieren el uso de derivadas parciales, con la finalidad de resolver problemas clínicos avanzados, mediante simulaciones numéricas con condiciones de frontera, en el aula, fortaleciendo la innovación.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las ecuaciones en derivadas parciales (EDP) permiten modelar fenómenos fisiológicos que varían en el tiempo y el espacio, como la difusión de medicamentos, el flujo de calor o la propagación de señales bioeléctricas. Su resolución numérica mediante el método de diferencias finitas es fundamental para simular estos procesos cuando no existe una solución analítica exacta (Chapra & Canale, 2020). Las condiciones de frontera son esenciales para representar adecuadamente el entorno físico del fenómeno, ya que definen cómo interactúa el sistema con su entorno (Sauer, 2017). En la ingeniería biomédica, este tipo de simulación permite evaluar, predecir y optimizar el comportamiento clínico de sistemas biológicos complejos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora personal o de laboratorio • Lenguaje de programación Python o MATLAB/Octave • Cuaderno de apuntes • Referencia a modelos fisiológicos con comportamiento espacial-temporal (ej. difusión de medicamentos, temperatura corporal)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. El docente explicará un modelo fisiológico que se puede representar con una EDP (ej. ley de difusión). 2. Plantear un problema con condiciones de frontera definidas y discretizar el dominio. 3. Implementar una malla numérica utilizando el método de diferencias finitas. 4. Programar la solución en Python o MATLAB/ Octave para observar la evolución espacial y temporal. 5. Visualizar el resultado con mapas de calor o gráficos 3D. 6. Comparar el resultado numérico con una posible solución analítica (si aplica) o con literatura. 7. Entregar el código, visualizaciones y análisis técnico del comportamiento.

RESULTADOS ESPERADOS
• Programa funcional que resuelva una EDP con condiciones de frontera. • Representación visual del comportamiento fisiológico simulado. • Análisis del modelo en términos clínicos y computacionales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué significan las condiciones de frontera en el contexto clínico que simulas?
2. ¿Qué dificultades encontraste al implementar la malla numérica?
3. ¿Qué aspectos del resultado se alinean o no con la fisiología esperada?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. ¿Qué utilidad tiene el análisis espacial-temporal en problemas biomédicos?
2. ¿Qué tan realista es el modelo propuesto y cómo podría mejorarse?
3. ¿Qué aprendiste sobre el rol de las condiciones de frontera en simulaciones clínicas?

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

a) ¿Qué es una ecuación en derivadas parciales? b) ¿Cómo se aplican las EDP en modelos clínicos reales? c) ¿Qué importancia tienen las condiciones de frontera? d) ¿Qué errores pueden surgir en este tipo de simulaciones? e) ¿Qué ejemplos reales de propagación o difusión podrían simularse con EDP?

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	• Desarrollo del código (30 pts): Programa funcional, bien estructurado y con evidencias de ejecución. • Resultados y análisis (20 pts): Salidas correctas y análisis coherente del problema resuelto. • Fundamento teórico (15 pts): Explicación clara del algoritmo usado con referencia en formato APA. • Conclusiones (10 pts): Conclusión individual redactada con claridad y reflexión. • Presentación del reporte (15 pts): Redacción clara, sin errores, con portada, esquemas y capturas. Actividad complementaria (10 pts): Ejercicio adicional bien resuelto y justificado.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Rúbrica reporte de práctica de laboratorio
Formatos de reporte de prácticas	Formato asignado por el docente

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2020). *Métodos numéricos para ingenieros* (8.^a ed.). McGraw-Hill Education.
2. IEEE. (2008). *IEEE 829-2008: Standard for Software and System Test Documentation*. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
3. ISO. (2016). *ISO 13485: Medical devices – Quality management systems – Requirements for regulatory purposes*.
4. ISO. (2019). *ISO 14971: Medical devices – Application of risk management to medical devices*.
5. Joyanes Aguilar, L. (2022). *Fundamentos de programación: algoritmos, estructura de datos y objetos* (3.^a ed.). McGraw-Hill Education.
6. NOM-004-SSA3-2012. (2012). *Del expediente clínico*. Diario Oficial de la Federación.
7. NOM-017-SSA2-2012. (2012). *Para la vigilancia epidemiológica*. Diario Oficial de la Federación.
8. Sauer, T. (2017). *Numerical analysis* (3rd ed.). Pearson Education.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Aunque las prácticas de este manual no constituyen el desarrollo de software médico regulado, sí entrenan a los estudiantes en principios fundamentales del diseño, análisis y validación de algoritmos con orientación biomédica. Por ello, se consideran las siguientes normas como referencias formativas aplicables:

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

- **NOM-024-SSA3-2012.** *Sistemas de información de registro electrónico para la salud.* Aplica cuando los algoritmos simulan el manejo o procesamiento de información clínica o fisiológica.
- **NOM-004-SSA3-2012.** *Del expediente clínico.* Relacionada con el tratamiento, estructura y registro de datos médicos, útil como contexto para prácticas que simulan información del paciente.

Normas Internacionales ISO

- **ISO 13485:2016.** *Sistemas de gestión de calidad para dispositivos médicos.* Relevante como estándar de referencia en la calidad del software que puede integrarse a dispositivos o simuladores médicos.
- **ISO 14971:2019.** *Gestión de riesgos para dispositivos médicos.* Aplica en el contexto de interpretación y validación de modelos numéricos relacionados con procesos fisiológicos.
- **ISO/IEC 29110-5-1-2:2011.** *Ingeniería de software para equipos pequeños de desarrollo.* Ideal para prácticas académicas donde los estudiantes diseñan y documentan algoritmos biomédicos básicos.

Normas IEEE

- **IEEE 829-2008.** *Standard for Software Test Documentation.* Guía para documentar pruebas de los programas realizados, aplicable a la entrega técnica de las prácticas.
- **IEEE 1012-2016.** *Standard for Software Verification and Validation.* Útil como marco de referencia para validar resultados numéricos y verificar que el código cumpla con su propósito funcional.

Estas normas fortalecen la formación profesional del estudiante, fomentando la comprensión de estándares que regulan o guían el desarrollo ético y técnico del software aplicado a la salud.



ANEXOS

Plantilla de reporte de práctica

Universidad Estatal de Sonora

Ingeniería Biomédica

Asignatura: Programación para Ingeniería Biomédica

Nombre del estudiante: _____

Docente: _____

Ciclo escolar: _____

Práctica número y título: _____

Fecha de entrega: _____

1. Competencia de la práctica

(Redactado por el alumno en una línea clara)

2. Desarrollo del código

- Captura de pantalla del código funcional.
- Lenguaje utilizado (Python, MATLAB, PSeInt, etc.).
- Comentarios breves sobre su estructura.

3. Resultados obtenidos

- Capturas de ejecución.
- Tablas o datos generados.
- Gráficas si aplica.

4. Análisis de resultados

- Breve interpretación del comportamiento del programa.
- ¿Coinciden los resultados con lo esperado?

5. Conclusión individual

- Reflexión personal: ¿qué aprendiste?, ¿qué se te dificultó?, ¿cómo se relaciona con la biomedicina?

6. Actividad complementaria

(Si aplica en esa práctica)

8. Referencias

(Al menos una en formato APA 7.ª edición)



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu