



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

TEMA:

DOCUMENTACIÓN

AUTORES:

ARELLANO URGILES RONNY ISAAC

ASIGNATURA:

MODELOS MATEMATICOS

DOCENTE:

Morales Torres Fabricio

PERIODO:

Abril 2025 a Julio 2025

MILAGRO-ECUADOR

ÍNDICE

ÍNDICE	2
1. Introducción	3
2. Requisitos del Sistema	3
3. Instalación	3
4. Navegación General	4
5. Módulos Disponibles	4
5.1. Inicio	4
5.2. Matrices	5
5.3. Polinomios	6
5.4. Vectores	7
5.5. Funciones 2D y 3D	9
5.6. EDO (Ecuaciones Diferenciales Ordinarias)	11
5.7. Vectores y Valores Propios (V&V Propios)	13
5.8. Generación de Números Aleatorios y Transformación a Distribuciones Estadísticas	15
5.9. Integración Numérica por Monte Carlo	18
5.10. Sistema de Predicción Epidemiológica	20
5.11. Acerca De	23
6. Exportación y Guardado	23
7. Atajos y Consejos	23
8. Glosario	24



1. Introducción

NeuroMate es una aplicación de escritorio desarrollada en Python con PyQt5, orientada a estudiantes, docentes e investigadores que necesitan una herramienta completa para el cálculo matemático. Integra módulos para el trabajo con matrices, vectores, polinomios, funciones gráficas, ecuaciones diferenciales ordinarias y simulaciones epidemiológicas.

Este manual tiene como objetivo proporcionar una guía clara y profesional para el uso de cada funcionalidad del sistema.

2. Requisitos del Sistema

Hardware:

- ❖ Procesador: Intel Core i3 o superior
- ❖ Memoria RAM: 4 GB mínimo
- ❖ Resolución recomendada: 1366x768 px o superior
- ❖ Disco duro: 300 MB libres

Software:

- ❖ Sistema operativo: Windows 10/11, Linux o macOS
- ❖ Python 3.8 o superior
- ❖ Dependencias: PyQt5, NumPy, Matplotlib, SciPy, etc.

3. Instalación

1. Descargar el ejecutable o el repositorio desde el sitio oficial o GitHub.
2. Si se ejecuta desde código fuente:

```
Python  
python main.py
```

3. Si se ejecuta como ejecutable (.exe): doble clic sobre el archivo **NeuroMate.exe**.

4. Navegación General

- ❖ El sistema se divide en dos secciones: barra lateral de navegación (menú) y panel principal de visualización.
- ❖ La navegación se realiza mediante botones temáticos con iconos intuitivos.



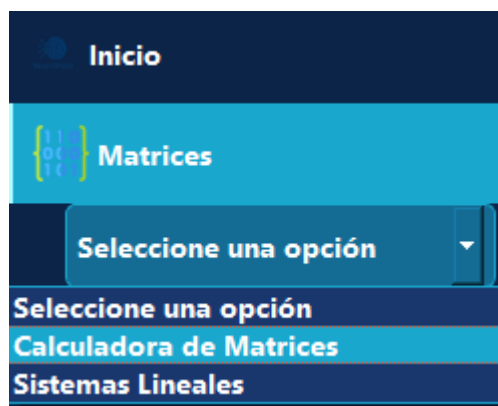
5. Módulos Disponibles

5.1. Inicio

Presenta la pantalla de bienvenida, información general del sistema y versión.

5.2. Matrices

- ❖ El usuario deberá escoger un modulo en el submenú



Calculadora de Matrices: Suma, Resta, Multiplicación, Transpuesta, Inversa y Determinante

NeuroMate - Sistema Matemático

Configuración de Matrices

Matriz A: Filas: 2 Columnas: 2 Orden: A → B

Matriz B: Filas: 2 Columnas: 4

Generar Limpiar Salir

Matriz A

	1	2
1	4.0	4.0
2	5.0	6.0

Matriz B

	1	2	3	4
1	4.0	2.0	5.0	5.0
2	3.0	50.0	5.0	4.0

Operaciones

Sumar Restar Multiplicar Determinante Inversas Sistemas Lineales

Resultado

Multiplicación:

```
[[ 28. 208.  40.  36.]
 [ 38. 310.  55.  49.]]
```

En esta interfaz, el usuario puede ingresar las dimensiones de las matrices y realizar varias operaciones.

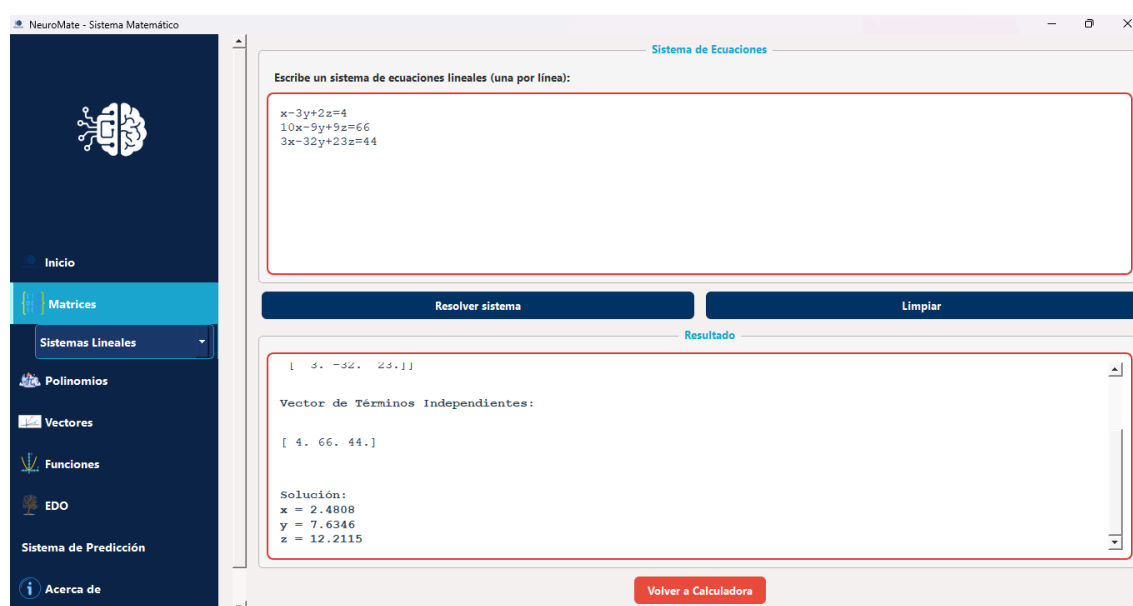
- ❖ **Botón "Generar":** Crea las matrices con las dimensiones especificadas por el usuario, usando los valores de filas,

columnas y orden ingresados.

❖ **Botones de operación:** Cada uno de los botones realiza su respectiva operación:

- **Suma:** Suma las matrices A y B.
- **Resta:** Resta las matrices A y B.
- **Multiplicar:** Multiplica las matrices A y B.
- **Determinante:** Calcula el determinante de una matriz.
- **Inversa:** Calcula la matriz inversa.
- **Sistema Lineales:** Resuelve sistemas de ecuaciones lineales utilizando las matrices A y B.

❖ **Sistemas Lineales:** resolución de ecuaciones lineales por métodos numéricos (Gauss, inversa).



5.3. Polinomios

Este módulo ofrece una interfaz gráfica para realizar operaciones simbólicas con polinomios y funciones matemáticas, integrando capacidades de cálculo simbólico con visualización matemática mediante renderizado dinámico en LaTeX.

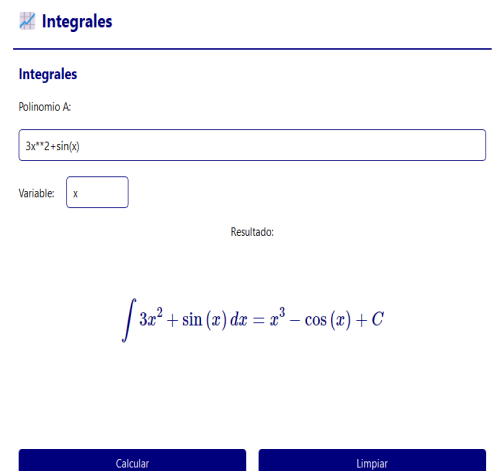
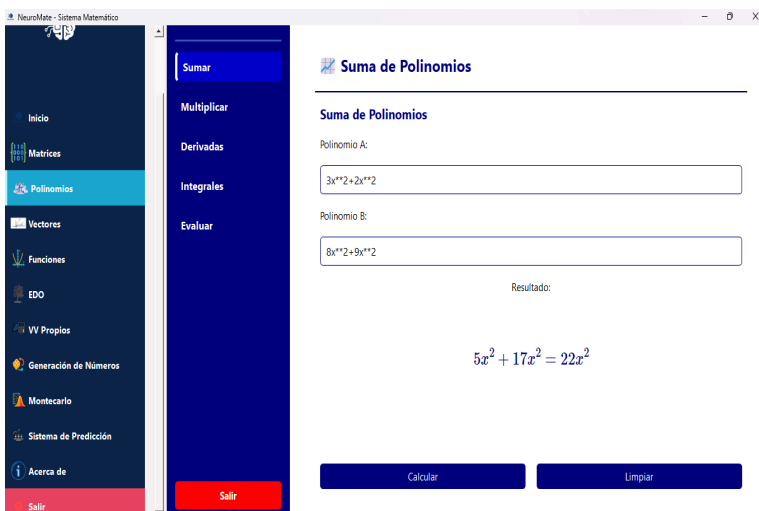
Funcionalidades principales

❖ Operaciones disponibles:

- Suma de polinomios.
- Multiplicación de polinomios.
- Derivación simbólica.
- Integración simbólica indefinida.
- Evaluación numérica de polinomios y expresiones.

❖ Interfaz de usuario:

- Menú lateral para selección rápida de la operación deseada.
- Panel dinámico que adapta los campos de entrada según la operación seleccionada.
- Campos para ingresar expresiones polinómicas o simbólicas en notación algebraica.
- Campo para especificar la variable simbólica de la operación (predeterminado 'x') para derivadas e integrales.



5.4. Vectores

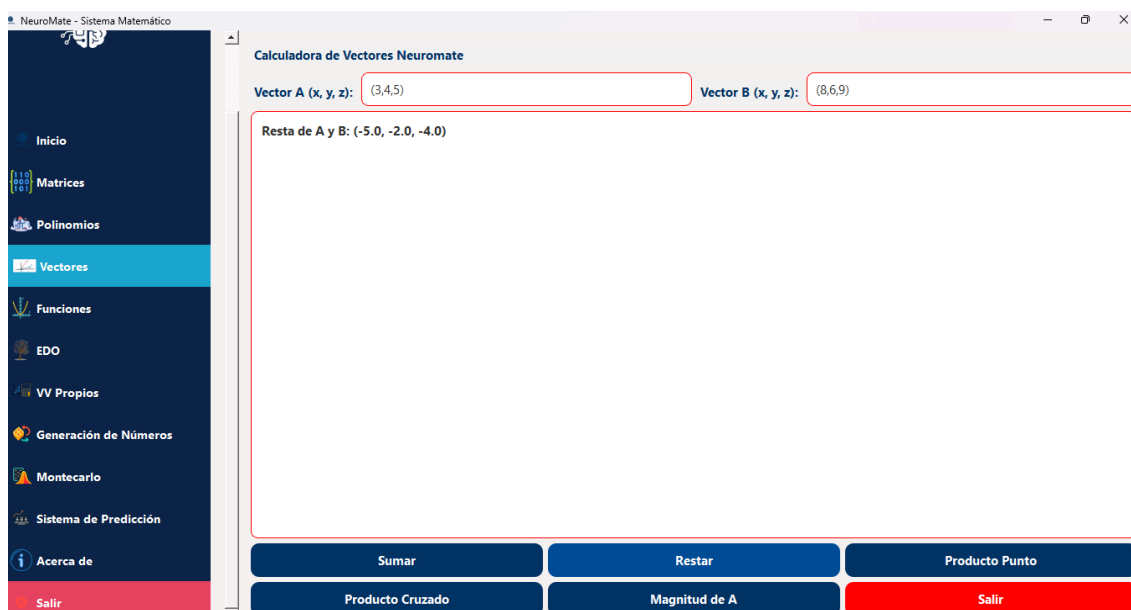
Esta herramienta te permite trabajar fácilmente con vectores en 3 dimensiones (con componentes x , y , z). Puedes hacer operaciones básicas y obtener resultados de forma clara y sencilla.

Funcionalidades principales

- ❖ **Sumar vectores:** Calcula la suma de dos vectores que ingreses.
- ❖ **Restar vectores:** Calcula la resta entre dos vectores.
- ❖ **Producto punto:** Calcula el producto punto, que es un valor numérico resultante de multiplicar componentes correspondientes.
- ❖ **Producto cruzado:** Calcula un nuevo vector que es perpendicular a los dos vectores que ingresas.
- ❖ **Magnitud de un vector:** Calcula la longitud o tamaño de un vector.

¿Cómo usarla?

- ❖ Ingresa los valores de los vectores A y B en los campos indicados. El formato es (x, y, z) , por ejemplo $(1, 2, 3)$.
- ❖ Selecciona la operación que quieres realizar haciendo clic en el botón correspondiente.
- ❖ El resultado aparecerá en el área de texto justo debajo de los botones.
- ❖ Si ingresas datos incorrectos, la aplicación te mostrará un mensaje de error para que puedas corregirlo.
- ❖ Puedes limpiar y hacer nuevas operaciones las veces que quieras.
- ❖ Para salir de la calculadora, usa el botón "Salir".



5.5. Funciones 2D y 3D

Esta herramienta te permite crear gráficos de funciones matemáticas en dos o tres dimensiones, facilitando la visualización de tus expresiones matemáticas de forma interactiva y clara.

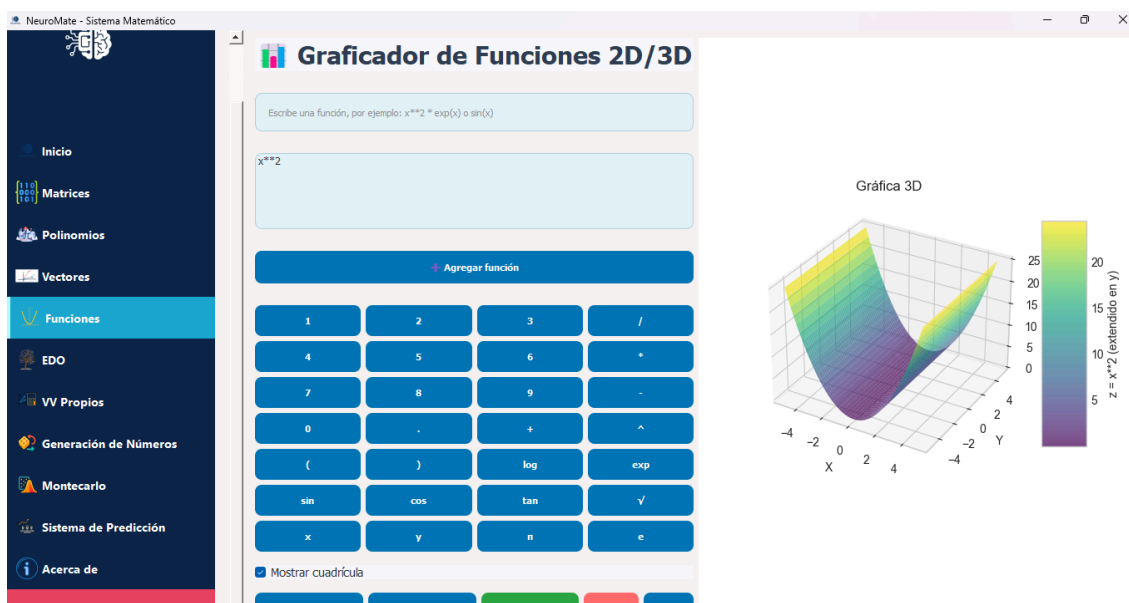
Funciones principales

- ❖ **Ingresar funciones matemáticas:** Escribe funciones usando notación matemática común, como $x^{**2} * \exp(x)$ o $\sin(x)$.
- ❖ **Agregar funciones a una lista** para gestionarlas y graficarlas fácilmente.
- ❖ **Gráficas 2D:** Visualiza funciones que dependen solo de x .
- ❖ **Gráficas 3D:** Visualiza funciones que dependen de x y y , mostrando superficies en tres dimensiones.
- ❖ **Teclado matemático integrado:** Accede rápidamente a símbolos y funciones comunes para ayudarte a escribir las expresiones.

- ❖ **Opciones para mostrar u ocultar la cuadrícula** en las gráficas.
- ❖ **Guardar las gráficas** como imágenes para usar en informes o presentaciones.
- ❖ **Limpiar y reiniciar** para comenzar un nuevo conjunto de funciones o gráficos.

¿Cómo usar la aplicación?

1. Escribe una función matemática en el cuadro de texto, usando la notación estándar.
2. Puedes usar el teclado de funciones para insertar símbolos o funciones comunes fácilmente.
3. Haz clic en "Agregar función" para guardar la función en la lista.
4. Selecciona una o más funciones y luego elige entre "Mostrar Gráfica 2D" o "Mostrar Gráfica 3D" para visualizarla.
5. Activa o desactiva la opción "Mostrar cuadrícula" para mejorar la lectura de la gráfica.
Usa el botón "Guardar Imagen" para exportar la gráfica actual como un archivo de imagen.
6. El botón "Limpiar" borra las funciones y la gráfica para que puedas empezar de nuevo.
7. El botón "Volver" cierra esta herramienta y regresa al menú principal.



5.6. EDO (Ecuaciones Diferenciales Ordinarias)

Este módulo proporciona una herramienta completa para la **solución numérica** y la **visualización gráfica** de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden, facilitando el análisis de sistemas dinámicos y comportamientos temporales.

Funcionalidades principales

❖ **Entrada flexible de la función diferencial $f(x, y)$:**

El usuario puede ingresar la expresión matemática de la función que define la EDO en términos de las variables x y y , con soporte para operadores aritméticos y funciones estándar mediante la librería SymPy.

❖ **Configuración de condiciones iniciales y parámetros de integración:**

- Valor inicial x_0 y valor inicial y_0 .
- Número de pasos n para la discretización del intervalo.

- Tamaño del paso h para el método numérico.

❖ **Selección de métodos numéricos de solución:**

El usuario puede elegir resolver la EDO con cualquiera de los siguientes métodos, o todos simultáneamente para comparación:

- **Euler:** Método explícito básico para aproximación paso a paso.
- **Heun:** Método predictor-corrector que mejora la precisión respecto a Euler.
- **Runge-Kutta de 4° orden (RK4):** Método ampliamente utilizado con alta precisión para la mayoría de las EDOs.
- **Taylor de 2° orden:** Método que usa derivadas de orden superior para mejorar la aproximación.

❖ **Cálculo y presentación de resultados numéricos:**

- Tabla dinámica que muestra los valores de x y las correspondientes aproximaciones y para cada método seleccionado.
- Soporte para comparar los resultados numéricos de distintos métodos simultáneamente.

❖ **Visualización gráfica interactiva:**

- Gráficas claras y estilizadas que muestran la solución aproximada de y en función de x para cada método seleccionado.
- Uso de colores y marcadores diferenciados para cada método, con leyenda descriptiva.
- Ejes etiquetados y cuadrícula para facilitar la interpretación visual.

❖ **Interfaz de usuario intuitiva y estilizada:**

- Controles para ingresar la función, parámetros y seleccionar métodos.
- Botones con iconos y confirmaciones visuales para facilitar el uso.
- Manejo de errores con mensajes informativos para garantizar una experiencia robusta.



5.7. Vectores y Valores Propios (VV Propios)

Este módulo interactivo, integrado en la interfaz de NeuroMate, permite el análisis de matrices cuadradas mediante el cálculo de sus valores propios (autovalores) y vectores propios (autovectores). Adicionalmente, realiza transformaciones vectoriales y proporciona una visualización gráfica que facilita la comprensión geométrica de dichos conceptos.

Funcionalidades principales

❖ Configuración flexible de la matriz de entrada:

- Dimensión ajustable entre 2x2 y 3x3.
- Tipos de matrices disponibles: manual, aleatoria, simétrica, diagonal, triangular superior, triangular inferior e identidad.
- Entrada directa a través de una tabla editable con validación básica.

❖ Cálculo de valores y vectores propios:

- Utiliza la función `numpy.linalg.eig` para obtener autovalores y autovectores.
- Muestra resultados en una tabla combinada que presenta cada valor propio y su correspondiente vector propio.
- Colorea los valores propios según su magnitud para facilitar la interpretación.

❖ Información adicional sobre la matriz:

- Determinante.
- Rango.
- Indicación de si la matriz es diagonalizable (evaluando unicidad de los valores propios).

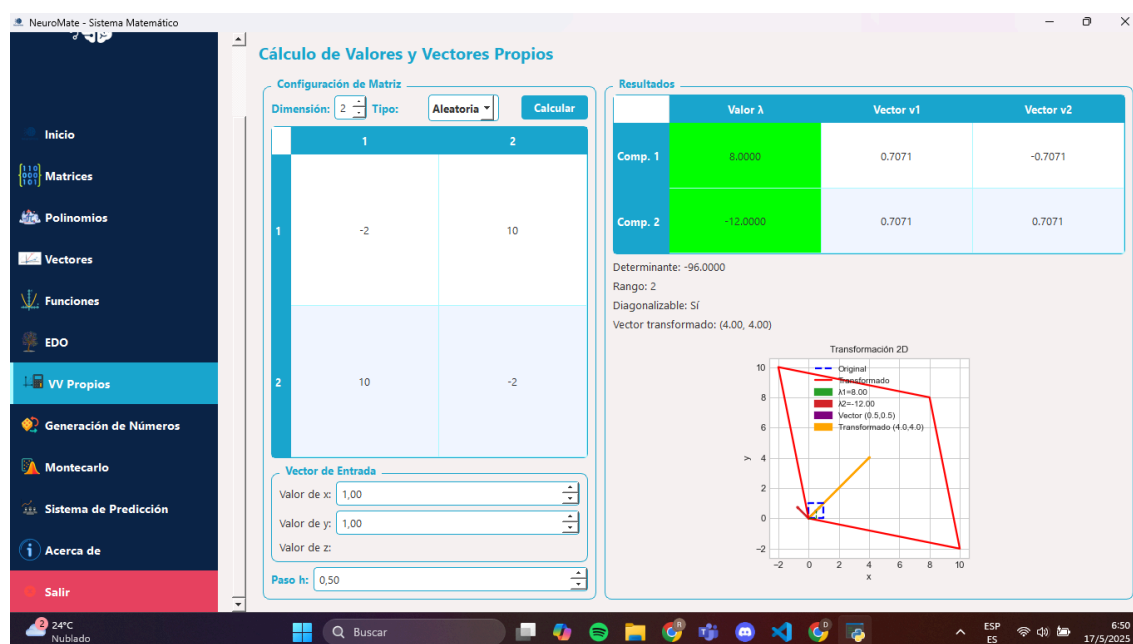
❖ Visualización gráfica interactiva:

- Para matrices 2x2, muestra la transformación de un cuadrado unitario en el plano, y superpone los vectores propios con sus valores propios.

- Para matrices 3x3, presenta un gráfico 3D con los vectores propios como flechas desde el origen.

❖ **Interfaz amigable:**

- Tabla editable para entrada de matriz con validación básica.
- Botón de cálculo integrado para actualizar resultados.
- Uso de estilos consistentes con la interfaz general de NeuroMate para facilitar la experiencia de usuario.



5.8. Generación de Números Aleatorios y Transformación a Distribuciones Estadísticas

Este módulo implementa un sistema avanzado para la generación de números aleatorios utilizando múltiples algoritmos clásicos y modernos, así como la transformación de estos números uniformes en diversas distribuciones estadísticas.

Está diseñado para facilitar simulaciones estadísticas, modelación probabilística y análisis cuantitativo.

Algoritmos de generación implementados

Se incluyen diversas técnicas para la generación de números pseudoaleatorios uniformes en $[0, 1)$, tales como:

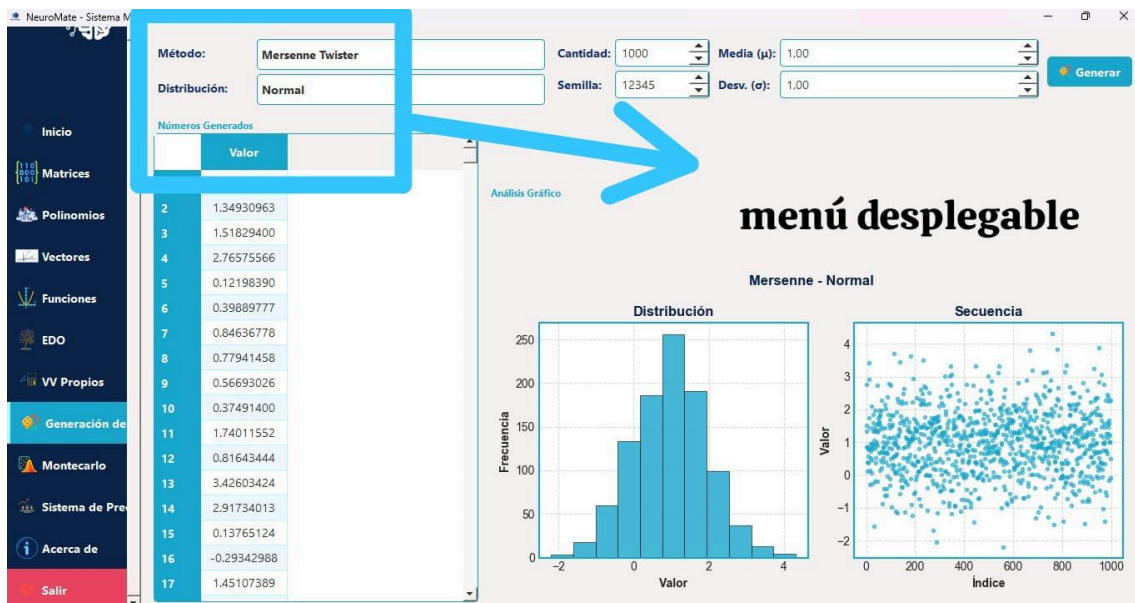
- ❖ **Mersenne Twister** (implementado mediante NumPy): algoritmo estándar de alta calidad y período extremadamente largo.
- ❖ **Xorshift**: método basado en operaciones XOR y desplazamientos bit a bit.
- ❖ **PCG (Permuted Congruential Generator)**: generador congruencial con permutaciones para mejorar la calidad estadística.
- ❖ **WELL (Well Equidistributed Long-period Linear)**: algoritmo avanzado con buena distribución y período largo (simulado).
- ❖ **Congruencial Lineal Mixto (LCG) y Congruencial Multiplicativo (MCG)**: métodos clásicos basados en congruencias lineales.
- ❖ **Tausworthe / LFSR**: generador basado en registros de desplazamiento con retroalimentación lineal.
- ❖ **Productos Medios (Middle Square) y Cuadrático Medio (Weyl sequence)**: métodos históricos con técnicas para evitar ciclos.

Distribuciones estadísticas soportadas

Los números aleatorios uniformes generados pueden transformarse en muestras de diversas distribuciones estadísticas relevantes en estadística y modelación:

- ❖ Distribución Uniforme en intervalos arbitrarios
[a,b][a,b][a,b].
- ❖ Distribución Normal (Gaussiana), generada mediante el método Box-Muller.
- ❖ Distribución Exponencial, usando la transformación inversa.
- ❖ Distribución de Poisson, mediante algoritmo de transformación por rechazo.
- ❖ Distribución Binomial, como suma de ensayos de Bernoulli.
- ❖ Distribución Gamma (simplificada).
- ❖ Distribución Beta (simplificada).
- ❖ Distribución Chi-cuadrado (caso especial de Gamma).
- ❖ Distribución t-Student.
- ❖ Distribución F.
- ❖ Distribución Geométrica.
- ❖ Distribución Binomial Negativa.

- ❖ **Características de la interfaz y funcionalidades**
- ❖ Selección dinámica de algoritmos de generación y distribución mediante menús desplegados.
- ❖ Parámetros configurables específicos para cada distribución, con validación y ajuste dinámico de controles.
- ❖ Entrada de cantidad de números a generar y semilla para reproducibilidad.
- ❖ Visualización tabular de los números generados, con soporte para hasta 1000 valores visibles.
- ❖ Análisis gráfico dual: histograma para visualizar la distribución de frecuencias y gráfico de secuencia para inspección de dependencia temporal o correlaciones.
- ❖ Interfaz amigable con controles estilizados que facilitan la operación y exploración.



5.9. Integración Numérica por Monte Carlo

Este módulo implementa un sistema interactivo para la **integración numérica usando el método Monte Carlo**, que permite estimar áreas bajo curvas o entre dos curvas definidas por funciones matemáticas. La interfaz gráfica facilita la configuración, ejecución, visualización y análisis de los resultados.

Características principales

❖ Tipos de integración:

- Área bajo una curva $f(x)$ en un intervalo $[a, b]$.

- Área entre dos curvas $f(x)$ y $g(x)$ en un intervalo $[a, b]$.

❖ **Parámetros configurables:**

- Límites de integración a y b .
- Funciones $f(x)$ y $g(x)$ (esta última opcional si solo se evalúa una curva).
- Número de simulaciones (puntos aleatorios) para la estimación.

❖ **Método de simulación:**

- Se generan puntos aleatorios uniformemente distribuidos dentro del rectángulo que contiene la región de integración.
- Se determina qué puntos caen dentro de la región delimitada por las funciones.
- El área se estima como la proporción de puntos dentro multiplicada por el área del rectángulo.

❖ **Cálculo de valor exacto:**

- Se calcula simbólicamente la integral definida $\int_a^b (f(x) - g(x))dx$ usando SymPy, para comparación y cálculo del error relativo.

❖ **Visualización:**

- Gráfica dinámica que muestra las funciones, la región de integración sombreada y opcionalmente los puntos generados dentro y fuera de la región.
- Actualización de gráficos conforme a los resultados y configuración del usuario.


- Cuadrícula opcional para facilitar la lectura.

❖ Análisis de resultados:

- Visualización del valor exacto, aproximación Monte Carlo y error relativo.
- Tabla dinámica de convergencia que registra resultados conforme se realizan simulaciones con diferentes números de puntos.

❖ Funcionalidades adicionales:

- Guardado de resultados en archivos CSV y gráficos en formato PNG.
- Limpieza completa de entradas, resultados y gráficos para iniciar nuevas simulaciones.
- Control de interfaz intuitivo y responsivo para una experiencia de usuario fluida.


Integración Monte Carlo

Configuración de Integración

Tipo de cálculo: Área entre dos curvas

Límite inferior (a):

Límite superior (b):

Función f(x):

Función g(x):

Simulaciones:

☒ Mostrar cuadrícula
 ☒ Mostrar todos los puntos

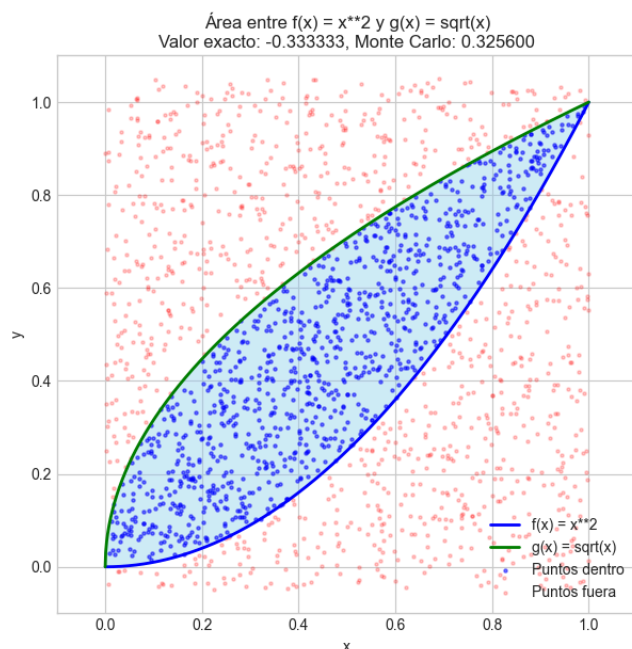
Ejecutar Simulación
Guardar Resultados

Limpiar
Salir

Resultados de la Simulación

Valor exacto de la integral: -0.333333
 Aproximación Monte Carlo: 0.325600
 Error relativo: 197.6800%
 Puntos simulados: 10000 (2960 dentro)

	Simulaciones	Área Monte Carlo	Error Rel. (%)
1	10000	0.336930	201.0790%
2	10000	0.325600	197.6800%



5.10. Sistema de Predicción Epidemiológica

Modelo SEIR extendido con vacunación y mortalidad

Este módulo permite al usuario simular la propagación de una enfermedad infecciosa en el tiempo, a través de un modelo **SEIR extendido**, que incorpora los siguientes factores adicionales:

- Vacunación (con cobertura y efectividad)
- Mortalidad inducida por la enfermedad
- Natalidad en la población

La interfaz permite ajustar de manera interactiva los siguientes parámetros del modelo:

Parámetros configurables:

- Población total inicial
- Casos iniciales expuestos e infectados
- Tasa de transmisión (β) y recuperación (γ)
- Tasa de incubación (σ)
- Tasa de mortalidad (α)
- Tasa de natalidad (ν)
- Cobertura y efectividad de vacunación
- Días de simulación

Estructura matemática del modelo

El modelo matemático está basado en el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias siguiente:

$$dS/dt = \nu N - \beta SI/N - S \cdot Vc \cdot Va$$

$$dE/dt = \beta SI/N - (\sigma + \alpha)E$$

$$dI/dt = \sigma E - (\gamma + \alpha)I$$

$$dR/dt = \gamma I + S \cdot Vc \cdot Ve$$

$$dD/dt = \alpha(E + I)$$

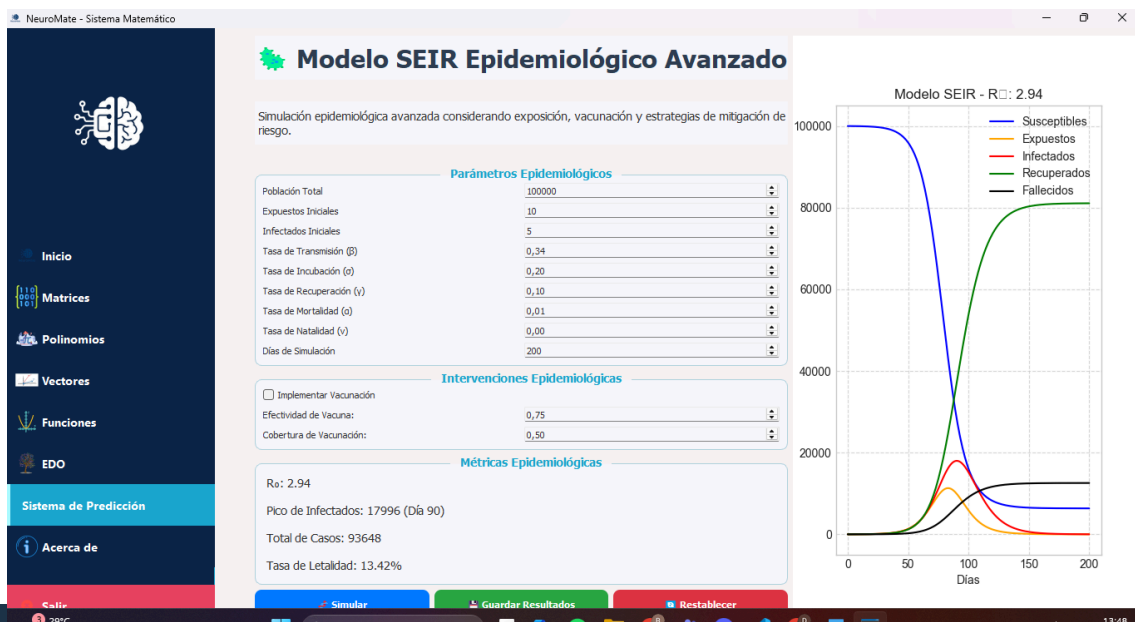
Donde:

- **S, E, I, R, D:** Susceptibles, Expuestos, Infectados, Recuperados, Fallecidos
- N = Población Total
- β = Tasa de contagio
- σ = Tasa de incubación
- γ = Tasa de recuperación
- α = Tasa de mortalidad
- ν = Tasa de natalidad
- V_c = Cobertura de vacunación
- V_a = Activación de vacunación (0 o 1)
- V_e = Efectividad de la vacuna

Salidas generadas:

Al ejecutar la simulación, se obtienen:

- Gráfica de evolución temporal de cada compartimento (S, E, I, R, D)
- Métricas clave:
 - Número reproductivo básico R_0
 - Pico y día de mayor cantidad de infectados
 - Total de casos acumulados
 - Tasa de letalidad estimada



Este módulo fue desarrollado con base en el artículo científico:

Haq, I.U., Ullah, N., Ali, N., Nisar, K.S. *A New Mathematical Model of COVID-19 with Quarantine and Vaccination*. Mathematics 2023, 11, 142.

<https://doi.org/10.3390/math11010142>

5.11. Acerca De

- Información del desarrollador y créditos.



6. Exportación y Guardado

- Algunas gráficas se pueden guardar como imagen (.png, .jpg).

7. Atajos y Consejos

- Cada módulo mantiene su estado al cambiar de sección.
- Usa los sliders y spinbox para cambiar parámetros dinámicamente.

- En modelos predictivos, utiliza los botones de "Guardar Imágen" para documentación.

8. Glosario

- **PyQt5:** Librería de Python para interfaces gráficas.
- **SIR:** Modelo epidemiológico de propagación de enfermedades.
- **ODE (EDO):** Ecuaciones diferenciales ordinarias.