

---

# MANUAL DE USUARIO

---

Toolbox para la Enseñanza de Métodos Numéricos



ELABORADO POR: BRYAN RAMÍREZ  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
2022

# Índice general

<b>1. Manual de usuario</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción . . . . .	2
1.1.1. Objetivo . . . . .	2
1.1.2. Alcance . . . . .	2
1.2. Funcionalidad . . . . .	3
1.2.1. Pantalla secundaria: Aproximación de raíces . . . . .	4
1.2.2. Pantalla secundaria: Integración numérica . . . . .	9
1.2.3. Pantalla secundaria: Aproximación de problemas de Cauchy .	13
1.3. Mapa del sistema . . . . .	16
1.3.1. Modelo lógico . . . . .	16

# Capítulo 1

## Manual de usuario

### 1.1. Descripción

#### 1.1.1. Objetivo

El principal objetivo de este escrito es brindar una guía para la utilización del Toolbox en procesos de enseñanza y aprendizaje de algunos tópicos de métodos numéricos, particularmente relacionados con resolución de ecuaciones en una variable, integración numérica y problemas de valor inicial o problemas de Cauchy con una condición inicial.

#### 1.1.2. Alcance

El Toolbox fue creado como respuesta a las necesidades que pueden presentar los estudiantes y profesores a la hora de enseñar o estudiar tópicos de métodos numéri-

---

cos, como lo son las implementaciones computacionales que permiten agilizar cálculos y los tiempos de espera de resultados, además de mejorar la precisión en los mismos. Complementando con un entorno gráfico amigable, con resultados tanto numéricos como gráficos y respaldos teóricos de los métodos incluidos en el Toolbox.

## 1.2. Funcionalidad

### Entorno gráfico

Con respecto al entorno gráfico del Toolbox, este cuenta con 1 pantalla principal y tres pantallas secundarias. cada una de estas pantallas se detalla a continuación.

#### Pantalla principal

En la Figura 1.1 se observa la estructura de la pantalla principal, a continuación se detalla cada uno de sus componentes:

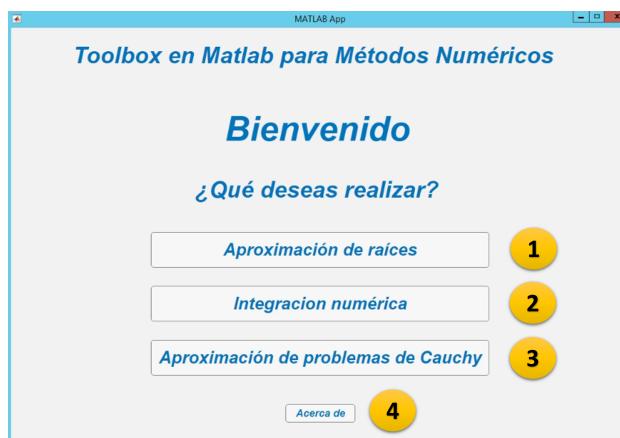


Figura 1.1: Componentes de la Pantalla Principal

1. Con el botón llamado *Aproximación de raíces* es posible ingresar a la interfaz que nos permite aproximar las raíces de ecuaciones. En la Figura 1.2 se detallan

---

los componentes de dicha pantalla.

2. Con el botón llamado *Integración numérica* es posible ingresar a la interfaz que nos permite aproximar la integral de una función ingresada. En la Figura 1.6 se detallan los componentes de dicha pantalla.
3. Con el botón llamado *Aproximación de problemas de Cauchy* es posible ingresar a la interfaz que nos permite aproximar el valor de la solución de una ecuación diferencial ordinaria con una condición inicial. En la Figura 1.10 se detallan los componentes de dicha pantalla.
4. Con el botón llamado *Acerca de* podrá obtener información sobre el Toolbox.

### **1.2.1. Pantalla secundaria: Aproximación de raíces**

En la Figura 1.2 se observa la estructura de la pantalla de Aproximación de raíces, a continuación se detalla cada uno de sus componentes:

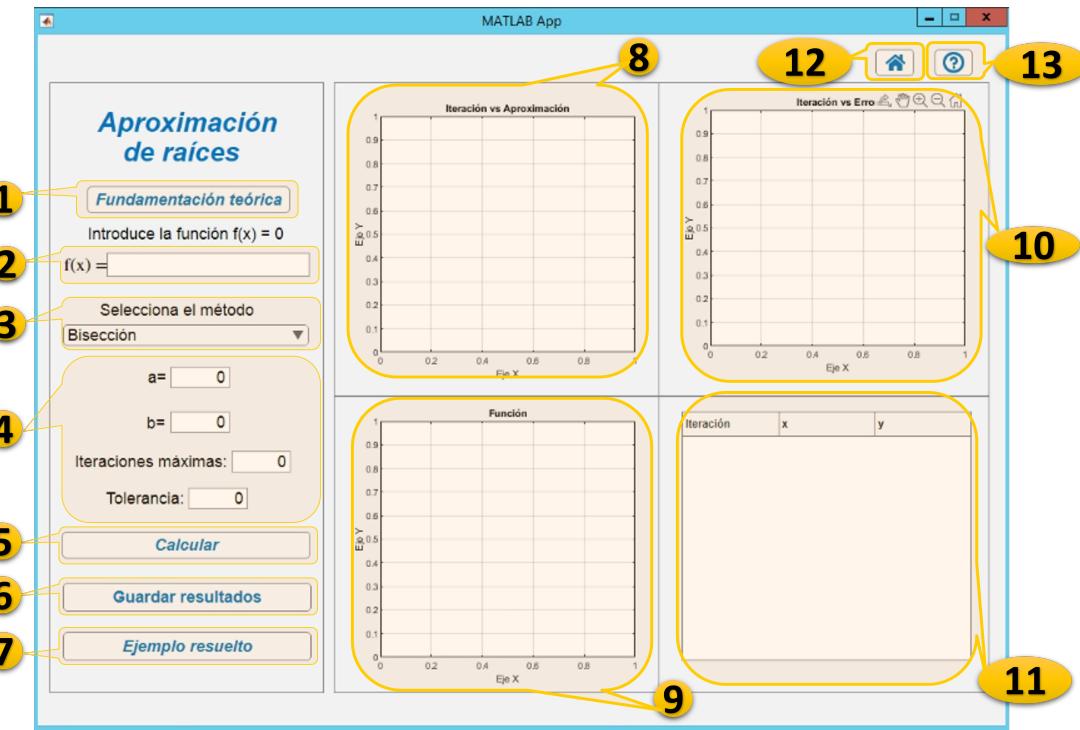


Figura 1.2: Componentes de la Pantalla secundaria Raíces de ecuaciones

1. Con el botón llamado *Fundamentación teórica* es posible acceder a la teoría matemática del tema de dicha sección. Este documento justifica y menciona aspectos como algoritmo, deducción, teorema de error y convergencia de cada uno de los métodos. En la figura 1.3 se muestra cómo se encuentra estructurado dicho documento.

---

## Raíces de ecuaciones en una variable

### Tabla de Contenidos

Raíces de ecuaciones en una variable
Método de bisección o búsqueda binaria
Algoritmo (Bisección)
Teorema sobre la aproximación del error
Teorema sobre la convergencia del método
Método de la Recta Secante
Algoritmo (Recta secante)
Teorema de convergencia
Método de Falsa Posición
Algoritmo (Falsa posición)
Convergencia
Método de Newton Raphson
Algoritmo (Newton Raphson)
Teorema de convergencia global y cota de error
Teorema de convergencia local
Método de Punto Fijo
¿Qué es un punto fijo?
Algoritmo (Punto fijo)
Teorema de existencia y unicidad
Teorema de convergencia global y cota de error
Teorema de convergencia local

Figura 1.3: Estructura de la fundamentación teórica de Raíces de ecuaciones

2. En este espacio se debe incluir la función a la que se le desea aproximar la raíz. Tenga en cuenta que el formato de la función debe ser  $f(x) = 0$  siempre en términos de la variable  $x$ . En caso contrario, se le desplegará un mensaje de error.
3. Corresponde a la lista desplegable de los métodos de aproximación de raíces. En la Figura 1.4 se muestran las opciones que se despliegan al dar clic sobre la pestaña.

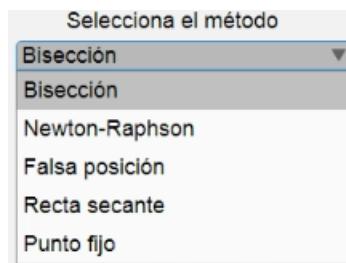


Figura 1.4: Lista desplegable Aproximación de raíces

NOTA: Cuando se selecciona el método de punto fijo debe ingresarse una función  $g$  que cumple  $g(x) = x$ .

- 
4. En estos espacios se debe indicar el intervalo  $[a, b]$  en el que se desea hallar la solución, así como la cantidad de iteraciones máximas y la tolerancia que se desea. Tome en cuenta que los métodos se detienen cuando alguna de estas dos condiciones se satisface.
  5. El botón llamado *Calcular* permite que el Toolbox empiece a ejecutarse para brindar los resultados gráficos y tabulares.
  6. El botón llamado *Guardar resultados* permite exportar en formato .txt los datos obtenidos al usar cualquier método. Estos archivos se guardan automáticamente en la carpeta donde se encuentra el ejecutable de este Toolbox. Los datos que se exportan corresponden a Iteración, Aproximación y Error.
  7. El botón llamado *Ejemplo resuelto* rellena automáticamente los espacios del punto 4 y calcula los resultados, de esta manera se visualiza la forma correcta de ingresar los datos. En la Figura 1.5 se muestra cómo se visualiza la pantalla al dar clic sobre este botón.

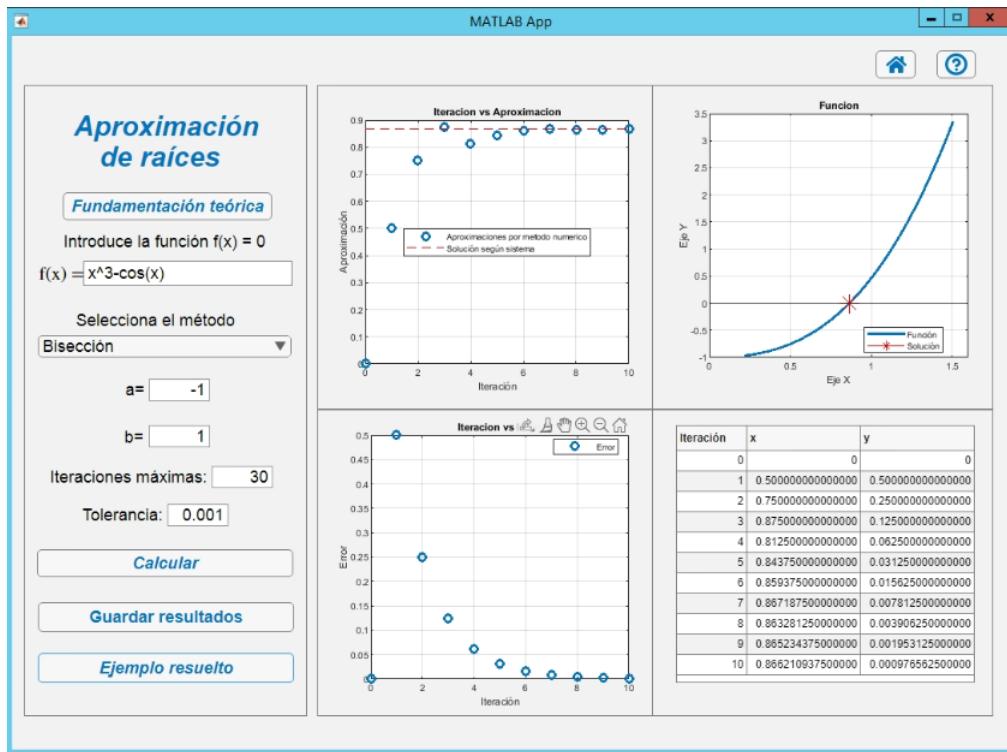


Figura 1.5: Ejemplo resuelto Raíces de ecuaciones

8. Este gráfico permite visualizar el comportamiento de las iteraciones (eje  $x$ ) vs las aproximaciones (eje  $y$ ). De color naranja se indica la solución real (según sistema) y de color azul la solución encontrada con el método.
9. Este gráfico permite visualizar el comportamiento de las iteraciones (eje  $x$ ) vs el error (eje  $y$ ).
10. Este gráfico permite visualizar la función ingresada y la solución de la ecuación que se desea resolver. De color naranja se muestra dicha solución y de color azul la función.
11. Esta tabla corresponde a un resumen de los datos obtenidos al aplicar un método particular. Estos datos son los mismo que se exportan con el botón *Guardar resultados*. La forma en que se presentan estos datos es Iteración, Aproximación y Error.

12. Este botón permite volver al menú principal donde se elige alguno de los tres temas: Raíces de ecuaciones, Integración numérica o Aproximación de problemas de Cauchy.
13. Este botón muestra información general del sistema así como acceso al manual de usuario.

### 1.2.2. Pantalla secundaria: Integración numérica

En la Figura 1.6 se observa la estructura de la pantalla de Integración numérica, a continuación se detalla cada uno de sus componentes:

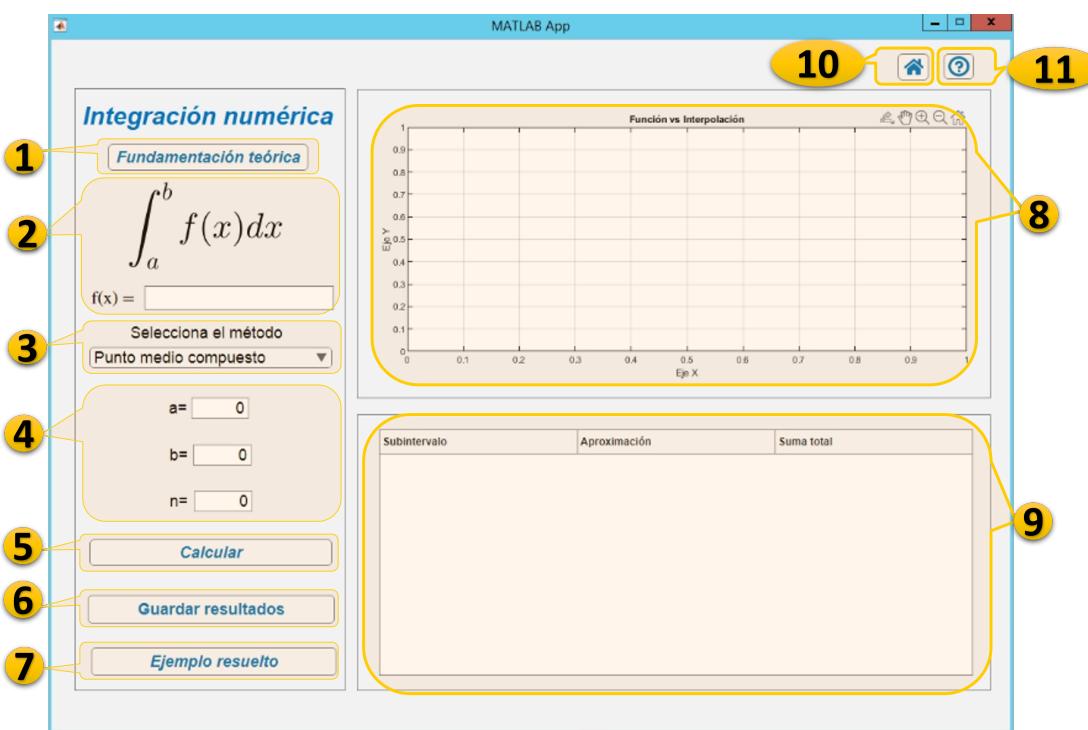


Figura 1.6: Componentes de la Pantalla secundaria Integración numérica

1. Con el botón llamado *Fundamentación teórica* es posible acceder a la teoría matemática del tema de dicha sección. Este documento justifica y menciona aspectos como algoritmo y deducción cada uno de los métodos. En la figura

---

1.7 se muestra cómo se encuentra estructurado dicho documento.

## Integración numérica

### Tabla de Contenidos

Integración numérica	Regla de Simpson 1/3 simple
Regla del rectángulo simple	Deducción del método
Deducción de la fórmula	Algoritmo
Algoritmo	Téorema de error
Teorema de error	Regla de Simpson 1/3 compuesto
Regla del rectángulo compuesto	Deducción del método
Deducción del método	Algoritmo
Algoritmo	Téorema de error
Teorema de error	Regla de Simpson 3/8 simple
Regla del trapezio simple	Deducción del método
Deducción del método	Algoritmo
Algoritmo	Téorema de error
Teorema de error	Regla de Simpson 3/8 compuesta
Regla del trapezio compuesto	Algoritmo
Deducción del método	Deducción del método
Algoritmo	Teorema de error
Teorema de error	

Figura 1.7: Estructura de la fundamentación teórica de Integración numérica

2. En este espacio se debe incluir la función a la que se le desea aproximar su integral. Tenga en cuenta que la función debe ser de la forma  $f(x)$  donde  $\int_a^b f(x)dx$  siempre en términos de la variable  $x$ . En caso contrario, se le desplegará un mensaje de error.
3. Corresponde a la lista desplegable de los métodos de aproximación de integrales. En la Figura 1.8 se muestran las opciones que se despliegan al dar clic sobre la pestaña.

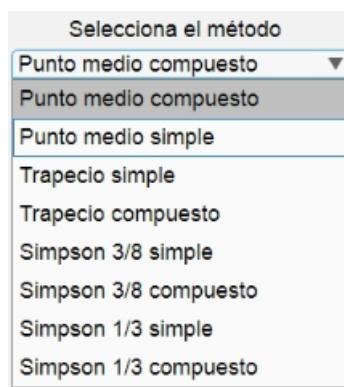


Figura 1.8: Lista desplegable Integración numérica

4. En estos espacios se debe indicar el intervalo  $[a, b]$  en el que se desea aproximar

---

la integral, así como la cantidad de subintervalos ( $n$ ) en la que se quiere separar el intervalo inicial. Tome en cuenta que esta opción se habilita únicamente en los métodos compuestos. En cualquier otro caso la casilla permanecerá bloqueada.

5. El botón llamado *Calcular* permite que el Toolbox empiece a ejecutarse para brindar los resultados gráficos y tabulares.
6. El botón llamado *Guardar resultados* permite exportar en formato .txt los datos obtenidos al usar cualquier método. Estos archivos se guardan automáticamente en la carpeta donde se encuentra el ejecutable de este Toolbox. Los datos que se exportan corresponden a Subintervalo, Aproximación en cada subintervalo y Suma total.
7. El botón llamado *Ejemplo resuelto* rellena automáticamente los espacios del punto 4 y calcula los resultados, de esta manera se visualiza la forma correcta de ingresar los datos. En la Figura 1.9 se muestra cómo se visualiza la pantalla al dar clic sobre este botón.

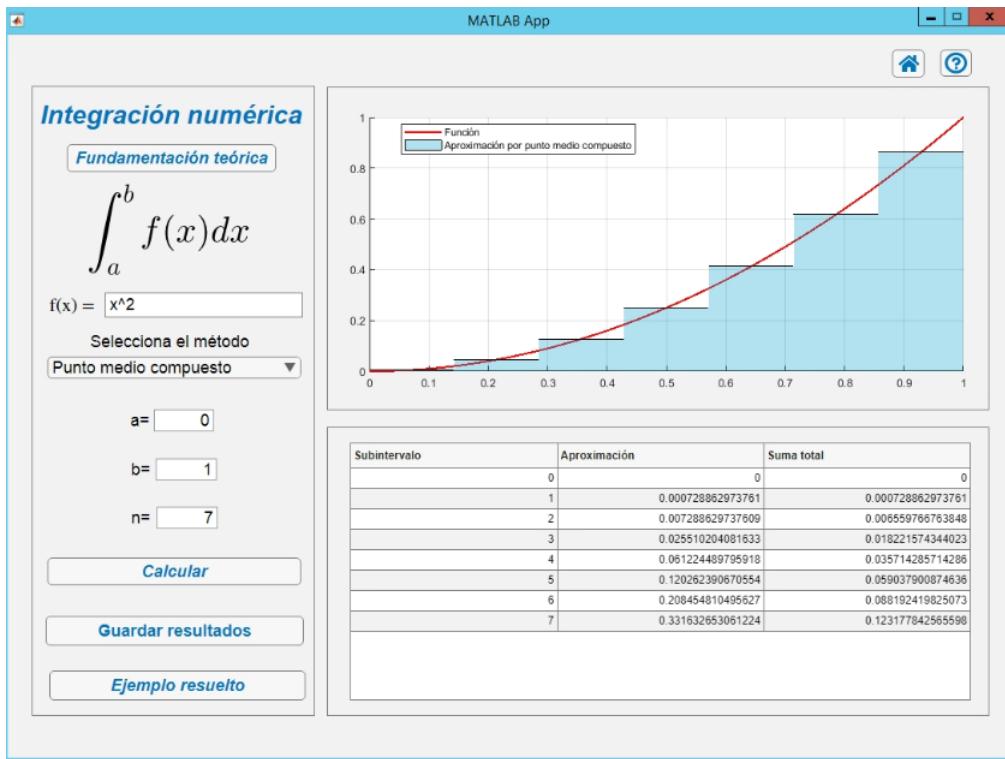


Figura 1.9: Ejemplo resuelto Integración numérica

8. Este gráfico permite visualizar la función que se desea integrar así como el área el área obtenida con cada uno de los métodos. De color rojo se muestra la gráfica y de color celeste el área.
9. Esta tabla corresponde a un resumen de los datos obtenidos al aplicar un método particular. Estos datos son los mismo que se exportan con el botón *Guardar resultados*. La forma en que se presentan estos datos es Subintervalo, Aproximación en dicho subintervalo, Suma total (acumulada) hasta dicho subintervalo.
10. Este botón permite volver al menú principal donde se elige alguno de los tres temas: Raíces de ecuaciones, Integración numérica o Aproximación de problemas de Cauchy.
11. Este botón muestra información general del sistema así como acceso al manual

de usuario.

### 1.2.3. Pantalla secundaria: Aproximación de problemas de Cauchy

En la Figura 1.10 se observa la estructura de la pantalla de Aproximación de problemas de Cauchy, a continuación se detalla cada uno de sus componentes:

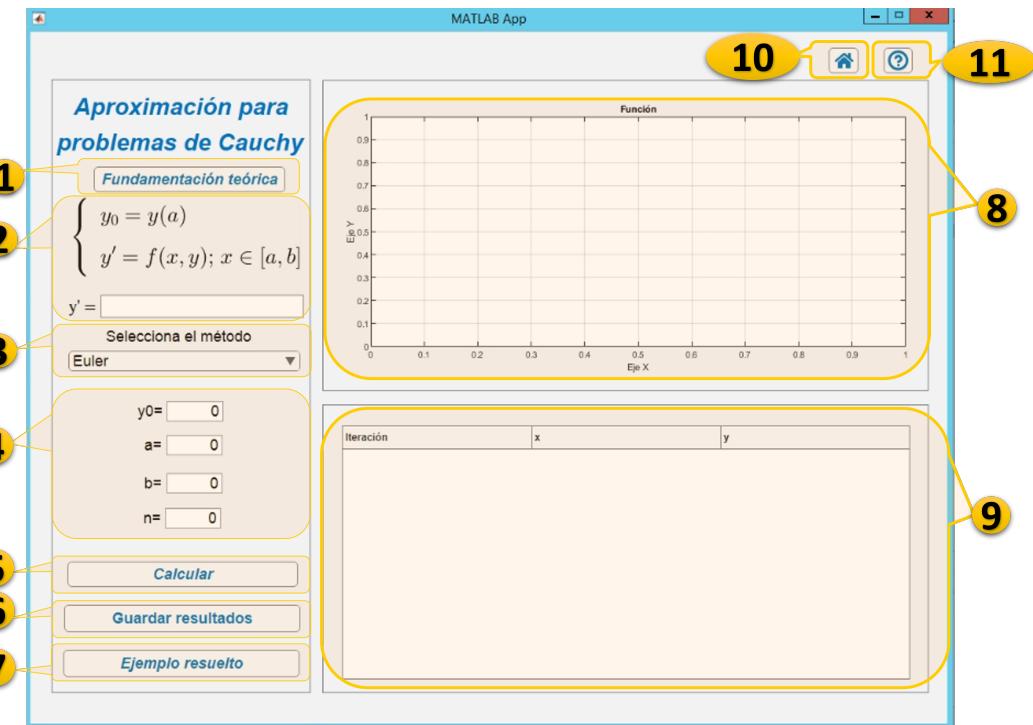


Figura 1.10: Componentes de la Pantalla secundaria Aproximación de problemas de Cauchy

1. Con el botón llamado *Fundamentación teórica* es posible acceder a la teoría matemática del tema de dicha sección. Este documento justifica y menciona aspectos como algoritmo, deducción y teorema de error de cada uno de los métodos. En la figura 1.11 se muestra cómo se encuentra estructurado dicho documento.

---

## Ecuaciones diferenciales ordinarias con una condición inicial

### Tabla de contenidos

Método de Euler  
Deducción  
Algoritmo (Método Euler)  
Método de Taylor de orden 2 y 3  
Deducción  
Algoritmo (Método Taylor de orden 2)  
Algoritmo (Método Taylor de orden 3)  
Runge Kutta  
Método de Runge Kutta de orden 2  
Método de Runge Kutta de orden 4

Figura 1.11: Estructura de la fundamentación teórica de Ecuaciones diferenciales ordinarias con una condición inicial

2. En este espacio se debe incluir el problema de valores iniciales que se desea aproximar. Tenga en cuenta que la función  $f$  debe ser de la forma  $f(x, y) = y'$  donde  $\begin{cases} y(a)=y_0 \\ y'=f(x,y);x\in[a,b] \end{cases}$  siempre en términos de la variable  $x$  e  $y$ , además considere que la función debe escribirse luego de escribir la expresión  $@(x, y)$ . En caso contrario, se le desplegará un mensaje de error. En caso de que la función dependa únicamente de la variable "y", se debe agregar la expresión  $@(y, x)$ .
3. Corresponde a la lista desplegable de los métodos para aproximar ecuaciones diferenciales ordinarias. En la Figura 1.12 se muestran las opciones que se despliegan al dar clic sobre la pestaña.

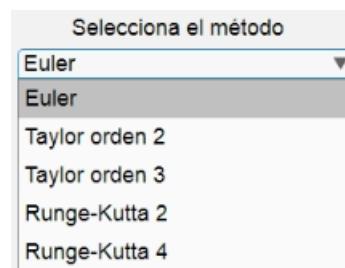


Figura 1.12: Lista desplegable Aproximación de problemas de Cauchy

4. En estos espacios se debe indicar los valores de la condición inicial así como la cantidad de subintervalos que se desea considerar

5. El botón llamado *Calcular* permite que el Toolbox empiece a ejecutarse para brindar los resultados gráficos y tabulares.
6. El botón llamado *Guardar resultados* permite exportar en formato .txt los datos obtenidos al usar cualquier método. Estos archivos se guardan automáticamente en la carpeta donde se encuentra el ejecutable de este Toolbox. Los datos que se exportan corresponden a Iteración, valor de  $x$  y valor de  $y$  (aproximación).
7. El botón llamado *Ejemplo resuelto* rellena automáticamente los espacios del punto 4 y calcula los resultados, de esta manera se visualiza la forma correcta de ingresar los datos. En la Figura 1.13 se muestra cómo se visualiza la pantalla al dar clic sobre este botón.

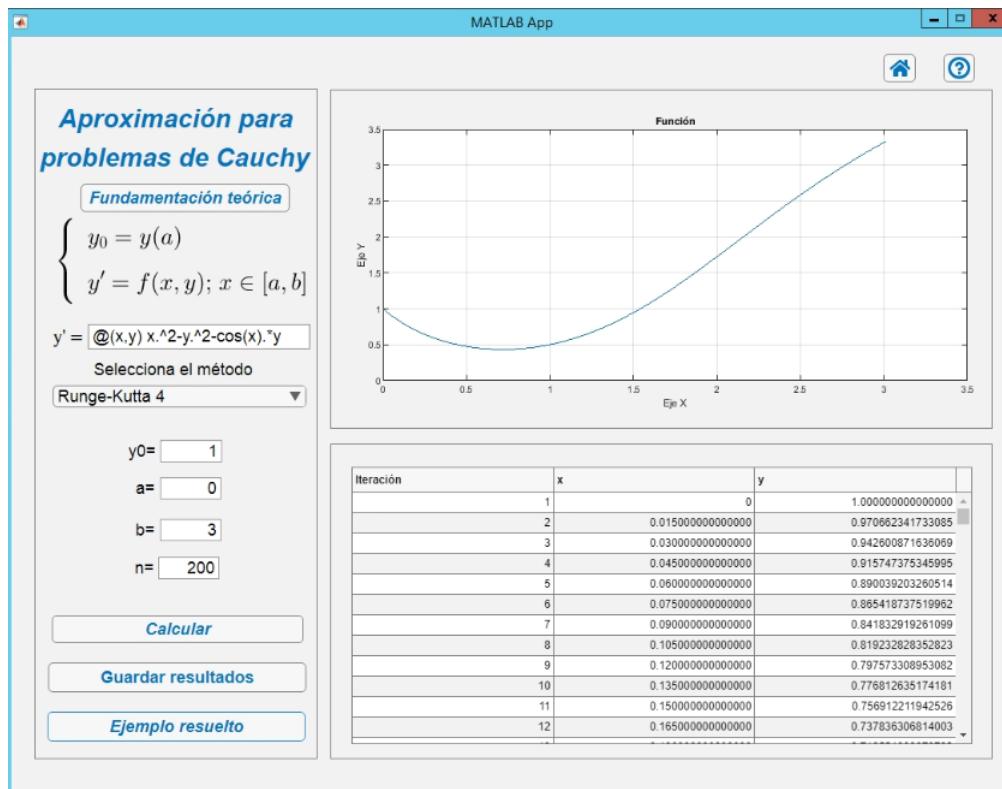


Figura 1.13: Ejemplo resuelto Aproximación de problema de Cauchy

8. Este gráfico muestra la solución de la ecuación diferencial.

- 
9. Esta tabla corresponde a un resumen de los datos obtenidos con cada uno de los métodos. Estos datos son los que se exportan con el botón *Guardar resultados*. La forma en que se presentan estos datos es Iteración, valor de  $x$  y valor de  $y$  (aproximación).
  10. Este botón permite volver al menú principal donde se elige alguno de los tres temas: Raíces de ecuaciones, Integración numérica o Aproximación de problemas de Cauchy.
  11. Este botón muestra información general del sistema así como acceso al manual de usuario.

## 1.3. Mapa del sistema

### 1.3.1. Modelo lógico

A continuación, se muestran los archivos contenidos en todo el proyecto y sus respectivas conexiones.

