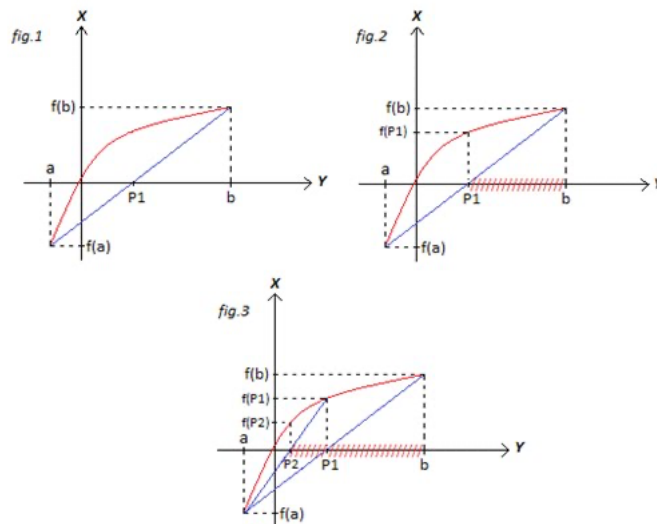


Proyecto No.1

(Método Regula Falsi)

Introducción:

El método **Regula Falsi** es un método cerrado para encontrar las raíces de una función. Este método toma como punto medio el cruce con el eje x al trazar una línea secante definida por los puntos de la función en los extremos del intervalo. Al evaluar el punto medio encontrado y los intervalos, se debe escoger las funciones que den signos diferentes y descartar el otro extremo que tenga el mismo signo. Con estos nuevos intervalos se traza una nueva línea. Este proceso se realiza sucesivamente hasta llegar a la línea tangente de la función dada; por lo tanto, el punto de tangencia es la raíz.



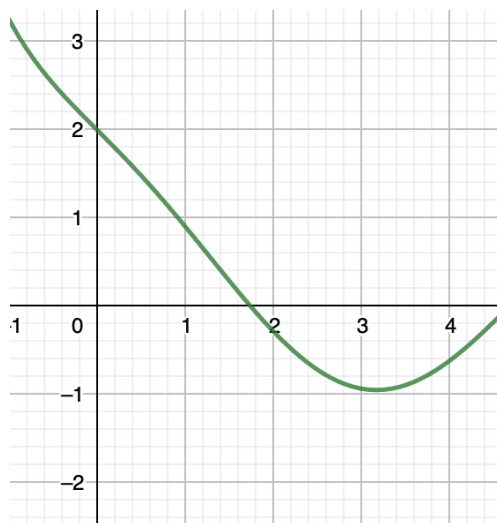
$$c_k = \frac{f(b_k)a_k - f(a_k)b_k}{f(b_k) - f(a_k)}$$

Procedimiento:

Para la realización de este proyecto se utilizaron 3 funciones como ejemplo que son las siguientes:

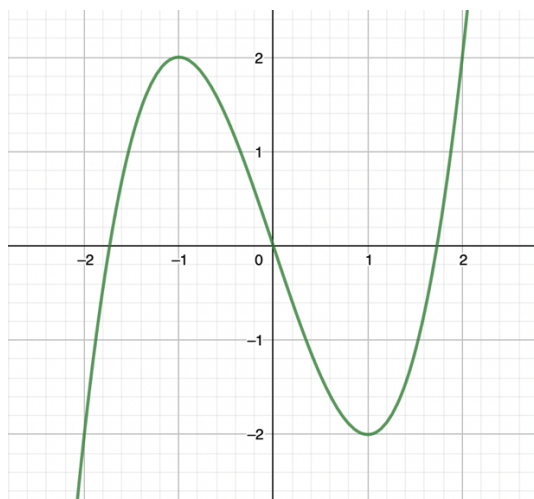
$$f(x) = e^{-x} + \cos(x)$$

(Función No.1)



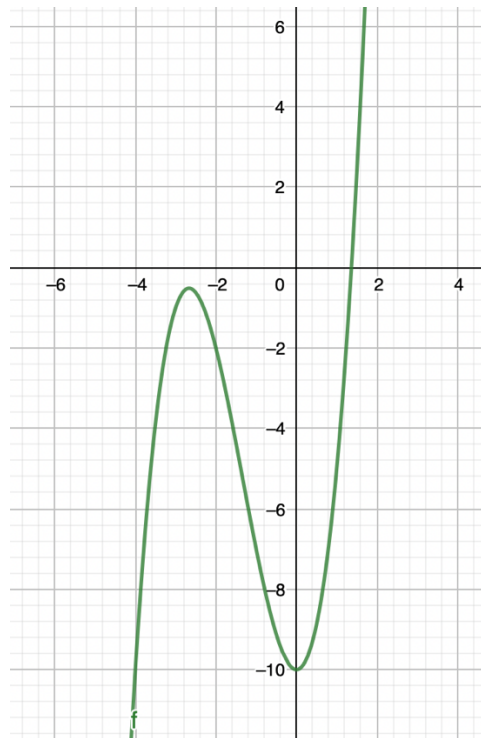
$$f(x) = x^3 - 3x$$

(Función No.2)



$$f(x) = x^3 + 4x^2 - 10$$

(Función No.3)



Resultados:

- Función No.1:

Newton

```
-----  
Método de Newton: Después de 5 iteraciones  
La raíz aproximada de f(x) es 1.746139530408 .  
-----
```

Bisección

```
-----  
Método de Bisección: Después de 35 iteraciones  
Una raíz de f(x) se encuentra encerrada entre [1.74614 , 1.74614] .  
La raíz aproximada de f(x) es 1.7461395 .  
-----
```

Secante

```
-----  
Método de la Secante: Después de 7 iteraciones  
La raíz aproximada de f(x) es 1.746139530408 .  
-----
```

Regula Falsi

| a | c | b | f(a) | f(c) | f(b) | margen de error |
|---|---------|---------|----------|--------------|--------------|-----------------|
| 1 | 1.76382 | 2 | 0.908182 | -0.0204431 | -0.280812 | 1 |
| 1 | 1.74701 | 1.76382 | 0.908182 | -0.00100766 | -0.0204431 | 0.236176 |
| 1 | 1.74618 | 1.74701 | 0.908182 | -4.81453e-05 | -0.00100766 | 0.0168151 |
| 1 | 1.74614 | 1.74618 | 0.908182 | -2.29679e-06 | -4.81453e-05 | 0.000827914 |
| 1 | 1.74614 | 1.74614 | 0.908182 | -1.09562e-07 | -2.29679e-06 | 3.95551e-05 |
| 1 | 1.74614 | 1.74614 | 0.908182 | -5.22628e-09 | -1.09562e-07 | 1.88699e-06 |
| 1 | 1.74614 | 1.74614 | 0.908182 | -2.49303e-10 | -5.22628e-09 | 9.0013e-08 |
| 1 | 1.74614 | 1.74614 | 0.908182 | -1.18921e-11 | -2.49303e-10 | 4.29378e-09 |
| 1 | 1.74614 | 1.74614 | 0.908182 | -5.67379e-13 | -1.18921e-11 | 2.04821e-10 |

Número de iteraciones: 9
 Raíz: 1.746139530408502
 Error: 9.770184661306303e-12

Tabla No.1

| formulas | pasos | resultados |
|----------------|-------|------------|
| Newton Raphson | 4 | 1.74614 |
| Bisección | 34 | 1.74614 |
| Secante | 6 | 1.74614 |
| Regula Falsi | 9 | 1.74614 |

- Función No.2:

Newton

Método de Newton: Después de 8 iteraciones
 La raíz aproximada de $f(x)$ es 1.732050807569 .

Bisección

Método de Bisección: Después de 36 iteraciones
 Una raíz de $f(x)$ se encuentra encerrada entre [1.73205 , 1.73205] .
 La raíz aproximada de $f(x)$ es 1.7320508 .

Secante

Método de la Secante: Después de 11 iteraciones
 La raíz aproximada de $f(x)$ es 1.732050807569 .

Regula Falsi

| a | c | b | f(a) | f(c) | f(b) | margen de error |
|---------|---------|---|--------------|--------------|------|-----------------|
| 1 | 1.2 | 3 | -2 | -1.872 | 18 | 2 |
| 1.2 | 1.36957 | 3 | -1.872 | -1.53979 | 18 | 0.2 |
| 1.36957 | 1.49805 | 3 | -1.53979 | -1.1323 | 18 | 0.169565 |
| 1.49805 | 1.58694 | 3 | -1.1323 | -0.764315 | 18 | 0.128483 |
| 1.58694 | 1.6445 | 3 | -0.764315 | -0.486172 | 18 | 0.0888897 |
| 1.6445 | 1.68014 | 3 | -0.486172 | -0.297582 | 18 | 0.0576574 |
| 1.68014 | 1.70161 | 3 | -0.297582 | -0.177863 | 18 | 0.0356487 |
| 1.70161 | 1.71431 | 3 | -0.177863 | -0.104795 | 18 | 0.0214654 |
| 1.71431 | 1.72176 | 3 | -0.104795 | -0.0612234 | 18 | 0.0127042 |
| 1.72176 | 1.72609 | 3 | -0.0612234 | -0.0355908 | 18 | 0.00744189 |
| 1.72609 | 1.7286 | 3 | -0.0355908 | -0.0206302 | 18 | 0.00433296 |
| 1.7286 | 1.73006 | 3 | -0.0206302 | -0.0119383 | 18 | 0.0025139 |
| 1.73006 | 1.7309 | 3 | -0.0119383 | -0.00690174 | 18 | 0.00145551 |
| 1.7309 | 1.73139 | 3 | -0.00690174 | -0.00398778 | 18 | 0.00084716 |
| 1.73139 | 1.73167 | 3 | -0.00398778 | -0.00230337 | 18 | 0.000486425 |
| 1.73167 | 1.73183 | 3 | -0.00230337 | -0.00133019 | 18 | 0.000280991 |
| 1.73183 | 1.73192 | 3 | -0.00133019 | -0.000768099 | 18 | 0.000162281 |
| 1.73192 | 1.73198 | 3 | -0.000768099 | -0.0004435 | 18 | 9.37102e-05 |
| 1.73198 | 1.73201 | 3 | -0.0004435 | -0.000256068 | 18 | 5.41093e-05 |
| 1.73201 | 1.73203 | 3 | -0.000256068 | -0.000147845 | 18 | 3.12419e-05 |
| 1.73203 | 1.73204 | 3 | -0.000147845 | -8.53597e-05 | 18 | 1.80382e-05 |
| 1.73204 | 1.73204 | 3 | -8.53597e-05 | -4.92829e-05 | 18 | 1.04146e-05 |
| 1.73204 | 1.73205 | 3 | -4.92829e-05 | -2.84537e-05 | 18 | 6.01291e-06 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -2.84537e-05 | -1.64278e-05 | 18 | 3.47158e-06 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -1.64278e-05 | -9.4846e-06 | 18 | 2.00433e-06 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -9.4846e-06 | -5.47594e-06 | 18 | 1.1572e-06 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -5.47594e-06 | -3.16154e-06 | 18 | 6.68111e-07 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -3.16154e-06 | -1.82532e-06 | 18 | 3.85734e-07 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -1.82532e-06 | -1.05385e-06 | 18 | 2.22704e-07 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -1.05385e-06 | -6.08439e-07 | 18 | 1.28578e-07 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -6.08439e-07 | -3.51282e-07 | 18 | 7.42347e-08 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -3.51282e-07 | -2.02813e-07 | 18 | 4.28594e-08 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -2.02813e-07 | -1.17094e-07 | 18 | 2.47449e-08 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -1.17094e-07 | -6.76043e-08 | 18 | 1.42865e-08 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -6.76043e-08 | -3.90314e-08 | 18 | 8.2483e-09 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -3.90314e-08 | -2.25348e-08 | 18 | 4.76216e-09 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -2.25348e-08 | -1.30105e-08 | 18 | 2.74943e-09 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -1.30105e-08 | -7.51159e-09 | 18 | 1.58739e-09 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -7.51159e-09 | -4.33682e-09 | 18 | 9.16478e-10 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -4.33682e-09 | -2.50386e-09 | 18 | 5.29129e-10 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -2.50386e-09 | -1.44561e-09 | 18 | 3.05493e-10 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -1.44561e-09 | -8.34622e-10 | 18 | 1.76376e-10 |
| 1.73205 | 1.73205 | 3 | -8.34622e-10 | -4.8187e-10 | 18 | 1.01831e-10 |

Número de iteraciones: 43

Raíz: 1.7320508074885657

Error: 5.879208231363009e-11

| formulas | pasos | resultados |
|----------------|-------|------------|
| Newton Raphson | 7 | 1.73205 |
| Bisección | 35 | 1.73205 |
| Secante | 10 | 1.73205 |
| Regula Falsi | 43 | 1.73205 |

- Función No.3:

Newton

Método de Newton: Después de 7 iteraciones
La raíz aproximada de $f(x)$ es 1.365230013414 .

Bisección

```
Método de Bisección: Después de 35 iteraciones
Una raíz de f(x) se encuentra encerrada entre [1.36523 , 1.36523] .
La raíz aproximada de f(x) es 1.3652300 .
```

Secante

Método de la Secante: Después de 8 iteraciones
La raíz aproximada de $f(x)$ es 1.365230013414 .

Regula Falsi

| a | c | b | f(a) | f(c) | f(b) | margen de error |
|---------|---------|---|--------------|--------------|------|-----------------|
| 1 | 1.26316 | 2 | -5 | -1.60227 | 14 | 1 |
| 1.26316 | 1.33883 | 2 | -1.60227 | -0.430365 | 14 | 0.263158 |
| 1.33883 | 1.35855 | 2 | -0.430365 | -0.110009 | 14 | 0.0756699 |
| 1.35855 | 1.36355 | 2 | -0.110009 | -0.0277621 | 14 | 0.0197185 |
| 1.36355 | 1.36481 | 2 | -0.0277621 | -0.00698342 | 14 | 0.0050011 |
| 1.36481 | 1.36512 | 2 | -0.00698342 | -0.00175521 | 14 | 0.00125959 |
| 1.36512 | 1.3652 | 2 | -0.00175521 | -0.000441063 | 14 | 0.000316686 |
| 1.3652 | 1.36522 | 2 | -0.000441063 | -0.000110828 | 14 | 7.95858e-05 |
| 1.36522 | 1.36523 | 2 | -0.000110828 | -2.7848e-05 | 14 | 1.99983e-05 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -2.7848e-05 | -6.99739e-06 | 14 | 5.02504e-06 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -6.99739e-06 | -1.75824e-06 | 14 | 1.26265e-06 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -1.75824e-06 | -4.41794e-07 | 14 | 3.17267e-07 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -4.41794e-07 | -1.1101e-07 | 14 | 7.97198e-08 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -1.1101e-07 | -2.78935e-08 | 14 | 2.00313e-08 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -2.78935e-08 | -7.00883e-09 | 14 | 5.03327e-09 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -7.00883e-09 | -1.76111e-09 | 14 | 1.26471e-09 |
| 1.36523 | 1.36523 | 2 | -1.76111e-09 | -4.42519e-10 | 14 | 3.17785e-10 |

Número de iteraciones: 17
Raíz: 1.3652300133872992
Error: 7.984990446630036e-11

Tabla No.3

| formulas | pasos | resultados |
|----------------|-------|------------|
| Newton Raphson | 6 | 1.36523 |
| Bisección | 34 | 1.36523 |
| Secante | 7 | 1.36523 |
| Regula Falsi | 17 | 1.36523 |

Discusión de resultados:

En las tablas de resultados se puede observar que el método de Newton-Raphson siempre tiene las iteraciones/pasos más bajos a comparación de los otros métodos, esto puede ser porque el método de Newton es un método abierto y que su eficiencia es mejor en ecuaciones no lineales como las usadas en el proyecto. Por otro lado, el método Regula Falsi muestra una menor eficiencia porque, como se puede observar en las tablas 1, 2 y 3, es uno de los métodos con más iteraciones/paso hasta llegar a la tolerancia de error esperado al igual que el método de Bisección. Esto se puede deber a que es un método cerrado, es decir que depende de un intervalo a y b como el método de Bisección. También que el método Regula False bajo ciertas condiciones este tiene orden de convergencia lineal, por lo que suele converger más lentamente a la solución de la ecuación. Aunque como se puede observar en la tabla 1 y 3 el método de Regula Falsi realizó menos iteraciones/pasos que el método de Bisección y esto puede ser que se ingresó un intervalo más pequeño y que la ecuación dada para este ejemplo es más favorable para este método en específico.

Conclusiones:

1. El método de Newton-Raphson es el más preciso y eficiente a comparación de los métodos de Secante, Bisección y Regula Falsi.
2. Los métodos abiertos son más eficientes.
3. El método de Regula Falsi y Bisección son los más lentos, si las condiciones son favorables el método de Regula Falsi puede superar en eficiencia al método de Bisección.

Anexos:

Link del repositorio con el código: <https://github.com/AbrilPal/Proyecto1-metodos>