Tarea5

November 5, 2025

#

Tarea N5

##

Métodos Númericos

Nombre: Lenin Amangandi

0.1 Pregunta N1

Sea

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

y

$$p_0 = -1$$

. Use el método de Newton y de la Secante para encontrar

$$p_2$$

. ¿Se podría usar

$$p_0 = 0$$

?

[ ]:
```
import math
import os
import matplotlib.pyplot as plt

def f(x):
    return -x**3 - math.cos(x)

def df(x):
    return -3*x**2 + math.sin(x)

def newton(p0, iteraciones=2):
    print("Método de Newton-Raphson:")
    for i in range(iteraciones):
        f_val = f(p0)
        df_val = df(p0)
        p1 = p0 - f_val / df_val
```

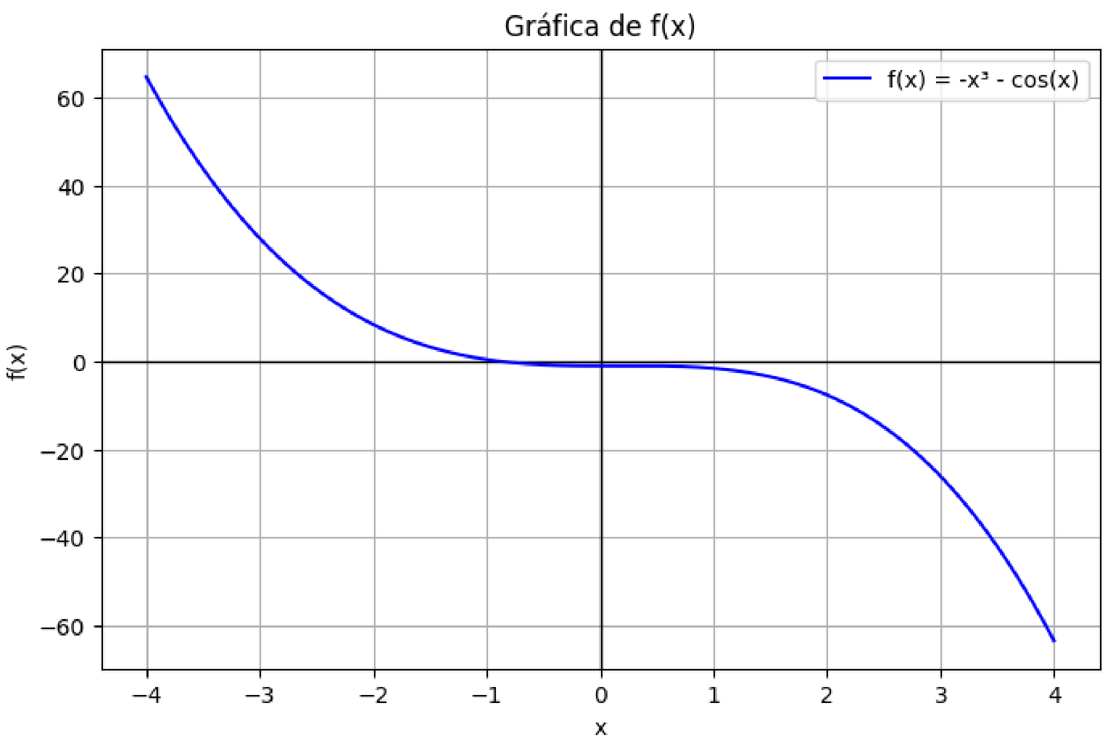
```python
        print(f"Iteración {i+1}: p{i} = {p0:.6f}, f(p{i}) = {f_val:.6f},␣
↪f'(p{i}) = {df_val:.6f}, p{i+1} = {p1:.6f}")
        p0 = p1
    return p1

def secante(p0, p1, iteraciones=1):
    print("\nMétodo de la Secante:")
    for i in range(iteraciones):
        f_p0 = f(p0)
        f_p1 = f(p1)
        p2 = p1 - f_p1 * (p1 - p0) / (f_p1 - f_p0)
        print(f"Iteración {i+1}: p{i} = {p0:.6f}, p{i+1} = {p1:.6f}, p{i+2} =␣
↪{p2:.6f}")
        p0, p1 = p1, p2
    return p2
```

[18]:
```python
def graficar_funcion():
    ruta = r"C:\Workspace-Metodos-Numericos-2k25A-\Tareas\Tarea5\ImagenesTarea5"
    os.makedirs(ruta, exist_ok=True)

    xs = [x / 100 for x in range(-400, 401)]
    ys = [f(x) for x in xs]

    plt.figure(figsize=(8, 5))
    plt.axhline(0, color='black', linewidth=1)
    plt.axvline(0, color='black', linewidth=1)
    plt.plot(xs, ys, label='f(x) = -x³ - cos(x)', color='blue')
    plt.title("Gráfica de f(x)")
    plt.xlabel("x")
    plt.ylabel("f(x)")
    plt.legend()
    plt.grid(True)

    ruta_img = os.path.join(ruta, "f_x_grafica.png")
    plt.savefig(ruta_img)

    plt.show()
    plt.close()
```

[19]:
```python
p0 = -1

p2_newton = newton(p0, 2)

p2_secante = secante(-1, -0.5, 1)
```

```python
print(f"Resultado Newton-Raphson: p2 = {p2_newton:.6f}")
print(f"Resultado Secante:        p2 = {p2_secante:.6f}")

graficar_funcion()
```

```
Método de Newton-Raphson:
Iteración 1: p0 = -1.000000, f(p0) = 0.459698, f'(p0) = -3.841471, p1 =
-0.880333
Iteración 2: p1 = -0.880333, f(p1) = 0.045351, f'(p1) = -3.095909, p2 =
-0.865684

Método de la Secante:
Iteración 1: p0 = -1.000000, p1 = -0.500000, p2 = -0.810400
Resultado Newton-Raphson: p2 = -0.865684
Resultado Secante:        p2 = -0.810400
```



[17]:
```python
print("\n¿Se puede usar p0 = 0?")

df_0 = df(0)
if df_0 == 0:
    print("No se puede usar p0 = 0 en Newton-Raphson porque f'(0) = 0 es una␣
 ↪división por cero.")
else:
```

```
    print("Se puede usar p0 = 0 (f'(0)   0).")
```

```
¿Se puede usar p0 = 0?
No se puede usar p0 = 0 en Newton-Raphson porque f'(0) = 0 es una división por
cero.
```

0.2 Pregunta N2

Encuentre soluciones precisas dentro de

$$10^{-4}$$

para los siguientes problemas.

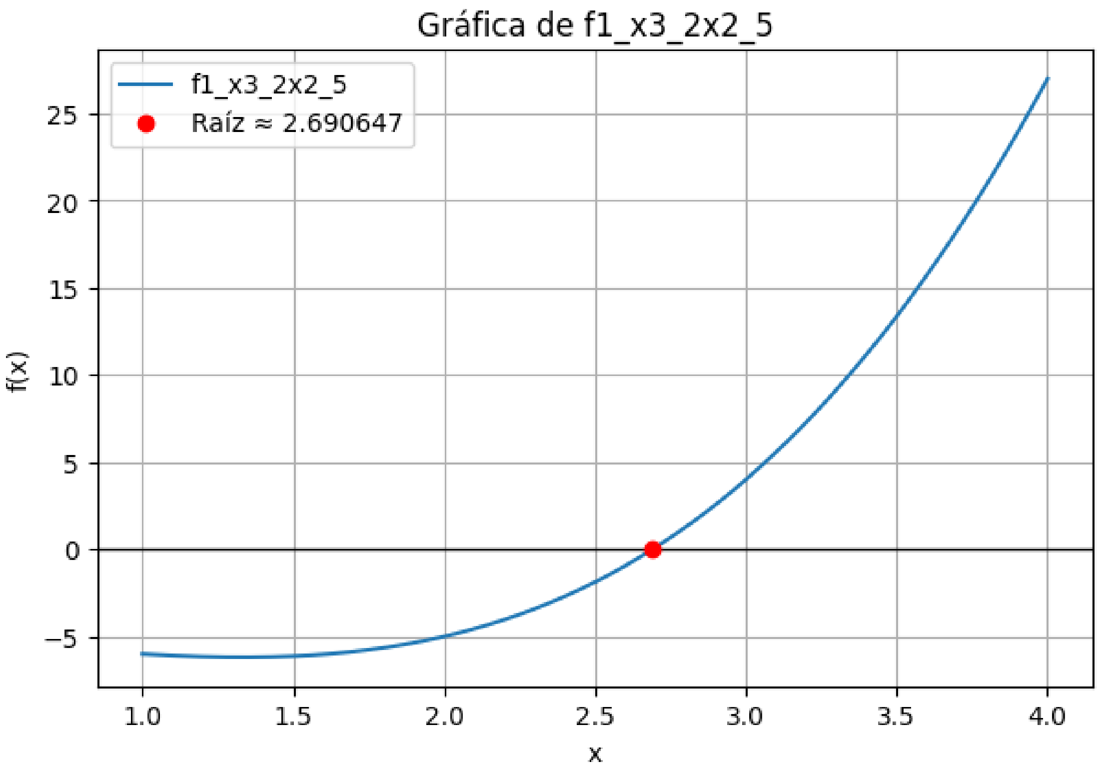
[31]:
```python
import math
import os
import matplotlib.pyplot as plt
from IPython.display import Image, display

RUTA_BASE = r"C:
↪\Workspace-Metodos-Numericos-2k25A-\Tareas\Tarea5\ImagenesTarea5"
os.makedirs(RUTA_BASE, exist_ok=True)

def newton(f, f_deriv, p0, tol=1e-4, max_iter=1000):
    for i in range(max_iter):
        fp0 = f(p0)
        fdp0 = f_deriv(p0)
        if fdp0 == 0:
            raise ValueError("Derivada nula. No se puede continuar con Newton.")
        p = p0 - fp0 / fdp0
        if abs(p - p0) < tol:
            return p, i + 1
        p0 = p
    raise ValueError("No convergió dentro del número máximo de iteraciones.")

def secante(f, p0, p1, tol=1e-4, max_iter=1000):
    q0 = f(p0)
    q1 = f(p1)
    for i in range(max_iter):
        if q1 - q0 == 0:
            raise ValueError("División por cero en Secante.")
        p = p1 - q1 * (p1 - p0) / (q1 - q0)
        if abs(p - p1) < tol:
            return p, i + 1
        p0, p1 = p1, p
        q0, q1 = q1, f(p)
    raise ValueError("No convergió dentro del número máximo de iteraciones.")

def graficar_y_guardar(f, a, b, raiz, nombre):
```

```python
    xs = [a + (b - a)*i/400.0 for i in range(401)]
    ys = [f(x) for x in xs]

    plt.figure(figsize=(7,4.5))
    plt.axhline(0, color='black', linewidth=1)
    plt.plot(xs, ys, label=f"{nombre}")
    plt.plot(raiz, f(raiz), 'ro', label=f"Raíz  {raiz:.6f}")
    plt.title(f"Gráfica de {nombre}")
    plt.xlabel("x")
    plt.ylabel("f(x)")
    plt.grid(True)
    plt.legend()

    ruta_img = os.path.join(RUTA_BASE, f"{nombre.replace(' ','_')}.png")
    plt.savefig(ruta_img)
    plt.show()
    plt.close()

    return ruta_img
```

a.

$$x^3 - 2x^2 - 5 = 0, \; [1, 4]$$

[30]:
```python
def f1(x): return x**3 - 2*x**2 - 5
def f1_deriv(x): return 3*x**2 - 4*x

a, b = 1.0, 4.0
p0 = (a + b) / 2

raiz_n, it_n = newton(f1, f1_deriv, p0)

raiz_s, it_s = secante(f1, a, b)


ruta = graficar_y_guardar(f1, a, b, raiz_n, "f1_x3_2x2_5")


print(f"Metodo de Newton  {raiz_n:.6f}, iteraciones = {it_n}")
print(f"Metodo de la Secante  {raiz_s:.6f}, iteraciones = {it_s}")
```

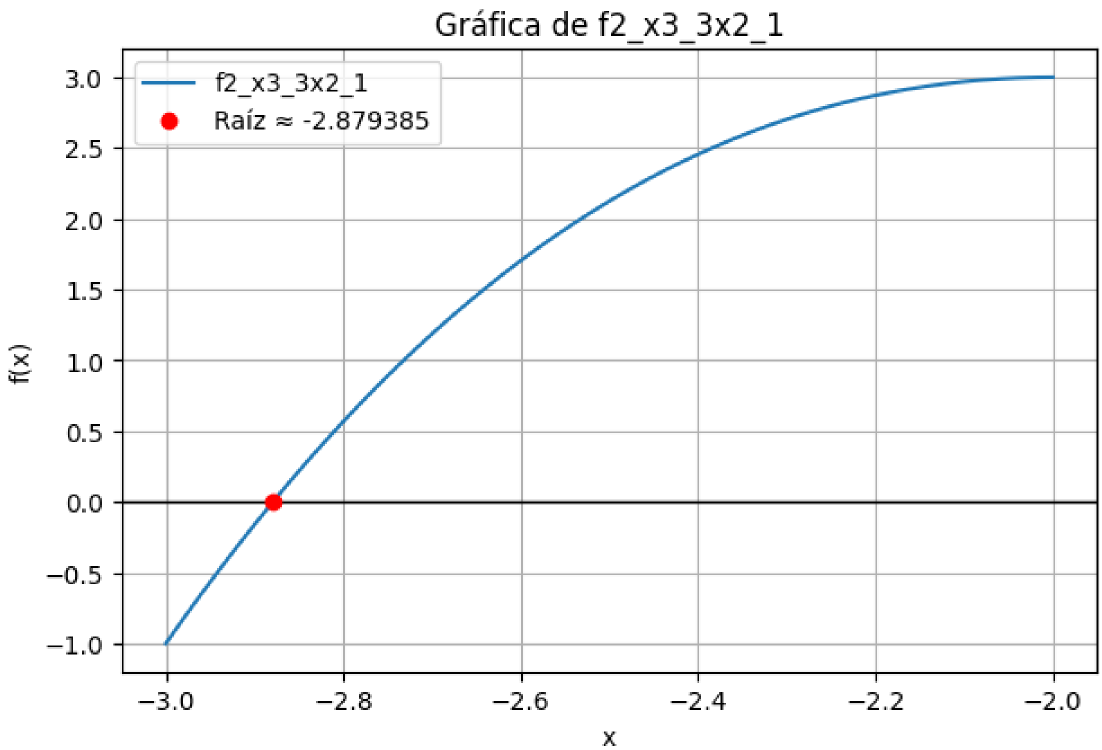



```
Metodo de Newton   2.690647, iteraciones = 4
Metodo de la Secante   2.690647, iteraciones = 10
```

b.

$$x^3 + 3x^2 - 1 = 0, \; [-3, -2]$$

[29]:
```
def f2(x): return x**3 + 3*x**2 - 1
def f2_deriv(x): return 3*x**2 + 6*x

a, b = -3.0, -2.0
p0 = (a + b) / 2

raiz_n, it_n = newton(f2, f2_deriv, p0)
raiz_s, it_s = secante(f2, a, b)
ruta = graficar_y_guardar(f2, a, b, raiz_n, "f2_x3_3x2_1")

print(f"Literal (b)")
print(f"Metodo de Newton   {raiz_n:.6f}, iteraciones = {it_n}")
print(f"Metodo de la Secante   {raiz_s:.6f}, iteraciones = {it_s}")
```

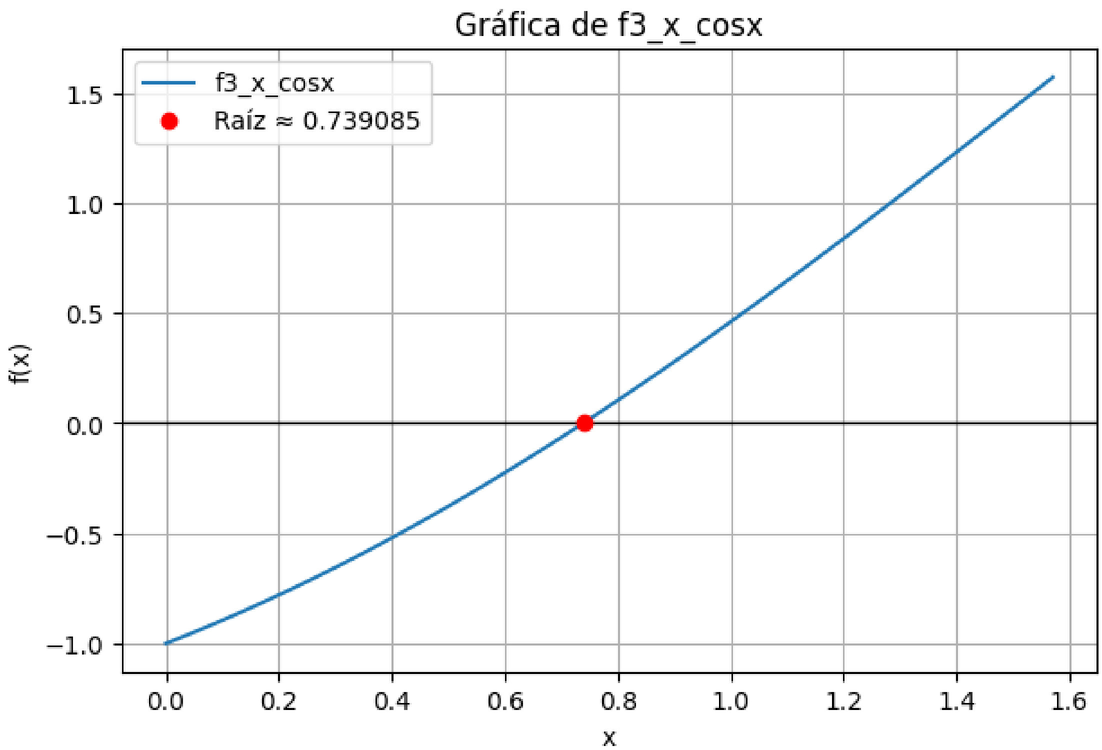



```
Literal (b)
Metodo de Newton   -2.879385, iteraciones = 5
Metodo de la Secante   -2.879385, iteraciones = 6
```

c.

$$x - \cos x = 0,\ [0, \pi/2]$$

[28]:
```python
def f3(x): return x - math.cos(x)
def f3_deriv(x): return 1 + math.sin(x)

a, b = 0.0, math.pi/2
p0 = (a + b) / 2

raiz_n, it_n = newton(f3, f3_deriv, p0)
raiz_s, it_s = secante(f3, a, b)
ruta = graficar_y_guardar(f3, a, b, raiz_n, "f3_x_cosx")

print(f"Literal (c)")
print(f"Metodo de Newton   {raiz_n:.6f}, iteraciones = {it_n}")
print(f"Metodo de la Secante   {raiz_s:.6f}, iteraciones = {it_s}")
```

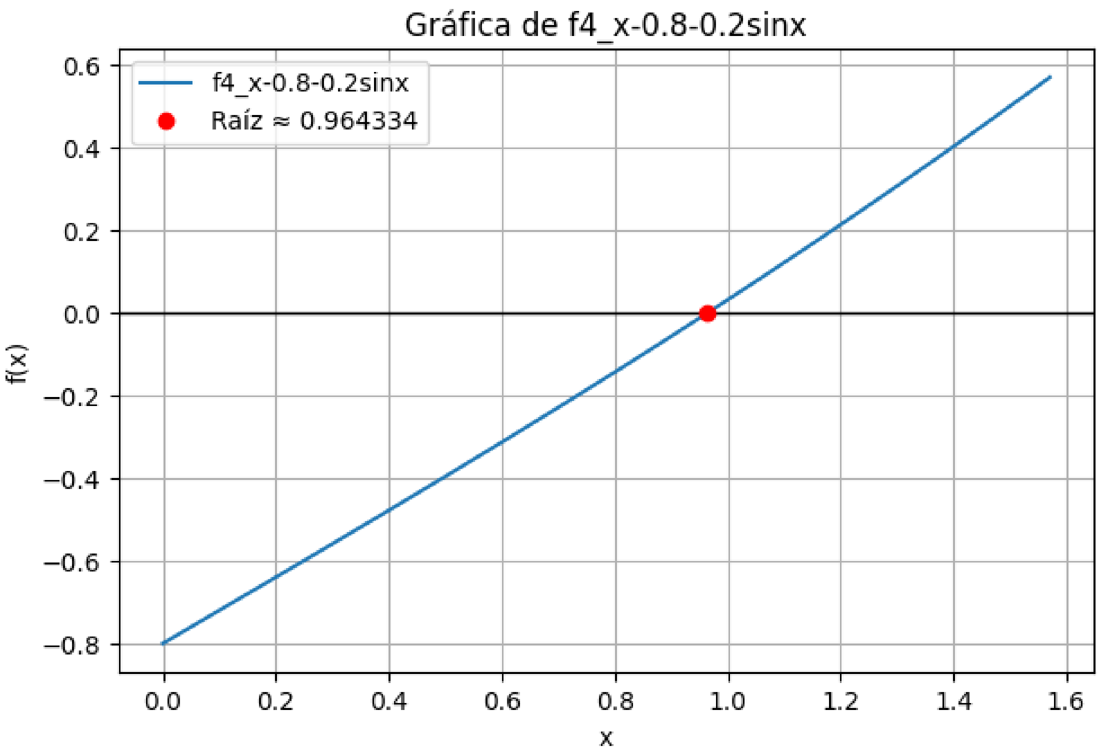



```
Literal (c)
Metodo de Newton   0.739085, iteraciones = 3
Metodo de la Secante   0.739085, iteraciones = 5
```

d.

$$x - 0.8 - 0.2\sin x = 0,\ [0, \pi/2]$$

[27]:
```python
def f4(x): return x - 0.8 - 0.2*math.sin(x)
def f4_deriv(x): return 1 - 0.2*math.cos(x)
a, b = 0.0, math.pi/2
p0 = (a + b) / 2

raiz_n, it_n = newton(f4, f4_deriv, p0)
raiz_s, it_s = secante(f4, a, b)
ruta = graficar_y_guardar(f4, a, b, raiz_n, "f4_x-0.8-0.2sinx")

print(f"Literal (d)")
print(f"Metodo de Newton   {raiz_n:.6f}, iteraciones = {it_n}")
print(f"Metodo de la Secante   {raiz_s:.6f}, iteraciones = {it_s}")
```




```
Literal (d)
Metodo de Newton   0.964334, iteraciones = 3
Metodo de la Secante   0.964334, iteraciones = 4
```

0.3 Preguntas 3

Use los 2 métodos en esta sección para encontrar las soluciones dentro de

$$10^{-5}$$

para los siguientes problemas.

[32]:
```python
import math
import os
import matplotlib.pyplot as plt
from IPython.display import Image, display

RUTA_BASE = r"C:
↪\Workspace-Metodos-Numericos-2k25A-\Tareas\Tarea5\ImagenesTarea5"
os.makedirs(RUTA_BASE, exist_ok=True)

def newton(f, f_deriv, p0, tol=1e-5, max_iter=1000):
    for i in range(max_iter):
        fp0 = f(p0)
```

```python
        fdp0 = f_deriv(p0)
        if fdp0 == 0:
            raise ValueError(f"Derivada nula en iteración {i}, p0 = {p0}")
        p = p0 - fp0 / fdp0
        if abs(p - p0) < tol:
            return p, i+1
        p0 = p
    raise ValueError("Newton: no convergió en el número máximo de iteraciones")

def secante(f, p0, p1, tol=1e-5, max_iter=1000):
    q0 = f(p0)
    q1 = f(p1)
    for i in range(max_iter):
        denom = (q1 - q0)
        if denom == 0:
            raise ValueError(f"Secante: división por cero en iteración {i}")
        p = p1 - q1 * (p1 - p0) / denom
        if abs(p - p1) < tol:
            return p, i+1
        p0, p1 = p1, p
        q0, q1 = q1, f(p)
    raise ValueError("Secante: no convergió en el número máximo de iteraciones")

def graficar_y_guardar(f, a, b, raiz, nombre, nx=400):
    xs = [a + (b - a)*i/nx for i in range(nx+1)]
    ys = [f(x) for x in xs]

    plt.figure(figsize=(7,4.5))
    plt.axhline(0, color='black', linewidth=1)
    plt.plot(xs, ys, label=nombre)
    plt.plot(raiz, f(raiz), 'ro', label=f"raíz  {raiz:.8f}")
    plt.title(f"Gráfica de {nombre}")
    plt.xlabel("x")
    plt.ylabel("f(x)")
    plt.grid(True)
    plt.legend()

    ruta_img = os.path.join(RUTA_BASE, f"{nombre.replace(' ','_')}.png")
    plt.savefig(ruta_img)
    plt.show()
    plt.close()

    return ruta_img
```

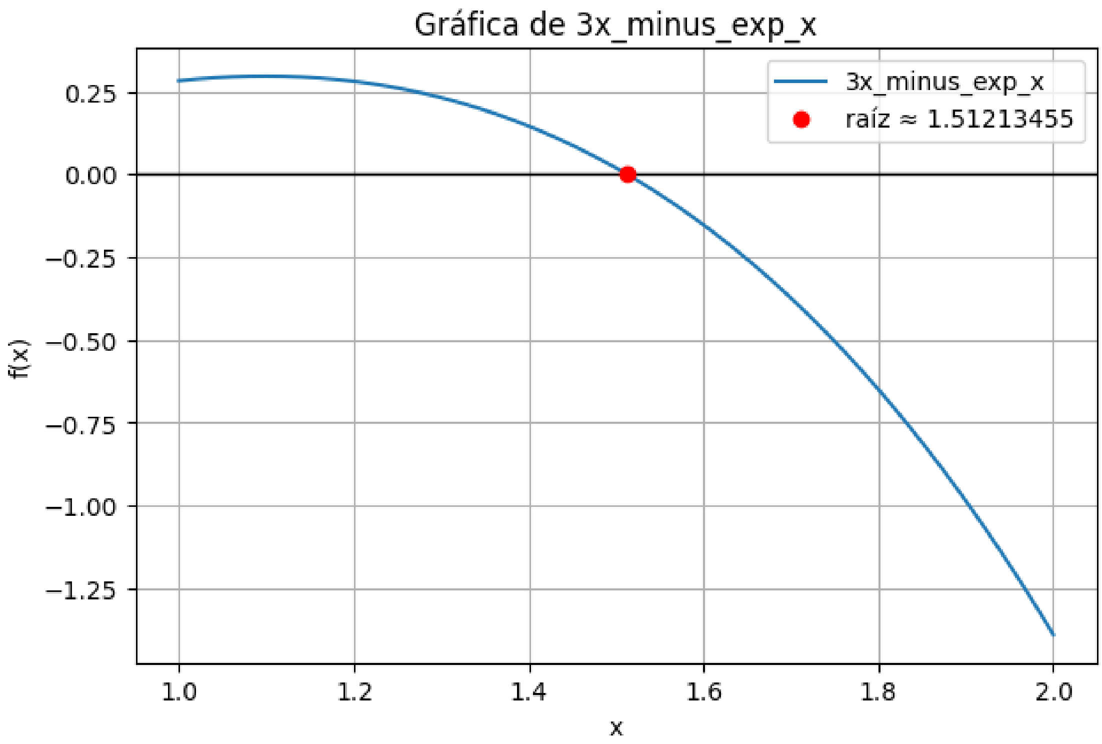
a.

$$3x - e^x = 0$$

para

$$1 \le x \le 2$$

[ ]:
```python
def fa(x): return 3*x - math.exp(x)
def fa_deriv(x): return 3 - math.exp(x)

a, b = 1.0, 2.0
tol = 1e-5

p0_newton = (a + b)/2.0
try:
    raiz_newton_a, it_newton_a = newton(fa, fa_deriv, p0_newton, tol=tol)
    residuo_newton_a = abs(fa(raiz_newton_a))
except Exception as e:
    raiz_newton_a, it_newton_a, residuo_newton_a = None, None, None
    print("Newton (a) error:", e)

try:
    raiz_secante_a, it_secante_a = secante(fa, a, b, tol=tol)
    residuo_secante_a = abs(fa(raiz_secante_a))
except Exception as e:
    raiz_secante_a, it_secante_a, residuo_secante_a = None, None, None
    print("Secante (a) error:", e)

raiz_para_graf = raiz_newton_a if raiz_newton_a is not None else raiz_secante_a
ruta_a = None
if raiz_para_graf is not None:
    ruta_a = graficar_y_guardar(fa, a, b, raiz_para_graf, "3x_minus_exp_x")

print("Resultado literal (a) con tol =", tol)
if raiz_newton_a is not None:
    print(f"  Newton:  raiz  {raiz_newton_a:.8f}, iter = {it_newton_a},␣
 ↪|f(raiz)| = {residuo_newton_a:.2e}")
else:
    print("  Newton:  no convergió")

if raiz_secante_a is not None:
    print(f"  Secante: raiz  {raiz_secante_a:.8f}, iter = {it_secante_a},␣
 ↪|f(raiz)| = {residuo_secante_a:.2e}")
else:
    print("  Secante: no convergió")
```




```
Resultado literal (a) con tol = 1e-05
  Newton:  raiz  1.51213455, iter = 3, |f(raiz)| = 1.24e-14
  Secante: raiz  1.51213455, iter = 9, |f(raiz)| = 1.60e-10
```

b.

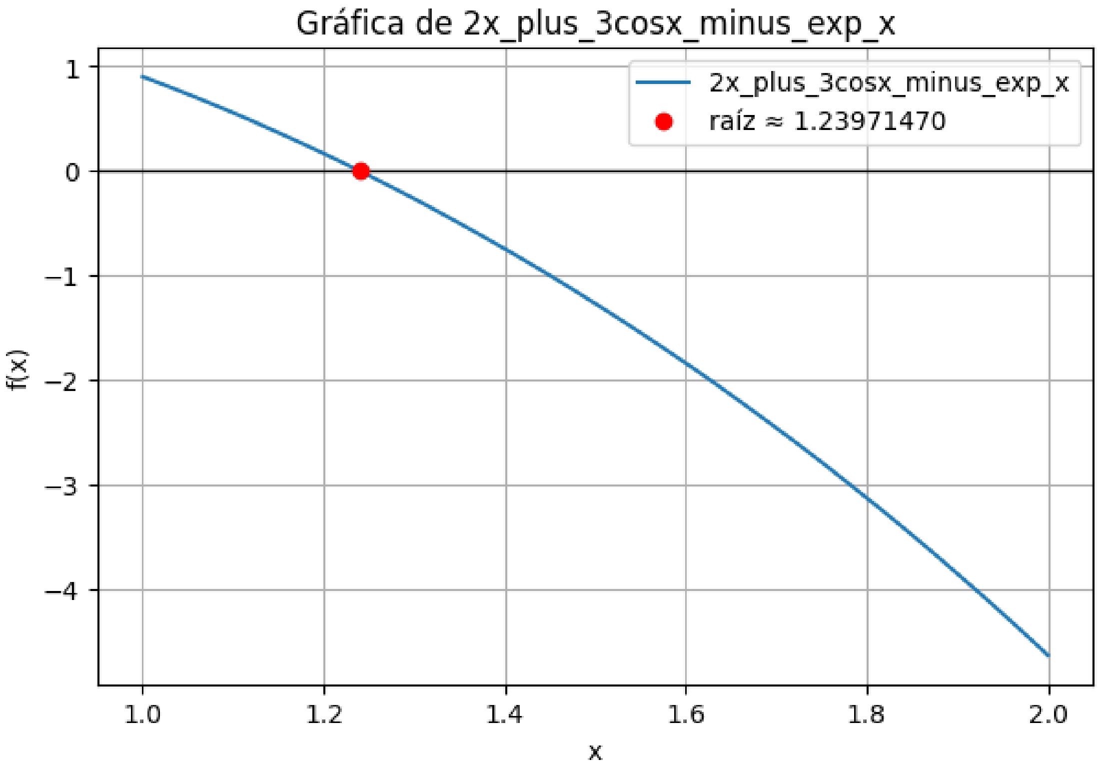
$$2x + 3\cos x - e^x = 0$$

para

$$1 \leq x \leq 2$$

[ ]:
```
def fb(x): return 2*x + 3*math.cos(x) - math.exp(x)
def fb_deriv(x): return 2 - 3*math.sin(x) - math.exp(x)

a, b = 1.0, 2.0
tol = 1e-5

p0_newton = (a + b)/2.0
try:
    raiz_newton_b, it_newton_b = newton(fb, fb_deriv, p0_newton, tol=tol)
    residuo_newton_b = abs(fb(raiz_newton_b))
except Exception as e:
    raiz_newton_b, it_newton_b, residuo_newton_b = None, None, None
    print("Newton (b) error:", e)
```

```python
try:
    raiz_secante_b, it_secante_b = secante(fb, a, b, tol=tol)
    residuo_secante_b = abs(fb(raiz_secante_b))
except Exception as e:
    raiz_secante_b, it_secante_b, residuo_secante_b = None, None, None
    print("Secante (b) error:", e)


raiz_para_graf = raiz_newton_b if raiz_newton_b is not None else raiz_secante_b
ruta_b = None
if raiz_para_graf is not None:
    ruta_b = graficar_y_guardar(fb, a, b, raiz_para_graf,␣
 ↪"2x_plus_3cosx_minus_exp_x")


print("Resultado literal (b) con tol =", tol)
if raiz_newton_b is not None:
    print(f"  Newton:  raiz  {raiz_newton_b:.8f}, iter = {it_newton_b},␣
 ↪|f(raiz)| = {residuo_newton_b:.2e}")
else:
    print("  Newton:  no convergió")

if raiz_secante_b is not None:
    print(f"  Secante: raiz  {raiz_secante_b:.8f}, iter = {it_secante_b},␣
 ↪|f(raiz)| = {residuo_secante_b:.2e}")
else:
    print("  Secante: no convergió")
```




```
Resultado literal (b) con tol = 1e-05
  Newton:  raiz   1.23971470, iter = 4, |f(raiz)| = 1.60e-14
  Secante: raiz   1.23971470, iter = 6, |f(raiz)| = 1.53e-13
```

0.4 Pregunta N4

El polinomio de cuarto grado

$$f(x) = 230x^4 + 18x^3 + 9x^2 - 221x - 9$$

Ceros reales en:

$$[-1, 0] \text{ y } [0, 1]$$

Aproximar con precisión:

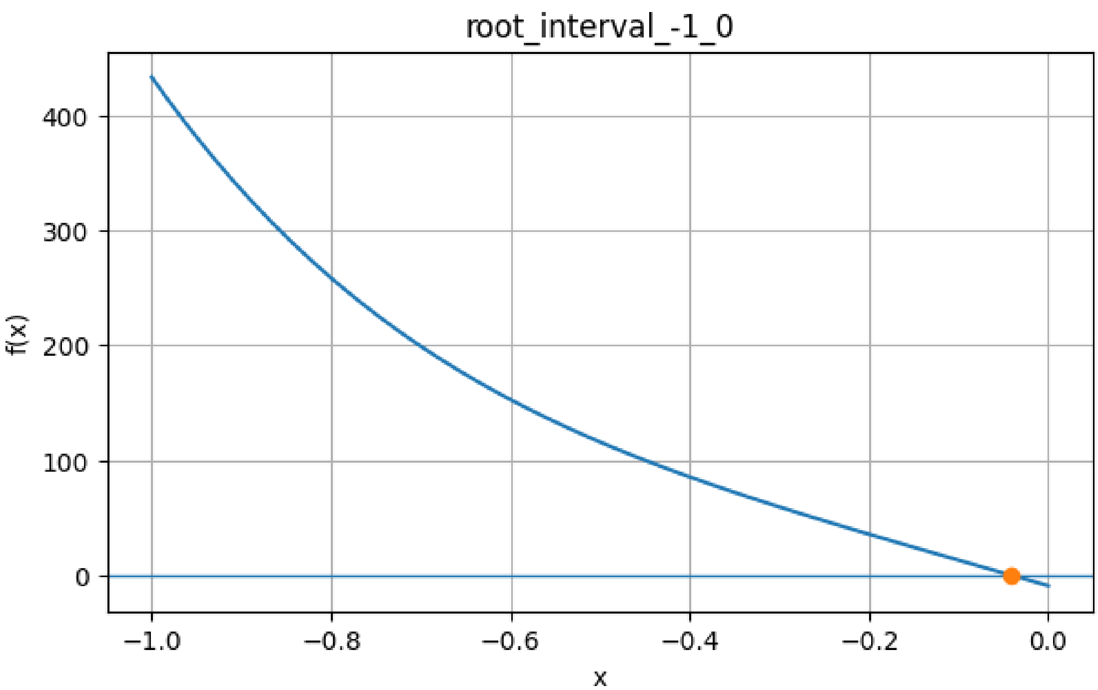
$$10^{-6}$$

[36]:
```
import math, os
import matplotlib.pyplot as plt
from IPython.display import Image, display

RUTA_BASE = r"C:
↪\Workspace-Metodos-Numericos-2k25A-\Tareas\Tarea5\ImagenesTarea5"
os.makedirs(RUTA_BASE, exist_ok=True)
```

```python
def f(x):
    return 230*x**4 + 18*x**3 + 9*x**2 - 221*x - 9

def df(x):
    return 920*x**3 + 54*x**2 + 18*x - 221

def newton(f, f_deriv, p0, tol=1e-6, max_iter=1000):
    p = p0
    for i in range(1, max_iter+1):
        fp = f(p); fdp = f_deriv(p)
        if fdp == 0:
            raise ZeroDivisionError("Derivada cero.")
        p_new = p - fp/fdp
        if abs(p_new - p) < tol:
            return p_new, i, abs(f(p_new))
        p = p_new
    raise ValueError("Newton: no convergió")

def secante(f, p0, p1, tol=1e-6, max_iter=1000):
    q0 = f(p0); q1 = f(p1)
    for i in range(1, max_iter+1):
        denom = q1 - q0
        if denom == 0:
            raise ZeroDivisionError("Secante: división por cero.")
        p = p1 - q1*(p1 - p0)/denom
        if abs(p - p1) < tol:
            return p, i, abs(f(p))
        p0, p1 = p1, p
        q0, q1 = q1, f(p)
    raise ValueError("Secante: no convergió")

def graficar_guardar(f, a, b, raiz, nombre):
    xs = [a + (b-a)*i/400.0 for i in range(401)]
    ys = [f(x) for x in xs]
    plt.figure(figsize=(7,4))
    plt.axhline(0, linewidth=1)
    plt.plot(xs, ys)
    plt.plot(raiz, f(raiz), 'o')
    plt.title(nombre)
    plt.xlabel("x"); plt.ylabel("f(x)")
    plt.grid(True)
    ruta = os.path.join(RUTA_BASE, f"{nombre.replace(' ','_')}.png")
    plt.savefig(ruta); plt.show(); plt.close()
    return ruta
```

a) Método de la secante (extremos como estimaciones iniciales)

[38]:
```python
a, b = -1.0, 0.0
raiz_s, it_s, res_s = secante(f, a, b, tol=1e-6)
p0 = (a+b)/2.0
raiz_n, it_n, res_n = newton(f, df, p0, tol=1e-6)

ruta = graficar_guardar(f, a, b, raiz_n, "root_interval_-1_0")

print("Intervalo [-1,0]")
print(f" Secante: raíz = {raiz_s:.12f}, iter = {it_s}, |f(raíz)| = {res_s:.2e}")
print(f" Newton:  raíz = {raiz_n:.12f}, iter = {it_n}, |f(raíz)| = {res_n:.2e}")
```




```
Intervalo [-1,0]
 Secante: raíz = -0.040659288316, iter = 4, |f(raíz)| = 7.48e-12
 Newton:  raíz = -0.040659288316, iter = 4, |f(raíz)| = 2.84e-14
```

b) Método de Newton (punto medio como estimación inicial)

[40]:
```python
a, b = 0.0, 1.0

raiz_s_01, it_s_01, res_s_01 = secante(f, a, b, tol=1e-6)
raiz_n_01, it_n_01, res_n_01 = newton(f, df, (a+b)/2.0, tol=1e-6)

print("Usando p0=0.5 (Newton) y extremos (0,1) (Secante):")
print(f" Secante(0,1) -> raíz = {raiz_s_01:.12f}, iter = {it_s_01}, |f| =␣
 ↪{res_s_01:.2e}")
```

```
print(f" Newton(0.5)  -> raíz = {raiz_n_01:.12f}, iter = {it_n_01}, |f| =␣
↪{res_n_01:.2e}")
```

```
Usando p0=0.5 (Newton) y extremos (0,1) (Secante):
 Secante(0,1) -> raíz = -0.040659288316, iter = 11, |f| = 4.15e-11
 Newton(0.5)  -> raíz = -0.040659288316, iter = 6, |f| = 1.78e-15
```

0.5 Pregunta N5

La función

$$f(x) = \tan(\pi x) - 6, \text{ cero en } \frac{1}{\pi}\arctan(6) \approx 0.447431543$$

Sea:

$$x_0 = 0, \quad x_1 = 0.48$$

¿Cuál método es más eficaz y por qué?

[64]:
```
import math

def f(x):
    return math.tan(math.pi * x) - 6

def df(x):
    return math.pi / (math.cos(math.pi * x) ** 2)

x_exacta = 0.447431543

a_bis = 0
b_bis = 0.48
x0_newton = 0.0
x0_secante = 0.0
x1_secante = 0.48
```

- Método de bisección

[65]:
```
def biseccion(f, a, b, iteraciones=10):
    for _ in range(iteraciones):
        c = (a + b) / 2
        if f(a) * f(c) < 0:
            b = c
        else:
            a = c
    error_rel = abs((c - x_exacta)/x_exacta) * 100
    return c, error_rel

res_bis, err_bis = biseccion(f, a_bis, b_bis)
print(f"Bisección: x = {res_bis:.10f}")
```

```
Bisección: x = 0.4476562500
```

- Método de Newton

[68]:
```python
import math

def f(x):
    return math.tan(math.pi * x) - 6

def df(x):
    return math.pi / (math.cos(math.pi * x) ** 2)

x_exacta = 0.447431543

a_bis = 0
b_bis = 0.48

def biseccion(f, a, b, iteraciones=10):
    for _ in range(iteraciones):
        c = (a + b) / 2
        if f(a) * f(c) < 0:
            b = c
        else:
            a = c
    return c

x0_newton = biseccion(f, a_bis, b_bis)

def newton(f, df, x0, iteraciones=10):
    x = x0
    for _ in range(iteraciones):
        x = x - f(x)/df(x)
    error_rel = abs((x - x_exacta)/x_exacta) * 100
    return x, error_rel

res_newton, err_newton = newton(f, df, x0_newton)
print(f"Newton: x = {res_newton:.10f}")
```

```
Newton: x = 0.4474315433
```

- Método de la secante

[ ]:
```python
def secante(f, x0, x1, iteraciones=10):
    for _ in range(iteraciones):
        x2 = x1 - f(x1)*(x1 - x0)/(f(x1) - f(x0))
        x0, x1 = x1, x2
    error_rel = abs((x2 - x_exacta)/x_exacta) * 100
    return x2, error_rel

res_secante, err_secante = secante(f, x0_secante, x1_secante)
```

```
print(f"Secante: x = {res_secante:.10f}")
```

```
Secante: x = -2989.9400375314
```

¿Cuál método es más eficaz y por qué?

El método más efectivo es el de Newton, porque converge mucho más rápido que los otros métodos cuando se inicia cerca de la raíz. Mientras que la bisección siempre converge pero de forma lenta y la secante también es rápida pero depende de buenos puntos iniciales, Newton logra alcanzar la raíz con muy pocas iteraciones y un error prácticamente nulo, siempre que el punto inicial esté dentro de un intervalo seguro que contenga la raíz.

0.6 Pregunta 6

$$f(x) = \ln(x^2 + 1) - e^{0.4x}\cos(\pi x)$$

[78]:

```
import math
def f(x):
    return math.log(x**2 + 1) - math.exp(0.4*x)*math.cos(math.pi*x)

tol = 1e-6
```

a) Determine el único cero negativo con precisión:

$$10^{-6}$$

[79]:

```
a, b = -1, 0

while (b - a)/2 > tol:
    c = (a + b)/2
    if f(a)*f(c) < 0:
        b = c
    else:
        a = c

cero_neg = (a + b)/2
print(f"Cero negativo: x   {cero_neg:.6f}")
```

```
Cero negativo: x   -0.434142
```

b) Determine los cuatro ceros positivos más pequeños con precisión:

$$10^{-6}$$

[80]:

```
ceros_positivos = []
n = 0
while len(ceros_positivos) < 4:
    a = n
    b = n + 1
    if f(a)*f(b) < 0:
        while (b - a)/2 > tol:
```

```python
            c = (a + b)/2
            if f(a)*f(c) < 0:
                b = c
            else:
                a = c
        ceros_positivos.append((a + b)/2)
    n += 1

for i, x in enumerate(ceros_positivos, 1):
    print(f"Cero positivo {i}: x   {x:.6f}")
```

```
Cero positivo 1: x   0.450656
Cero positivo 2: x   1.744739
Cero positivo 3: x   2.238320
Cero positivo 4: x   3.709041
```

c) Encuentre una aproximación inicial para el enésimo cero positivo más pequeño.

[81]:
```python
def aproximacion_enesimo_cero(n):
    return n - 0.5

n = 25
x_aprox_25 = aproximacion_enesimo_cero(n)
print(f"Aproximación inicial para el {n}º cero positivo: x   {x_aprox_25:.6f}")
```

```
Aproximación inicial para el 25º cero positivo: x   24.500000
```

d) Determine el vigesimoquinto cero positivo más pequeño con precisión:

$$10^{-6}$$

[82]:
```python
a = x_aprox_25 - 0.1
b = x_aprox_25 + 0.1

while (b - a)/2 > tol:
    c = (a + b)/2
    if f(a)*f(c) < 0:
        b = c
    else:
        a = c

cero_25 = (a + b)/2
print(f"25º cero positivo: x   {cero_25:.6f}")
```

```
25º cero positivo: x   24.499886
```

0.7 Pregunta N7

$$f(x) = x^{1/3}$$

Raíz en:

$$x = 0$$

Usando:

$$\text{Inicio: } x = 1, \ x_0 = 5, \ x_1 = 0.5$$

Compare resultados de: - Método de Newton - Método de la secante

[98]:
```
import numpy as np
f7 = lambda x: np.sign(x)*abs(x)**(1/3)
df7 = lambda x: (1/3)*np.sign(x)*abs(x)**(-2/3) if x != 0 else float('inf')


tol = 1e-8
max_iter = 50
```

[99]:
```
def newton(f, df, x0, tol=1e-8, max_iter=50):
    x = x0
    for i in range(max_iter):
        deriv = df(x)
        if deriv == float('inf') or deriv == 0:
            break
        x = x - f(x)/deriv
    return x, i+1


x0_newton = 1.0
root_new7, it_new7 = newton(f7, df7, x0_newton, tol, max_iter)

root_new7
```

[99]: np.float64(-6.338253001140721e+29)

[100]:
```
def secante(f, x0, x1, tol=1e-8, max_iter=50):
    for i in range(max_iter):
        if f(x1) - f(x0) == 0:
            break
        x2 = x1 - f(x1)*(x1 - x0)/(f(x1)-f(x0))
        if abs(x2 - x1) < tol:
            return x2, i+1
        x0, x1 = x1, x2
    return x2, i+1


x0_sec, x1_sec = 5.0, 0.5
root_sec7, it_sec7 = secante(f7, x0_sec, x1_sec, tol, max_iter)
root_sec7
```

[100]: np.float64(-0.8203606203010692)

El método de la Secante es mejor que Newton para esta función, ya que Newton es inestable debido a la derivada infinita en la raíz y puede oscilar o divergir, mientras que la Secante converge de manera más estable, aunque lentamente.