Ecuaciones diferenciales ordinarias con una condición inicial

Tabla de contenidos

Problema

Considere una población de escarabajos, se quiere estudiar la evolución de cierta característica D de una generación a otra. Al inicio del estudio se encontró que la mitad de la población posee dicha característica y cuatro generaciones después se encontró que la posee el 80% de la población.

Sea y el porcentaje de la población de escarabajos que portan la característica $t$generaciones después de haber iniciado el estudio, así

$$8y' + \ln(8) \cdot y(y-1)(2-y) = 0$$

Analice el comportamiento de la característica en las siguientes 5, 10, 25 y 50 generaciones, después de haber iniciado el estudio.

Solución:

Considere las condiciones inciales $y(0) = 50\%$ y $y(4) = 80\%$. Dichas condiciones se obtienen de lo observado al inicio del estudio y 4 generaciones después de iniciado dicho estudio.

Se desea expresar la función en la forma $y' = f(x, y)$, así:

$$8y' + \ln(8) \cdot y(y-1)(2-y) = 0$$

$$\Rightarrow 8y' = -\ln(8) \cdot y(y-1)(2-y)$$

$$\Rightarrow y' = \frac{-\ln(8) \cdot y(y-1)(2-y)}{8}$$

Para dar solución a este problema se hará uso de **"Toolbox en Matlab para métodos numéricos"** creado en este proyecto.

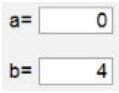
Como primer paso, se debe ingresar la función en el recuadro llamado "y'" como se muestra en la siguiente imagen:

NOTA: Tenga en cuenta que al ingresar la ecuación, debe estar escrita en la forma $y' = f(x, y)$ y lo que debe ingresar es únicamente $f(x, y)$. Además, se debe escribir en función de la variable independiente x y la variable

dependiente y. Como nota adicional, se recomienda escribir la expresión $@(x, y)$ antes de la función. En caso de ser una función en la que solamente aparece la variable dependiente y, debe escribir antes de la función la expresión $@(y, x)$.

Como segundo paso, se debe indicar la condición inicial $\mathrm{y0}$ la cual en este caso corresponde a 50, en la siguiente imagen si visualiza este proceso:

Así mismo, se debe definir el valor inicial y final. Como se mencionó anteriormente, se considerará $a = 0$ y $b = 4$. Estos valores se deben ingresar en los espacios llamados "a" y "b" como se muestra en la siguiente imagen:

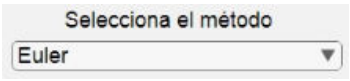


De la misma manera, se define el valor de n, para este caso se ha considerado $n = 100$ como se visualiza en la siguiente imagen:

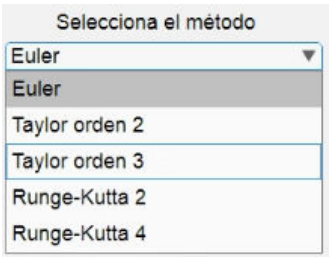
A partir de este momento, solo se debe seleccionar el método con el cuál se desea aproximar la solución del problema ingresado. Puede aproximar dicha solución por medio de los siguientes métodos:

- Euler.
- Taylor de orden 2.
- Taylor de orden 3.
- Runge Kutta orden 2.
- Runge Kutta orden 4.

A continuación se muestra el cómo se visualiza la lista desplegable de estas opciones:



Por defecto aparece seleccionado el método de bisección, sin embargo al hacer clic sobre la pestaña, se despliegan las demás opciones:

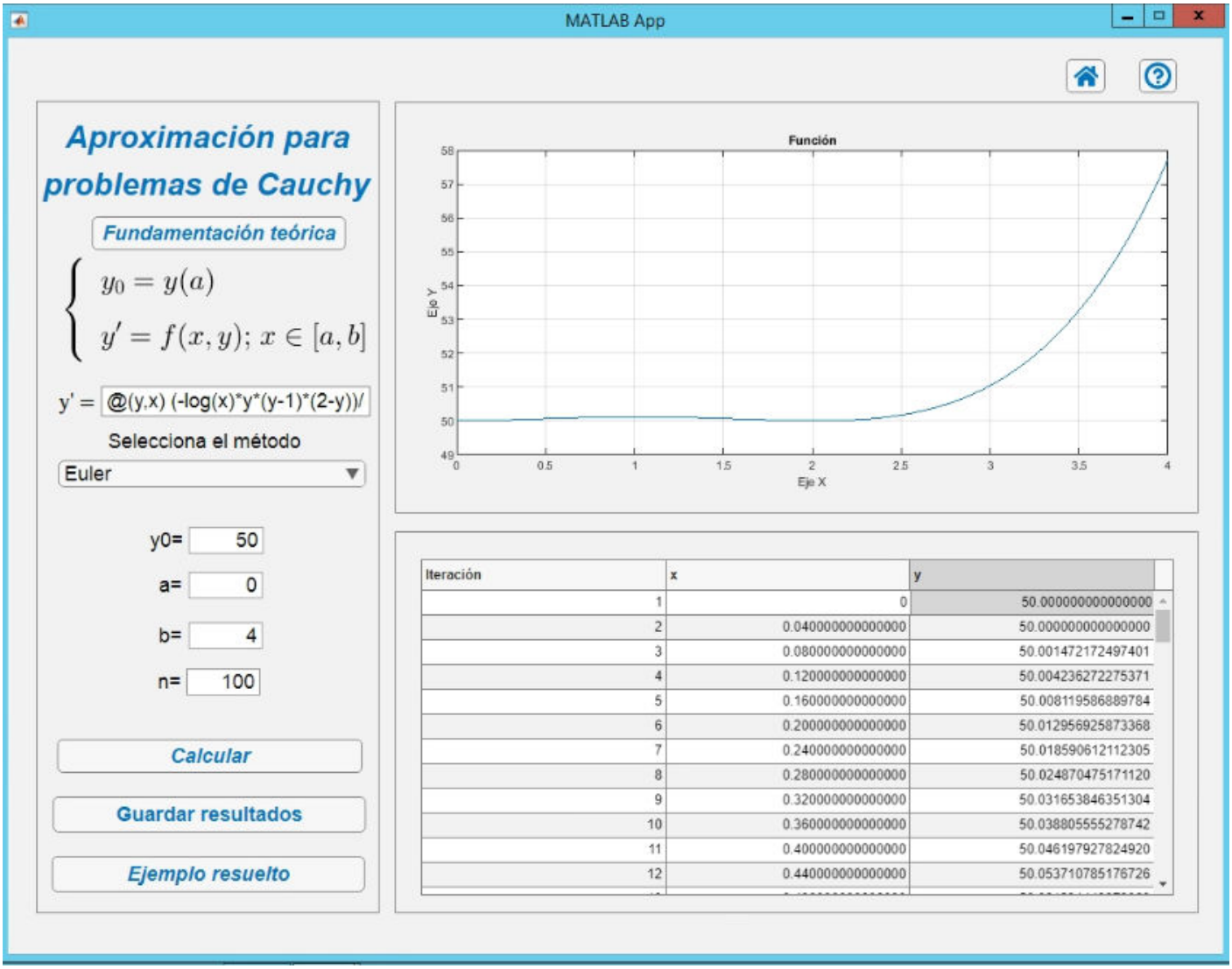


Para calcular dicho resultado, solo debe hacer clic sobre el botón llamado "Calcular":

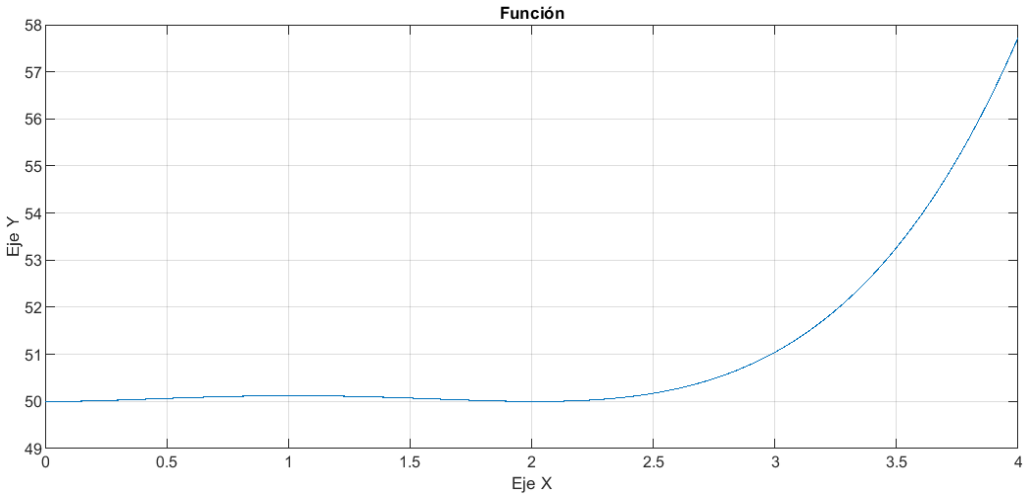
A continuación se muestran y analizan los resultados obtenidos con cada uno de los métodos:

Euler 2

- Al seleccionar el método de "**Euler**" y dar clic en el botón "Calcular" la pantalla se visualiza de la siguiente manera:



A continuación se muestra el gráfico que brinda la información:



A continuación se muestra la tabla de datos generada:

T1 = 101×3 table

	Iteracion	X	Y
1	1	0	50
2	2	0.04	50
3	3	0.08	50.00147217...
4	4	0.12	50.00423627...
5	5	0.16	50.00811958...
6	6	0.2	50.01295692...
7	7	0.24	50.01859061...
8	8	0.28	50.02487047...
9	9	0.32	50.03165384...
10	10	0.36	50.03880555...
11	11	0.4	50.04619792...
12	12	0.44	50.05371078...
13	13	0.48	50.06123144...
14	14	0.52	50.06865471...
15	15	0.56	50.07588291...
16	16	0.6	50.08282584...
17	17	0.64	50.08940082...
18	18	0.68	50.09553266...
19	19	0.72	50.10115370...
20	20	0.76	50.10620375...
21	21	0.8	50.11063018...
22	22	0.84	50.11438784...

	Iteracion	X	Y
23	23	0.88	50.11743913...
24	24	0.92	50.11975393...
25	25	0.96	50.12130967...
26	26	1	50.12209131...
27	27	1.04	50.12209131...
28	28	1.08	50.12130967...
29	29	1.12	50.11975391...
30	30	1.16	50.11743908...
31	31	1.2	50.11438775...
32	32	1.24	50.11063002...
33	33	1.28	50.10620349...
34	34	1.32	50.10115330...
35	35	1.36	50.09553211...
36	36	1.4	50.08940008...
37	37	1.44	50.08282488...
38	38	1.48	50.07588170...
39	39	1.52	50.06865323...
40	40	1.56	50.06122968...
41	41	1.6	50.05370873...
42	42	1.64	50.04619559...
43	43	1.68	50.03880294...
44	44	1.72	50.03165097...
45	45	1.76	50.02486736...
46	46	1.8	50.01858729...
47	47	1.84	50.01295345...
48	48	1.88	50.00811599...
49	49	1.92	50.00423260...
50	50	1.96	50.00146846...
51	51	2	49.99999627...
52	52	2.04	49.99999627...
53	53	2.08	50.00165622...
54	54	2.12	50.00517144...
55	55	2.16	50.01074481...

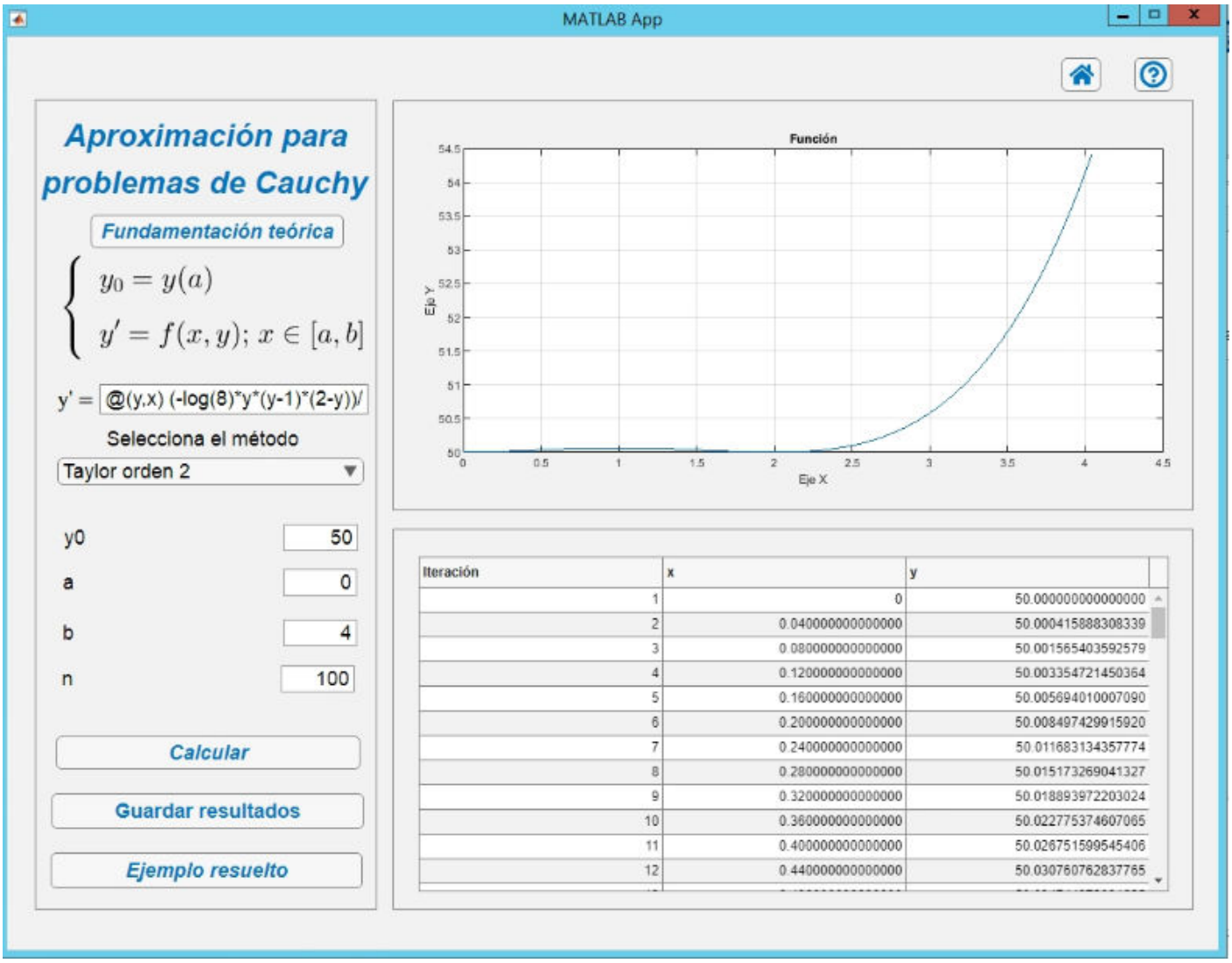
	Iteracion	X	Y
56	56	2.2	50.01858681...
57	57	2.24	50.02891554...
58	58	2.28	50.04195671...
59	59	2.32	50.05794372...
60	60	2.36	50.07711768...
61	61	2.4	50.09972744...
62	62	2.44	50.12602962...
63	63	2.48	50.15628871...
64	64	2.52	50.19077705...
65	65	2.56	50.22977497...
66	66	2.6	50.27357080...
67	67	2.64	50.32246094...
68	68	2.68	50.37674999...
69	69	2.72	50.43675078...
70	70	2.76	50.50278449...
71	71	2.8	50.57518074...
72	72	2.84	50.65427771...
73	73	2.88	50.74042225...
74	74	2.92	50.83396998...
75	75	2.96	50.93528547...
76	76	3	51.04474233...
77	77	3.04	51.16272341...
78	78	3.08	51.28962091...
79	79	3.12	51.42583659...
80	80	3.16	51.57178192...
81	81	3.2	51.72787830...
82	82	3.24	51.89455720...
83	83	3.28	52.07226046...
84	84	3.32	52.26144040...
85	85	3.36	52.46256014...
86	86	3.4	52.67609379...
87	87	3.44	52.90252670...
88	88	3.48	53.14235576...

	Iteracion	X	Y
89	89	3.52	53.39608960...
90	90	3.56	53.66424894...
91	91	3.6	53.94736681...
92	92	3.64	54.24598892...
93	93	3.68	54.56067389...
94	94	3.72	54.89199365...
95	95	3.76	55.24053368...
96	96	3.8	55.60689340...
97	97	3.84	55.99168650...
98	98	3.88	56.39554126...
99	99	3.92	56.81910093...
100	100	3.96	57.26302410...

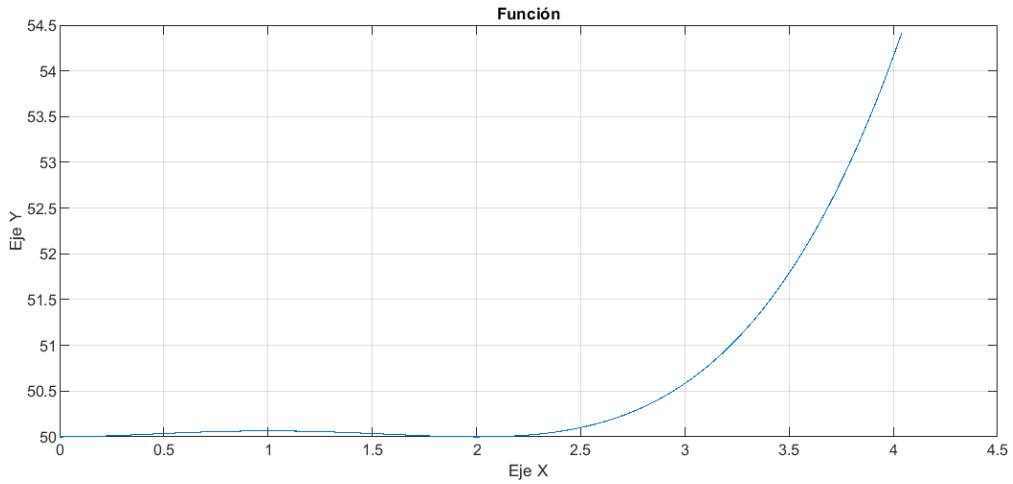
⋮

Taylor de orden 2

- Al seleccionar el método de "**Taylor orden 2**" y dar clic en el botón "Calcular" la pantalla se visualiza de la siguiente manera:



A continuación se muestra el gráfico que brinda la información:



A continuación se muestra la tabla de datos generada:

```
T2 = 102×3 table
```

	Iteracion	X	Y
1	1	0	50
2	2	0.04	50.00041588...
3	3	0.08	50.00156540...
4	4	0.12	50.00335472...
5	5	0.16	50.00569401...
6	6	0.2	50.00849742...
7	7	0.24	50.01168313...
8	8	0.28	50.01517326...
9	9	0.32	50.01889397...
10	10	0.36	50.02277537...
11	11	0.4	50.02675159...
12	12	0.44	50.03076076...
13	13	0.48	50.03474497...
14	14	0.52	50.03865033...
15	15	0.56	50.04242692...
16	16	0.6	50.04602885...
17	17	0.64	50.04941418...
18	18	0.68	50.05254499...
19	19	0.72	50.05538733...
20	20	0.76	50.05791128...
21	21	0.8	50.06009086...
22	22	0.84	50.06190414...
23	23	0.88	50.06333313...
24	24	0.92	50.06436387...
25	25	0.96	50.06498637...
26	26	1	50.06519465...
27	27	1.04	50.06498670...
28	28	1.08	50.06436453...
29	29	1.12	50.06333413...
30	30	1.16	50.06190547...
31	31	1.2	50.06009253...
32	32	1.24	50.05791327...
33	33	1.28	50.05538966...

	Iteracion	X	Y
34	34	1.32	50.05254765...
35	35	1.36	50.04941717...
36	36	1.4	50.04603218...
37	37	1.44	50.04243058...
38	38	1.48	50.03865432...
39	39	1.52	50.03474929...
40	40	1.56	50.03076542...
41	41	1.6	50.02675659...
42	42	1.64	50.02278069...
43	43	1.68	50.01889962...
44	44	1.72	50.01517925...
45	45	1.76	50.01168945...
46	46	1.8	50.00850408...
47	47	1.84	50.00570099...
48	48	1.88	50.00336204...
49	49	1.92	50.00157305...
50	50	1.96	50.00042387...
51	51	2	50.00000831...
52	52	2.04	50.00042420...
53	53	2.08	50.00177334...
54	54	2.12	50.00416154...
55	55	2.16	50.00769859...
56	56	2.2	50.01249827...
57	57	2.24	50.01867837...
58	58	2.28	50.02636066...
59	59	2.32	50.03567090...
60	60	2.36	50.04673885...
61	61	2.4	50.05969827...
62	62	2.44	50.07468688...
63	63	2.48	50.09184643...
64	64	2.52	50.11132265...
65	65	2.56	50.13326525...
66	66	2.6	50.15782794...

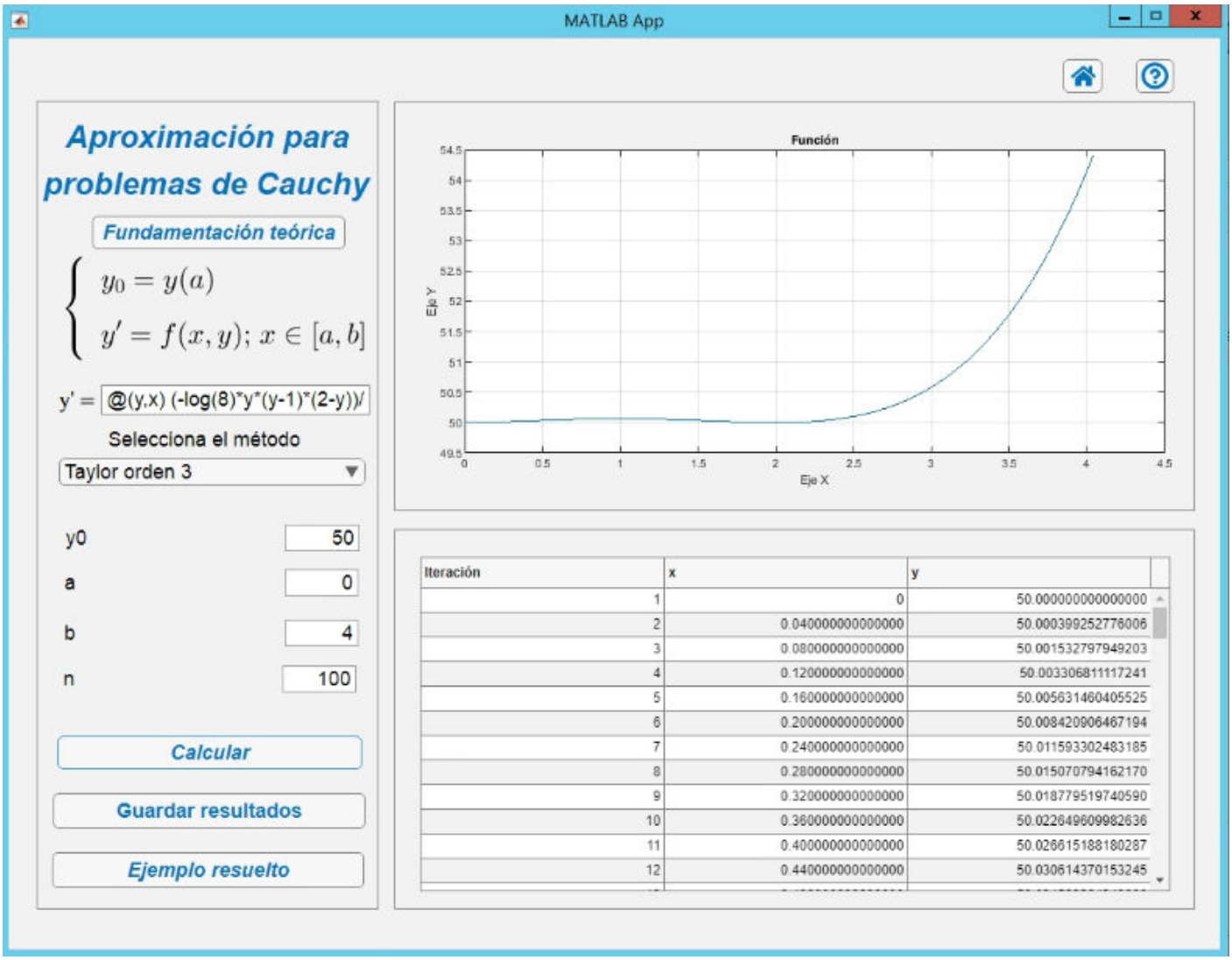
	Iteracion	X	Y
67	67	2.64	50.18516844...
68	68	2.68	50.21544844...
69	69	2.72	50.24883362...
70	70	2.76	50.28549368...
71	71	2.8	50.32560228...
72	72	2.84	50.36933709...
73	73	2.88	50.41687978...
74	74	2.92	50.46841599...
75	75	2.96	50.52413538...
76	76	3	50.58423157...
77	77	3.04	50.64890220...
78	78	3.08	50.71834890...
79	79	3.12	50.79277727...
80	80	3.16	50.87239692...
81	81	3.2	50.95742146...
82	82	3.24	51.04806848...
83	83	3.28	51.14455955...
84	84	3.32	51.24712027...
85	85	3.36	51.35598020...
86	86	3.4	51.47137290...
87	87	3.44	51.59353594...
88	88	3.48	51.72271084...
89	89	3.52	51.85914317...
90	90	3.56	52.00308245...
91	91	3.6	52.15478220...
92	92	3.64	52.31449994...
93	93	3.68	52.48249720...
94	94	3.72	52.65903945...
95	95	3.76	52.84439621...
96	96	3.8	53.03884097...
97	97	3.84	53.24265119...
98	98	3.88	53.45610836...
99	99	3.92	53.67949794...

	Iteracion	X	Y
100	100	3.96	53.91310939...

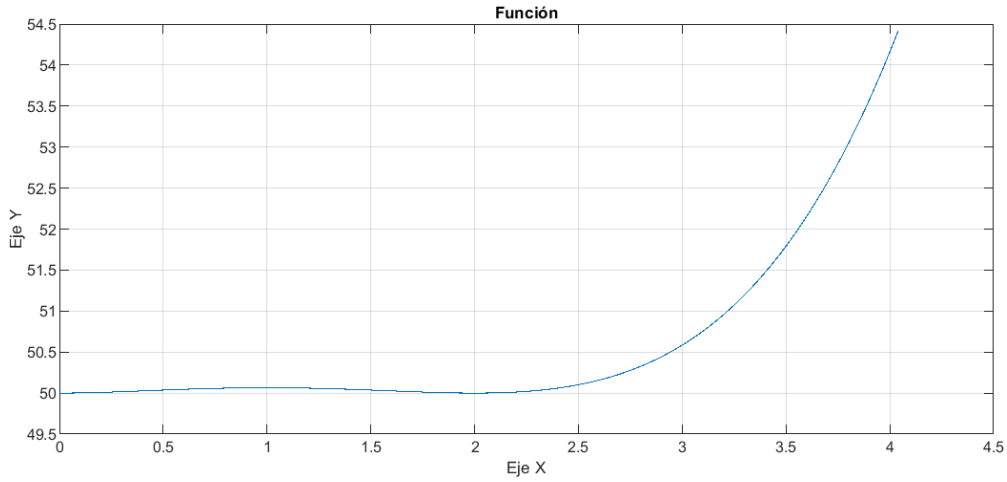
⋮

Taylor de orden 3

- Al seleccionar el método de "**Taylor orden 3**" y dar clic en el botón "Calcular" la pantalla se visualiza de la siguiente manera:



A continuación se muestra el gráfico que brinda la información:



A continuación se muestra la tabla de datos generada:

T3 = 102×3 table

	Iteracion	X	Y
1	1	0	50
2	2	0.04	50.00039925...
3	3	0.08	50.00153279...
4	4	0.12	50.00330681...
5	5	0.16	50.00563146...
6	6	0.2	50.00842090...
7	7	0.24	50.01159330...
8	8	0.28	50.01507079...
9	9	0.32	50.01877951...
10	10	0.36	50.02264960...
11	11	0.4	50.02661518...
12	12	0.44	50.03061437...
13	13	0.48	50.03458926...
14	14	0.52	50.03848597...
15	15	0.56	50.04225458...
16	16	0.6	50.04584919...
17	17	0.64	50.04922786...
18	18	0.68	50.05235268...
19	19	0.72	50.05518970...
20	20	0.76	50.05770899...
21	21	0.8	50.05988458...
22	22	0.84	50.06169453...

	Iteracion	X	Y
23	23	0.88	50.06312086...
24	24	0.92	50.06414960...
25	25	0.96	50.06477077...
26	26	1	50.06497838...
27	27	1.04	50.06477044...
28	28	1.08	50.06414894...
29	29	1.12	50.06311986...
30	30	1.16	50.06169320...
31	31	1.2	50.05988292...
32	32	1.24	50.05770699...
33	33	1.28	50.05518738...
34	34	1.32	50.05235002...
35	35	1.36	50.04922487...
36	36	1.4	50.04584586...
37	37	1.44	50.04225092...
38	38	1.48	50.03848197...
39	39	1.52	50.03458493...
40	40	1.56	50.03060971...
41	41	1.6	50.02661019...
42	42	1.64	50.02264428...
43	43	1.68	50.01877386...
44	44	1.72	50.01506480...
45	45	1.76	50.01158698...
46	46	1.8	50.00841425...
47	47	1.84	50.00562447...
48	48	1.88	50.00329949...
49	49	1.92	50.00152514...
50	50	1.96	50.00039126...
51	51	2	49.99999168...
52	52	2.04	50.00042420...
53	53	2.08	50.00179064...
54	54	2.12	50.00419681...
55	55	2.16	50.00775249...

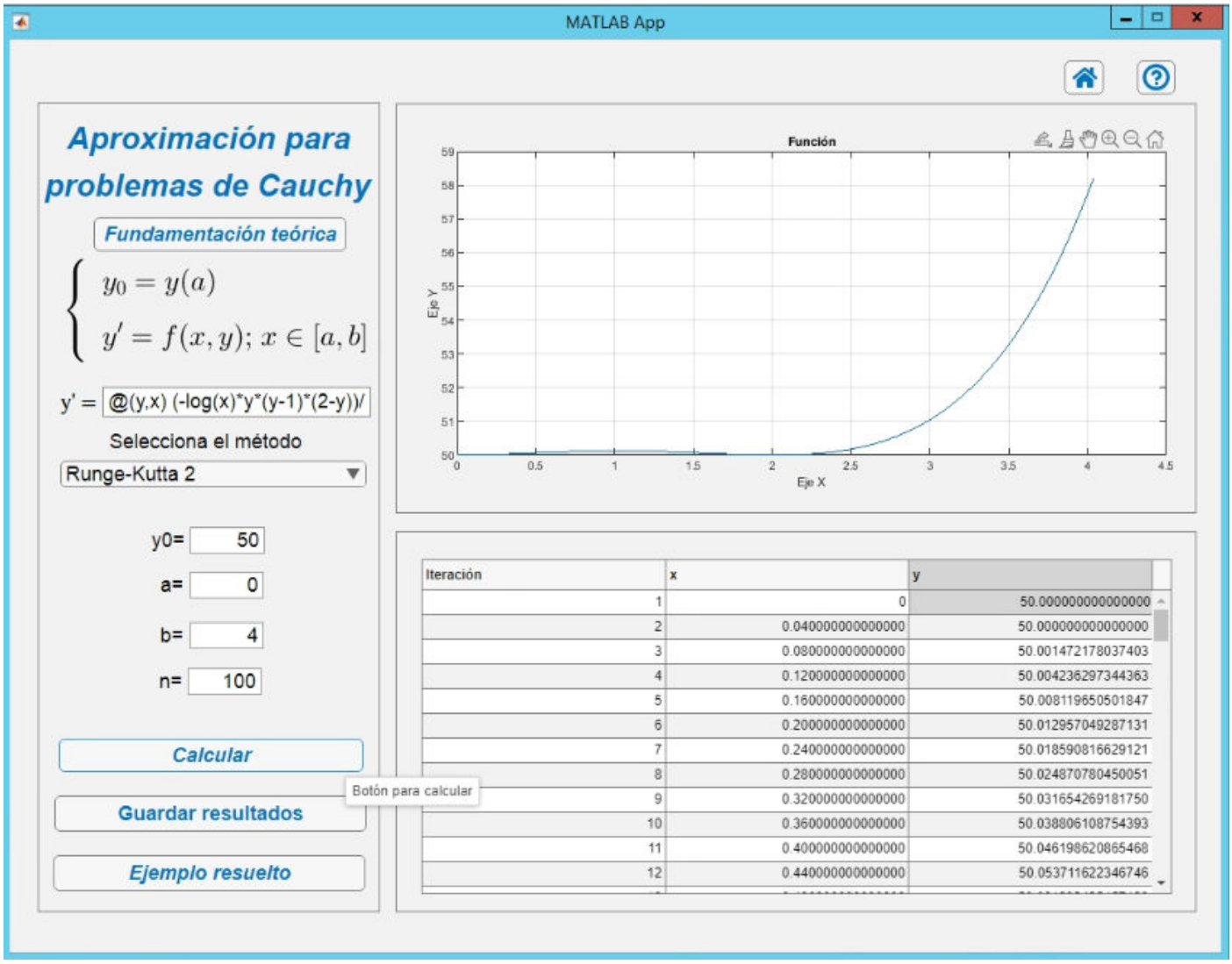
	Iteracion	X	Y
56	56	2.2	50.01257147...
57	57	2.24	50.01877153...
58	58	2.28	50.02647445...
59	59	2.32	50.03580598...
60	60	2.36	50.04689589...
61	61	2.4	50.05987793...
62	62	2.44	50.07488983...
63	63	2.48	50.09207334...
64	64	2.52	50.11157418...
65	65	2.56	50.13354206...
66	66	2.6	50.15813071...
67	67	2.64	50.18549783...
68	68	2.68	50.21580510...
69	69	2.72	50.24921824...
70	70	2.76	50.28590690...
71	71	2.8	50.32604478...
72	72	2.84	50.36980954...
73	73	2.88	50.41738284...
74	74	2.92	50.46895033...
75	75	2.96	50.52470165...
76	76	3	50.58483045...
77	77	3.04	50.64953435...
78	78	3.08	50.71901498...
79	79	3.12	50.79347796...
80	80	3.16	50.87313288...
81	81	3.2	50.95819335...
82	82	3.24	51.04887696...
83	83	3.28	51.14540530...
84	84	3.32	51.24800395...
85	85	3.36	51.35690248...
86	86	3.4	51.47233444...
87	87	3.44	51.59453740...
88	88	3.48	51.72375289...

	Iteracion	X	Y
89	89	3.52	51.86022648...
90	90	3.56	52.00420767...
91	91	3.6	52.15595001...
92	92	3.64	52.31571101...
93	93	3.68	52.48375218...
94	94	3.72	52.66033902...
95	95	3.76	52.84574103...
96	96	3.8	53.04023170...
97	97	3.84	53.24408850...
98	98	3.88	53.45759292...
99	99	3.92	53.68103041...
100	100	3.96	53.91469043...

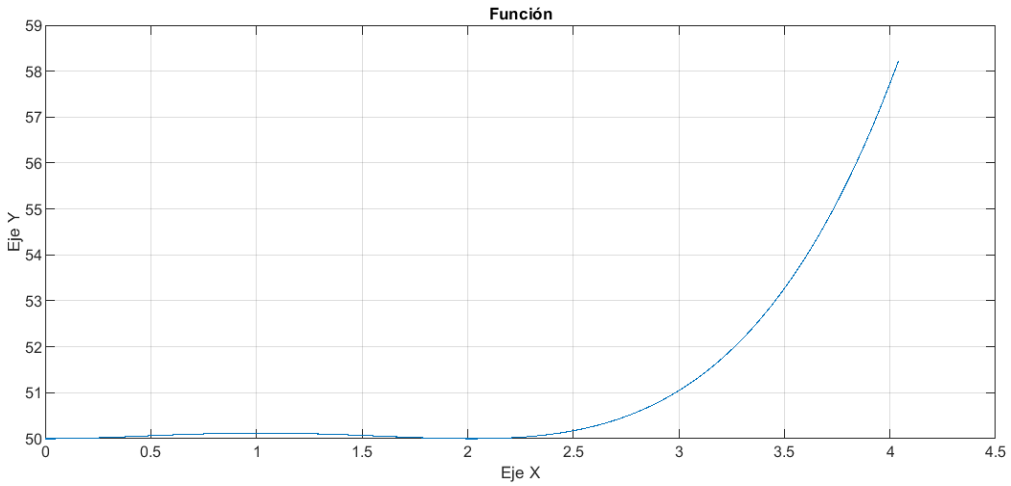
⋮

Runge Kutta de orden 2

- Al seleccionar el método de "**Runge-Kutta 2**" y dar clic en el botón "Calcular" la pantalla se visualiza de la siguiente manera:



A continuación se muestra el gráfico que brinda la información:



A continuación se muestra la tabla de datos generada:

```
T4 = 102×3 table
```

	Iteracion	X	Y
1	1	0	50
2	2	0.04	50
3	3	0.08	50.00147217...
4	4	0.12	50.00423629...
5	5	0.16	50.00811965...
6	6	0.2	50.01295704...
7	7	0.24	50.01859081...
8	8	0.28	50.02487078...
9	9	0.32	50.03165426...
10	10	0.36	50.03880610...
11	11	0.4	50.04619862...
12	12	0.44	50.05371162...
13	13	0.48	50.06123242...
14	14	0.52	50.06865583...
15	15	0.56	50.07588416...
16	16	0.6	50.08282722...
17	17	0.64	50.08940231...
18	18	0.68	50.09553425...
19	19	0.72	50.10115536...
20	20	0.76	50.10620548...
21	21	0.8	50.11063196...
22	22	0.84	50.11438966...
23	23	0.88	50.11744097...
24	24	0.92	50.11975578...
25	25	0.96	50.12131153...
26	26	1	50.12209317...
27	27	1.04	50.12209317...
28	28	1.08	50.12131153...
29	29	1.12	50.11975578...
30	30	1.16	50.11744097...
31	31	1.2	50.11438966...
32	32	1.24	50.11063196...
33	33	1.28	50.10620548...

	Iteracion	X	Y
34	34	1.32	50.10115536...
35	35	1.36	50.09553425...
36	36	1.4	50.08940231...
37	37	1.44	50.08282722...
38	38	1.48	50.07588416...
39	39	1.52	50.06865583...
40	40	1.56	50.06123242...
41	41	1.6	50.05371162...
42	42	1.64	50.04619862...
43	43	1.68	50.03880610...
44	44	1.72	50.03165426...
45	45	1.76	50.02487078...
46	46	1.8	50.01859081...
47	47	1.84	50.01295704...
48	48	1.88	50.00811965...
49	49	1.92	50.00423629...
50	50	1.96	50.00147217...
51	51	2	50
52	52	2.04	50
53	53	2.08	50.00165995...
54	54	2.12	50.00517520...
55	55	2.16	50.01074865...
56	56	2.2	50.01859081...
57	57	2.24	50.02891981...
58	58	2.28	50.04196141...
59	59	2.32	50.05794908...
60	60	2.36	50.07712398...
61	61	2.4	50.09973504...
62	62	2.44	50.12603899...
63	63	2.48	50.15630041...
64	64	2.52	50.19079178...
65	65	2.56	50.22979357...
66	66	2.6	50.27359427...

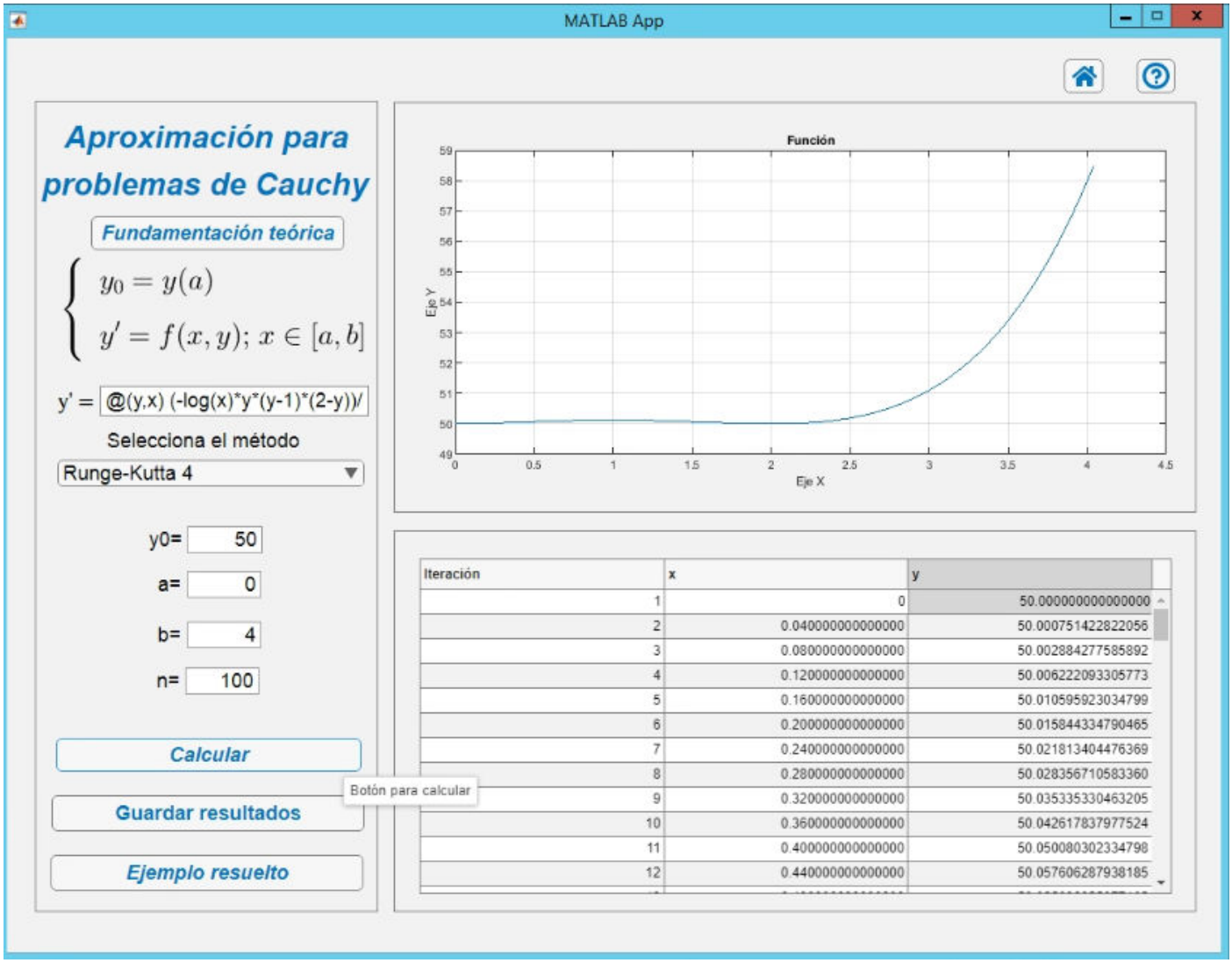
	Iteracion	X	Y
67	67	2.64	50.32249049...
68	68	2.68	50.37678701...
69	69	2.72	50.43679693...
70	70	2.76	50.50284167...
71	71	2.8	50.57525116...
72	72	2.84	50.65436392...
73	73	2.88	50.74052714...
74	74	2.92	50.83409686...
75	75	2.96	50.93543808...
76	76	3	51.04492492...
77	77	3.04	51.16294073...
78	78	3.08	51.28987831...
79	79	3.12	51.42614004...
80	80	3.16	51.57213808...
81	81	3.2	51.72829455...
82	82	3.24	51.89504174...
83	83	3.28	52.07282232...
84	84	3.32	52.26208957...
85	85	3.36	52.46330757...
86	86	3.4	52.67695149...
87	87	3.44	52.90350785...
88	88	3.48	53.14347470...
89	89	3.52	53.39736198...
90	90	3.56	53.66569178...
91	91	3.6	53.94899858...
92	92	3.64	54.24782962...
93	93	3.68	54.56274517...
94	94	3.72	54.89431884...
95	95	3.76	55.24313793...
96	96	3.8	55.60980378...
97	97	3.84	55.99493206...
98	98	3.88	56.39915315...
99	99	3.92	56.82311251...

	Iteracion	X	Y
100	100	3.96	57.26747102...

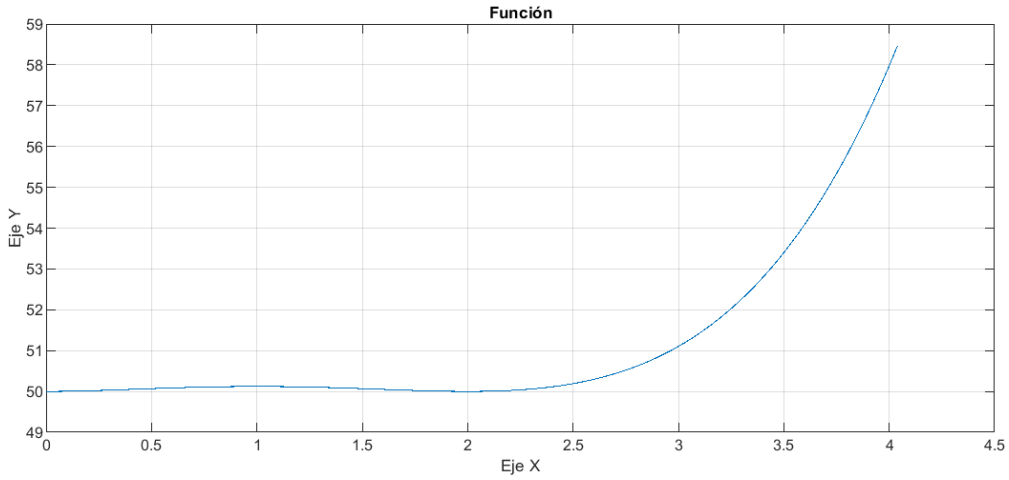
⋮

Runge Kutta de orden 4

- Al seleccionar el método de "**Runge-Kutta 4**" y dar clic en el botón "Calcular" la pantalla se visualiza de la siguiente manera:



A continuación se muestra el gráfico que brinda la información:



A continuación se muestra la tabla de datos generada:

T5 = 102×3 table

	Iteracion	X	Y
1	1	0	50
2	2	0.04	50.00075142...
3	3	0.08	50.00288427...
4	4	0.12	50.00622209...
5	5	0.16	50.01059592...
6	6	0.2	50.01584433...
7	7	0.24	50.02181340...
8	8	0.28	50.02835671...
9	9	0.32	50.03533533...
10	10	0.36	50.04261783...
11	11	0.4	50.05008030...
12	12	0.44	50.05760628...
13	13	0.48	50.06508685...
14	14	0.52	50.07242056...
15	15	0.56	50.07951346...
16	16	0.6	50.08627911...
17	17	0.64	50.09263859...
18	18	0.68	50.09852045...
19	19	0.72	50.10386077...
20	20	0.76	50.10860315...
21	21	0.8	50.11269869...
22	22	0.84	50.11610601...

	Iteracion	X	Y
23	23	0.88	50.11879127...
24	24	0.92	50.12072812...
25	25	0.96	50.12189776...
26	26	1	50.12228889...
27	27	1.04	50.12189776...
28	28	1.08	50.12072812...
29	29	1.12	50.11879127...
30	30	1.16	50.11610601...
31	31	1.2	50.11269869...
32	32	1.24	50.10860315...
33	33	1.28	50.10386077...
34	34	1.32	50.09852045...
35	35	1.36	50.09263859...
36	36	1.4	50.08627911...
37	37	1.44	50.07951346...
38	38	1.48	50.07242056...
39	39	1.52	50.06508685...
40	40	1.56	50.05760628...
41	41	1.6	50.05008030...
42	42	1.64	50.04261783...
43	43	1.68	50.03533533...
44	44	1.72	50.02835671...
45	45	1.76	50.02181340...
46	46	1.8	50.01584433...
47	47	1.84	50.01059592...
48	48	1.88	50.00622209...
49	49	1.92	50.00288427...
50	50	1.96	50.00075142...
51	51	2	49.99999999...
52	52	2.04	50.00081401...
53	53	2.08	50.00338502...
54	54	2.12	50.00791214...
55	55	2.16	50.01460209...

	Iteracion	X	Y
56	56	2.2	50.02366917...
57	57	2.24	50.03533533...
58	58	2.28	50.04983018...
59	59	2.32	50.06739103...
60	60	2.36	50.08826292...
61	61	2.4	50.11269869...
62	62	2.44	50.14095897...
63	63	2.48	50.17331229...
64	64	2.52	50.21003512...
65	65	2.56	50.25141193...
66	66	2.6	50.29773527...
67	67	2.64	50.34930581...
68	68	2.68	50.40643250...
69	69	2.72	50.46943257...
70	70	2.76	50.53863171...
71	71	2.8	50.61436411...
72	72	2.84	50.69697261...
73	73	2.88	50.78680884...
74	74	2.92	50.88423328...
75	75	2.96	50.98961549...
76	76	3	51.10333417...
77	77	3.04	51.22577740...
78	78	3.08	51.35734273...
79	79	3.12	51.49843743...
80	80	3.16	51.64947862...
81	81	3.2	51.81089347...
82	82	3.24	51.98311945...
83	83	3.28	52.16660451...
84	84	3.32	52.36180731...
85	85	3.36	52.56919745...
86	86	3.4	52.78925575...
87	87	3.44	53.02247446...
88	88	3.48	53.26935757...

	Iteracion	X	Y
89	89	3.52	53.53042106...
90	90	3.56	53.80619318...
91	91	3.6	54.09721476...
92	92	3.64	54.40403954...
93	93	3.68	54.72723443...
94	94	3.72	55.06737986...
95	95	3.76	55.42507011...
96	96	3.8	55.80091365...
97	97	3.84	56.19553350...
98	98	3.88	56.60956754...
99	99	3.92	57.04366890...
100	100	3.96	57.49850633...

⋮

Comparación de resultados

A continuación se brinda una tabla resumen de los datos obtenudos con cada uno de los métodos:

T6 = 5×4 table

	Metodo	Iteracion	X	Y
1	"Euler"	100	4	57.26302410...
2	"Taylor de orden 2"	100	4	53.91310939...
3	"Taylor de orden 3"	100	4	53.91469043...
4	"Runge-Kutta 2"	100	4	57.26747102...
5	"Runge-Kutta 4"	10	4	57.49850633...

Ejercicios propuestos

1. Considere $\frac{\mathrm{dy}}{x+1} = y\,\mathrm{dx}$ sujeta a la condición inicial $y(-1) = -1$. Si ϕ es la solución, aproxime el valor de $\phi(2)$. Use el método de Euler con un tamaño de paso 0.5.
2. Considere $\frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dx}} = x\,e^{3x} - 2y$ sujeta a la condicióninicial $y(0) = 1$. Si ϕ es la solución, aproxime el valor de $\phi(1)$. Use el método de Taylor de segundo y tercer orden con un tamaño de paso 0.5.

3. Considere el problema de valor inicial dado por $y^2\,\mathrm{dy} = x\,e^{\frac{x}{2}}\,\mathrm{dx}$ con $y(0) = 1$. Determine una aproximación de la solución ϕ del problema de solución inicial en el intervalo $[0, 2]$. Utilice Euler Taylor de orden 2 y 3. Use un tamaño e paso de 0.5.
4. Considere el problema de valor inicial $y' = y\cos(x)$ sujeto a la condición $y(0) = 2$. Use Runge Kutta para determinar una solución en el intervalo $[0, 8]$. Use como tamaño de paso 1.
5. Considere el problema de valor inicial $y' = x\,e^{2x}$ sujeto a la condición $y(1) = 1$. Use Runge Kutta para aproximar la solución en el intervalo $[0, 6]$. Use como tamaño de paso 1.

Referencias

- Burden, A., Burden, R. y Faires, J. (2017). *Análisis Numérico* (10a ed.). México. Grupo Editorial Iberoamérica.
- Chapra, S.C. y Canale, R. (2007). M*étodos numéricos para Ingenieros* (5a ed.). México. Editorial MacGraw-Hill.
- Chavarría, J. (2014). *Métodos numéricos*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.