UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA I
PRACTICA No. 6

MOVIMIENTO CON ACELERACIÓN CONSTANTE

Estudiante:
Caballero Burgoa, Carlos Eduardo.

Docente:
Msc. Guzmán Saavedra, Rocio.

Grupo: N5.
Fecha de realización: 30 de Diciembre del 2020.
Fecha de entrega: 31 de Diciembre del 2020.

1. Objetivo

Determinar para un movimiento rectilíneo uniforme acelerado (MURA) las relaciones funcionales:

(a) Posición en función del tiempo (X vs T).

(b) Velocidad en función del tiempo (V vs T).

(c) El valor de la aceleración.

2. Marco teórico

La relación entre la posición y el tiempo de un móvil que se mueve sobre una superficie horizontal, libre de rozamiento, con condición inicial $X_0 = 0$, $V_0 = 0$ para $t_0 = 0$ es:

$$a = constante$$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 \tag{1}$$

La velocidad del móvil es:

$$a = \frac{dx}{dt} = at$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$$

Para un $t_0 = 0$ obtenemos:

$$v = v_0 + at \tag{2}$$

3. Materiales

- Simulador «PHET cinemática».

4. Procedimiento

A continuación se describe el procedimiento experimental que se llevará a cabo.

1. Haciendo uso del simulador, tomar datos de posición y velocidad en función del tiempo, establecidos el origen de partida y la velocidad inicial en cero, y una aceleración arbitraria.

2. Graficar los datos tomados tal que pueda verse la relación funcional entre estas variables.
3. Linealizar la curva de posición por el método de logaritmos.
4. Hallar la ecuación de la recta por el método gráfico.
5. Aplicar el método de mínimos cuadrados, para hallar los coeficientes de la recta y sus errores.
6. Determinar la aceleración a partir de los datos de posición y de velocidad.

5. Tablas de datos y resultados

5.0.1. Datos obtenidos ($a = 3m/s^2$)

Tabla #1: Posición-Tiempo		
i	$t_i[s]$	$x_i[m]$
1	0.0	0.00
2	0.1	0.01
3	0.2	0.04
4	0.3	0.09
5	0.3	0.17
6	0.4	0.26
7	0.5	0.37
8	0.6	0.51
9	0.7	0.67
10	0.8	0.84
11	0.8	1.04
12	0.9	1.26
13	1.0	1.50
14	1.1	1.76
15	1.2	2.04
16	1.3	2.34
17	1.3	2.67
18	1.4	3.01
19	1.5	3.37
20	1.6	3.76
21	1.7	4.17
22	1.8	4.59
23	1.8	5.04
24	1.9	5.51
25	2.0	6.00
26	2.1	6.51
27	2.2	7.04
28	2.3	7.59
29	2.3	8.17
30	2.4	8.76
31	2.5	9.37
32	2.6	10.00

Tabla #2: Velocidad-Tiempo		
i	$t_i[s]$	$v_i[m]$
1	0.0	0.00
2	0.1	0.25
3	0.2	0.50
4	0.3	0.75
5	0.3	1.00
6	0.4	1.25
7	0.5	1.50
8	0.6	1.75
9	0.7	2.00
10	0.8	2.25
11	0.8	2.50
12	0.9	2.75
13	1.0	3.00
14	1.1	3.25
15	1.2	3.50
16	1.3	3.75
17	1.3	4.00
18	1.4	4.25
19	1.5	4.50
20	1.6	4.75
21	1.7	5.00
22	1.8	5.25
23	1.8	5.50
24	1.9	5.75
25	2.0	6.00
26	2.1	6.25
27	2.2	6.50
28	2.3	6.75
29	2.3	7.00
30	2.4	7.25
31	2.5	7.50
32	2.6	7.75

6. Gráficas

6.1. Análisis posición-tiempo

Para la tabla #1 se tiene:

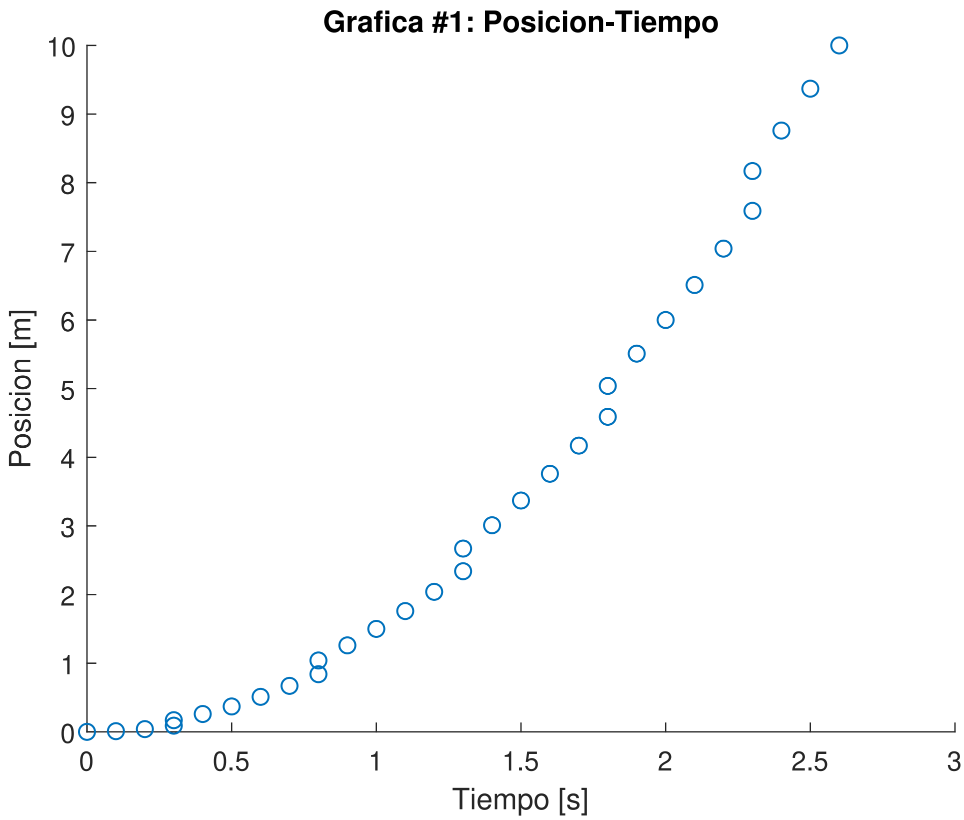

Figura 1: Gráfica de posición en función del tiempo

Por la forma de la figura 1 el modelo que se asume para la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$y = ax^b \tag{3}$$

6.1.1. Linealización por logaritmos

Aplicando logaritmos a ambos lados de la ecuación, obtenemos:

$$\log y = \log a + b \log x$$

Haciendo los siguientes cambios de variables:

$$Y' = \log y$$

$$A = \log a$$

$$B = b$$

$$X' = \log x$$

Se obtiene:

$$Y' = A + BX'$$

i	$\log(t_i)$	$\log(x_i)$
1	-	-
2	-1.0000	-2.0000
3	-0.6990	-1.3979
4	-0.5229	-1.0458
5	-0.5229	-0.7696
6	-0.3979	-0.5850
7	-0.3010	-0.4318
8	-0.2218	-0.2924
9	-0.1549	-0.1739
10	-0.0969	-0.0757
11	-0.0969	0.0170
12	-0.0458	0.1004
13	0	0.1761
14	0.0414	0.2455
15	0.0792	0.3096
16	0.1139	0.3692
17	0.1139	0.4265
18	0.1461	0.4786
19	0.1761	0.5276
20	0.2041	0.5752
21	0.2304	0.6201
22	0.2553	0.6618
23	0.2553	0.7024
24	0.2788	0.7412
25	0.3010	0.7782
26	0.3222	0.8136
27	0.3424	0.8476
28	0.3617	0.8802
29	0.3617	0.9122
30	0.3802	0.9425
31	0.3979	0.9717
32	0.4150	1.0000

La gráfica de los datos con el cambio de variable logarítmica pueden verse en la figura 2.

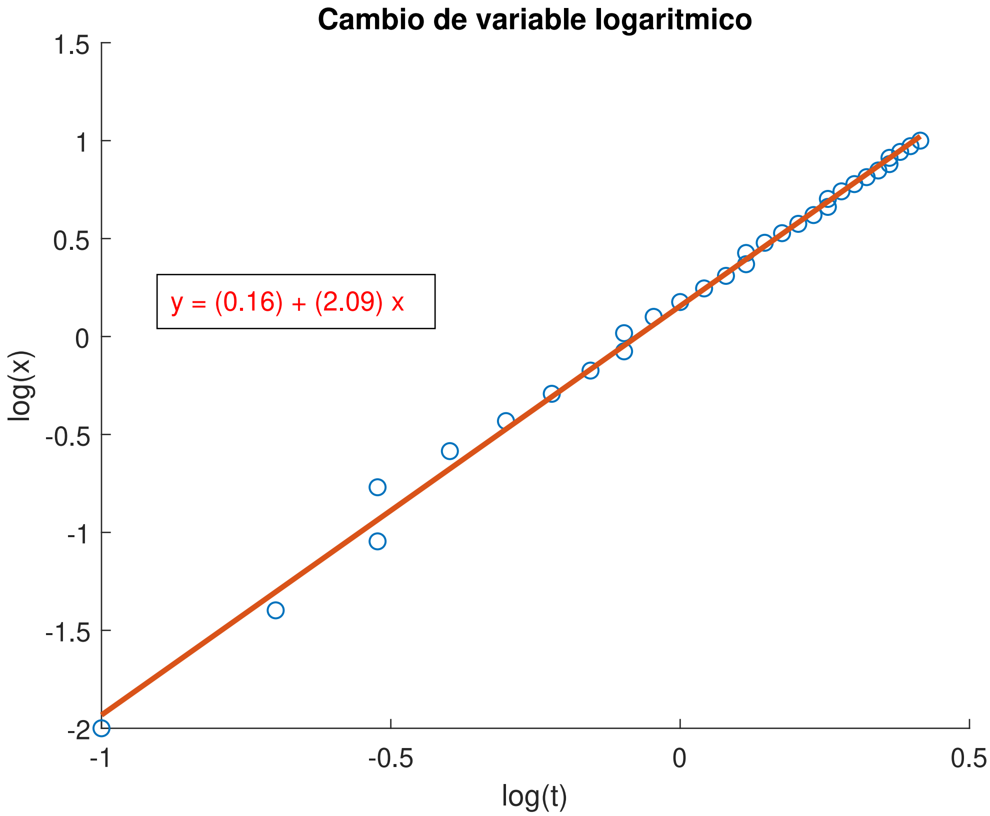

Figura 2: Gráfica linealizada por el método de logaritmos

6.1.2. Método gráfico

Calculando los parámetros A y B:

$$A = 0.18$$

$$B = \frac{1.0 + 2.0}{0.4150 + 1.0} = \frac{3.0}{1.4150} = 2.12$$

La ecuación de la recta es:

$$Y' = 0.18 + 2.21X'$$

A partir de los parámetros de recta A y B, calculamos los parámetros a y b, de la curva:

$$a = antilog(A) = antilog(0.18) = 1.51$$
$$b = B = 2.21 \approx 2$$

La ecuación de la curva resultante es:

$$y = 1.51x^2 \tag{4}$$

6.1.3. Memoria de calculo

Entrada del programa

```
0.0,0.00
0.1,0.01
0.2,0.04
0.3,0.09
0.3,0.17
0.4,0.26
0.5,0.37
0.6,0.51
0.7,0.67
0.8,0.84
0.8,1.04
0.9,1.26
1.0,1.50
1.1,1.76
1.2,2.04
1.3,2.34
1.3,2.67
1.4,3.01
1.5,3.37
1.6,3.76
1.7,4.17
1.8,4.59
1.8,5.04
1.9,5.51
2.0,6.00
2.1,6.51
2.2,7.04
2.3,7.59
2.3,8.17
2.4,8.76
2.5,9.37
2.6,10.00
```

Comandos del programa

```
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i6_1.csv')

% cambio de variable
X = log10(table.Var1(2:end))
Y = log10(table.Var2(2:end))

% calcular la ecuacion de la recta
p = polyfit(X, Y, 1)
v = polyval(p, X)

% personalizar grafica
title('Cambio de variable logaritmico')
xlabel('log(t)')
```

```
ylabel('log(x)')

% texto y grafica de ecuacion
caption = sprintf('y = (%.2f) + (%.2f) x', p(2), p(1))
dim = [.18 .35 0 .3]
a = annotation('textbox',dim,'String',caption,'FitBoxToText','on')
a.Color = 'red'
a.FontSize = 10

% graficar puntos y lineas
hold on
plot(X, Y, 'o')
plot(X, v, 'LineWidth', 2)
hold off
```

Salida del programa

```
» p6_1_2

table =
  32x2 table

    Var1    Var2
    ----    ----

      0       0
    0.1     0.01
    0.2     0.04
    0.3     0.09
    0.3     0.17
    0.4     0.26
    0.5     0.37
    0.6     0.51
    0.7     0.67
    0.8     0.84
    0.8     1.04
    0.9     1.26
      1      1.5
    1.1     1.76
    1.2     2.04
    1.3     2.34
    1.3     2.67
    1.4     3.01
    1.5     3.37
    1.6     3.76
    1.7     4.17
    1.8     4.59
    1.8     5.04
    1.9     5.51
      2        6
    2.1     6.51
    2.2     7.04
    2.3     7.59
    2.3     8.17
```

```
    2.4     8.76
    2.5     9.37
    2.6       10

X =
   -1.0000
   -0.6990
   -0.5229
   -0.5229
   -0.3979
   -0.3010
   -0.2218
   -0.1549
   -0.0969
   -0.0969
   -0.0458
         0
    0.0414
    0.0792
    0.1139
    0.1139
    0.1461
    0.1761
    0.2041
    0.2304
    0.2553
    0.2553
    0.2788
    0.3010
    0.3222
    0.3424
    0.3617
    0.3617
    0.3802
    0.3979
    0.4150

Y =
   -2.0000
   -1.3979
   -1.0458
   -0.7696
   -0.5850
   -0.4318
   -0.2924
   -0.1739
   -0.0757
    0.0170
    0.1004
    0.1761
    0.2455
    0.3096
    0.3692
    0.4265
    0.4786
    0.5276
    0.5752
```

```
    0.6201
    0.6618
    0.7024
    0.7412
    0.7782
    0.8136
    0.8476
    0.8802
    0.9122
    0.9425
    0.9717
    1.0000

p = 2.0882    0.1558
v =
   -1.9325
   -1.3038
   -0.9361
   -0.9361
   -0.6752
   -0.4729
   -0.3075
   -0.1677
   -0.0466
   -0.0466
    0.0602
    0.1558
    0.2422
    0.3211
    0.3937
    0.3937
    0.4609
    0.5235
    0.5820
    0.6370
    0.6888
    0.6888
    0.7379
    0.7844
    0.8286
    0.8708
    0.9111
    0.9111
    0.9497
    0.9867
    1.0223

caption = 'y = (0.16) + (2.09) x'
```

6.1.4. Método analítico

Calculando los valores de la recta por el método de los mínimos cuadrados, se obtiene:

$$A = (0.156 \pm 0.009)[u]; 2.12\,\%$$

$$B = (2.09 \pm 0.02)[u]; 1.26\,\%$$

La ecuación de la recta es:

$$Y' = 0.156 + 2.09X'$$

A partir de los parámetros de recta A y B, calculamos los parámetros a y b, de la curva original y sus errores por el método de propagación de errores:

$$a = antilog(A) = antilog(0.156) = 1.43$$

$$b = B = 2.09$$

$$e_a = 10^A ln(10) e_A = 10^{(2.12)} ln(10) 0.009 = 0.03$$

$$e_b = e_B = 0.02$$

Obteniendo finalmente los valores de la curva:

$$a = (1.43 \pm 0.03)[u]; 2.12\,\%$$

$$b = (2.09 \pm 0.02)[u]; 1.26\,\%$$

La ecuación de la curva resultante es:

$$y = 1.43x^2 \tag{5}$$

6.1.5. Memoria de calculo

Entrada del programa

```
0.0,0.00
0.1,0.01
0.2,0.04
0.3,0.09
0.3,0.17
0.4,0.26
0.5,0.37
0.6,0.51
0.7,0.67
0.8,0.84
0.8,1.04
0.9,1.26
1.0,1.50
1.1,1.76
1.2,2.04
1.3,2.34
1.3,2.67
1.4,3.01
1.5,3.37
1.6,3.76
1.7,4.17
1.8,4.59
```

```
1.8,5.04
1.9,5.51
2.0,6.00
2.1,6.51
2.2,7.04
2.3,7.59
2.3,8.17
2.4,8.76
2.5,9.37
2.6,10.00
```

Comandos del programa

```
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i6_1.csv')

% cambio de variable y remover el primer elemento
x = log10(table.Var1(2:end))
y = log10(table.Var2(2:end))

% tamano de la muestra
n = length(x)

% calculo de las sumatorias
sx = sum(x)
sy = sum(y)
sxx = sum(x.*x)
sxy = sum(x.*y)

% Calculo de los valores de la recta
D = (n * sxx) - (sx)^2
A = ( (sy * sxx) - (sxy * sx) ) / D
B = ( (n * sxy) - (sx * sy) ) / D

% Calculo del error
Y = A + (B * x)
d = y - Y

sdd = sum(d.*d)
s2 = sdd / ( n - 2)

sA = sqrt( (s2 * sxx) / D )
sB = sqrt( (s2 * n) / D )

%calculando el error porcentual
EA = (sA / A) * 100
EB = (sB / B) * 100

%calculando los valores originales
a = 10^A
b = B

sa = (10^A) * log(10) * sA
sb = sB
```

```
%calculando el error porcentual
Ea = (sa / a) * 100
Eb = (sb / b) * 100
```

Salida del programa

```
» p6_1_3

table =
  32x2 table

    Var1    Var2
    ----    ----

      0        0
    0.1     0.01
    0.2     0.04
    0.3     0.09
    0.3     0.17
    0.4     0.26
    0.5     0.37
    0.6     0.51
    0.7     0.67
    0.8     0.84
    0.8     1.04
    0.9     1.26
      1      1.5
    1.1     1.76
    1.2     2.04
    1.3     2.34
    1.3     2.67
    1.4     3.01
    1.5     3.37
    1.6     3.76
    1.7     4.17
    1.8     4.59
    1.8     5.04
    1.9     5.51
      2        6
    2.1     6.51
    2.2     7.04
    2.3     7.59
    2.3     8.17
    2.4     8.76
    2.5     9.37
    2.6       10

x =
   -1.0000
   -0.6990
   -0.5229
   -0.5229
   -0.3979
```

```
   -0.3010
   -0.2218
   -0.1549
   -0.0969
   -0.0969
   -0.0458
         0
    0.0414
    0.0792
    0.1139
    0.1139
    0.1461
    0.1761
    0.2041
    0.2304
    0.2553
    0.2553
    0.2788
    0.3010
    0.3222
    0.3424
    0.3617
    0.3617
    0.3802
    0.3979
    0.4150

y =
   -2.0000
   -1.3979
   -1.0458
   -0.7696
   -0.5850
   -0.4318
   -0.2924
   -0.1739
   -0.0757
    0.0170
    0.1004
    0.1761
    0.2455
    0.3096
    0.3692
    0.4265
    0.4786
    0.5276
    0.5752
    0.6201
    0.6618
    0.7024
    0.7412
    0.7782
    0.8136
    0.8476
    0.8802
    0.9122
    0.9425
```

```
    0.9717
    1.0000

n = 31
sx = 0.7168
sy = 6.3251
sxx = 3.8161
sxy = 8.0804
D = 117.7839
A = 0.1558
B = 2.0882

Y =
   -1.9325
   -1.3038
   -0.9361
   -0.9361
   -0.6752
   -0.4729
   -0.3075
   -0.1677
   -0.0466
   -0.0466
    0.0602
    0.1558
    0.2422
    0.3211
    0.3937
    0.3937
    0.4609
    0.5235
    0.5820
    0.6370
    0.6888
    0.6888
    0.7379
    0.7844
    0.8286
    0.8708
    0.9111
    0.9111
    0.9497
    0.9867
    1.0223

d =
   -0.0675
   -0.0941
   -0.1096
    0.1666
    0.0902
    0.0411
    0.0151
   -0.0062
   -0.0291
    0.0636
    0.0402
```

```
    0.0203
    0.0033
   -0.0115
   -0.0245
    0.0328
    0.0177
    0.0042
   -0.0068
   -0.0168
   -0.0270
    0.0136
    0.0033
   -0.0062
   -0.0150
   -0.0232
   -0.0309
    0.0011
   -0.0072
   -0.0150
   -0.0223

sdd = 0.0761
s2 = 0.0026
sA = 0.0092
sB = 0.0263
EA = 5.9213
EB = 1.2588
a = 1.4314
b = 2.0882
sa = 0.0304
sb = 0.0263
Ea = 2.1236
Eb = 1.2588
```

6.1.6. Comparación de resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Método gráfico	$y = 1.51x^2$
Método analítico	$y = 1.43x^2$

Siendo el método gráfico, el mas próximo al resultado ideal $y = 1.5x^2$.

6.1.7. Calculo de la aceleración

Para calcular la aceleración se necesitan reemplazar las variables siguientes:

$$A = \frac{1}{2}a$$

$$B = 2$$

Utilizando el resultado obtenido por el método gráfico, obtenemos:

$$a = 2 * (1.51) = 3.02[m/s^2] \tag{6}$$

Utilizando el resultado obtenido por el método analítico, obtenemos el valor representativo siguiente:

$$a = 2 * (1.43) = 2.86[m/s^2]$$

y calculando el error por el método de propagación de errores:

$$e_a = 2e_A = 2(0.03) = 0.06$$

Finalmente obtenemos la aceleración:

$$a = (2.86 \pm 0.06)[m/s^2]; 2.10\,\% \tag{7}$$

6.2. Análisis velocidad-tiempo

Para la tabla #2 se tiene:

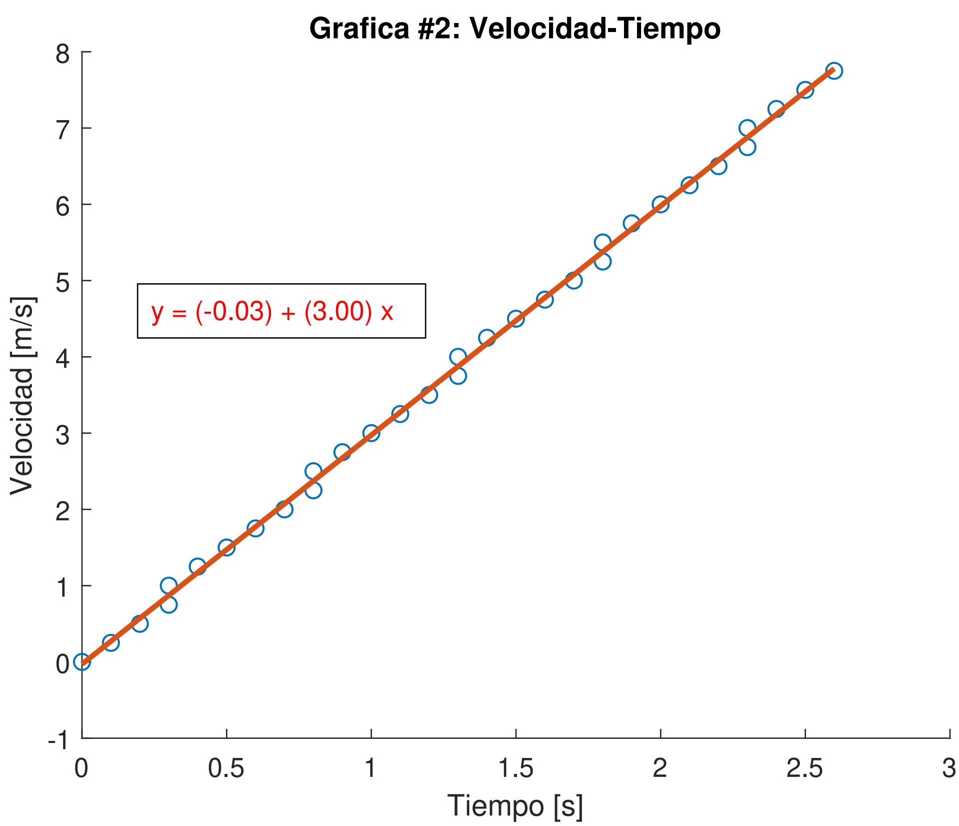

Figura 3: Gráfica de velocidad en función del tiempo

Por la forma de la figura 3 el modelo que se asume para la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$v = A + Bt$$

6.2.1. Método gráfico

Calculando los parámetros A y B:

$$A = 0$$

$$B = \frac{7.75 - 0}{2.6 - 0} = \frac{7.75}{2.6} = 2.98$$

Por lo que la relación funcional $x = x(t)$ es:

$$y = 2.98x \tag{8}$$

6.2.2. Memoria de calculo

Entrada del programa

```
0.0,0.00
0.1,0.25
0.2,0.50
0.3,0.75
0.3,1.00
0.4,1.25
0.5,1.50
0.6,1.75
0.7,2.00
0.8,2.25
0.8,2.50
0.9,2.75
1.0,3.00
1.1,3.25
1.2,3.50
1.3,3.75
1.3,4.00
1.4,4.25
1.5,4.50
1.6,4.75
1.7,5.00
1.8,5.25
1.8,5.50
1.9,5.75
2.0,6.00
2.1,6.25
2.2,6.50
2.3,6.75
2.3,7.00
2.4,7.25
2.5,7.50
2.6,7.75
```

Comandos del programa

```
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i6_2.csv')

% pasando variables
X = table.Var1
Y = table.Var2

% calcular la ecuacion de la recta
p = polyfit(X, Y, 1)
v = polyval(p, X)

% personalizar grafica
title('Grafica #2: Velocidad-Tiempo')
xlabel('Tiempo [s]')
ylabel('Velocidad [m/s]')

% texto y grafica de ecuacion
caption = sprintf('y = (%.2f) + (%.2f) x', p(2), p(1))
dim = [.18 .35 0 .3]
a = annotation('textbox',dim,'String',caption,'FitBoxToText','on')
a.Color = 'red'
a.FontSize = 10

% graficar puntos y lineas
hold on
plot(X, Y, 'o')
plot(X, v, 'LineWidth', 2)
hold off
```

Salida del programa

```
» p6_2_1

table =
  32x2 table

    Var1    Var2
    ----    ----

      0        0
    0.1     0.25
    0.2      0.5
    0.3     0.75
    0.3        1
    0.4     1.25
    0.5      1.5
    0.6     1.75
    0.7        2
    0.8     2.25
    0.8      2.5
```

```
    0.9     2.75
      1        3
    1.1     3.25
    1.2      3.5
    1.3     3.75
    1.3        4
    1.4     4.25
    1.5      4.5
    1.6     4.75
    1.7        5
    1.8     5.25
    1.8      5.5
    1.9     5.75
      2        6
    2.1     6.25
    2.2      6.5
    2.3     6.75
    2.3        7
    2.4     7.25
    2.5      7.5
    2.6     7.75

X =
         0
    0.1000
    0.2000
    0.3000
    0.3000
    0.4000
    0.5000
    0.6000
    0.7000
    0.8000
    0.8000
    0.9000
    1.0000
    1.1000
    1.2000
    1.3000
    1.3000
    1.4000
    1.5000
    1.6000
    1.7000
    1.8000
    1.8000
    1.9000
    2.0000
    2.1000
    2.2000
    2.3000
    2.3000
    2.4000
    2.5000
    2.6000

Y =
```

```
         0
    0.2500
    0.5000
    0.7500
    1.0000
    1.2500
    1.5000
    1.7500
    2.0000
    2.2500
    2.5000
    2.7500
    3.0000
    3.2500
    3.5000
    3.7500
    4.0000
    4.2500
    4.5000
    4.7500
    5.0000
    5.2500
    5.5000
    5.7500
    6.0000
    6.2500
    6.5000
    6.7500
    7.0000
    7.2500
    7.5000
    7.7500

p = 3.0032   -0.0291

v =
   -0.0291
    0.2712
    0.5715
    0.8718
    0.8718
    1.1721
    1.4725
    1.7728
    2.0731
    2.3734
    2.3734
    2.6737
    2.9740
    3.2744
    3.5747
    3.8750
    3.8750
    4.1753
    4.4756
    4.7760
    5.0763
```

```
    5.3766
    5.3766
    5.6769
    5.9772
    6.2775
    6.5779
    6.8782
    6.8782
    7.1785
    7.4788
    7.7791

caption = 'y = (-0.03) + (3.00) x'
```

6.2.3. Método analítico

Calculando los valores de la recta por el método de los mínimos cuadrados, se obtiene:

$$A = (-0.03 \pm 0.03)[m]; 102.11\,\%$$

$$B = (3.00 \pm 0.02)[m/s]; 0.66\,\%$$

Siendo el coeficiente de correlación:

$$R = 0.9994$$

Con los parámetros obtenidos la relación $v = v(t)$ es:

$$y = -0.03 + 3x \tag{9}$$

El significado físico de estos parámetros son que $A = -0.03$ es la velocidad inicial v_0 cuando el tiempo es $0[s]$, mientras que $B = 3.0$ representa la aceleración constante con la que el objeto se desplaza.

6.2.4. Memoria de calculo

Entrada del programa

```
0.0,0.00
0.1,0.25
0.2,0.50
0.3,0.75
0.3,1.00
0.4,1.25
0.5,1.50
0.6,1.75
0.7,2.00
0.8,2.25
0.8,2.50
0.9,2.75
1.0,3.00
```

```
1.1,3.25
1.2,3.50
1.3,3.75
1.3,4.00
1.4,4.25
1.5,4.50
1.6,4.75
1.7,5.00
1.8,5.25
1.8,5.50
1.9,5.75
2.0,6.00
2.1,6.25
2.2,6.50
2.3,6.75
2.3,7.00
2.4,7.25
2.5,7.50
2.6,7.75
```

Comandos del programa

```
% leer datos previamente formateados
table = readtable('i6_2.csv')

% asignacion de variables
x = table.Var1
y = table.Var2

% tamano de la muestra
n = length(x)

% calculo de las sumatorias
sx = sum(x)
sy = sum(y)
sxx = sum(x.*x)
sxy = sum(x.*y)
syy = sum(y.*y)

% Calculo de los valores de la recta
D = (n * sxx) - (sx)^2
A = ( (sy * sxx) - (sxy * sx) ) / D
B = ( (n * sxy) - (sx * sy) ) / D

% Calculo del error
Y = A + (B * x)
d = y - Y

sdd = sum(d.*d)
s2 = sdd / ( n - 2)

sA = sqrt( (s2 * sxx) / D )
sB = sqrt( (s2 * n) / D )
```

```
%calculando el error porcentual
EA = (sA / A) * 100
EB = (sB / B) * 100

% calculo de correlacion
px = mean(x)
py = mean(y)
dx = x - px
dy = y - py
dxx = sum(dx.*dx)
dyy = sum(dy.*dy)

R = sum(dx.*dy) / sqrt( dxx * dyy )
```

Salida del programa

```
» p6_2_2

table =
  32x2 table

    Var1    Var2
    ----    ----

      0       0
    0.1    0.25
    0.2     0.5
    0.3    0.75
    0.3       1
    0.4    1.25
    0.5     1.5
    0.6    1.75
    0.7       2
    0.8    2.25
    0.8     2.5
    0.9    2.75
      1       3
    1.1    3.25
    1.2     3.5
    1.3    3.75
    1.3       4
    1.4    4.25
    1.5     4.5
    1.6    4.75
    1.7       5
    1.8    5.25
    1.8     5.5
    1.9    5.75
      2       6
    2.1    6.25
    2.2     6.5
    2.3    6.75
    2.3       7
    2.4    7.25
```

```
    2.5      7.5
    2.6     7.75

x =
          0
    0.1000
    0.2000
    0.3000
    0.3000
    0.4000
    0.5000
    0.6000
    0.7000
    0.8000
    0.8000
    0.9000
    1.0000
    1.1000
    1.2000
    1.3000
    1.3000
    1.4000
    1.5000
    1.6000
    1.7000
    1.8000
    1.8000
    1.9000
    2.0000
    2.1000
    2.2000
    2.3000
    2.3000
    2.4000
    2.5000
    2.6000

y =
          0
    0.2500
    0.5000
    0.7500
    1.0000
    1.2500
    1.5000
    1.7500
    2.0000
    2.2500
    2.5000
    2.7500
    3.0000
    3.2500
    3.5000
    3.7500
    4.0000
    4.2500
    4.5000
```

```
    4.7500
    5.0000
    5.2500
    5.5000
    5.7500
    6.0000
    6.2500
    6.5000
    6.7500
    7.0000
    7.2500
    7.5000
    7.7500

n = 32
sx = 41.6000
sy = 124
sxx = 72.9600
sxy = 217.9000
syy = 651
D = 604.1600
A = -0.0291
B = 3.0032

Y =
   -0.0291
    0.2712
    0.5715
    0.8718
    0.8718
    1.1721
    1.4725
    1.7728
    2.0731
    2.3734
    2.3734
    2.6737
    2.9740
    3.2744
    3.5747
    3.8750
    3.8750
    4.1753
    4.4756
    4.7760
    5.0763
    5.3766
    5.3766
    5.6769
    5.9772
    6.2775
    6.5779
    6.8782
    6.8782
    7.1785
    7.4788
    7.7791
```

```
d =
    0.0291
   -0.0212
   -0.0715
   -0.1218
    0.1282
    0.0779
    0.0275
   -0.0228
   -0.0731
   -0.1234
    0.1266
    0.0763
    0.0260
   -0.0244
   -0.0747
   -0.1250
    0.1250
    0.0747
    0.0244
   -0.0260
   -0.0763
   -0.1266
    0.1234
    0.0731
    0.0228
   -0.0275
   -0.0779
   -0.1282
    0.1218
    0.0715
    0.0212
   -0.0291

sdd = 0.2198
s2 = 0.0073
sA = 0.0297
sB = 0.0197
EA = -102.1100
EB = 0.6560
px = 1.3000
py = 3.8750

dx =
   -1.3000
   -1.2000
   -1.1000
   -1.0000
   -1.0000
   -0.9000
   -0.8000
   -0.7000
   -0.6000
   -0.5000
   -0.5000
   -0.4000
```

```
   -0.3000
   -0.2000
   -0.1000
         0
         0
    0.1000
    0.2000
    0.3000
    0.4000
    0.5000
    0.5000
    0.6000
    0.7000
    0.8000
    0.9000
    1.0000
    1.0000
    1.1000
    1.2000
    1.3000

dy =
   -3.8750
   -3.6250
   -3.3750
   -3.1250
   -2.8750
   -2.6250
   -2.3750
   -2.1250
   -1.8750
   -1.6250
   -1.3750
   -1.1250
   -0.8750
   -0.6250
   -0.3750
   -0.1250
    0.1250
    0.3750
    0.6250
    0.8750
    1.1250
    1.3750
    1.6250
    1.8750
    2.1250
    2.3750
    2.6250
    2.8750
    3.1250
    3.3750
    3.6250
    3.8750

dxx = 18.8800
dyy = 170.5000
```

```
R = 0.9994
```

6.2.5. Comparación de resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Método gráfico	$y = 2.98x$
Método analítico	$y = -0.03 + 3x$

Siendo el método analítico, el mas próximo al resultado ideal $y = 3.0x$.

6.2.6. Calculo de la aceleración

Utilizando el resultado obtenido por el método gráfico, obtenemos:

$$a = 2.98[m/s^2] \tag{10}$$

Utilizando el resultado obtenido por el método analítico, obtenemos el valor representativo siguiente:

$$a = (3.00 \pm 0.02)[m/s^2]; 0.66\,\% \tag{11}$$

6.3. Comparativa entre resultados

Se obtuvieron los siguientes valores de la aceleración:

$x - t$	
Método gráfico	$a = 3.02[m/s^2]$
Método analítico	$a = (2.86 \pm 0.06)[m/s^2]; 2.10\,\%$
$v - t$	
Método gráfico	$a = 2.98[m/s^2]$
Método analítico	$a = (3.00 \pm 0.02)[m/s^2]; 0.66\,\%$

Todos los resultados se aproximan al resultado ideal $a = 3$, con escasas diferencias entre ellos, puede verse que calcular la aceleración a partir de las mediciones de distancia crea mayor discrepancia, que el calculo de la aceleración a partir de las mediciones de velocidad.

Probablemente estas diferencias se deban a la linealización de la curva y el redondeo de los valores.