

Práctica 1
Análisis de Eficiencia de Algoritmos
UGR - ETSIIT - ALGORÍTMICA - B1



Universidad de Granada



Componentes del Grupo “Oliva”

Jose Luis Pedraza Román
Pedro Checa Salmerón
Antonio Carlos Perea Parras
Raúl Del Pozo Moreno

Índice

1. Descripción del problema
2. Hardware y software utilizado
3. Comparativa de gráficas
 - 3.1. Cuadráticas
 - 3.1.1. Burbuja
 - 3.1.2. Selección
 - 3.1.3. Inserción
 - 3.1.4. General Cuadráticas
 - 3.2. Logarítmicas
 - 3.2.1. Mergesort
 - 3.2.2. Quicksort
 - 3.2.3. Heapsort
 - 3.2.4. General Logarítmicas
 - 3.3. Cúbica (Floyd)
 - 3.4. Potencia de 2 (Hanoi)
4. Conclusión
5. Bibliografía

1. Descripción del problema

En esta práctica se va realizar una comparativa de eficiencia de 8 algoritmos con distintos tipos de orden de eficiencia entre 4 ordenadores con distintos sistemas operativos y procesadores.

Para ellos, los cuatro miembros vamos a ejecutar los mismos códigos fuentes de los siguientes algoritmos:

Tipo de Eficiencia	Algoritmo
Cuadrática	Burbuja
	Inserción
	Selección
Logarítmica	Mergesort
	Quicksort
	Heapsort
Cúbica	Floyd
Potencia de 2	Hanoi

Estos algoritmos se van a ejecutar con y sin optimización O2, de forma que se pueda ver cuánta mejora de tiempo de ejecución hay en ellos. También se va a realizar una media en la ejecución de cada algoritmo para cada tamaño de ejecución, se ejecuta 10 veces y la suma de tiempos se divide entre 10, de esta forma se intenta conseguir una medida “real” de los datos y así evitar caer en que las medidas correspondan con el mejor o peor caso.

Todos los algoritmos se van a ejecutar con los siguientes valores (en todos los ordenadores):

Tipo de Eficiencia	Inicio	Fin	Intervalo
Cuadrática	1.000	51.000	2000
Logarítmica	1.000.000	25.100.000	1.000.000
Cúbica	200	2700	100
Potencia de 2	9	34	1

De esta forma, se obtienen 25 datos de tiempo por algoritmo.

2. Hardware

Esta práctica se ha desarrollado en 4 portátiles con las siguientes características:

Raul: Arch Linux x64 con i7-4510U 2GHz

```
$lscpu
Arquitectura:          x86_64
modo(s) de operación de las CPUs: 32-bit, 64-bit
Orden de los bytes:    Little Endian
Tamaños de las direcciones: 39 bits physical, 48 bits virtual
CPU(s):                4
Lista de la(s) CPU(s) en línea: 0-3
Hilo(s) de procesamiento por núcleo: 2
Núcleo(s) por «socket»: 2
«Socket(s)»:           1
Modo(s) NUMA:          1
ID de fabricante:      GenuineIntel
Familia de CPU:         6
Modelo:                 69
Nombre del modelo:      Intel(R) Core(TM) i7-4510U CPU @ 2.00GHz

$uname -rms
Linux 5.5.8-arch1-1 x86_64
```

Jose: Linux Mint x64 con i7-7700HQ 2.8GHz

```
jose@jos-GE62VR-7RF:~$ lscpu
Arquitectura:          x86_64
modo(s) de operación de las CPUs: 32-bit, 64-bit
Orden de los bytes:    Little Endian
CPU(s):                8
Lista de la(s) CPU(s) en línea: 0-7
Hilo(s) de procesamiento por núcleo: 2
Núcleo(s) por «socket»: 4
«Socket(s)»:           1
Modo(s) NUMA:          1
ID de fabricante:      GenuineIntel
Familia de CPU:         6
Modelo:                 158
Nombre del modelo:      Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz

jose@jos-GE62VR-7RF:~$ uname -rms
Linux 4.15.0-88-generic x86_64
```

Antonio: MacOS Catalina con i7-4770 2.5GHz

Nombre del modelo:	MacBook Pro
Identificador del modelo:	MacBookPro11,5
Nombre del procesador:	Quad-Core Intel Core i7
Velocidad del procesador:	2,5 GHz

Pedro: Ubuntu 18 x64 con i5-5200U 2.2GHz

```
Arquitectura:          x86_64
modo(s) de operación de las CPUs: 32-bit, 64-bit
Orden de los bytes:    Little Endian
CPU(s):                4
Lista de la(s) CPU(s) en línea: 0-3
Hilo(s) de procesamiento por núcleo: 2
Núcleo(s) por «socket»: 2
«Socket(s)»:           1
Modo(s) NUMA:          1
ID de fabricante:      GenuineIntel
Familia de CPU:         6
Modelo:                 61
Nombre del modelo:      Intel(R) Core(TM) i5-5200U CPU @ 2.20GHz
```

A continuación, se van a exponer una serie de gráficas comparativas con y sin optimización O2 de los cuatro ordenadores utilizados, en los que veremos que solo varía el tiempo de ejecución de cada uno de ellos para los mismos tamaños de vector.

También se mostrarán los ajustes teóricos realizados a cada algoritmo mediante Gnuplot (solo se muestra el de una persona ya que las gráficas son idénticas) junto a los valores de ajuste de cada componente del grupo, donde se verá que las constantes ocultas varían y que el ajuste realizado se corresponde con el nivel de error obtenido.

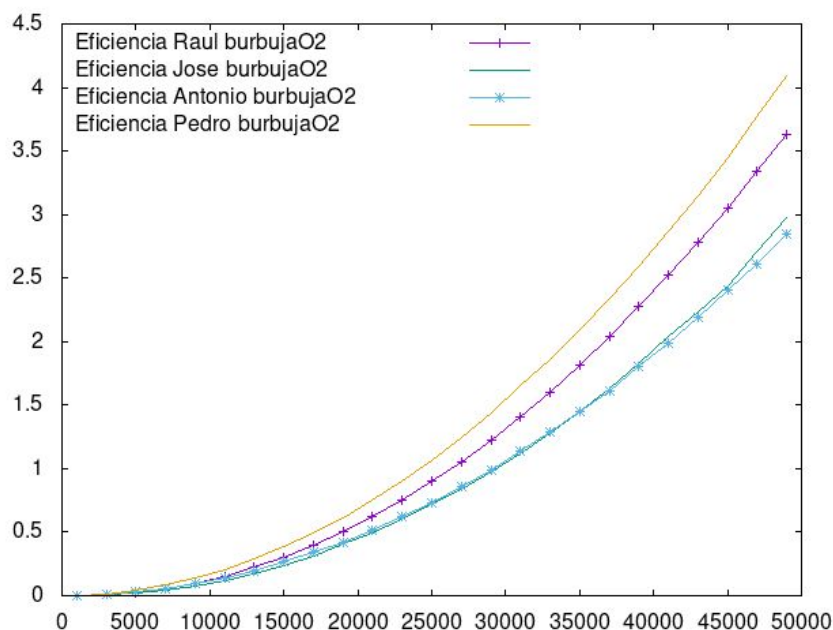
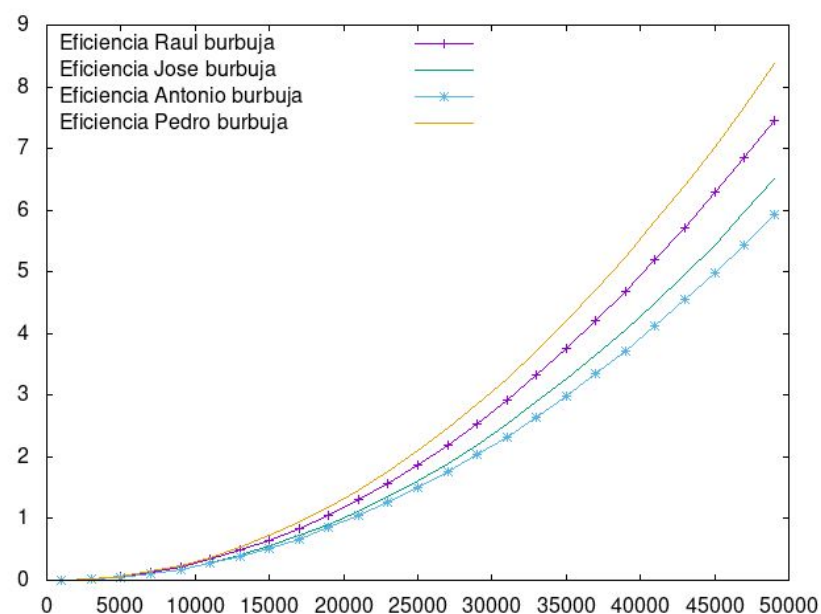
Al final del documento se indica en qué carpeta de la entrega se pueden encontrar todas las imágenes y datos de tiempos para su consulta si fuera necesario.

3. Comparativa de gráficas

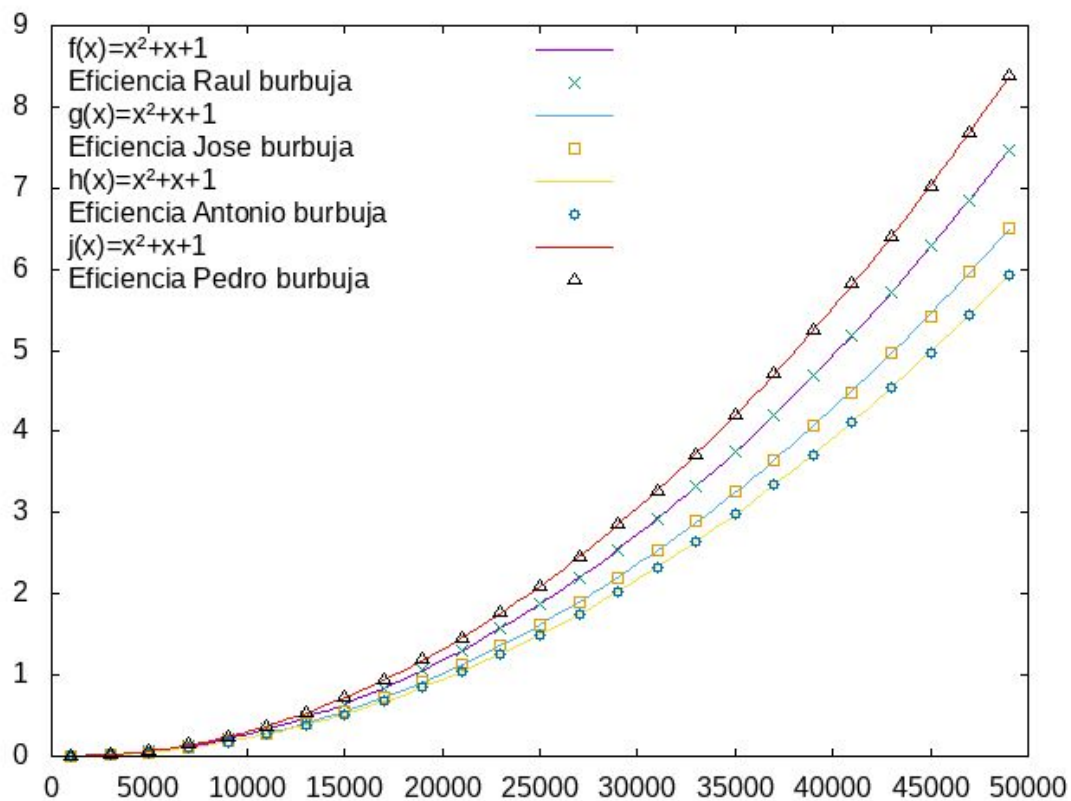
3.1. Cuadrática

3.1.1. Burbuja

3.1.1.1. Gráfica grupal



3.1.1.2. Ajuste cuadrático para burbuja



```
Final set of parameters
=====
a0 = 3.23061e-09 +/- 6.412e-12 (0.1985%)
a1 = -6.16793e-06 +/- 3.311e-07 (5.367%)
a2 = 0.0101306 +/- 0.003581 (35.35%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | a0 a1 a2
a0 | | | | 1.000
a1 | | | | -0.968 1.000
a2 | | | | 0.747 -0.867 1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```
Final set of parameters
=====
b0 = 2.82584e-09 +/- 9.566e-12 (0.3385%)
b1 = -6.2036e-06 +/- 4.939e-07 (7.961%)
b2 = 0.00889364 +/- 0.005342 (60.06%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | b0 b1 b2
b0 | | | | 1.000
b1 | | | | -0.968 1.000
b2 | | | | 0.747 -0.867 1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```
Final set of parameters
=====
c0 = 2.54603e-09 +/- 4.987e-12 (0.1959%)
c1 = -4.07294e-06 +/- 2.575e-07 (6.321%)
c2 = 0.00703285 +/- 0.002785 (39.6%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | c0 c1 c2
c0 | | | | 1.000
c1 | | | | -0.968 1.000
c2 | | | | 0.747 -0.867 1.000
```

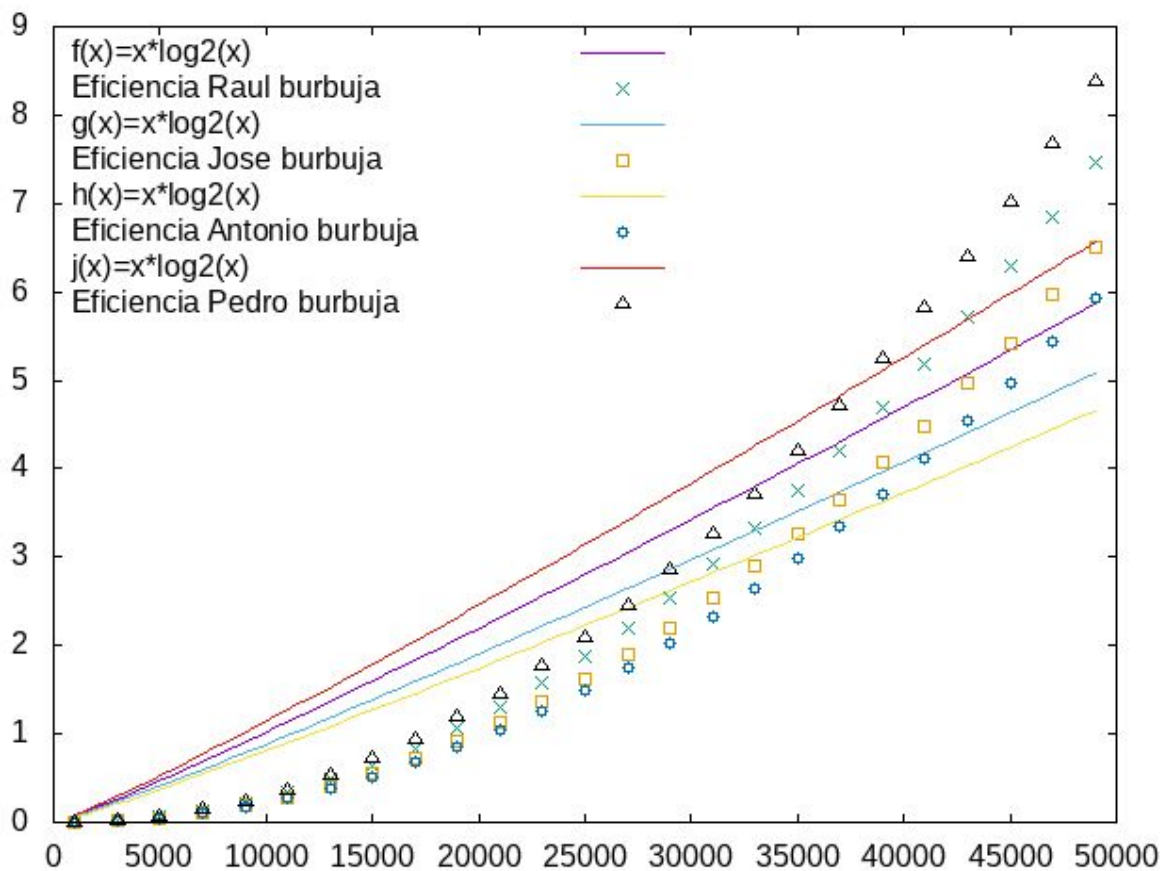
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```
Final set of parameters
=====
d0 = 3.62918e-09 +/- 7.257e-12 (0.2%)
d1 = -7.35559e-06 +/- 3.747e-07 (5.093%)
d2 = 0.0127477 +/- 0.004052 (31.79%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | d0 d1 d2
d0 | | | | 1.000
d1 | | | | -0.968 1.000
d2 | | | | 0.747 -0.867 1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.1.1.3. Ajuste logarítmico para burbuja



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
a0 = 7.67267e-06	+/- 3.718e-07 (4.845%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
b0 = 6.65802e-06	+/- 3.255e-07 (4.889%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

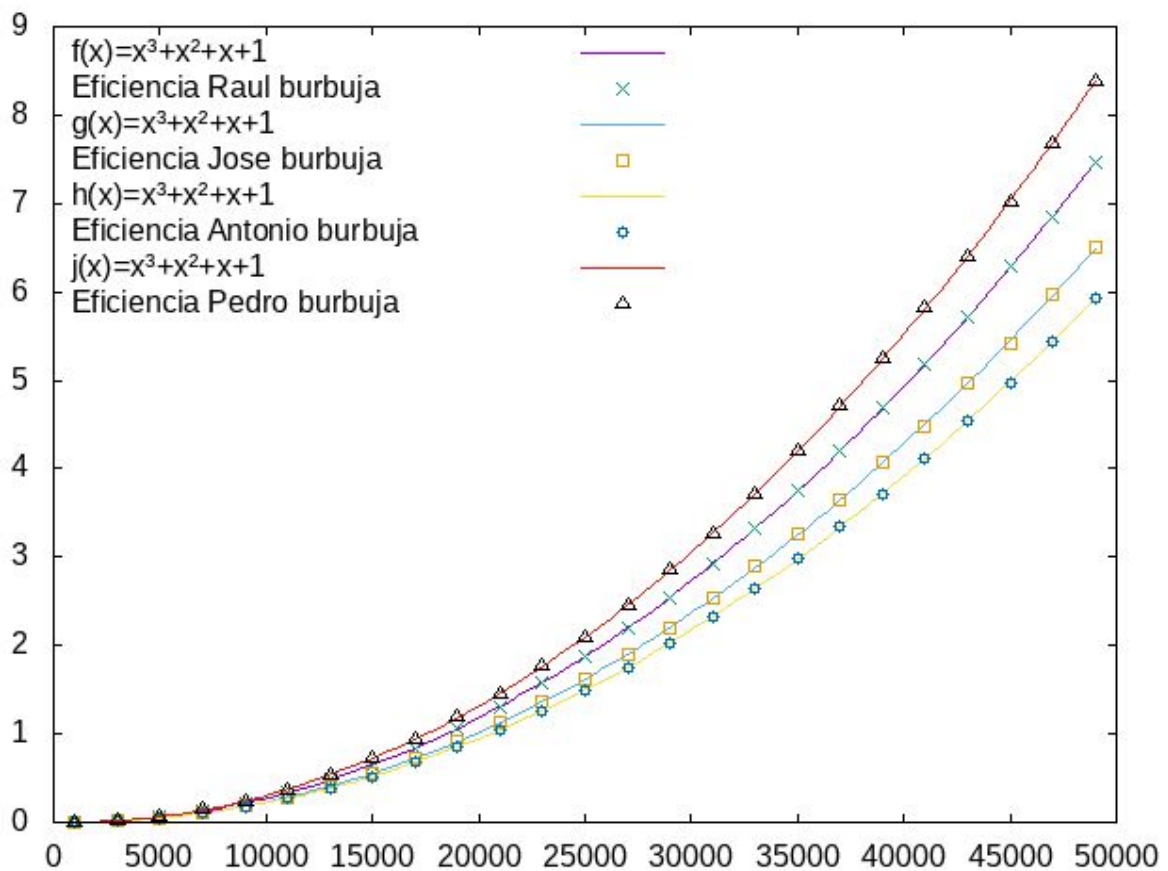
Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
c0 = 6.09697e-06	+/- 2.928e-07 (4.803%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
d0 = 8.59375e-06	+/- 4.176e-07 (4.859%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.1.1.4. Ajuste cúbico para burbuja



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
a0	= 7.2798e-16	+/- 4.967e-16	(68.23%)
a1	= 3.17601e-09	+/- 3.777e-11	(1.189%)
a2	= -5.07494e-06	+/- 8.126e-07	(16.01%)
a3	= 0.00555529	+/- 0.004683	(84.3%)

correlation matrix of the fit parameters:

	a0	a1	a2	a3
a0	1.000			
a1	-0.986	1.000		
a2	0.918	-0.969	1.000	
a3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
b0	= 6.31723e-16	+/- 7.656e-16	(121.2%)
b1	= 2.77846e-09	+/- 5.822e-11	(2.096%)
b2	= -5.25513e-06	+/- 1.253e-06	(23.83%)
b3	= 0.00492326	+/- 0.007218	(146.6%)

correlation matrix of the fit parameters:

	b0	b1	b2	b3
b0	1.000			
b1	-0.986	1.000		
b2	0.918	-0.969	1.000	
b3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
c0	= 9.13294e-16	+/- 3.532e-16	(38.67%)
c1	= 2.47753e-09	+/- 2.686e-11	(1.084%)
c2	= -2.70172e-06	+/- 5.778e-07	(21.39%)
c3	= 0.00129279	+/- 0.00333	(257.6%)

correlation matrix of the fit parameters:

	c0	c1	c2	c3
c0	1.000			
c1	-0.986	1.000		
c2	0.918	-0.969	1.000	
c3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
d0	= 1.34951e-15	+/- 5.114e-16	(37.9%)
d1	= 3.52796e-09	+/- 3.889e-11	(1.102%)
d2	= -5.32944e-06	+/- 8.367e-07	(15.7%)
d3	= 0.004266	+/- 0.004822	(113%)

correlation matrix of the fit parameters:

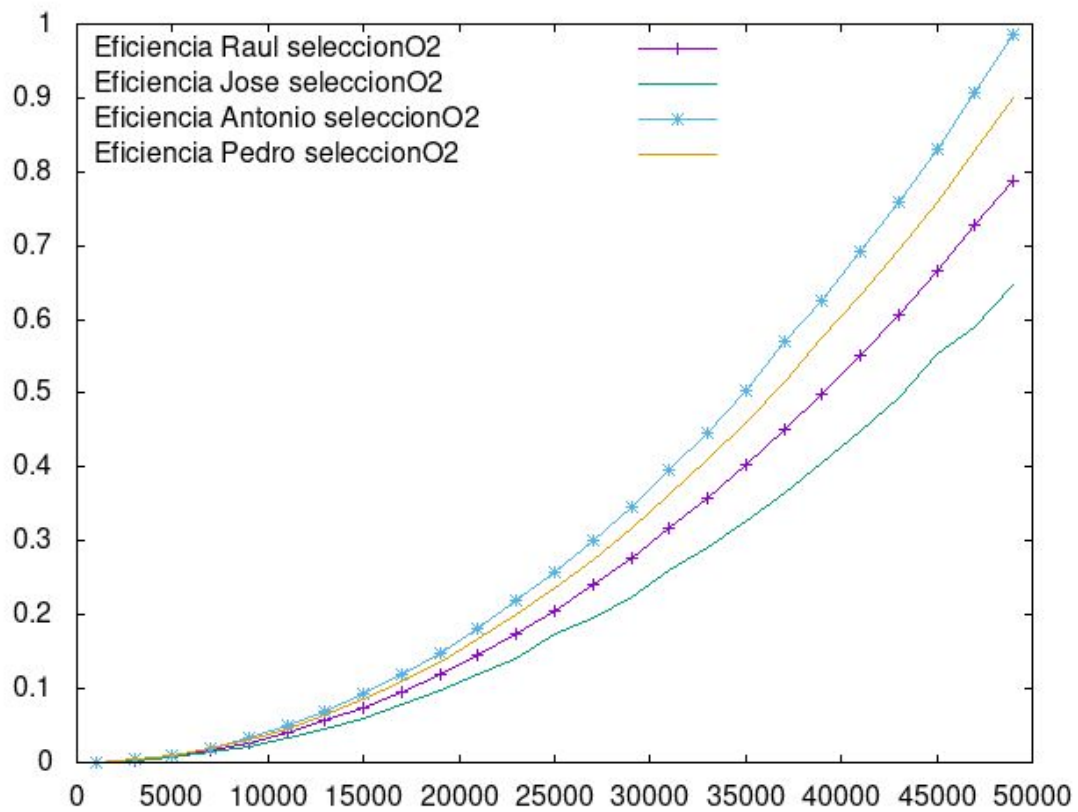
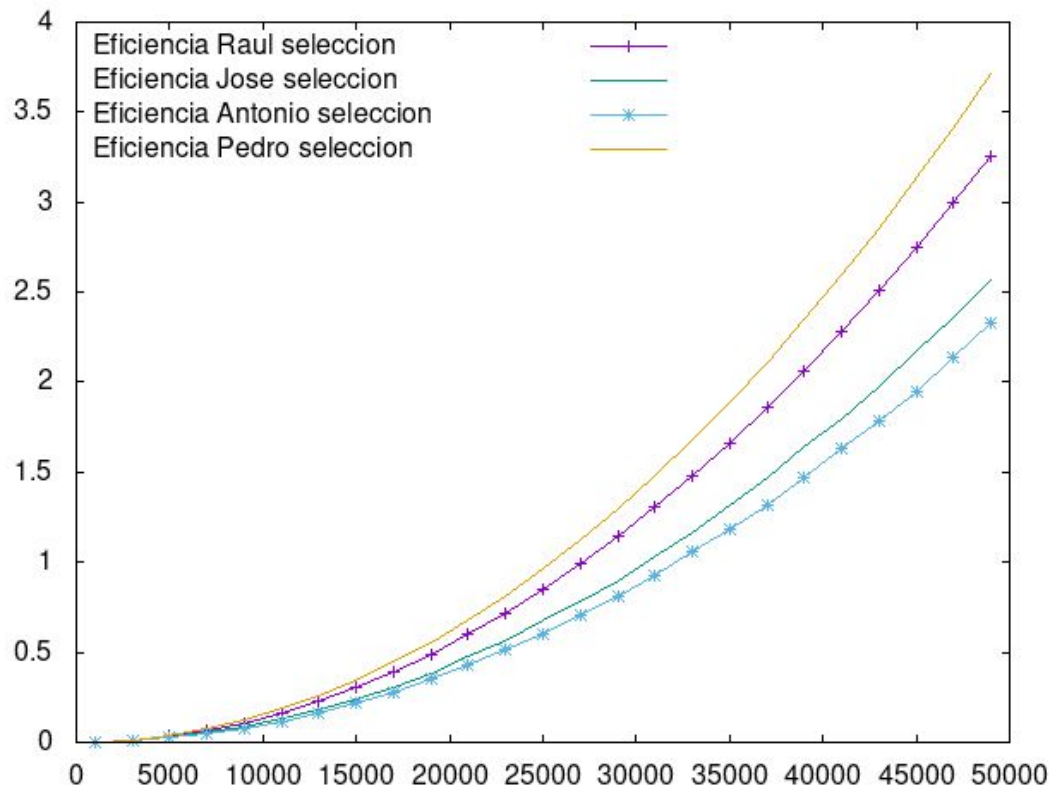
	d0	d1	d2	d3
d0	1.000			
d1	-0.986	1.000		
d2	0.918	-0.969	1.000	
d3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

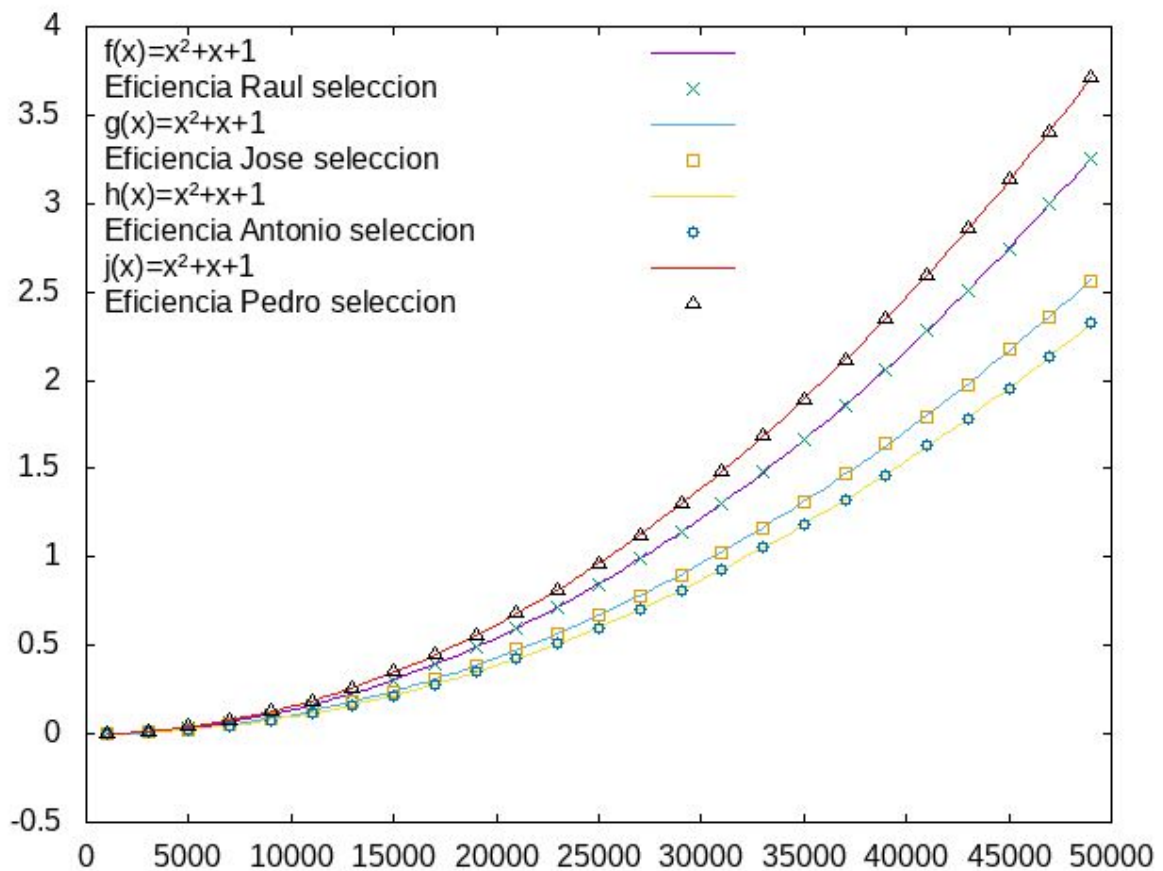
No hay ajuste potencia de 2 para burbuja porque gnuplot da error al ajustar.

3.1.2. Selección

3.1.2.1. Gráfica grupal



3.1.2.2. Ajuste cuadrático para selección



```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
a0      = 1.35542e-09      +/- 8.859e-13      (0.06536%)
a1      = 8.57451e-08      +/- 4.574e-08      (53.34%)
a2      = -0.000804499     +/- 0.0004947      (61.49%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | a0      a1      a2
a0      1.000
a1      -0.968 1.000
a2      0.747 -0.867 1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
b0      = 1.0651e-09      +/- 4.677e-12      (0.4391%)
b1      = 2.72965e-07      +/- 2.415e-07      (88.46%)
b2      = -0.00156804      +/- 0.002612      (166.6%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | b0      b1      b2
b0      1.000
b1      -0.968 1.000
b2      0.747 -0.867 1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
c0      = 9.67352e-10      +/- 2.844e-12      (0.294%)
c1      = -6.68513e-08      +/- 1.468e-07      (219.6%)
c2      = 0.000956457      +/- 0.001588      (166%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | c0      c1      c2
c0      1.000
c1      -0.968 1.000
c2      0.747 -0.867 1.000
```

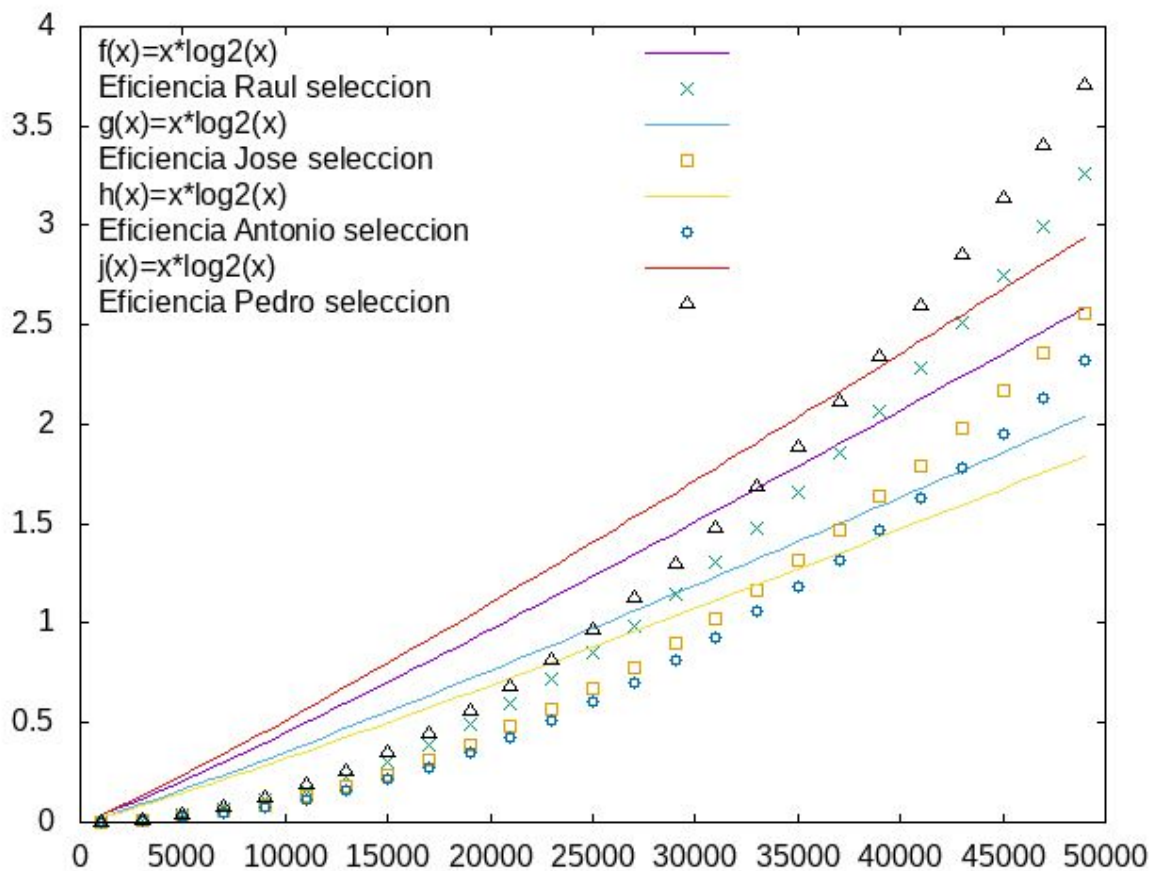
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
d0      = 1.54608e-09      +/- 3.528e-12      (0.2282%)
d1      = -9.44366e-08      +/- 1.822e-07      (192.9%)
d2      = 0.00036673      +/- 0.00197      (537.3%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | d0      d1      d2
d0      1.000
d1      -0.968 1.000
d2      0.747 -0.867 1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.1.2.3. Ajuste logarítmico para selección



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
a0 = 3.38581e-06	+/- 1.558e-07 (4.601%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
b0 = 2.67234e-06	+/- 1.225e-07 (4.584%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

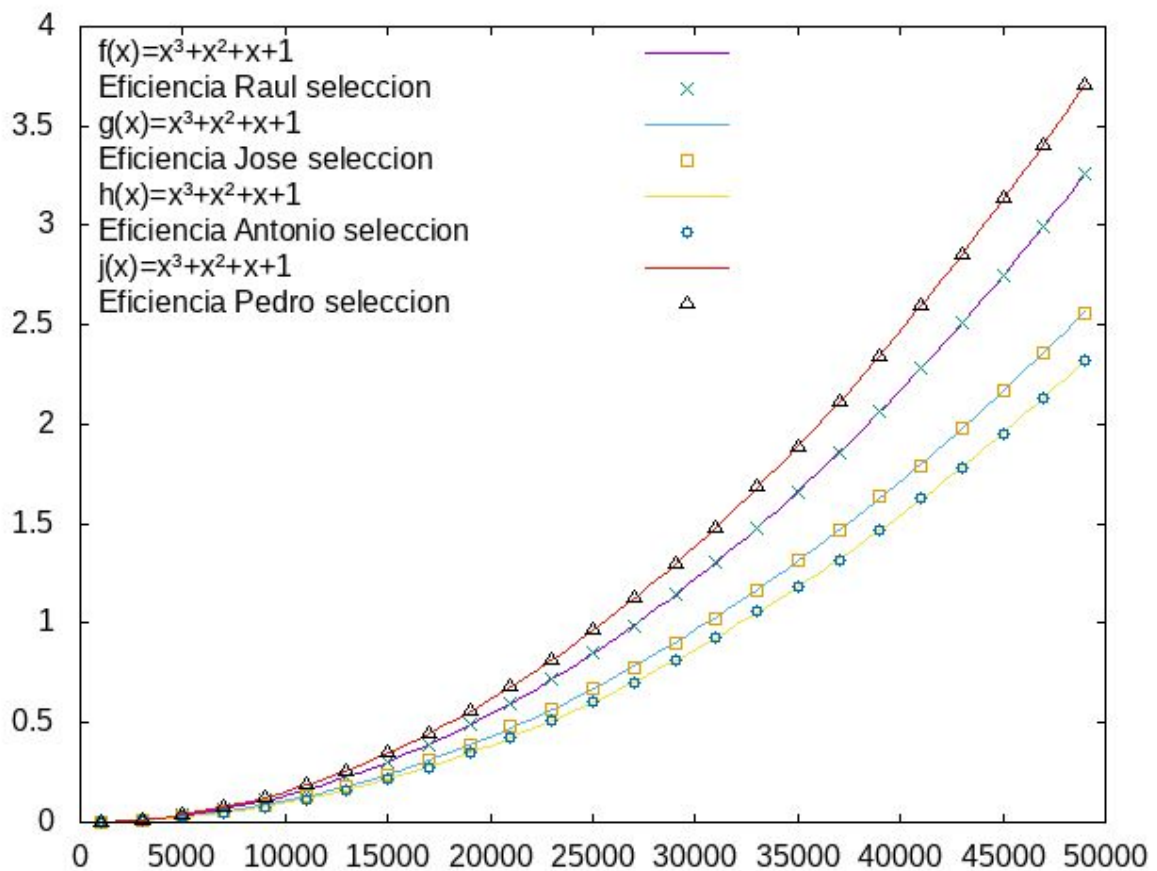
Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
c0 = 2.41095e-06	+/- 1.11e-07 (4.603%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
d0 = 3.85188e-06	+/- 1.775e-07 (4.609%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.1.2.4. Ajuste cúbico para selección



```

Final set of parameters
=====
a0      = -1.49296e-16   +/- 6.426e-17   (43.04%)
a1      = 1.36662e-09    +/- 4.887e-12   (0.3576%)
a2      = -1.38407e-07   +/- 1.051e-07   (75.96%)
a3      = 0.000133823    +/- 0.0006059   (452.7%)

correlation matrix of the fit parameters:
=====
| | | | | a0 | a1 | a2 | a3 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.986 | 1.000 |
| | | | | 0.918 | -0.969 | 1.000 |
| | | | | -0.667 | 0.750 | -0.868 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```

Final set of parameters
=====
b0      = -4.72772e-16   +/- 3.661e-16   (77.43%)
b1      = 1.10055e-09    +/- 2.784e-11   (2.53%)
b2      = -4.36855e-07   +/- 5.989e-07   (137.1%)
b3      = 0.00140334     +/- 0.003452    (246%)

correlation matrix of the fit parameters:
=====
| | | | | b0 | b1 | b2 | b3 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.986 | 1.000 |
| | | | | 0.918 | -0.969 | 1.000 |
| | | | | -0.667 | 0.750 | -0.868 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```

Final set of parameters
=====
c0      = 1.88009e-16    +/- 2.276e-16   (121.1%)
c1      = 9.53251e-10    +/- 1.731e-11   (1.816%)
c2      = 2.15426e-07    +/- 3.724e-07   (172.9%)
c3      = -0.00022518    +/- 0.002146    (953%)

correlation matrix of the fit parameters:
=====
| | | | | c0 | c1 | c2 | c3 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.986 | 1.000 |
| | | | | 0.918 | -0.969 | 1.000 |
| | | | | -0.667 | 0.750 | -0.868 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```

Final set of parameters
=====
d0      = 1.17565e-16    +/- 2.858e-16   (243.1%)
d1      = 1.53726e-09    +/- 2.173e-11   (1.414%)
d2      = 8.20758e-08    +/- 4.676e-07   (569.7%)
d3      = -0.000372167   +/- 0.002695    (724%)

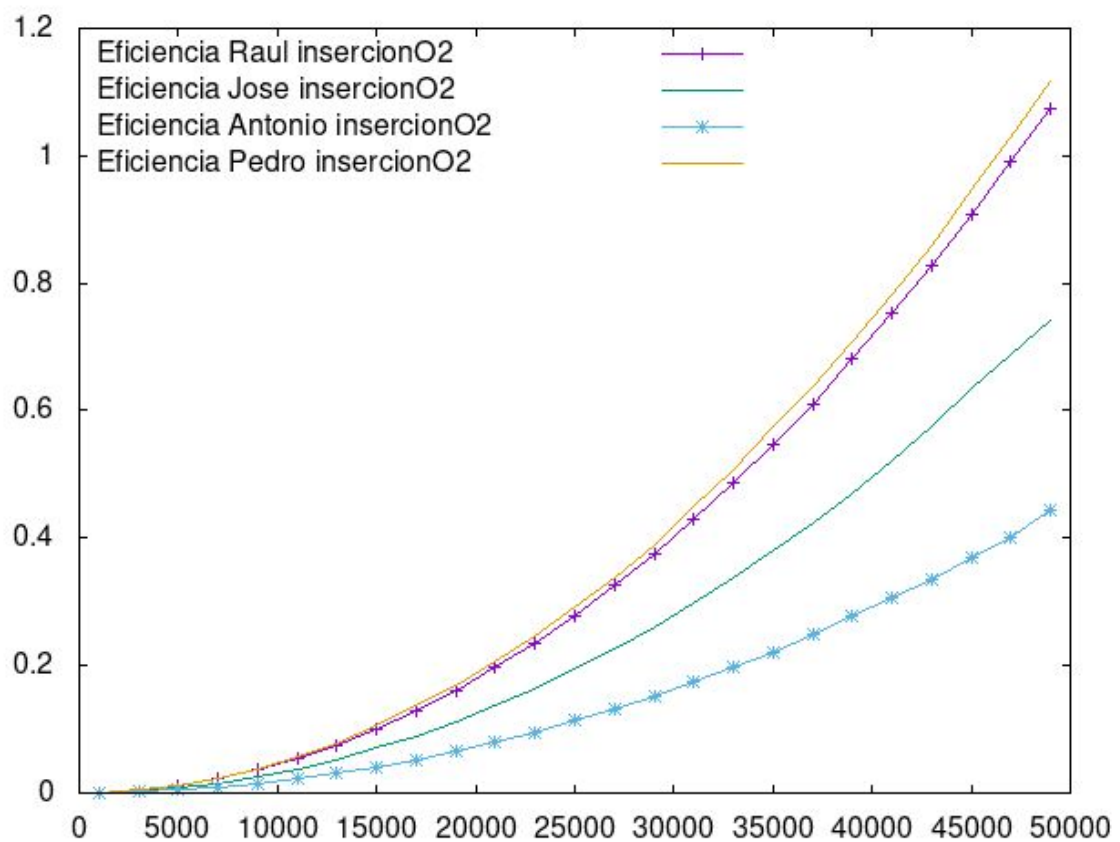
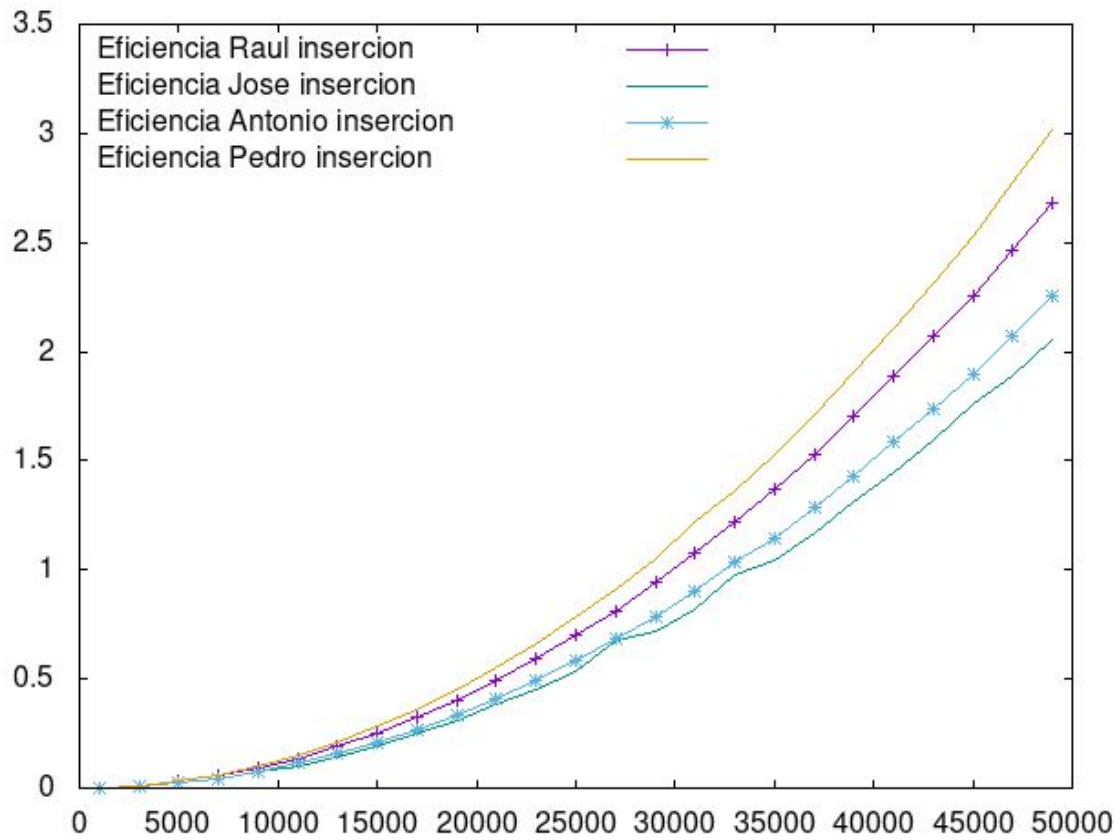
correlation matrix of the fit parameters:
=====
| | | | | d0 | d1 | d2 | d3 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.986 | 1.000 |
| | | | | 0.918 | -0.969 | 1.000 |
| | | | | -0.667 | 0.750 | -0.868 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

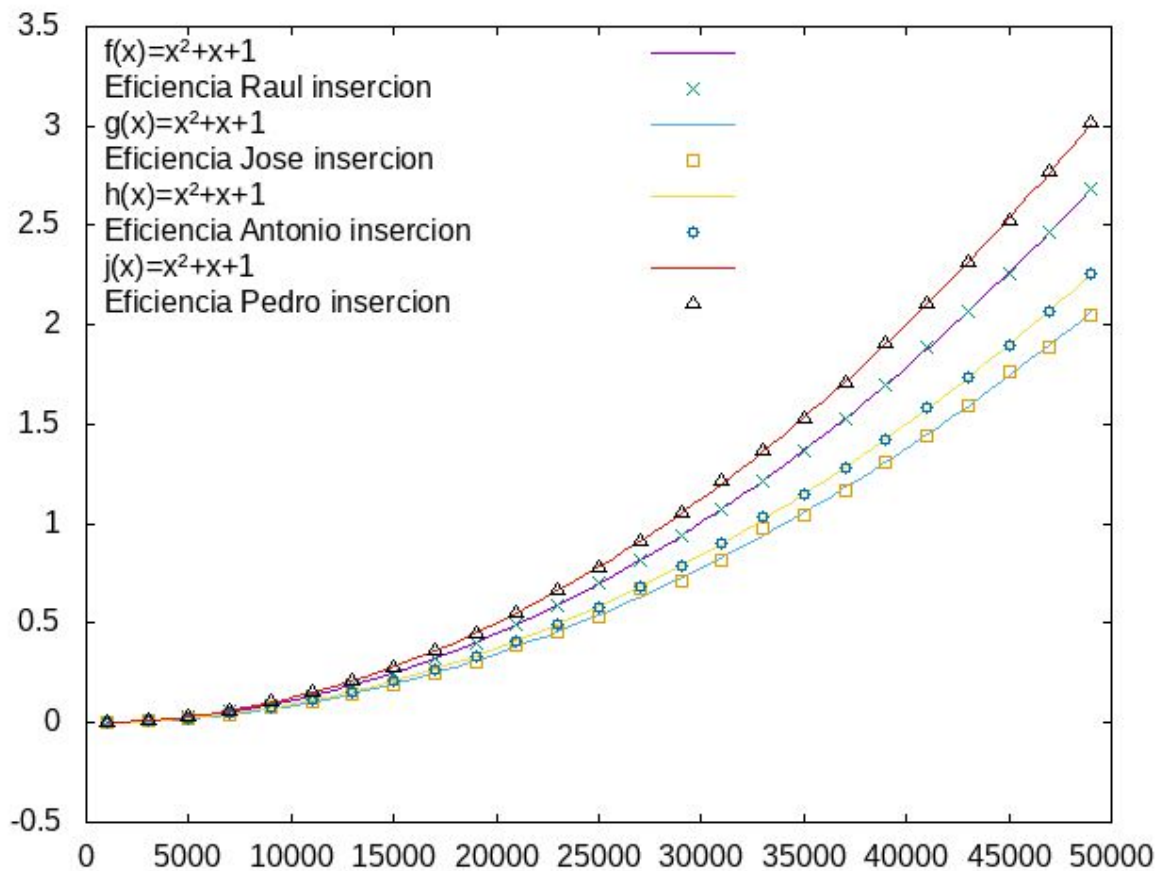
No hay ajuste potencia de 2 para selección porque gnuplot da error al ajustar.

3.1.3. Inserción

3.1.3.1. Gráfica grupal



3.1.3.2. Ajuste cuadrático para inserción



```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
a0      = 1.11631e-09      +/- 2.82e-12      (0.2526%)
a1      = 4.95626e-08      +/- 1.456e-07      (293.8%)
a2      = 0.000218458      +/- 0.001575      (720.8%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | a0 | a1 | a2 |
a0 | | | | | 1.000 |
a1 | | | | | -0.968 | 1.000 |
a2 | | | | | 0.747 | -0.867 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
b0      = 8.47905e-10      +/- 1.625e-11      (1.916%)
b1      = 6.72271e-07      +/- 8.387e-07      (124.8%)
b2      = -0.00428708      +/- 0.009072      (211.6%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | b0 | b1 | b2 |
b0 | | | | | 1.000 |
b1 | | | | | -0.968 | 1.000 |
b2 | | | | | 0.747 | -0.867 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
c0      = 9.38339e-10      +/- 4.652e-12      (0.4957%)
c1      = 1.93451e-08      +/- 2.402e-07      (1241%)
c2      = -0.000346214      +/- 0.002598      (750.3%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | c0 | c1 | c2 |
c0 | | | | | 1.000 |
c1 | | | | | -0.968 | 1.000 |
c2 | | | | | 0.747 | -0.867 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

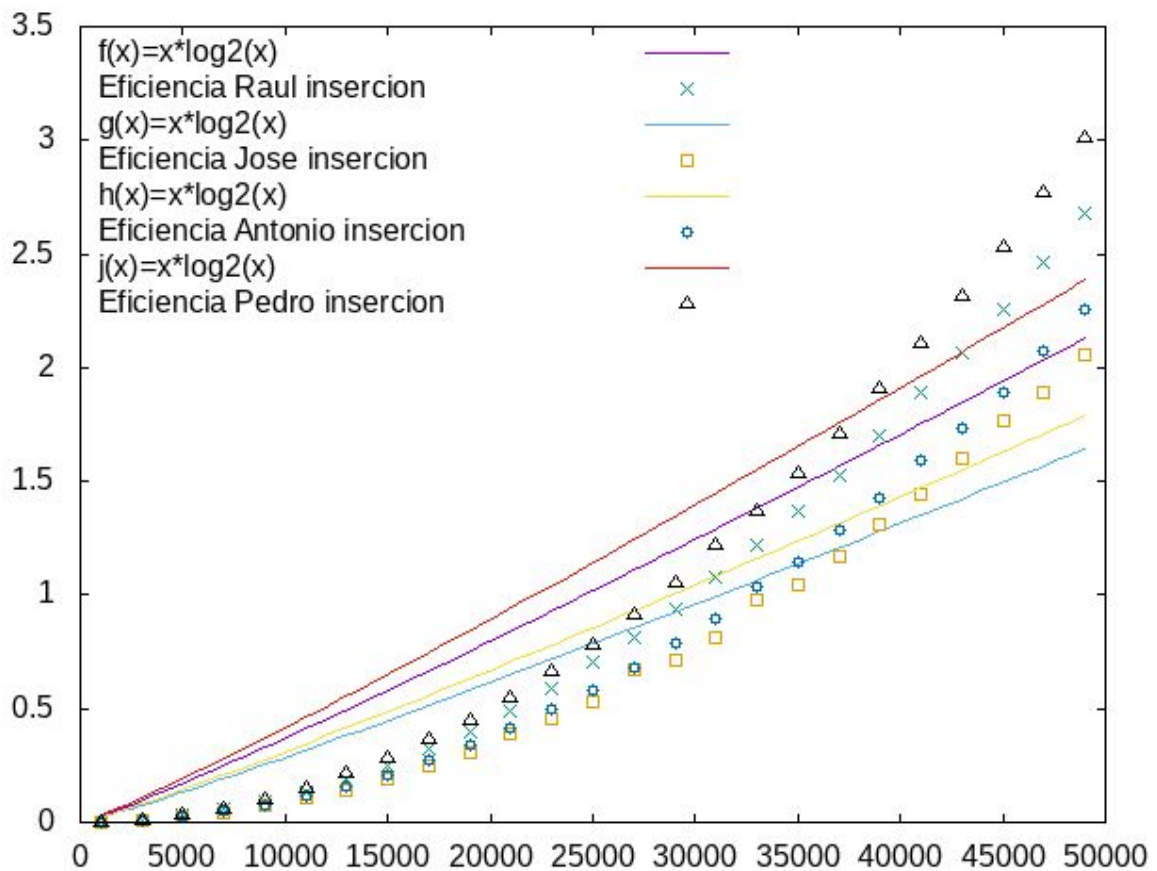
```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
d0      = 1.25295e-09      +/- 4.113e-12      (0.3283%)
d1      = -1.92385e-08      +/- 2.124e-07      (1104%)
d2      = 0.00038938      +/- 0.002297      (589.9%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | d0 | d1 | d2 |
d0 | | | | | 1.000 |
d1 | | | | | -0.968 | 1.000 |
d2 | | | | | 0.747 | -0.867 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.1.3.3. Ajuste logarítmico para inserción



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
a0 = 2.78885e-06	+/- 1.282e-07 (4.595%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
b0 = 2.15154e-06	+/- 9.809e-08 (4.559%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

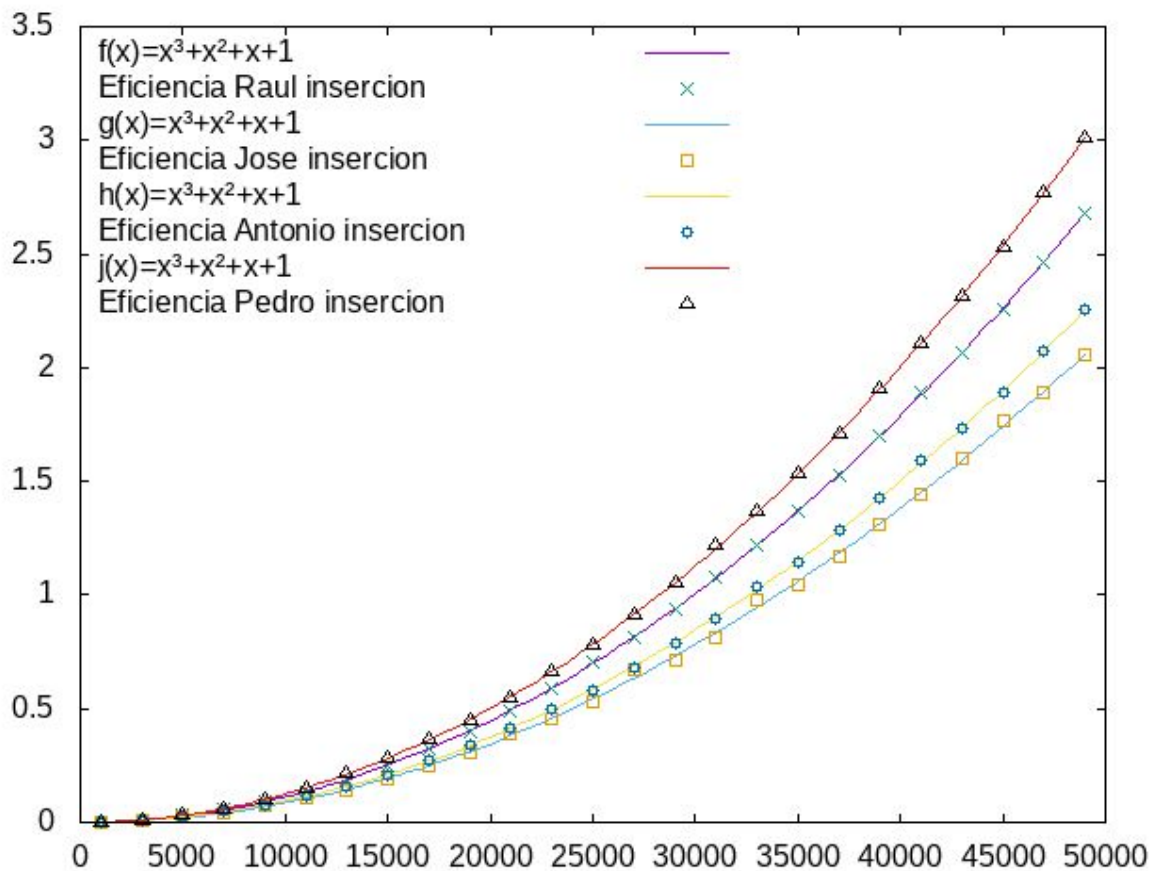
Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
c0 = 2.34172e-06	+/- 1.078e-07 (4.605%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
d0 = 3.12553e-06	+/- 1.439e-07 (4.602%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.1.3.4. Ajuste cúbico para inserción



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
a0	= -2.97598e-16	+/- 2.199e-16	(73.91%)	
a1	= 1.13863e-09	+/- 1.673e-11	(1.469%)	
a2	= -3.97251e-07	+/- 3.598e-07	(90.58%)	
a3	= 0.00208886	+/- 0.002074	(99.28%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	a0	a1	a2	a3
a0	1.000			
a1	-0.986	1.000		
a2	0.918	-0.969	1.000	
a3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====		=====		
b0	= -1.11661e-15	+/- 1.298e-15	(116.3%)	
b1	= 9.31651e-10	+/- 9.875e-11	(10.6%)	
b2	= -1.00421e-06	+/- 2.124e-06	(211.5%)	
b3	= 0.00273082	+/- 0.01224	(448.3%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	b0	b1	b2	b3
b0	1.000			
b1	-0.986	1.000		
b2	0.918	-0.969	1.000	
b3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====		=====		
c0	= -3.63008e-16	+/- 3.699e-16	(101.9%)	
c1	= 9.65565e-10	+/- 2.813e-11	(2.913%)	
c2	= -5.25675e-07	+/- 6.051e-07	(115.1%)	
c3	= 0.00193529	+/- 0.003488	(180.2%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	c0	c1	c2	c3
c0	1.000			
c1	-0.986	1.000		
c2	0.918	-0.969	1.000	
c3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

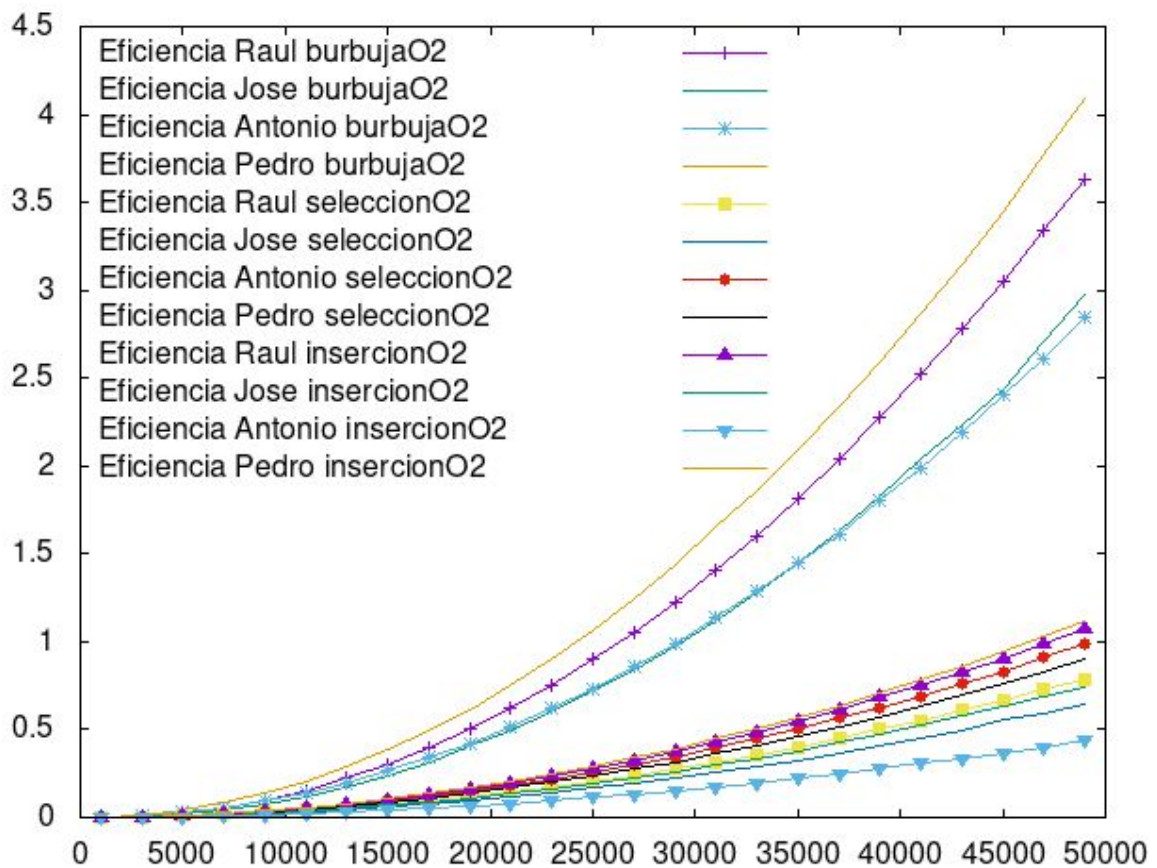
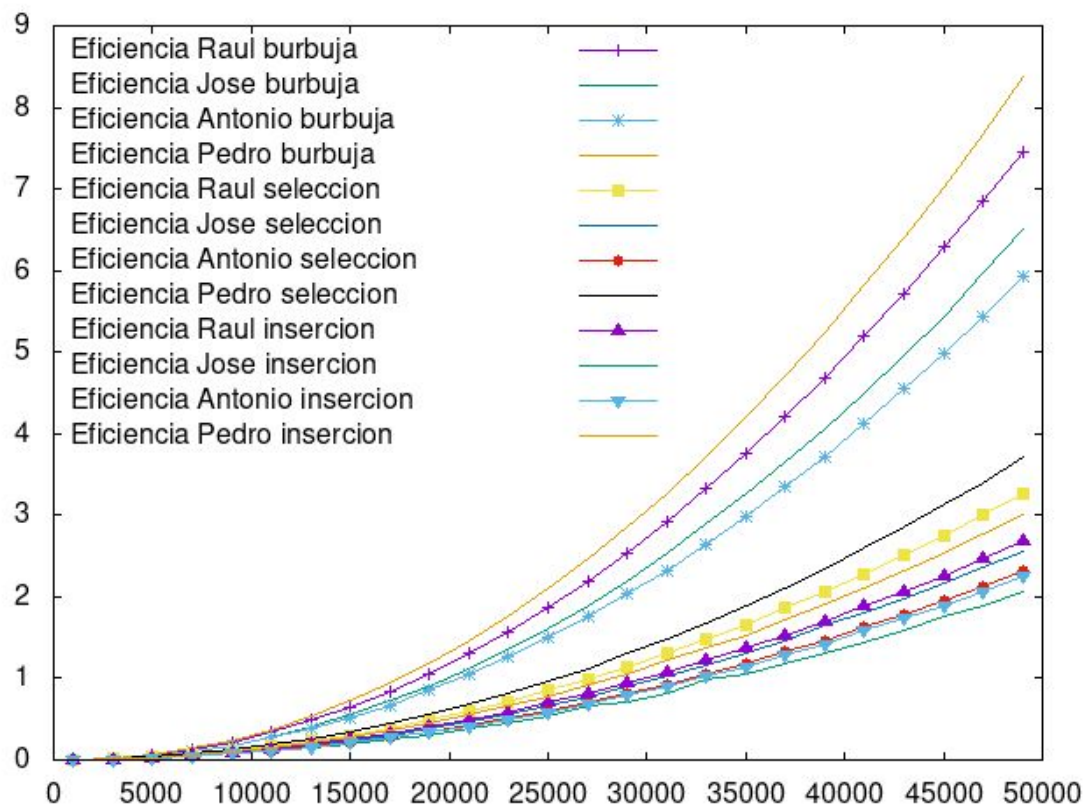
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
d0	= 1.42184e-16	+/- 3.331e-16	(234.2%)	
d1	= 1.24228e-09	+/- 2.533e-11	(2.039%)	
d2	= 1.94236e-07	+/- 5.449e-07	(280.5%)	
d3	= -0.000504243	+/- 0.00314	(622.8%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	d0	d1	d2	d3
d0	1.000			
d1	-0.986	1.000		
d2	0.918	-0.969	1.000	
d3	-0.667	0.750	-0.868	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

No hay ajuste potencia de 2 para inserción porque gnuplot da error al ajustar.

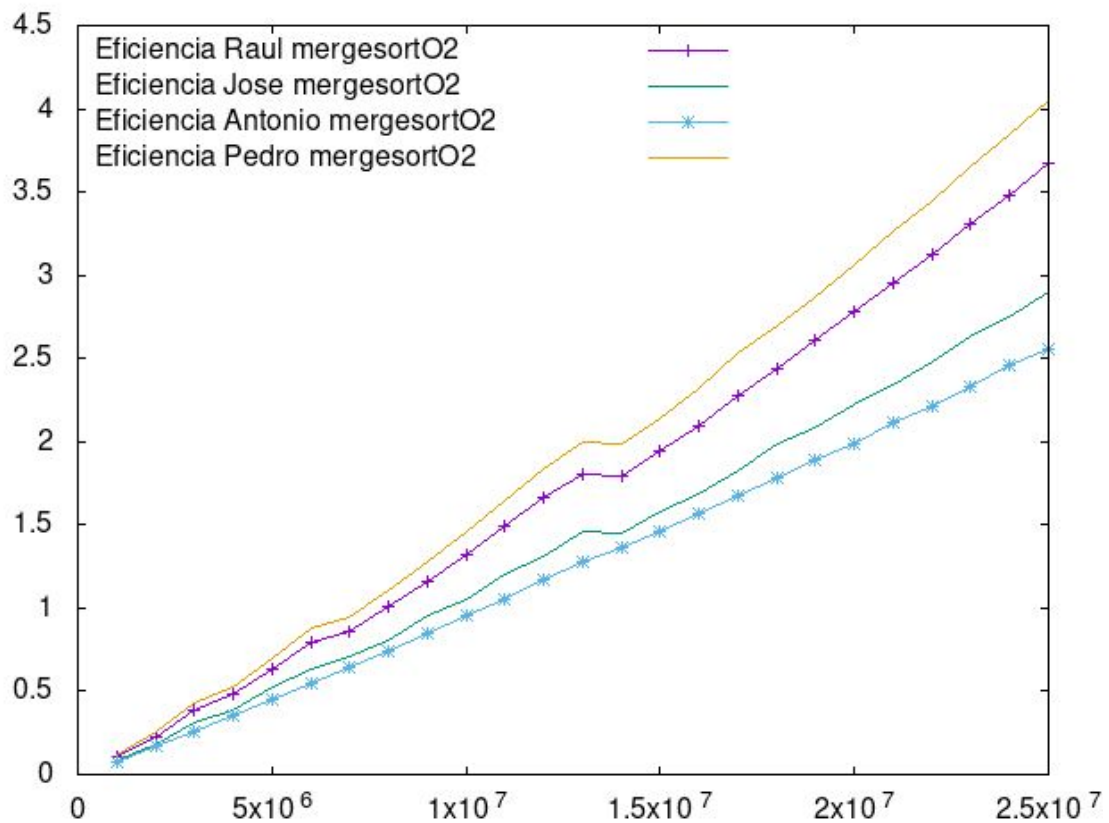
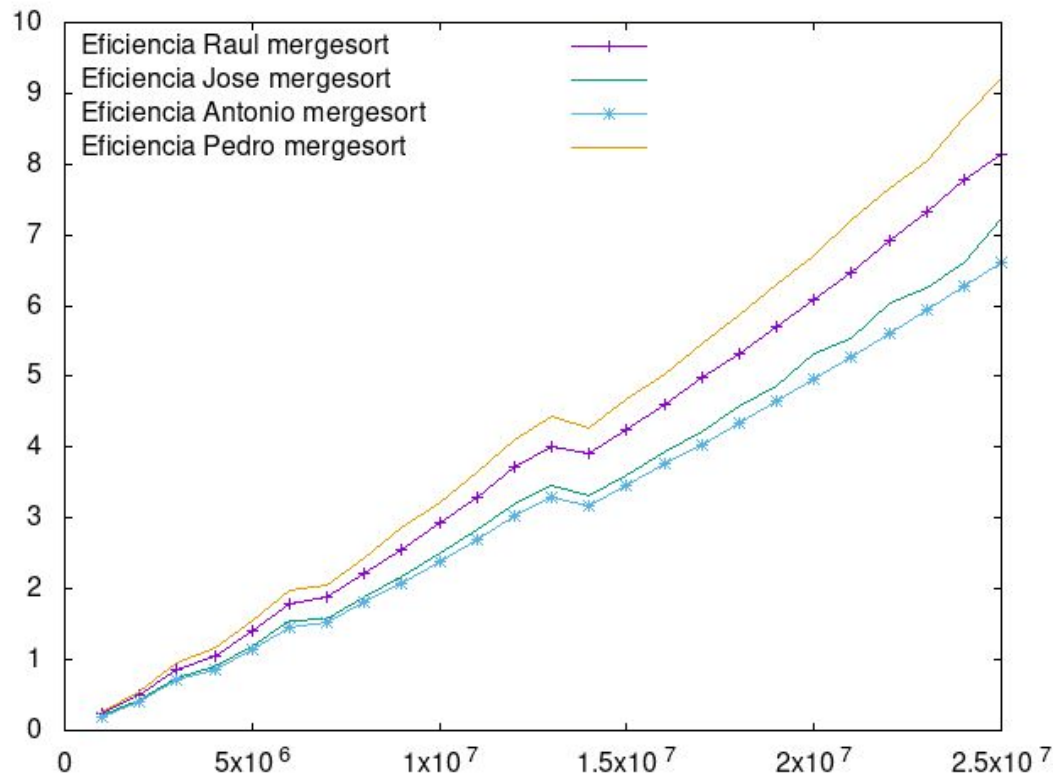
3.1.4. General Cuadráticas



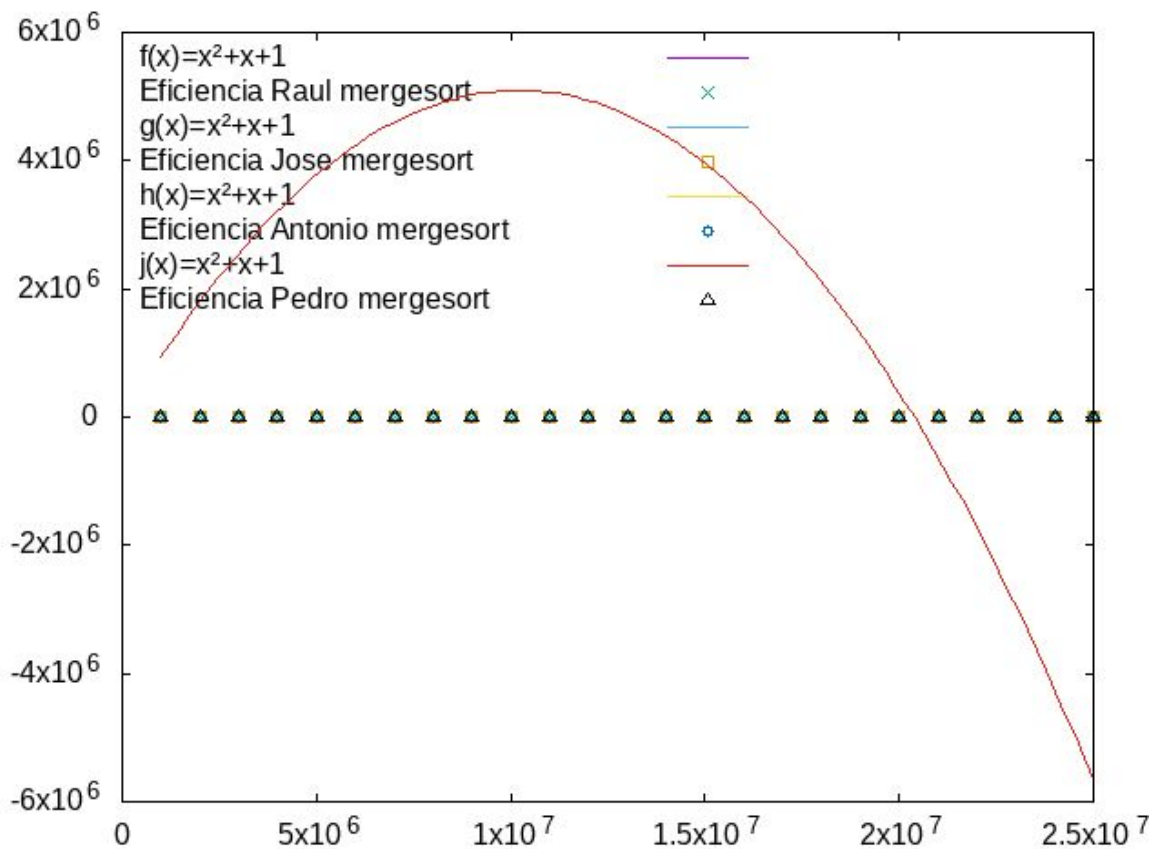
3.2. Logarítmicas

3.2.1. Mergesort

3.2.1.1. Gráfica grupal



3.2.1.2. Ajuste cuadrático para mergesort



```

Final set of parameters
=====
a0      = -4.90447e-08   +/- 1.706e-08   (34.79%)
a1      = 1              +/- 0.457       (45.7%)
a2      = 1              +/- 2.578e+06   (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | a0 | a1 | a2 |
a0 | 1.000 |
a1 | -0.971 | 1.000 |
a2 | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```

Final set of parameters
=====
b0      = -4.90447e-08   +/- 1.706e-08   (34.79%)
b1      = 1              +/- 0.457       (45.7%)
b2      = 1              +/- 2.578e+06   (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | b0 | b1 | b2 |
b0 | 1.000 |
b1 | -0.971 | 1.000 |
b2 | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```

Final set of parameters
=====
c0      = -4.90447e-08   +/- 1.706e-08   (34.79%)
c1      = 1              +/- 0.457       (45.7%)
c2      = 1              +/- 2.578e+06   (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | c0 | c1 | c2 |
c0 | 1.000 |
c1 | -0.971 | 1.000 |
c2 | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

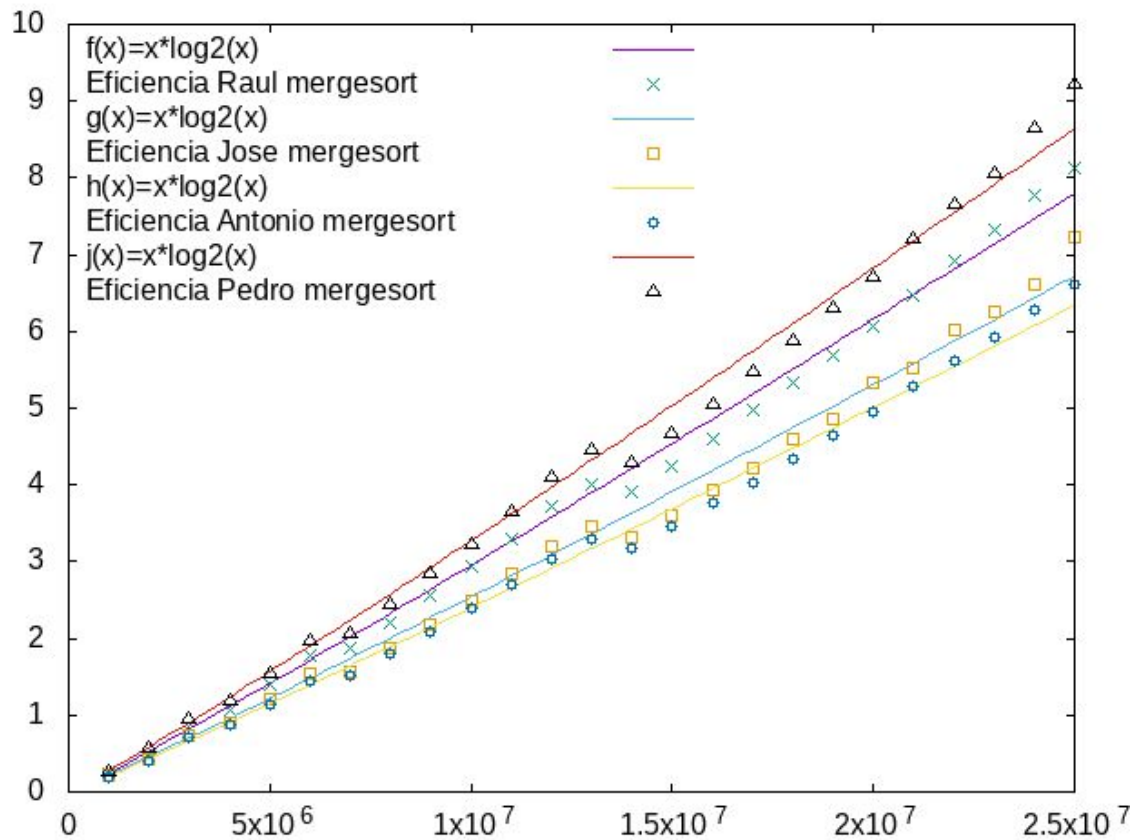
```

Final set of parameters
=====
d0      = -4.90447e-08   +/- 1.706e-08   (34.79%)
d1      = 1              +/- 0.457       (45.7%)
d2      = 1              +/- 2.578e+06   (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | d0 | d1 | d2 |
d0 | 1.000 |
d1 | -0.971 | 1.000 |
d2 | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.2.1.3. Ajuste logarítmico para mergesort



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
a0	= 1.26921e-08	+/- 9.465e-11	(0.7458%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
b0	= 1.09331e-08	+/- 1.015e-10	(0.928%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

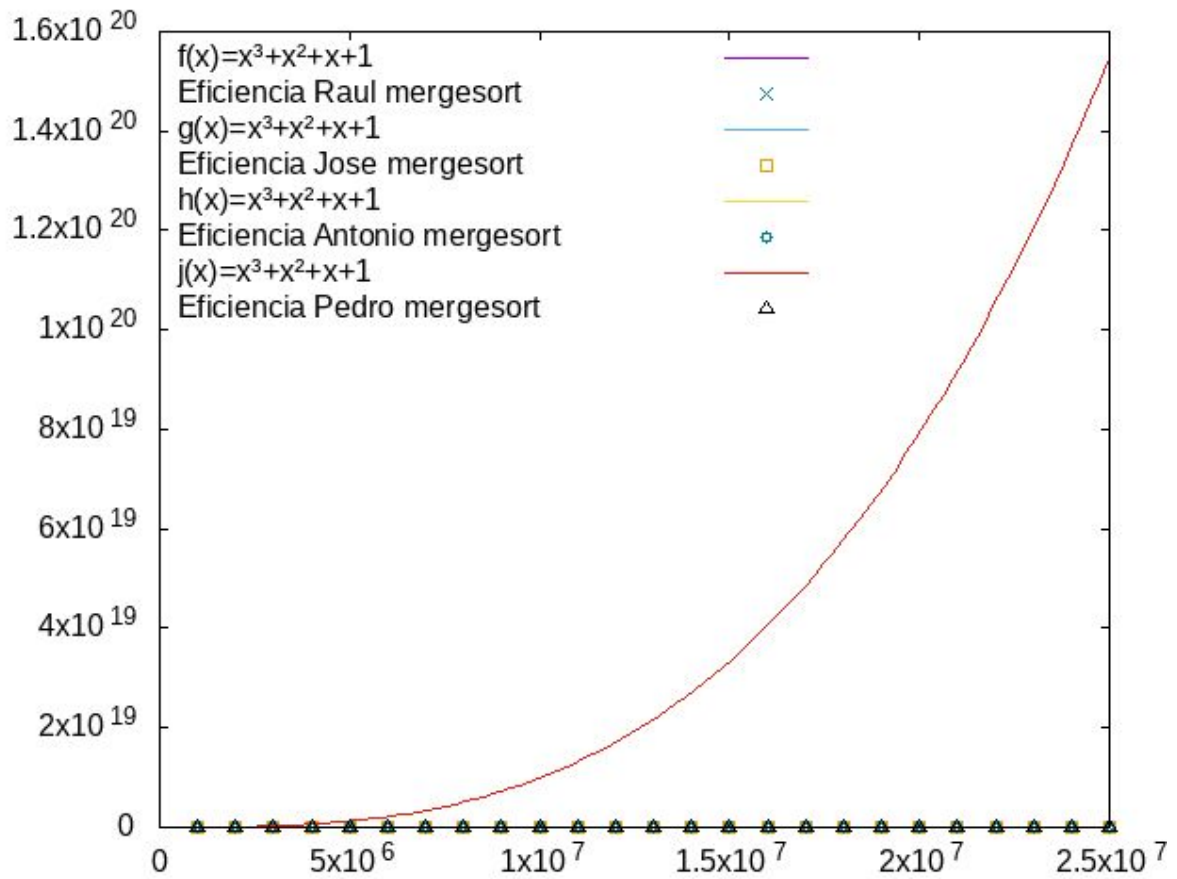
Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
c0	= 1.03224e-08	+/- 7.361e-11	(0.7131%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
d0	= 1.40692e-08	+/- 1.241e-10	(0.8823%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.2.1.4. Ajuste cúbico para mergesort



```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
a0 = 0.00990094 +/- 0.01799 (181.7%)
a1 = 1 +/- 5.18e+05 (5.18e+07%)
a2 = 1 +/- 3.789e+12 (3.789e+14%)
a3 = 1 +/- 3.418e+16 (3.418e+18%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | a0 a1 a2 a3
a0 | | | | | 1.000
a1 | | | | | -0.967 1.000
a2 | | | | | 0.691 -0.842 1.000
a3 | | | | | -0.031 0.039 -0.049 1.000
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
b0 = 0.00990094 +/- 0.01799 (181.7%)
b1 = 1 +/- 5.18e+05 (5.18e+07%)
b2 = 1 +/- 3.789e+12 (3.789e+14%)
b3 = 1 +/- 3.418e+16 (3.418e+18%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | b0 b1 b2 b3
b0 | | | | | 1.000
b1 | | | | | -0.967 1.000
b2 | | | | | 0.691 -0.842 1.000
b3 | | | | | -0.031 0.039 -0.049 1.000
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
c0 = 0.00990094 +/- 0.01799 (181.7%)
c1 = 1 +/- 5.18e+05 (5.18e+07%)
c2 = 1 +/- 3.789e+12 (3.789e+14%)
c3 = 1 +/- 3.418e+16 (3.418e+18%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | c0 c1 c2 c3
c0 | | | | | 1.000
c1 | | | | | -0.967 1.000
c2 | | | | | 0.691 -0.842 1.000
c3 | | | | | -0.031 0.039 -0.049 1.000
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```

Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
d0 = 0.00990094 +/- 0.01799 (181.7%)
d1 = 1 +/- 5.18e+05 (5.18e+07%)
d2 = 1 +/- 3.789e+12 (3.789e+14%)
d3 = 1 +/- 3.418e+16 (3.418e+18%)

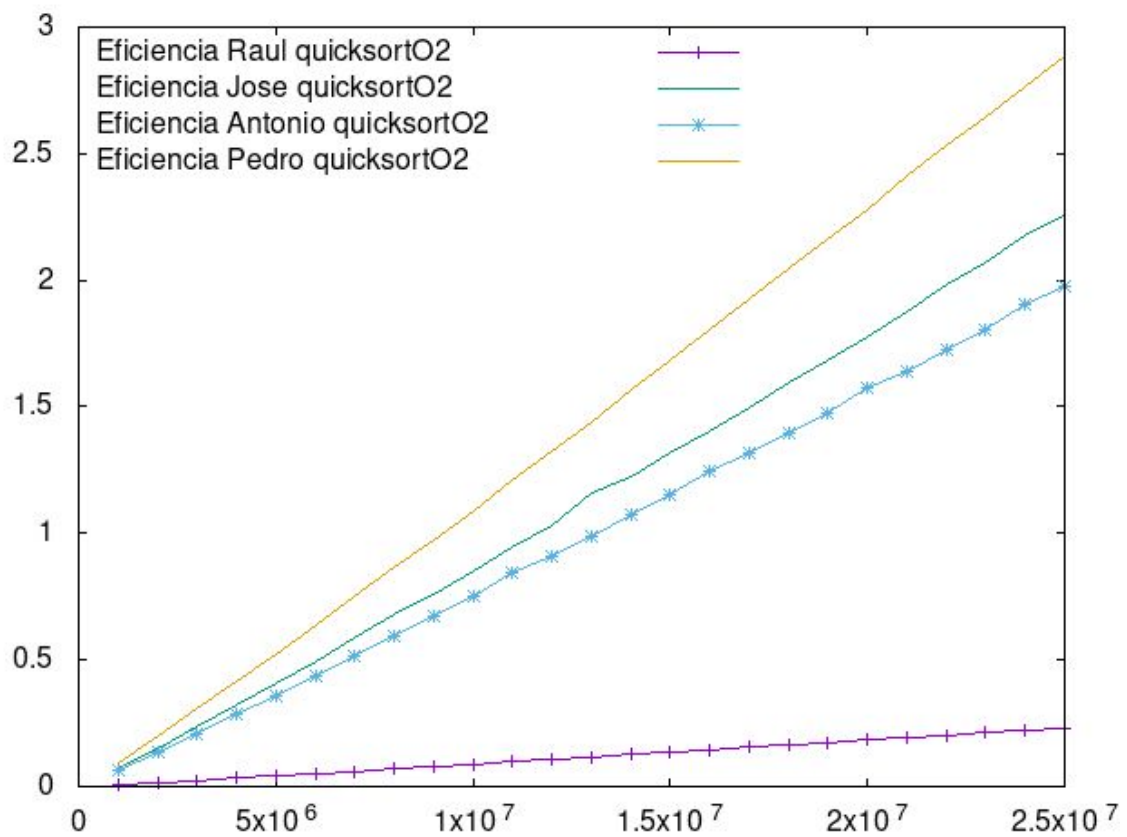
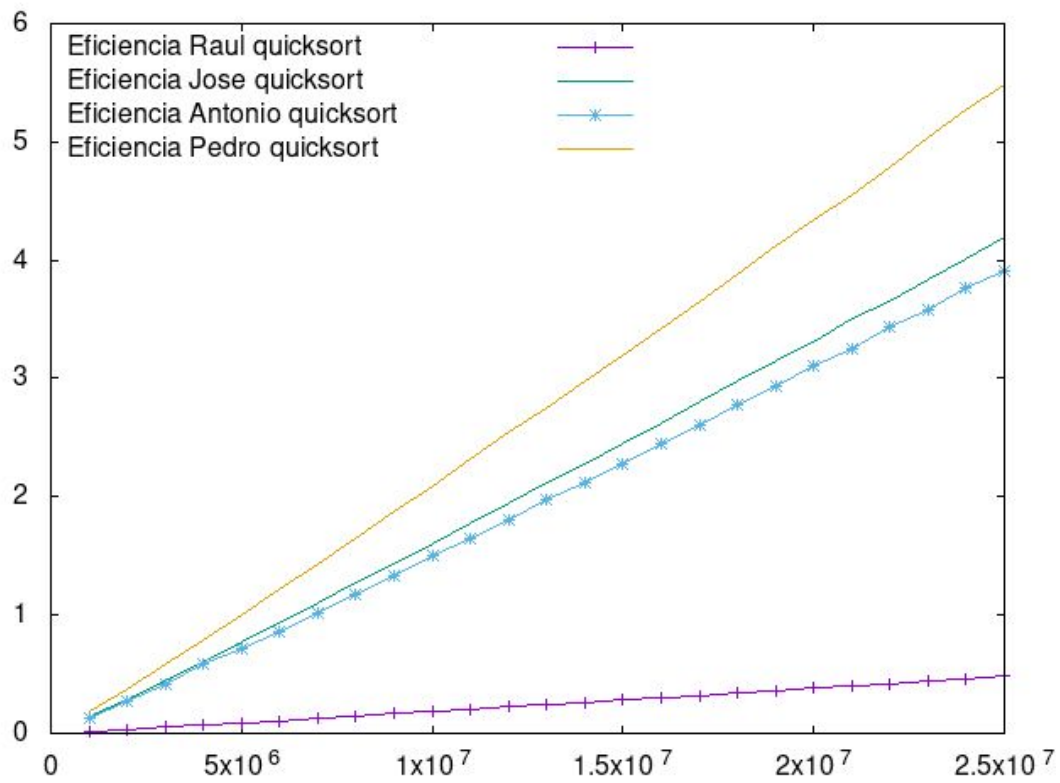
correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | d0 d1 d2 d3
d0 | | | | | 1.000
d1 | | | | | -0.967 1.000
d2 | | | | | 0.691 -0.842 1.000
d3 | | | | | -0.031 0.039 -0.049 1.000
  
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

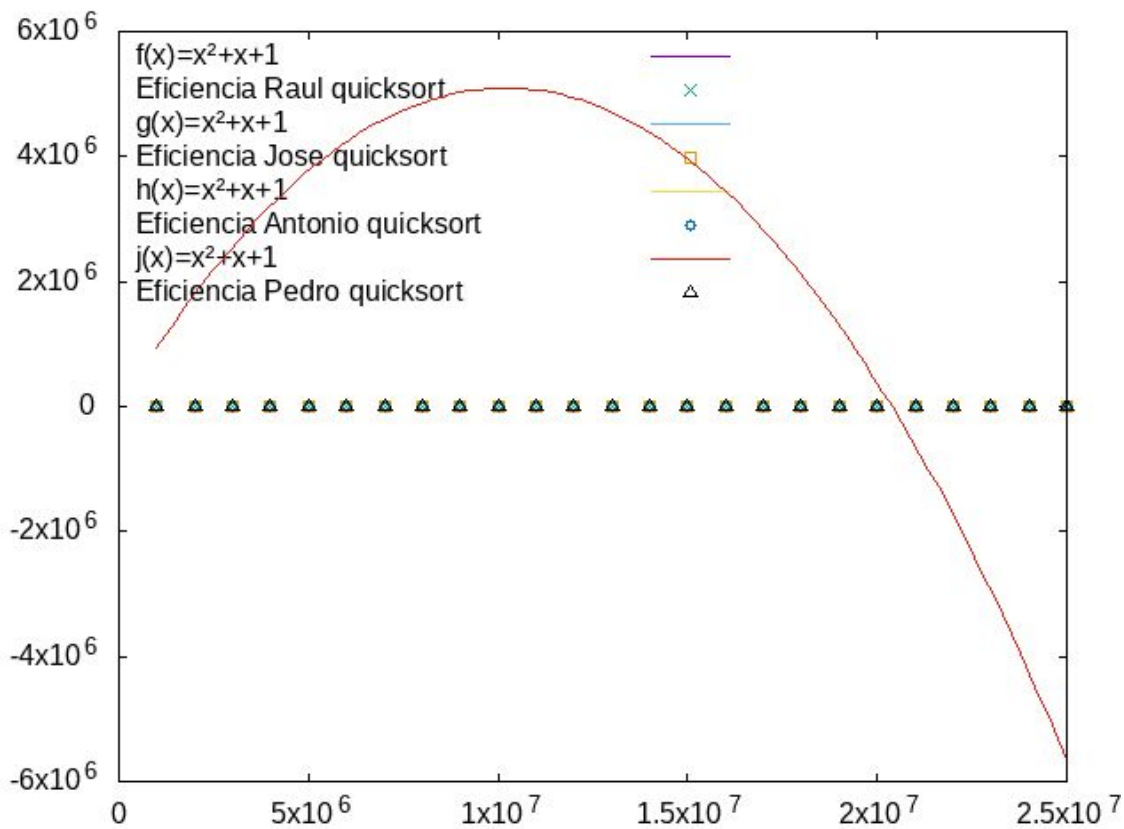
No hay ajuste potencia de 2 para mergesort porque gnuplot da error al ajustar.

3.2.2. Quicksort

3.2.2.1. Gráfica grupal



3.2.2.2. Ajuste cuadrático para quicksort



```
Final set of parameters
=====
a0      = -4.90448e-08  +/- 1.706e-08  (34.79%)
a1      = 1            +/- 0.457      (45.7%)
a2      = 1            +/- 2.578e+06  (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | a0 | a1 | a2 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.971 | 1.000 |
| | | | | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```
Final set of parameters
=====
b0      = -4.90448e-08  +/- 1.706e-08  (34.79%)
b1      = 1            +/- 0.457      (45.7%)
b2      = 1            +/- 2.578e+06  (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | b0 | b1 | b2 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.971 | 1.000 |
| | | | | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```
Final set of parameters
=====
c0      = -4.90448e-08  +/- 1.706e-08  (34.79%)
c1      = 1            +/- 0.457      (45.7%)
c2      = 1            +/- 2.578e+06  (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | c0 | c1 | c2 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.971 | 1.000 |
| | | | | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
```

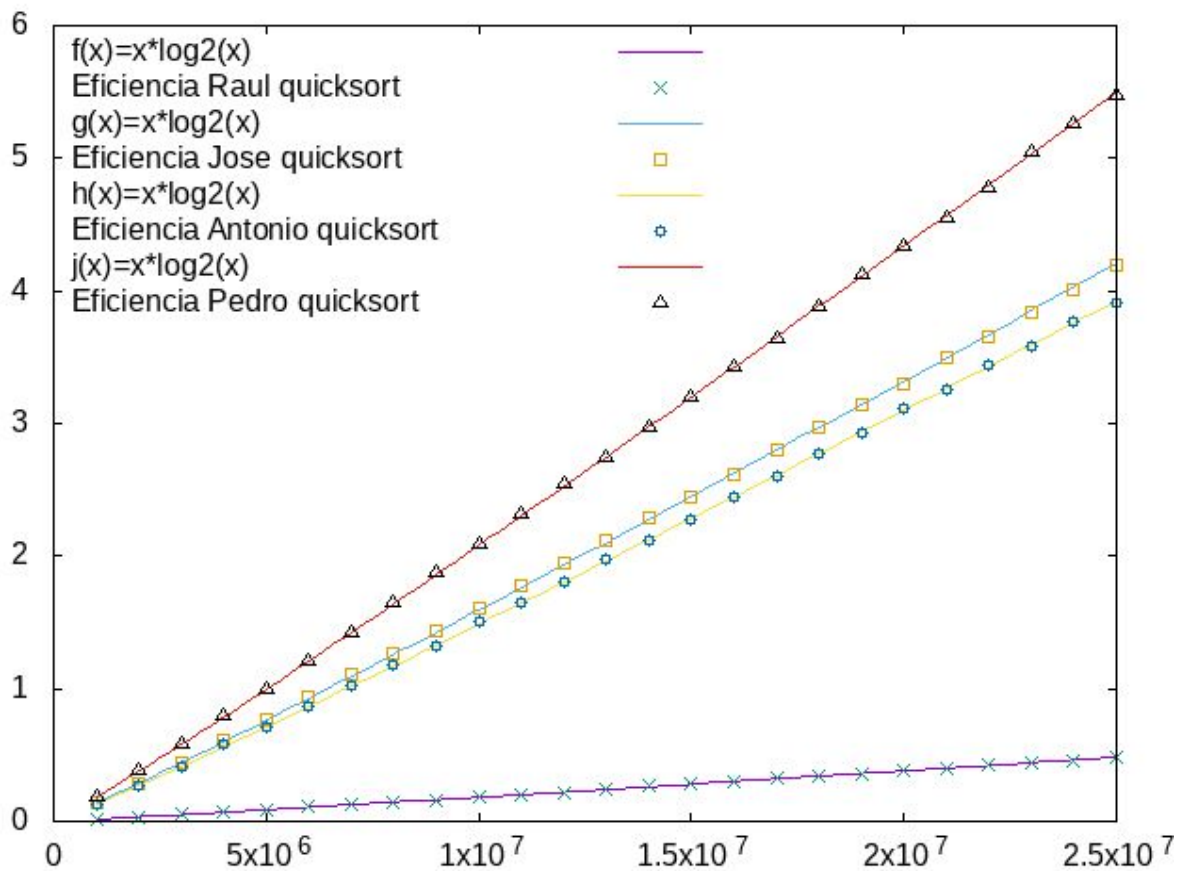
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```
Final set of parameters
=====
d0      = -4.90447e-08  +/- 1.706e-08  (34.79%)
d1      = 1            +/- 0.457      (45.7%)
d2      = 1            +/- 2.578e+06  (2.578e+08%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | d0 | d1 | d2 |
| | | | | 1.000 |
| | | | | -0.971 | 1.000 |
| | | | | 0.774 | -0.884 | 1.000 |
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.2.2.3. Ajuste logarítmico para quicksort



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
a0 = 7.85328e-10	+/- 7.376e-13 (0.09392%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
b0 = 6.8449e-09	+/- 5.826e-12 (0.08512%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

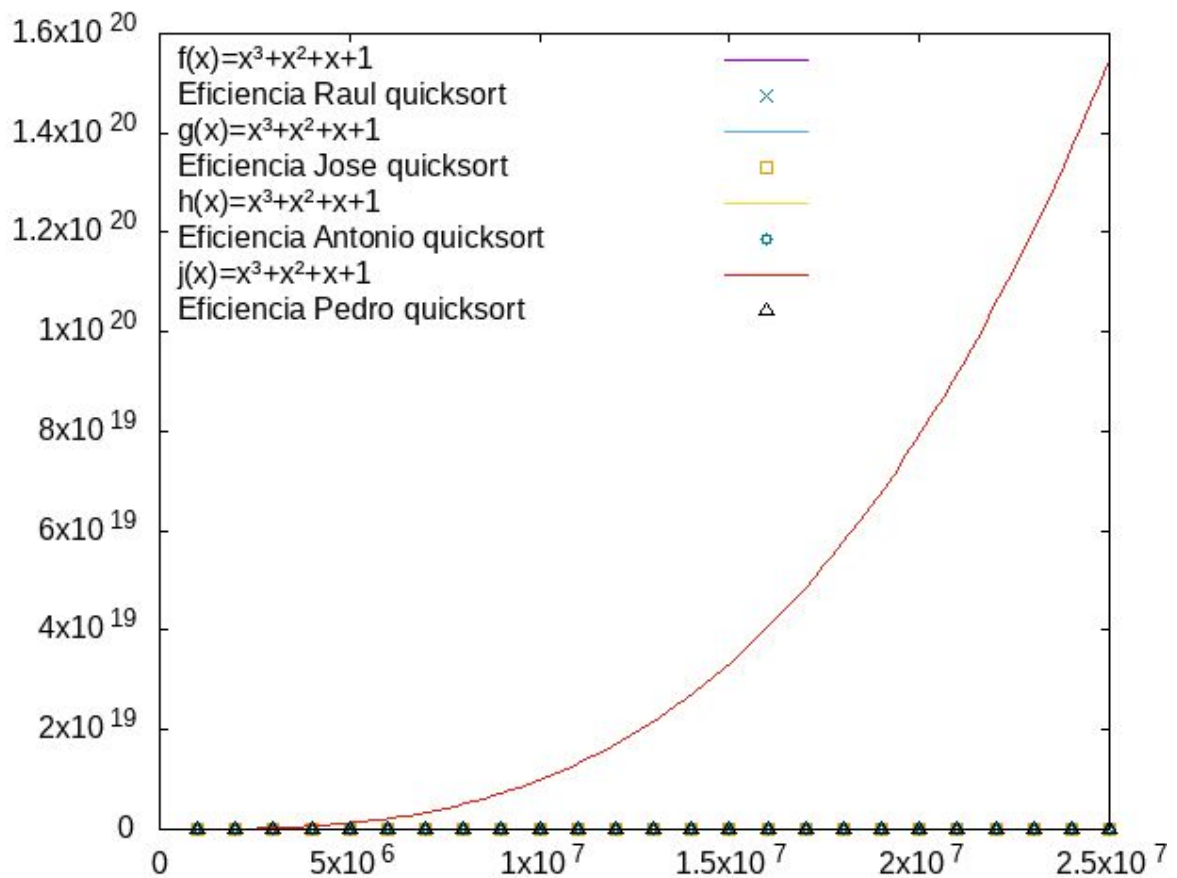
Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
c0 = 6.3884e-09	+/- 4.712e-12 (0.07376%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
d0 = 8.94738e-09	+/- 5.794e-12 (0.06476%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.2.2.4. Ajuste cúbico para quicksort



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====				
a0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
a1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
a2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
a3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	a0	a1	a2	a3
a0	1.000			
a1	-0.967	1.000		
a2	0.691	-0.842	1.000	
a3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====		=====		
b0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
b1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
b2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
b3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	b0	b1	b2	b3
b0	1.000			
b1	-0.967	1.000		
b2	0.691	-0.842	1.000	
b3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====		=====		
c0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
c1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
c2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
c3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	c0	c1	c2	c3
c0	1.000			
c1	-0.967	1.000		
c2	0.691	-0.842	1.000	
c3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

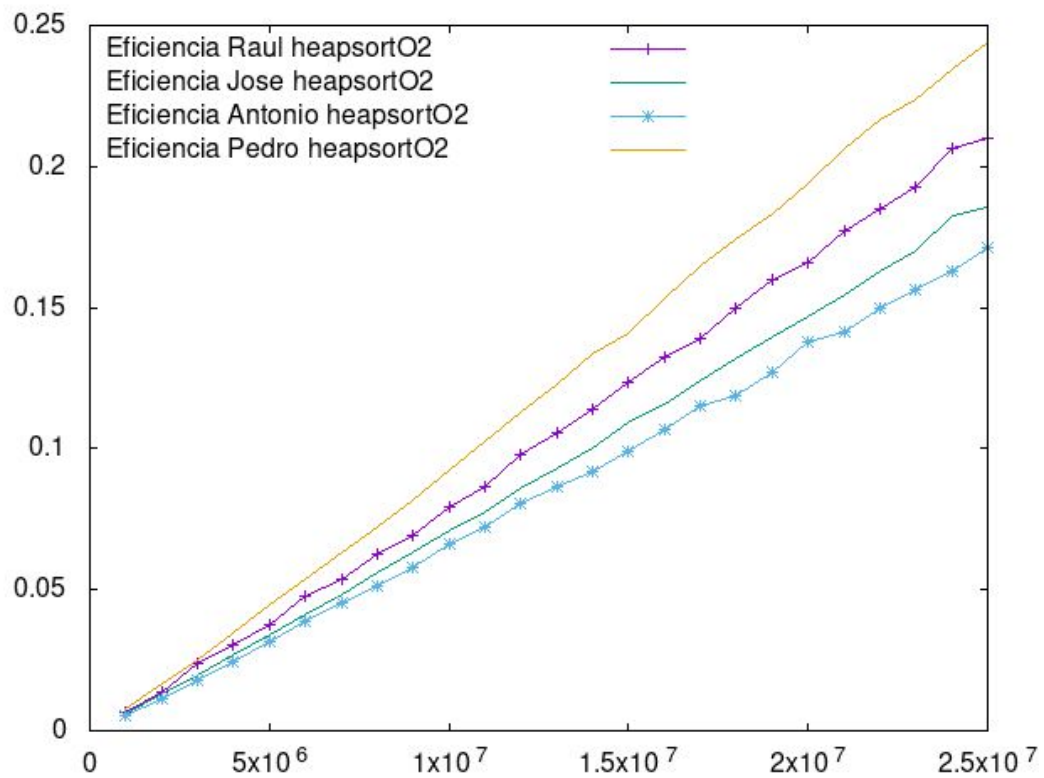
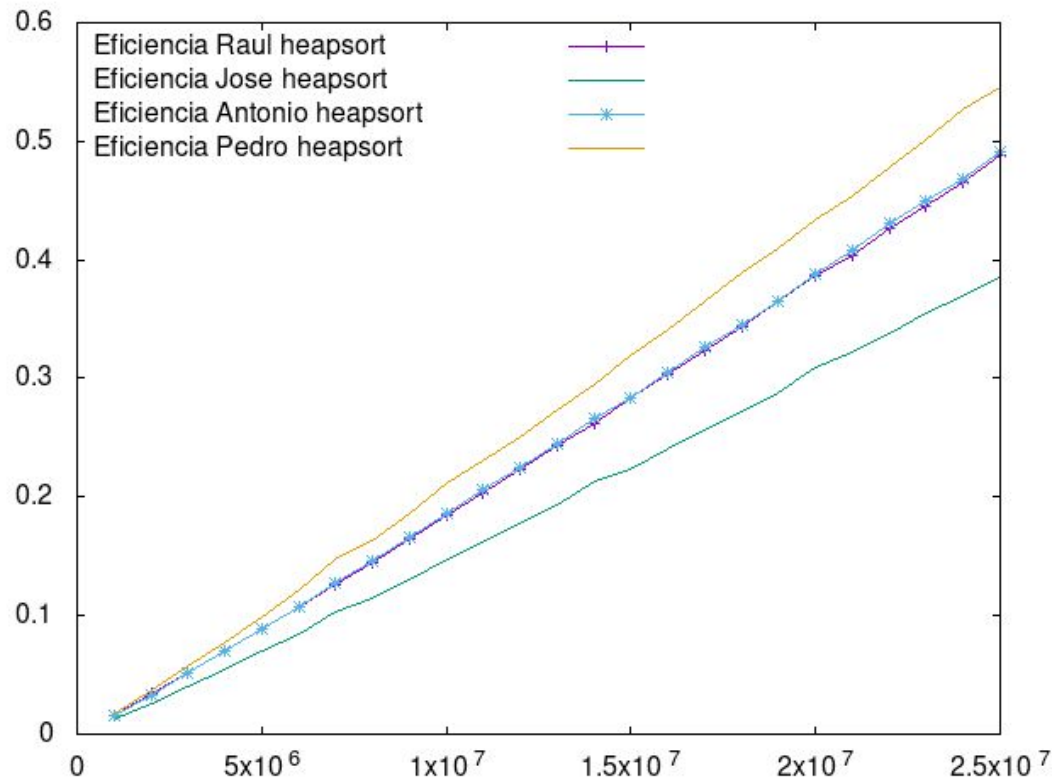
Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====		=====		
d0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
d1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
d2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
d3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	d0	d1	d2	d3
d0	1.000			
d1	-0.967	1.000		
d2	0.691	-0.842	1.000	
d3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

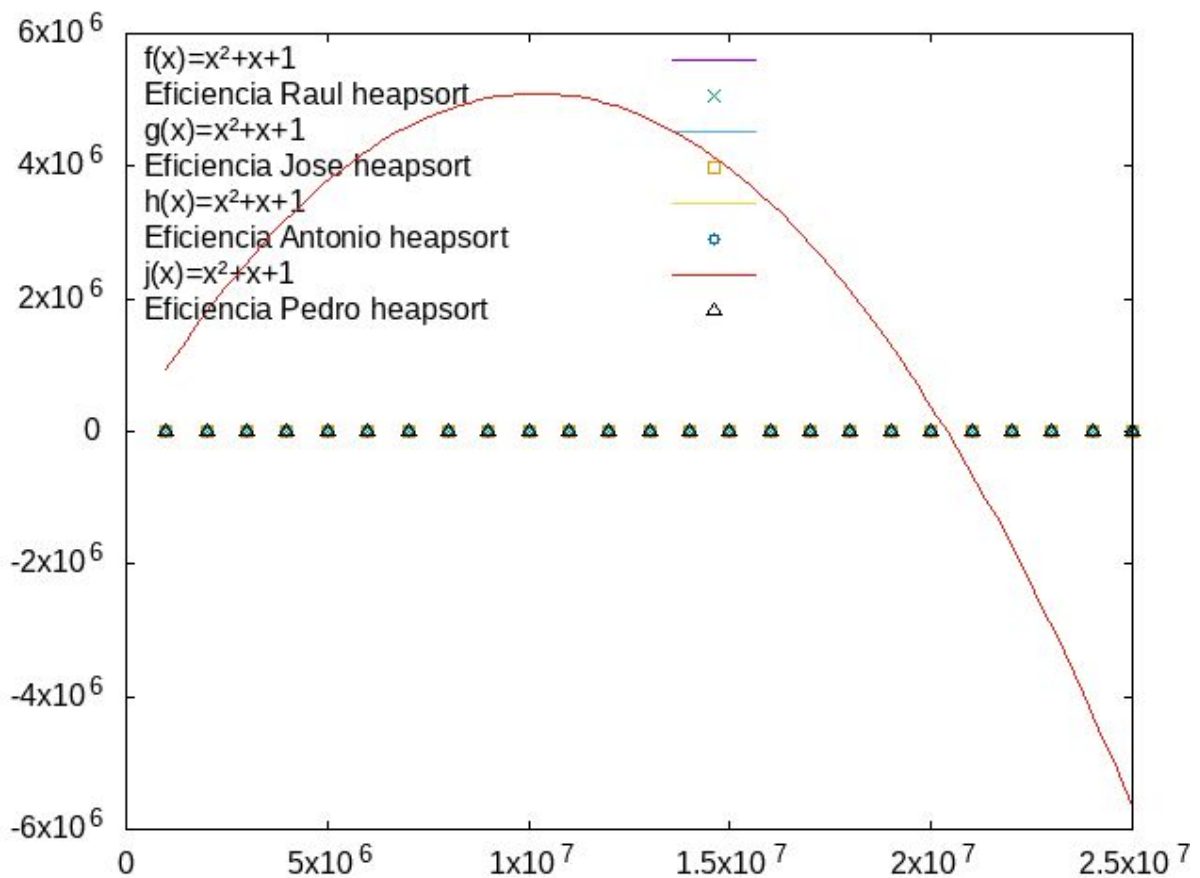
No hay ajuste potencia de 2 para logarítmica porque gnuplot da error al ajustar.

3.2.3. Heapsort

3.2.3.1. Gráfica grupal



3.2.3.2. Ajuste cuadrático para heapsort



Final set of parameters			Asymptotic Standard Error		
=====					
a0	=	-4.90448e-08	+/-	1.706e-08	(34.79%)
a1	=	1	+/-	0.457	(45.7%)
a2	=	1	+/-	2.578e+06	(2.578e+08%)
correlation matrix of the fit parameters:					
		a0	a1	a2	
a0		1.000			
a1		-0.971	1.000		
a2		0.774	-0.884	1.000	

Final set of parameters			Asymptotic Standard Error		
=====					
b0	=	-4.90448e-08	+/-	1.706e-08	(34.79%)
b1	=	1	+/-	0.457	(45.7%)
b2	=	1	+/-	2.578e+06	(2.578e+08%)
correlation matrix of the fit parameters:					
		b0	b1	b2	
b0		1.000			
b1		-0.971	1.000		
b2		0.774	-0.884	1.000	

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

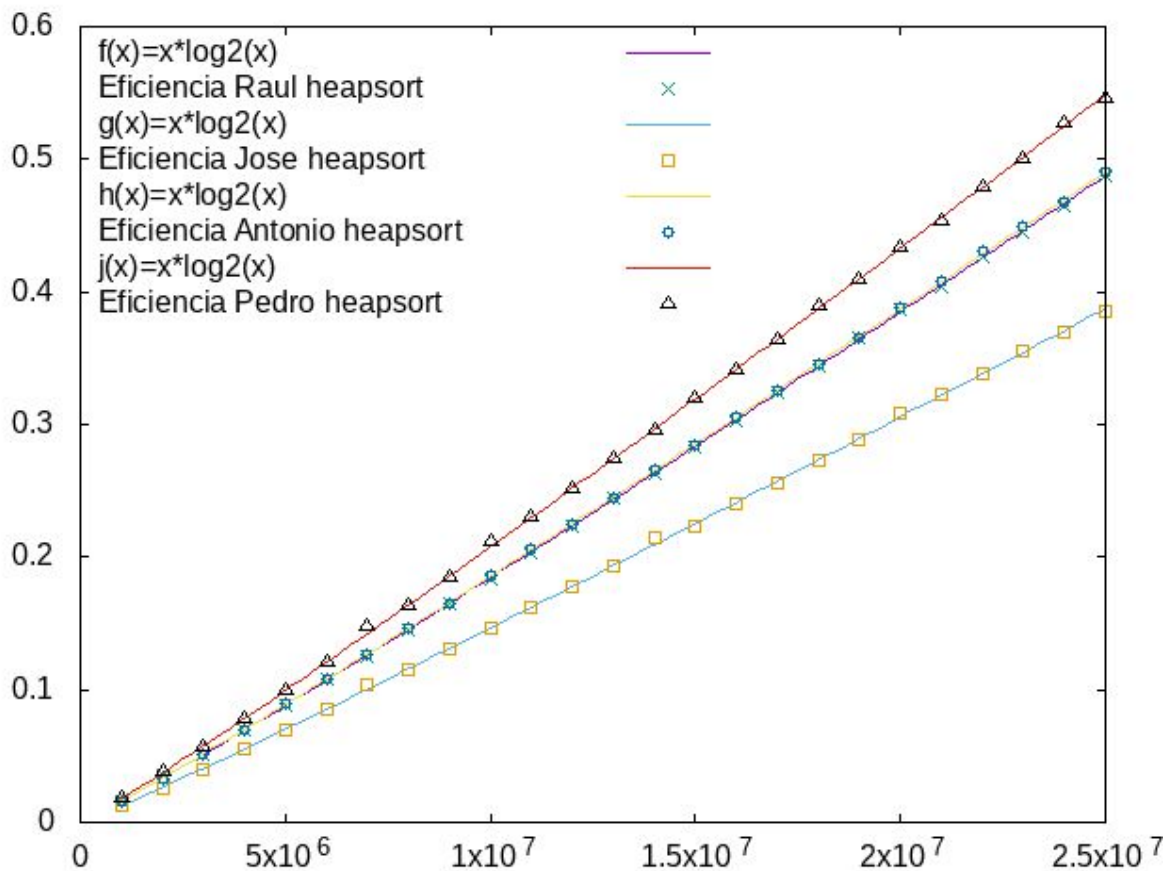
Final set of parameters			Asymptotic Standard Error		
=====			=====		
c0	=	-4.90448e-08	+/-	1.706e-08	(34.79%)
c1	=	1	+/-	0.457	(45.7%)
c2	=	1	+/-	2.578e+06	(2.578e+08%)
correlation matrix of the fit parameters:					
		c0	c1	c2	
c0		1.000			
c1		-0.971	1.000		
c2		0.774	-0.884	1.000	

Final set of parameters			Asymptotic Standard Error		
=====			=====		
d0	=	-4.90448e-08	+/-	1.706e-08	(34.79%)
d1	=	1	+/-	0.457	(45.7%)
d2	=	1	+/-	2.578e+06	(2.578e+08%)
correlation matrix of the fit parameters:					
		d0	d1	d2	
d0		1.000			
d1		-0.971	1.000		
d2		0.774	-0.884	1.000	

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.2.3.3. Ajuste logarítmico para heapsort



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
a0 = 7.92885e-10	+/- 4.644e-13 (0.05857%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
b0 = 6.30243e-10	+/- 8.246e-13 (0.1308%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

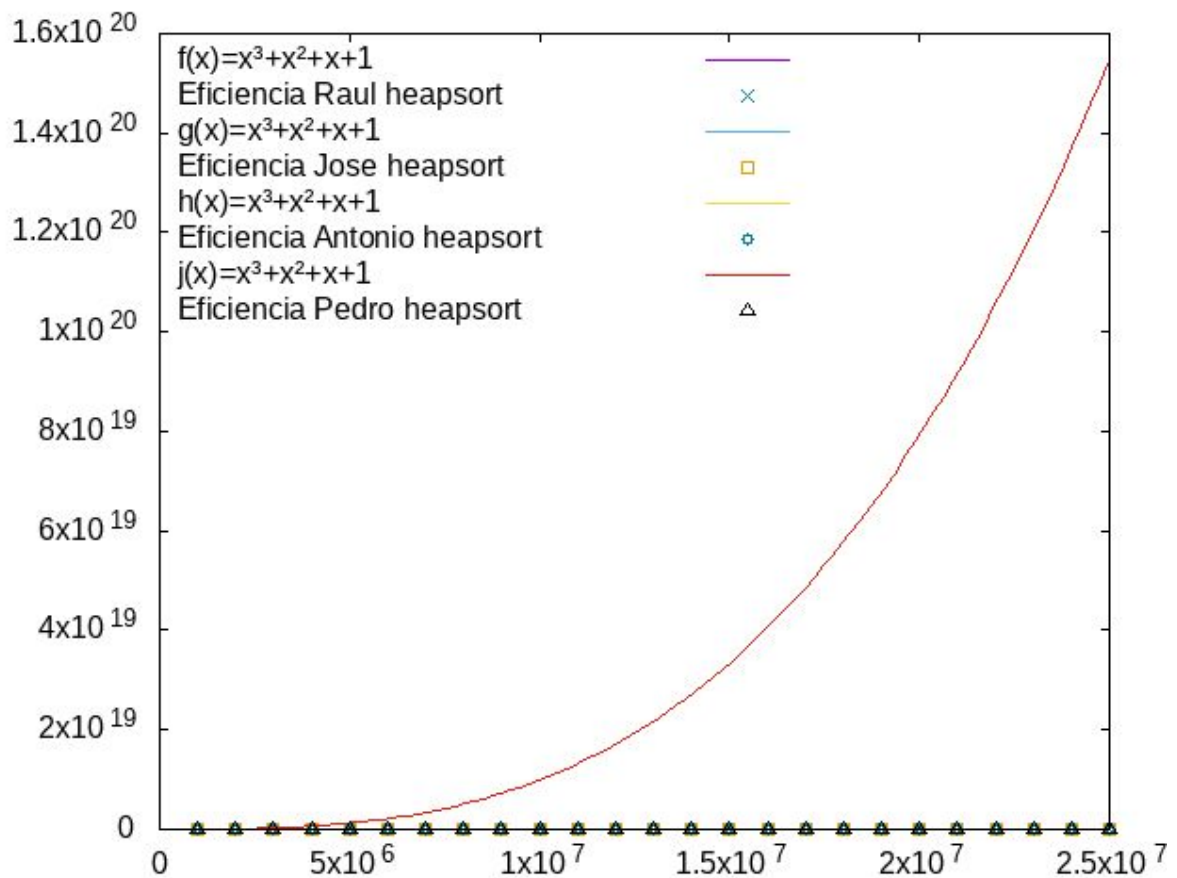
Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
c0 = 7.98102e-10	+/- 4.471e-13 (0.05602%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
d0 = 8.92664e-10	+/- 9.571e-13 (0.1072%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.2.3.4. Ajuste cúbico para heapsort



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====				
a0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
a1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
a2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
a3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	a0	a1	a2	a3
a0	1.000			
a1	-0.967	1.000		
a2	0.691	-0.842	1.000	
a3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====				
b0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
b1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
b2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
b3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	b0	b1	b2	b3
b0	1.000			
b1	-0.967	1.000		
b2	0.691	-0.842	1.000	
b3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====				
c0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
c1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
c2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
c3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	c0	c1	c2	c3
c0	1.000			
c1	-0.967	1.000		
c2	0.691	-0.842	1.000	
c3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

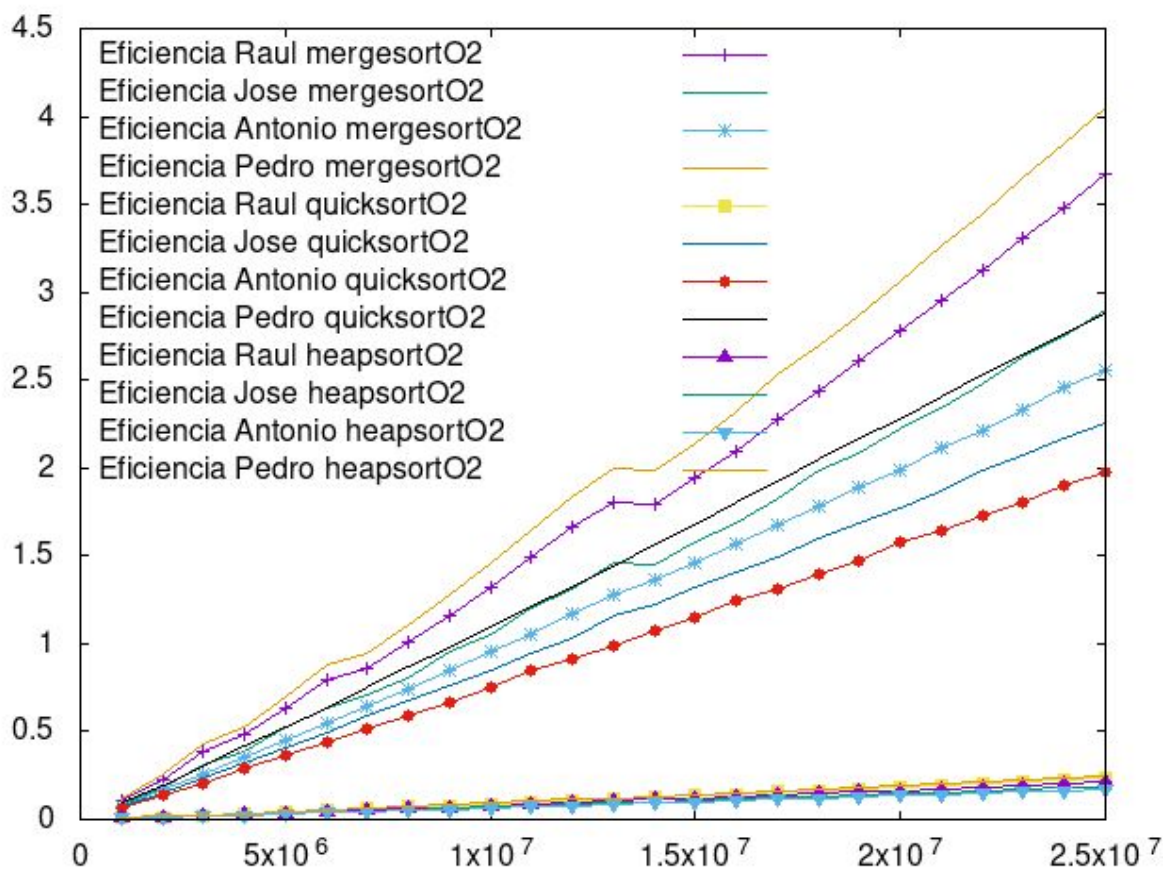
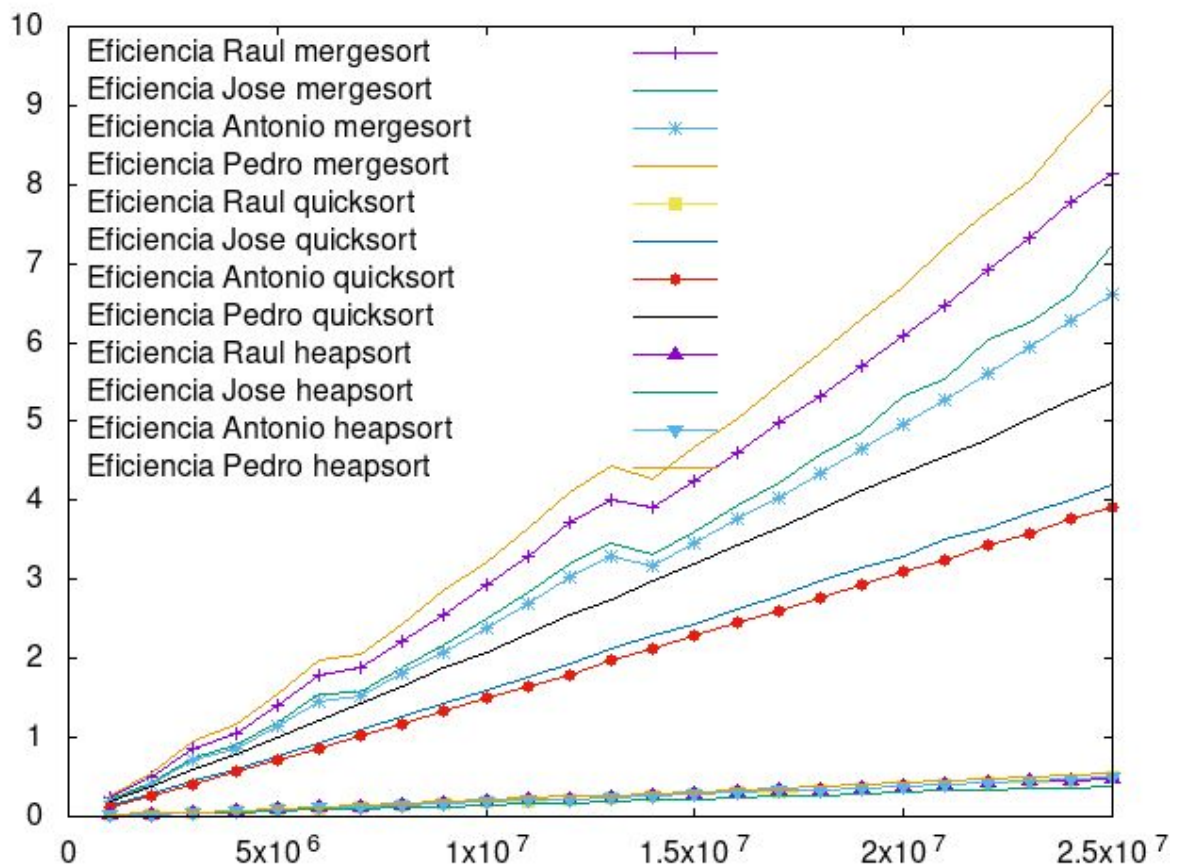
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error		
=====				
d0	= 0.00990094	+/- 0.01799	(181.7%)	
d1	= 1	+/- 5.18e+05	(5.18e+07%)	
d2	= 1	+/- 3.789e+12	(3.789e+14%)	
d3	= 1	+/- 3.418e+16	(3.418e+18%)	
correlation matrix of the fit parameters:				
	d0	d1	d2	d3
d0	1.000			
d1	-0.967	1.000		
d2	0.691	-0.842	1.000	
d3	-0.031	0.039	-0.049	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

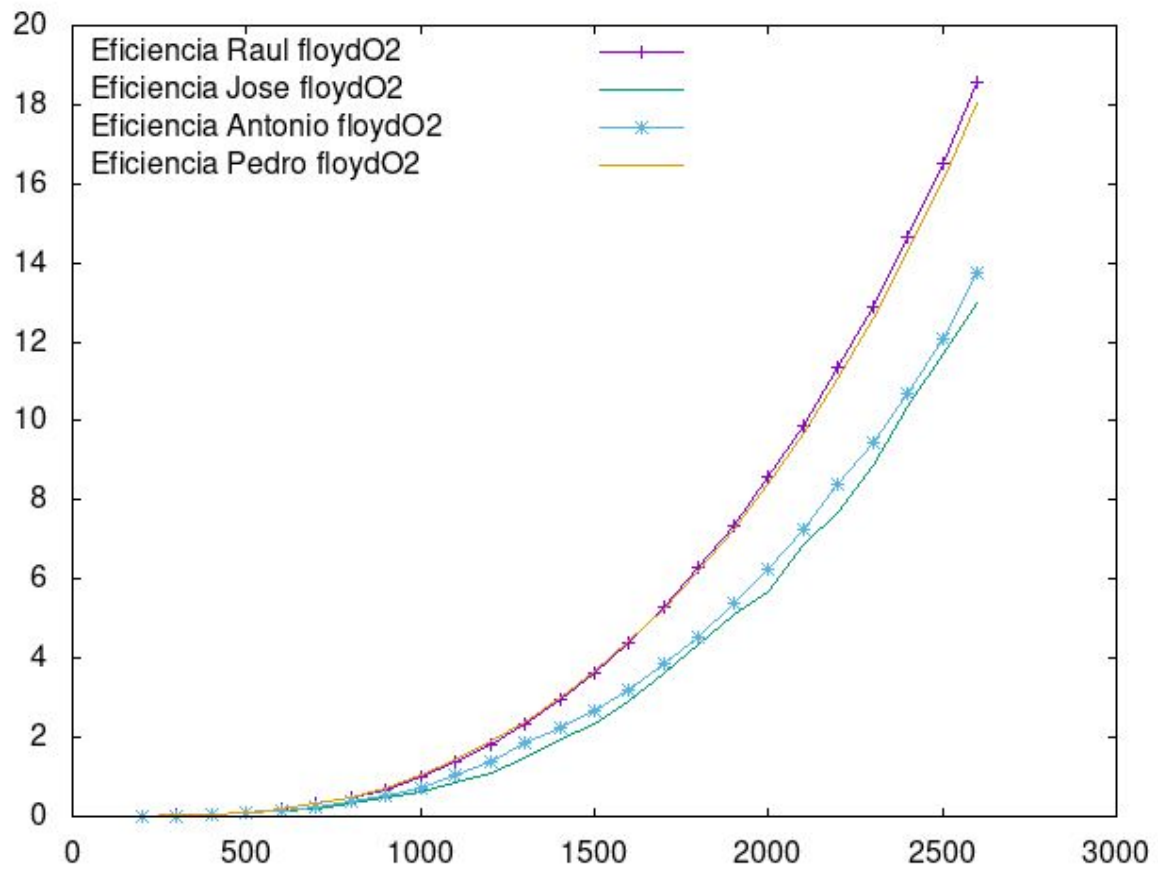
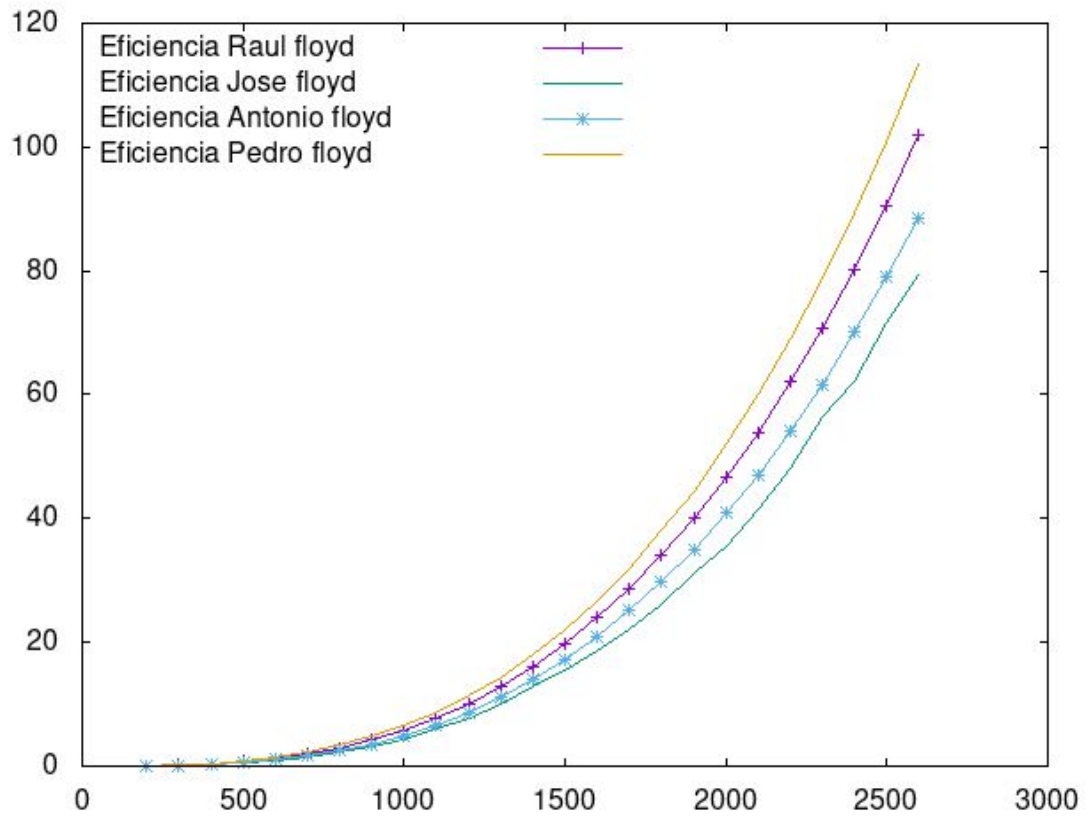
No hay ajuste potencia de 2 para heapsort porque gnuplot da error al ajustar.

3.2.4. General Logarítmicos

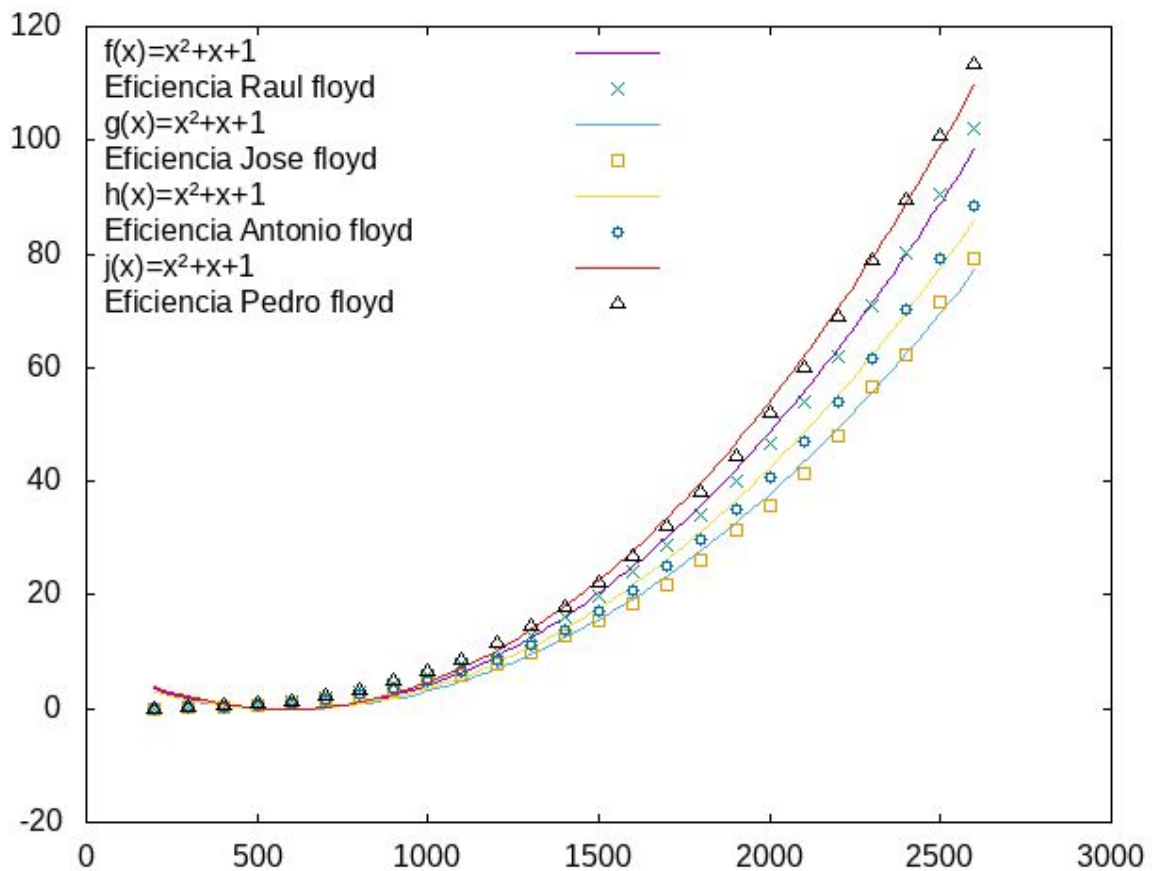


3.3. Cúbicas (Floyd)

3.3.1. Gráfica grupal



3.3.2. Ajuste cuadrático para Floyd



```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
a0      = 2.42207e-05      +/- 7.448e-07      (3.075%)
a1      = -0.0281901      +/- 0.00214      (7.591%)
a2      = 8.11308         +/- 1.311        (16.16%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | a0      a1      a2
a0      1.000
a1      -0.975  1.000
a2      0.818  -0.912  1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
b0      = 1.91266e-05      +/- 6.529e-07      (3.413%)
b1      = -0.022629       +/- 0.001876      (8.289%)
b2      = 6.58547         +/- 1.15          (17.46%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | b0      b1      b2
b0      1.000
b1      -0.975  1.000
b2      0.818  -0.912  1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
c0      = 2.11765e-05      +/- 6.27e-07      (2.961%)
c1      = -0.0247193      +/- 0.001801      (7.288%)
c2      = 7.07861         +/- 1.104         (15.6%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | c0      c1      c2
c0      1.000
c1      -0.975  1.000
c2      0.818  -0.912  1.000
```

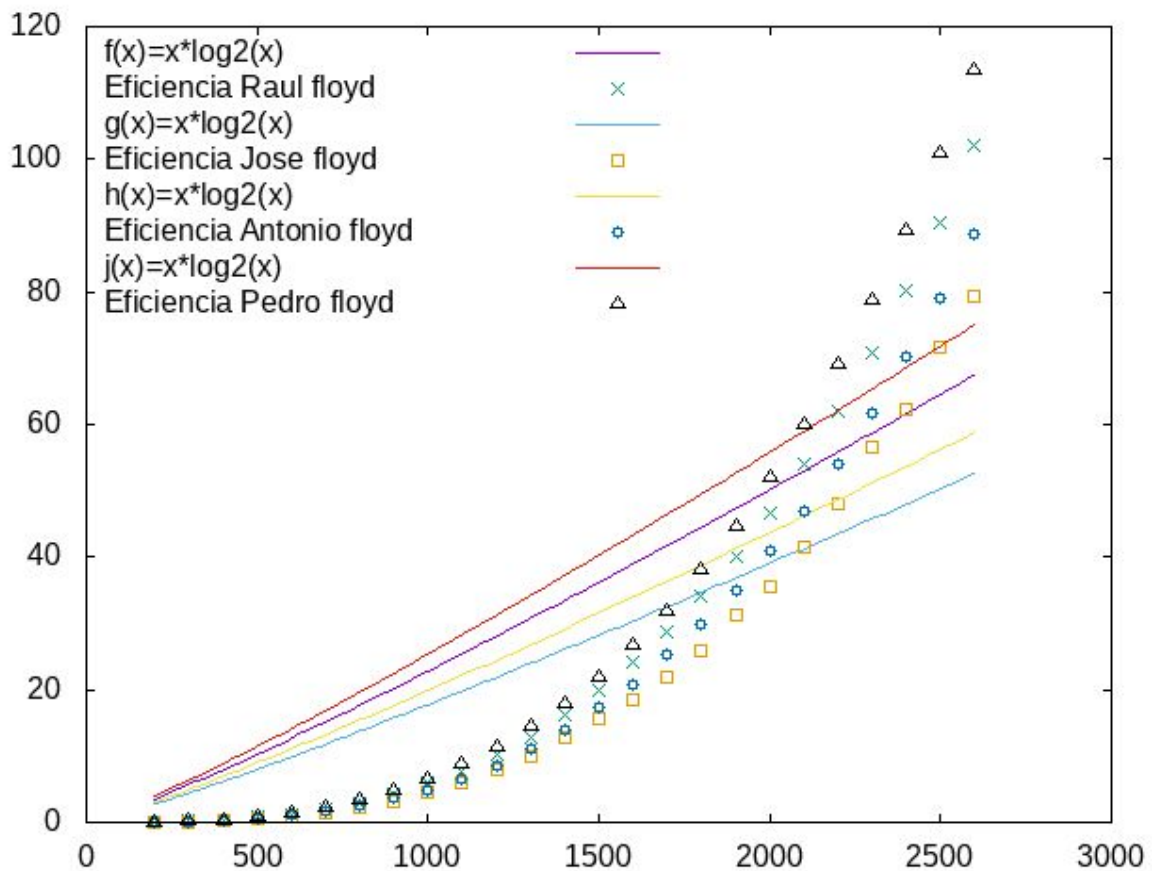
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
d0      = 2.69803e-05      +/- 8.38e-07      (3.106%)
d1      = -0.0314518      +/- 0.002408      (7.655%)
d2      = 9.07327         +/- 1.476         (16.26%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | | d0      d1      d2
d0      1.000
d1      -0.975  1.000
d2      0.818  -0.912  1.000
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.3.3. Ajuste logarítmico para Floyd



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
a0 = 0.00228622	+/- 0.0001801 (7.878%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
b0 = 0.00178073	+/- 0.0001419 (7.971%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

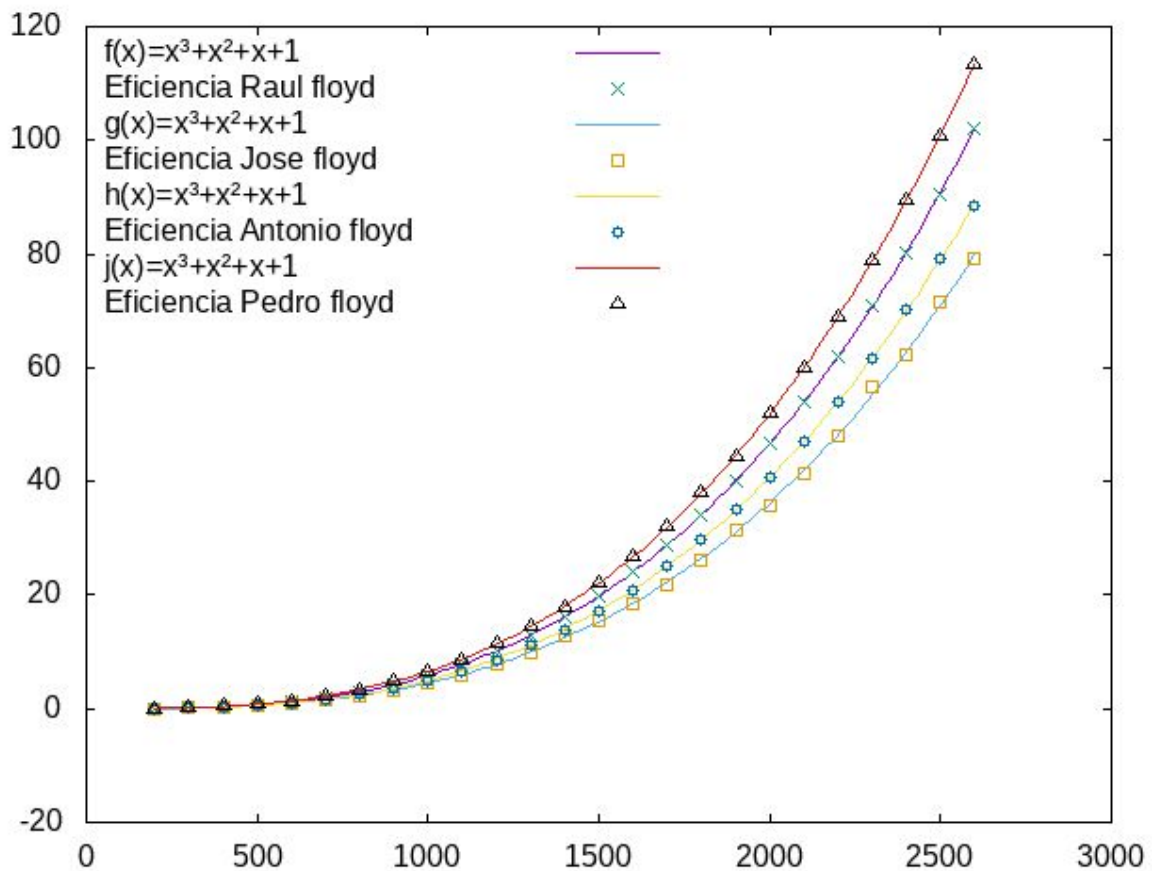
Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
c0 = 0.0019915	+/- 0.0001575 (7.91%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
=====	=====
d0 = 0.00254395	+/- 0.0002006 (7.883%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.3.4. Ajuste cúbico para Floyd



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
a0	= 5.54917e-09	+/- 3.436e-11	(0.6191%)
a1	= 9.14146e-07	+/- 1.459e-07	(15.96%)
a2	= -0.000743847	+/- 0.0001809	(24.32%)
a3	= 0.14225	+/- 0.06232	(43.81%)

correlation matrix of the fit parameters:				
	a0	a1	a2	a3
a0	1.000			
a1	-0.989	1.000		
a2	0.939	-0.978	1.000	
a3	-0.792	0.857	-0.935	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
b0	= 4.66414e-09	+/- 3.028e-10	(6.491%)
b1	= -4.62759e-07	+/- 1.286e-06	(277.9%)
b2	= 0.000439898	+/- 0.001594	(362.4%)
b3	= -0.114104	+/- 0.5492	(481.3%)

correlation matrix of the fit parameters:				
	b0	b1	b2	b3
b0	1.000			
b1	-0.989	1.000		
b2	0.939	-0.978	1.000	
b3	-0.792	0.857	-0.935	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
c0	= 4.66519e-09	+/- 6.169e-11	(1.322%)
c1	= 1.58264e-06	+/- 2.62e-07	(16.55%)
c2	= -0.00164527	+/- 0.0003248	(19.74%)
c3	= 0.377525	+/- 0.1119	(29.64%)

correlation matrix of the fit parameters:				
	c0	c1	c2	c3
c0	1.000			
c1	-0.989	1.000		
c2	0.939	-0.978	1.000	
c3	-0.792	0.857	-0.935	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
d0	= 6.24449e-09	+/- 3.31e-11	(0.5301%)
d1	= 7.5344e-07	+/- 1.406e-07	(18.66%)
d2	= -0.000566527	+/- 0.0001743	(30.77%)
d3	= 0.103683	+/- 0.06005	(57.92%)

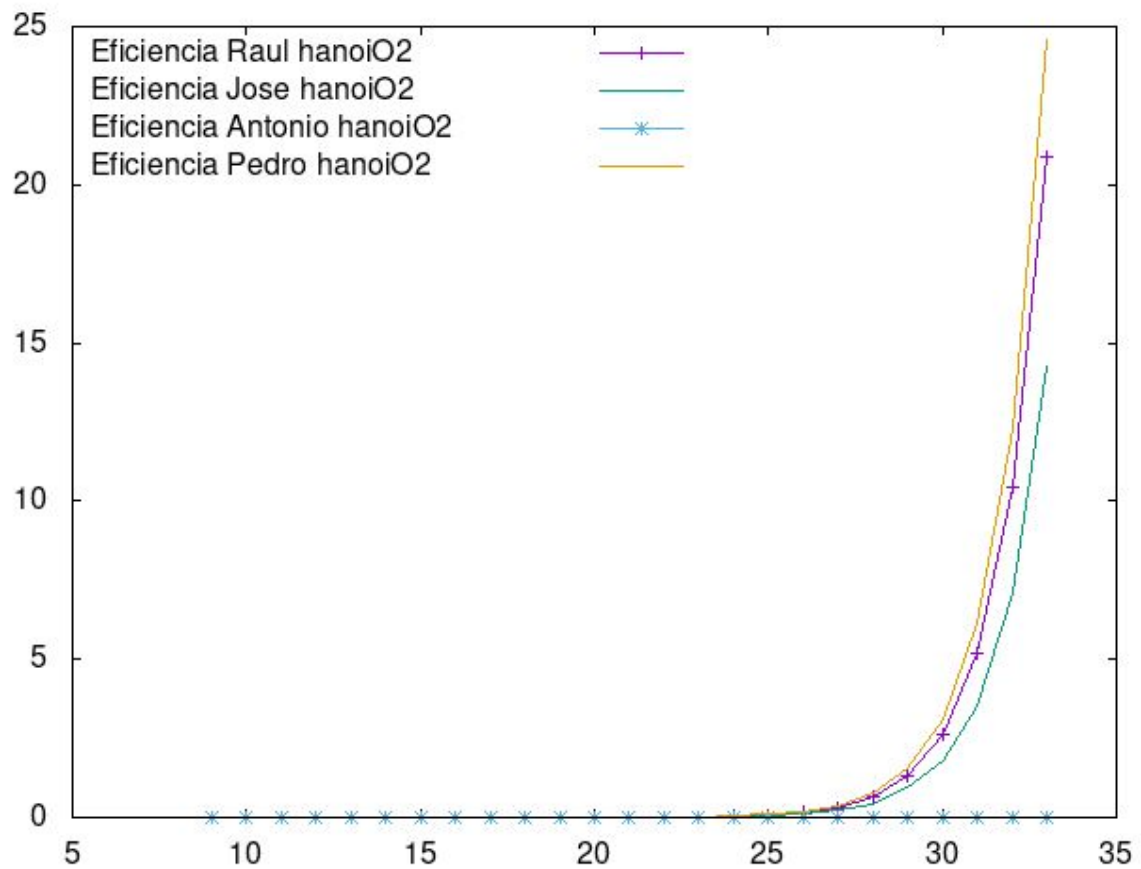
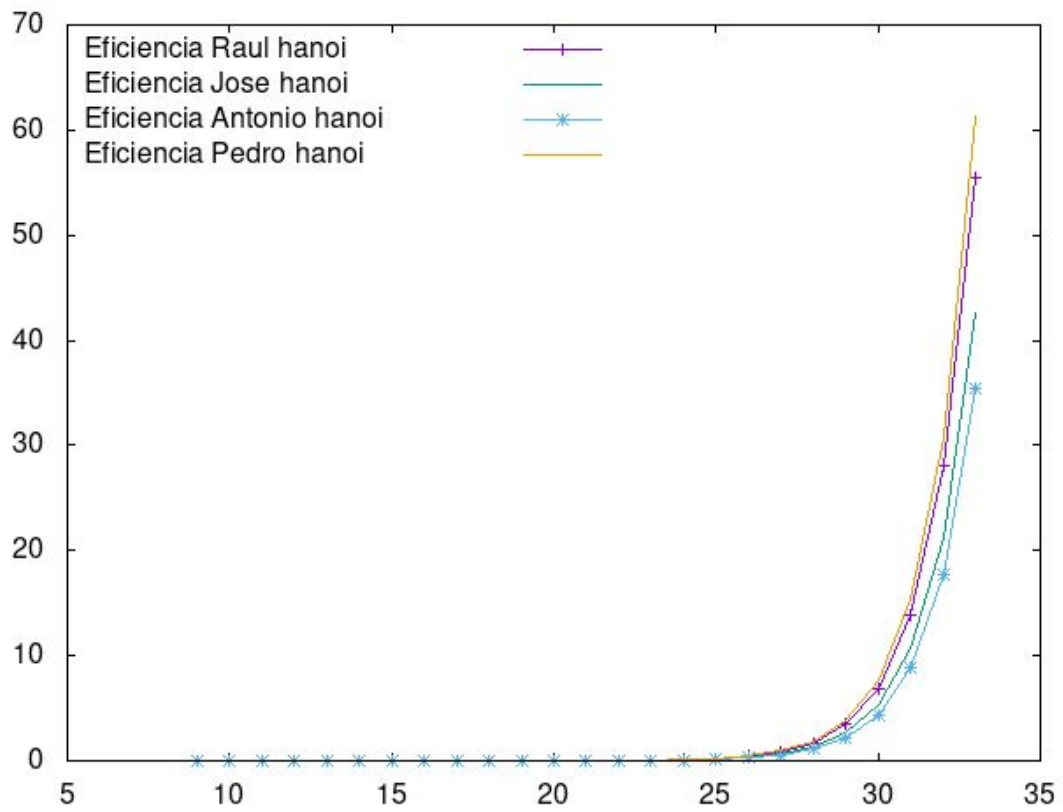
correlation matrix of the fit parameters:				
	d0	d1	d2	d3
d0	1.000			
d1	-0.989	1.000		
d2	0.939	-0.978	1.000	
d3	-0.792	0.857	-0.935	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

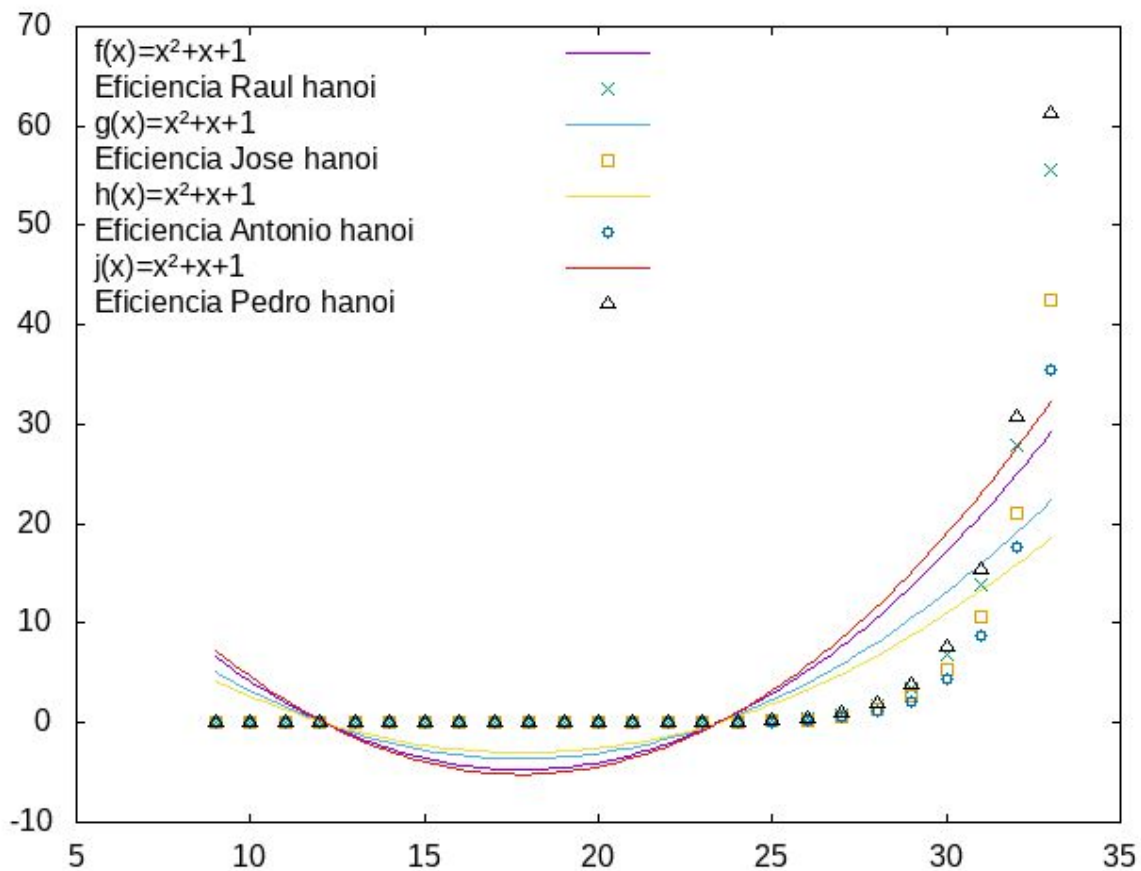
No hay ajuste potencia de 2 para cúbico porque gnuplot da error al ajustar

3.4. Potencia de 2 (Hanoi)

3.4.1. Gráfica grupal



3.4.2. Ajuste cuadrático para hanoi



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
a0	= 0.146785	+/- 0.03333	(22.71%)
a1	= -5.22336	+/- 1.416	(27.11%)
a2	= 41.7772	+/- 13.81	(33.06%)
correlation matrix of the fit parameters:			
	a0	a1	a2
a0	1.000		
a1	-0.988	1.000	
a2	0.939	-0.977	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
b0	= 0.112222	+/- 0.02555	(22.77%)
b1	= -3.99343	+/- 1.086	(27.19%)
b2	= 31.94	+/- 10.59	(33.15%)
correlation matrix of the fit parameters:			
	b0	b1	b2
b0	1.000		
b1	-0.988	1.000	
b2	0.939	-0.977	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

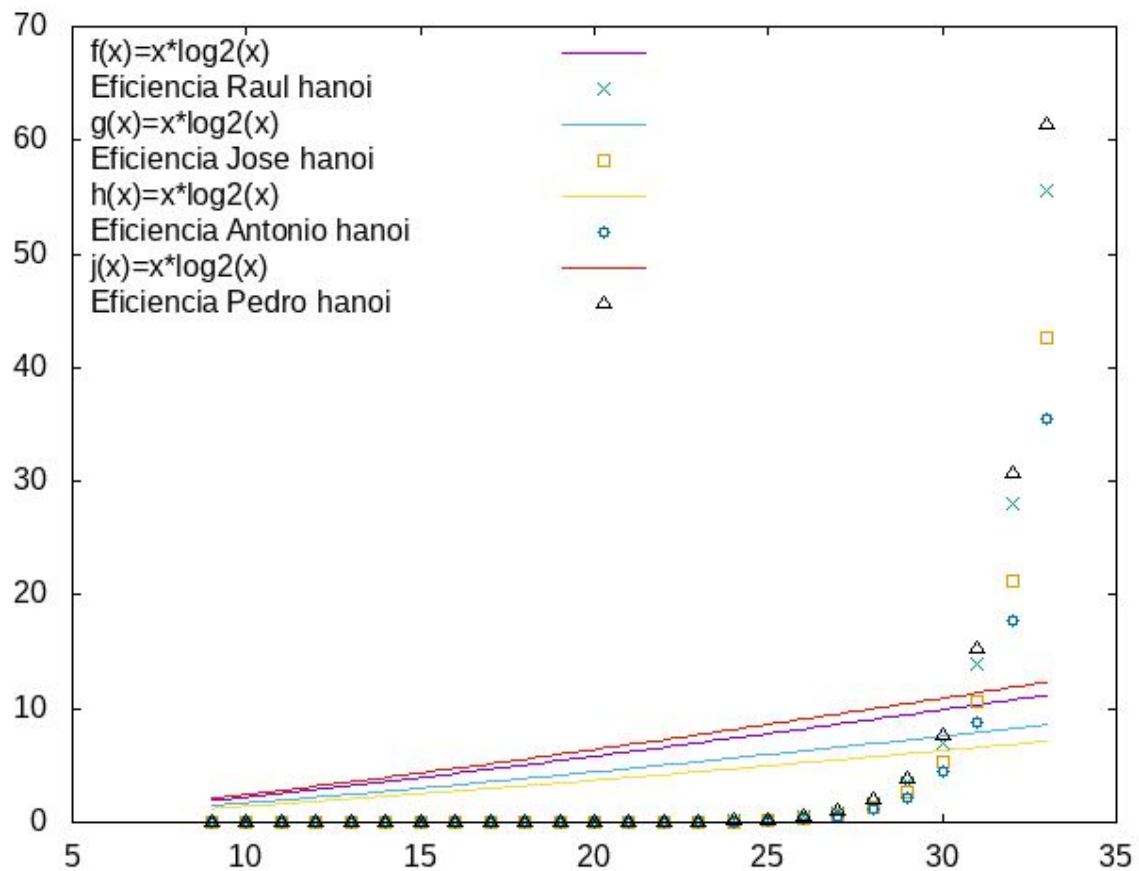
Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
c0	= 0.0935229	+/- 0.02129	(22.76%)
c1	= -3.32823	+/- 0.9045	(27.18%)
c2	= 26.6209	+/- 8.822	(33.14%)
correlation matrix of the fit parameters:			
	c0	c1	c2
c0	1.000		
c1	-0.988	1.000	
c2	0.939	-0.977	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
d0	= 0.161952	+/- 0.03682	(22.74%)
d1	= -5.76309	+/- 1.565	(27.15%)
d2	= 46.0941	+/- 15.26	(33.11%)
correlation matrix of the fit parameters:			
	d0	d1	d2
d0	1.000		
d1	-0.988	1.000	
d2	0.939	-0.977	1.000

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.4.3. Ajuste logarítmico para hanoi



Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
a0	= 0.0672472	+/- 0.02145	(31.9%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
b0	= 0.0514161	+/- 0.01642	(31.94%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

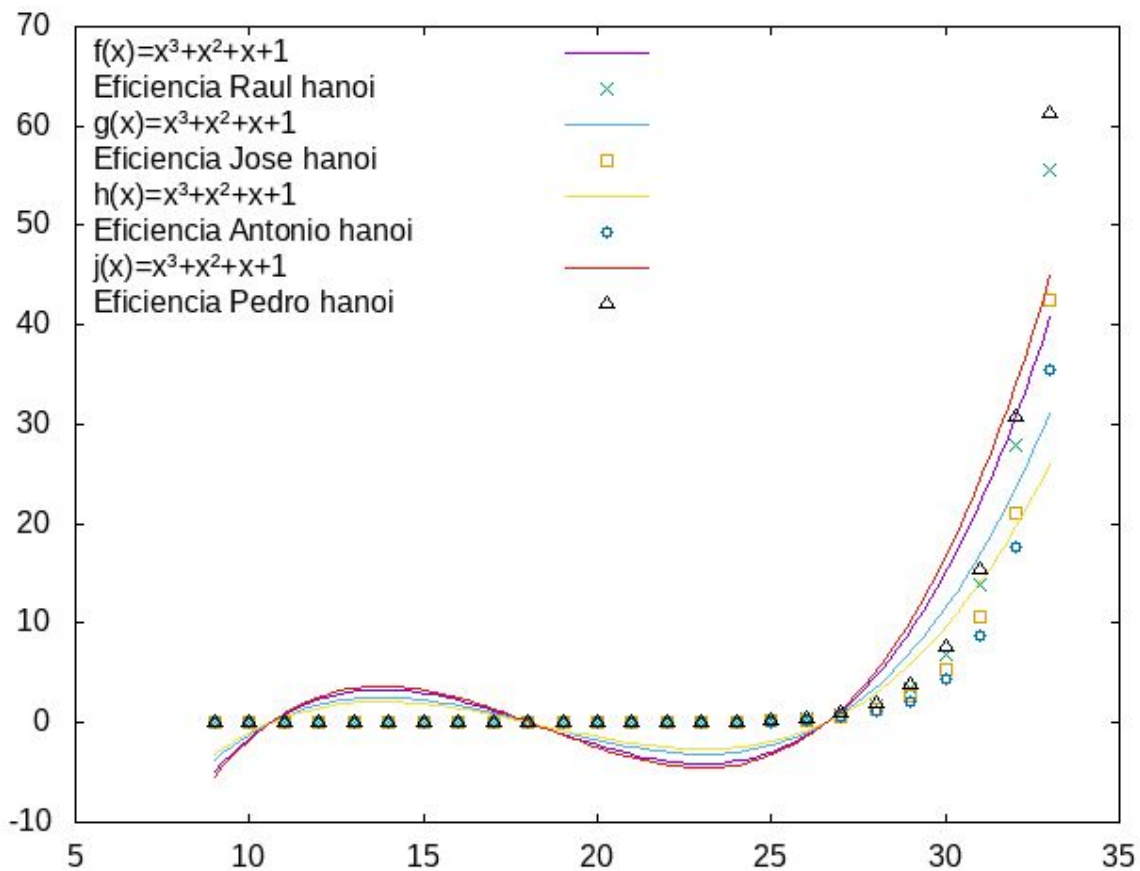
Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
c0	= 0.0428292	+/- 0.01368	(31.95%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters		Asymptotic Standard Error	
=====		=====	
d0	= 0.074196	+/- 0.02368	(31.92%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.4.4. Ajuste cúbico para hanoi



```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
a0      = 0.0189768      +/- 0.003499      (18.44%)
a1      = -1.04876      +/- 0.2215      (21.12%)
a2      = 18.1105      +/- 4.403      (24.31%)
a3      = -96.7461      +/- 27.12      (28.04%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | |
| a0 | a1 | a2 | a3 |
|----|
a0 | 1.000 |
a1 | -0.995 | 1.000 |
a2 | 0.977 | -0.993 | 1.000 |
a3 | -0.942 | 0.968 | -0.990 | 1.000 |
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
b0      = 0.0145133      +/- 0.002691      (18.54%)
b1      = -0.802115      +/- 0.1704      (21.24%)
b2      = 13.8521      +/- 3.386      (24.45%)
b3      = -74.0011      +/- 20.86      (28.19%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | |
| b0 | b1 | b2 | b3 |
|----|
b0 | 1.000 |
b1 | -0.995 | 1.000 |
b2 | 0.977 | -0.993 | 1.000 |
b3 | -0.942 | 0.968 | -0.990 | 1.000 |
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
c0      = 0.0120998      +/- 0.00224      (18.51%)
c1      = -0.668762      +/- 0.1418      (21.21%)
c2      = 11.5496      +/- 2.819      (24.4%)
c3      = -61.7025      +/- 17.36      (28.14%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | |
| c0 | c1 | c2 | c3 |
|----|
c0 | 1.000 |
c1 | -0.995 | 1.000 |
c2 | 0.977 | -0.993 | 1.000 |
c3 | -0.942 | 0.968 | -0.990 | 1.000 |
```

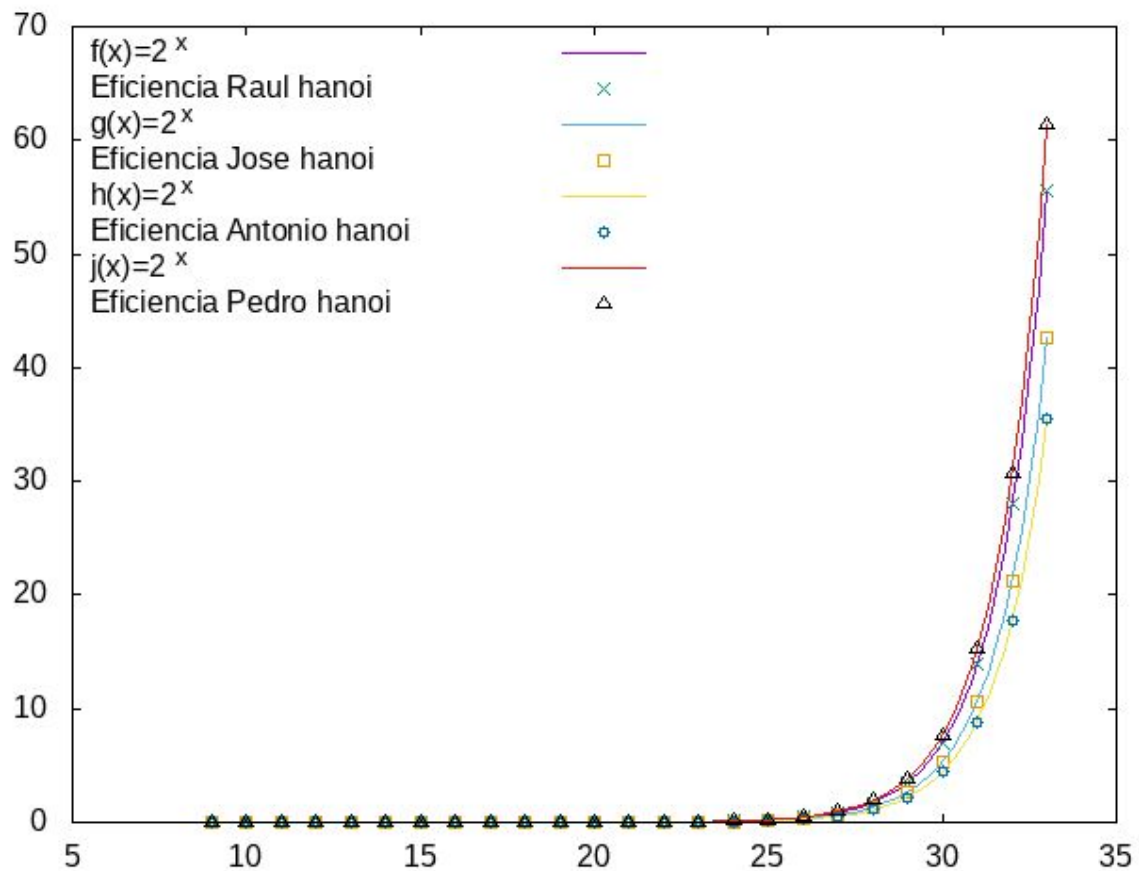
Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

```
Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
=====
d0      = 0.0209408      +/- 0.003872      (18.49%)
d1      = -1.15732      +/- 0.2452      (21.18%)
d2      = 19.9857      +/- 4.872      (24.38%)
d3      = -106.765      +/- 30.01      (28.11%)

correlation matrix of the fit parameters:
| | | | |
| d0 | d1 | d2 | d3 |
|----|
d0 | 1.000 |
d1 | -0.995 | 1.000 |
d2 | 0.977 | -0.993 | 1.000 |
d3 | -0.942 | 0.968 | -0.990 | 1.000 |
```

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

3.4.5. Ajuste potencia de 2 para hanoi



Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
a0 = 6.47361e-09	+/- 4.455e-12 (0.06882%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Raúl

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
b0 = 4.95361e-09	+/- 2.679e-12 (0.05409%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Jose

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
c0 = 4.12718e-09	+/- 6.51e-13 (0.01577%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Antonio

Final set of parameters	Asymptotic Standard Error
d0 = 7.14553e-09	+/- 6.454e-13 (0.009032%)

Ajuste de gnuplot para equipo de Pedro

4. Conclusión

Para finalizar, hemos llegado a la conclusión de que independientemente del ordenador en el que se realice, los resultados obtenidos son muy similares gráficamente, se puede apreciar que en función del hardware y del software en el que se realicen las pruebas, el tiempo de ejecución para cada algoritmo varía. No es lo mismo ejecutar un algoritmo de ordenación en un procesador i5, que en un procesador i7, ya que tiene una tecnología más evolucionada.

Como se ha visto en las gráficas con la función teórica ajustada, se han obtenido las constantes ocultas que varían de cada ordenador, un error que nos indica el nivel de fiabilidad con el que se ha ajustado (a mayor error, peor ajuste) y la matriz de correlación de los parámetros ajustados, el cual nos indica la relación entre las variables y su capacidad para adaptarse proporcionalmente entre ellas.

Como se ha visto en algunos ajustes, no se ha puesto el ajuste de la función teórica de Hanoi para los demás algoritmos, esto se debe que al hacer el ajuste con gnuplot, este mostraba un error en el ajuste.

El error se debe a que una función 2^x (Hanoi) tiene un crecimiento muy rápido (2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048...), por lo que el rango de datos con el que se ha tenido que obtener los tiempos de Hanoi son muy pequeños, esto lleva al caso de que al intentar ajustar esta función con datos muy grandes como son los que maneja Burbuja, Mergesort o incluso Floyd (segundo algoritmo con datos más pequeños después de Hanoi), el valor de dicha variable desborda ya que las variables de gnuplot se almacenan como "double", que tiene un tamaño máximo de $1.79769e+308$ ($1.79 \cdot 10^{308}$).

Con la calculadora el mayor valor posible obtenido ha sido de $2^{332} = 8.74 \cdot 10^{99}$, es decir, con la calculadora, el mayor tamaño posible de obtener es de 332 elementos.

```
2  #include <math.h>
3  using namespace std;
4
5  int main() {
6      double t;
7      for(int i = 0 ; i < 2000 ; i++){
8          t = pow(2,i);
9          cout << i << " " << t << endl;
10     }
11
12     return 0;
13 }
```

PROBLEMS 1 OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

```
1018 2.8089e+306
1019 5.61779e+306
1020 1.12356e+307
1021 2.24712e+307
1022 4.49423e+307
1023 8.98847e+307
1024 inf
1025 inf
1026 inf
1027 inf
```

Haciendo un sencillo programa que muestre por pantalla el resultado de 2^x en un bucle de 0 a 1999, se puede ver que a partir de un valor de 1023 se obtiene un resultado de $8.98847e+307$ y que a partir de 1024 la salida es de "inf" (excede el límite de "double")

Así, podemos decir que al intentar ajustar algoritmos con tamaños de vectores mayores a 1023 elementos, gnuplot desborda y da error.

A continuación se puede ver el error que da gnuplot al tener un ajuste fallido:

```
FIT:      data read from 'data/Raul/salidaburbuja.dat'
format = z
#datapoints = 25
residuals are weighted equally (unit weight)

function used for fitting: f(x)
      f(x)=a0*2**x
fitted parameters initialized with current variable values

Current data point
=====
#              = 2 out of 25
x              = 1
z              = 0.0184986

Current set of parameters
=====
a0             = 1

BREAK: Undefined value during function evaluation
```

Para continuar, hay dos casos a nombrar, uno está en la comparativa de tiempos de Hanoi con optimización (punto 3.4.1), en ese punto se puede ver que en el equipo de Antonio, la curva de tiempos obtenida sin optimización O2 es muy similar a las demás curvas, en cambio, al aplicar la optimización, se puede ver que sus tiempos se desploman casi a 0, mientras que las curvas de los demás miembros (aunque mejoran drásticamente) siguen teniendo esa curva característica, al principio creímos que fue un error al ejecutar el archivo pero incluso ejecutando varias veces (viéndolo por videoconferencia incluso), los datos seguían saliendo igual a pesar de que todo el equipo ha usado el mismo código fuente y las mismas reglas de compilación.

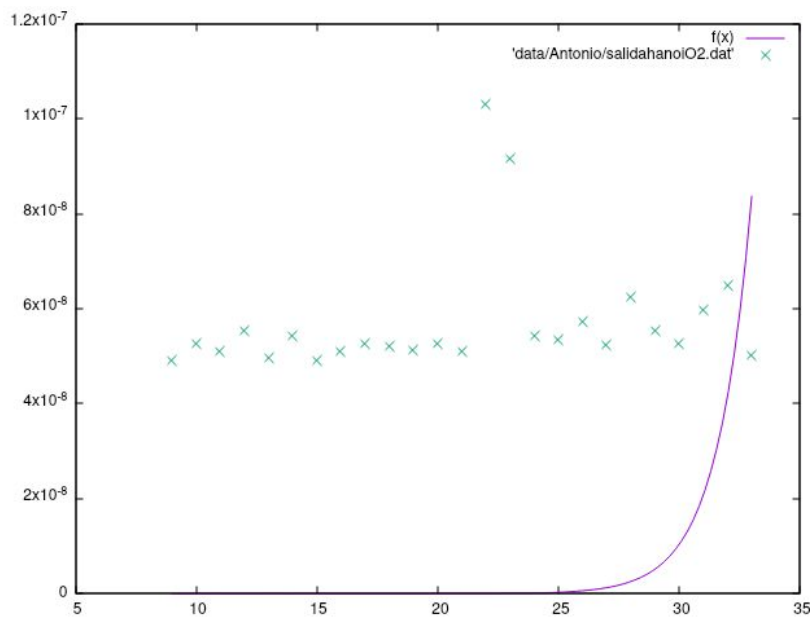
Aquí se puede ver que al realizar un ajuste 2^x a dichos datos optimizados, se obtiene un error del 58'4% generando una gráfica cuyo ajuste no se corresponde con la teórica.

```
gnuplot> f(x)=a0*2**x
gnuplot> fit f(x) 'data/Antonio/salidahanoiO2.dat' via a0
iter   chisq      delta/lim  lambda   a0
  0  9.8382635060e+19   0.00e+00  1.98e+09  1.000000e+00
  1  1.4553644240e+17  -6.75e+07  1.98e+08  3.846154e-02
  2  2.3267213286e+10  -6.26e+11  1.98e+07  1.537846e-05
  3  3.7227243080e-01  -6.25e+15  1.98e+06  6.151362e-11
  4  7.6893897349e-14  -4.84e+17  1.98e+05  1.219443e-17
  5  7.6298263467e-14  -7.81e+02  1.98e+04  9.733889e-18
  6  7.6298263467e-14   0.00e+00  1.98e+03  9.733889e-18
iter   chisq      delta/lim  lambda   a0

After 6 iterations the fit converged.
final sum of squares of residuals : 7.62983e-14
rel. change during last iteration : 0

degrees of freedom      (FIT_NDF)                : 24
rms of residuals        (FIT_STDFIT) = sqrt(WSSR/ndf) : 5.63835e-08
variance of residuals   (reduced chisquare) = WSSR/ndf : 3.17909e-15

Final set of parameters          Asymptotic Standard Error
=====
a0                               = 9.73389e-18      +/- 5.685e-18   (58.4%)
gnuplot>
```

Así, la verdad sea dicha, no sabemos porqué, en este caso específico, para el ordenador de Antonio, los datos obtenidos de la ejecución optimizada con O2 no son correctos, mientras que sin optimización y para el resto de componentes, los resultados son correctos.

El otro caso es en el algoritmo Quicksort (punto 3.2.2), al igual que en el caso anterior, en el ordenador de Raúl, los tiempos de ejecución sin y con optimización O2 son muchísimo mejores que los resultados del resto de componentes, a pesar de que el hardware de dicho miembro es peor que el hardware de Jose y Antonio, como se puede observar de forma general en el resto de algoritmos.

Al igual que en el caso anterior, da igual el número de ejecuciones que se hagan de dicho algoritmo, que los tiempos del ordenador de Raúl en este algoritmo son mejores que el resto. Se recuerda que todas las ejecuciones se han realizado sin dar uso al ordenador y que todos hemos usado los mismos códigos fuentes.

Descartados los casos de error en los códigos fuentes ya que las ejecuciones para comprobar dichos resultados se hicieron mediante videoconferencia compartiendo pantalla (solo para comprobar los resultados en estos dos casos) y que los resultados se repiten independientemente del número de ejecuciones, llegamos a la conclusión de que al menos el resultado de tiempos para el algoritmo Quicksort de Raúl es válido y que puede ser consecuencia del sistema operativo utilizado y la forma de gestionar la compilación.

Para concluir, en esta práctica hemos certificado que los algoritmos proporcionados son del orden de eficiencia que se supone que deben de ser, independientemente del hardware usado y que la eficiencia de dichos algoritmos depende de la máquina en la que se ejecute.

5. Bibliografía

Web sobre error gnuplot:

- <https://guido.vonrudorff.de/2012/gnuplot-fit-undefined-value-during-evaluation/>

Web sobre gnuplot (información sobre la matriz de correlación)

- https://www.phas.ubc.ca/~phys209/files/gnuplot_tutorial2.pdf
 - (Último párrafo del 4º punto de la página 2)