

## Experimento sobre complejidad temporal en algoritmos de ordenamiento.

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Dueños del experimento</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Danna Garcia</li><li>• Camilo Gutierrez</li><li>• Andrea Nuñez</li><li>• Camilo Escobar</li></ul>                                |
| <b>Revisores</b>              | <ul style="list-style-type: none"><li>• Juan Reyes</li><li>• Felipe Sanchez</li></ul>  |
| <b>Status</b>                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Completo</li></ul>   |
| <b>En este documento</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Revisión</li><li>• Medición</li><li>• Objetivo de la situación experimental</li><li>• Variaciones</li><li>• Resultados</li></ul> |

### Planeación del experimento

#### - Revisión:

- **Tipo de experimento:** Un experimento es un cambio en las condiciones de operación de un sistema o PROCESO, que se hace con el objetivo de medir el efecto del cambio sobre una o varias propiedades del producto o resultado

Este es un experimento de tipo aleatorio que analiza los cambios en las condiciones en un sistema informático encargado de aplicar un orden predefinido a una estructura de datos.

#### Medición

- Tiempo empleado en el proceso de ejecución (milisegundos)

#### Objetivo de la situación experimental

- Donde será realizado el experimento?: El experimento será realizado en un entorno informático no controlado.
- ¿Quién va a ver el experimento?: Un equipo de análisis estadístico avanzado compuesto por 4 observadores equipados con tecnologías de medición desarrolladas.
- Las pruebas deben ser sobre entradas pequeñas fijas y entradas grandes generadas aleatoriamente.

#### Variaciones

|                | <b>A:<br/>Tamaño<br/>de la<br/>entrada</b> | <b>B: Orden<br/>predefinido<br/>de la<br/>entrada</b> | <b>C:<br/>Algoritmo</b> | <b>D: Número<br/>de<br/>repeticiones</b> |
|----------------|--|---|-------------------------|--|
| <b>Caso 1</b>  | fija                                       | ascendente  | Burbuja                 | 100                                      |
| <b>Caso 2</b>  | fija                                       | descendente   | Burbuja                 | 100                                      |
| <b>Caso 3</b>  | fija                                       | aleatoria   | Burbuja                 | 100                                      |
| <b>Caso 4</b>  | aleatorio                                  | ascendente  | Burbuja                 | 100                                      |
| <b>Caso 5</b>  | aleatorio                                  | ascendente  | Quick                   | 100                                      |
| <b>Caso 6</b>  | aleatorio                                  | descendente   | Quick                   | 100                                      |
| <b>Caso 7</b>  | aleatorio                                  | descendente   | Burbuja                 | 100                                      |
| <b>Caso 8</b>  | fija                                       | descendente   | Quick                   | 100                                      |
| <b>Caso 9</b>  | fija                                       | aleatorio   | Quick                   | 100                                      |
| <b>Caso 10</b> | fija                                       | descendente   | Burbuja                 | 1000                                     |
| <b>Caso 11</b> | fija                                       | descendente   | Quick                   | 1000                                     |

## Resultados

|                | A: Tamaño de la entrada | A.a: Tamaño | B: Orden predefinido de la entrada | C: Algoritmo | D: Número de repeticiones | RESULTADO (Milisegundos) |
|----------------|-------------------------|-------------|------------------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Caso 1</b>  | fija                    | 1234        | ascendente                         | Burbuja      | 100                       | 2,6103                   |
| <b>Caso 2</b>  | fija                    | 1234        | descendente                        | Burbuja      | 100                       | 2,8099                   |
| <b>Caso 3</b>  | fija                    | 1234        | aleatoria                          | Burbuja      | 100                       | 1,9731                   |
| <b>Caso 4</b>  | aleatorio               | 1000        | ascendente                         | Burbuja      | 120                       | 2,3400                   |
| <b>Caso 5</b>  | aleatorio               | 10          | ascendente                         | Quick        | 120                       | 0,0072                   |
| <b>Caso 6</b>  | aleatorio               | 100         | descendente                        | Quick        | 150                       | 0,0209                   |
| <b>Caso 7</b>  | aleatorio               | 1000        | descendente                        | Burbuja      | 150                       | 1,7980                   |
| <b>Caso 8</b>  | fija                    | 10000       | descendente                        | Quick        | 100                       | 0,4200                   |
| <b>Caso 9</b>  | fija                    | 10000       | aleatorio                          | Quick        | 200                       | 0,6909                   |
| <b>Caso 10</b> | fija                    | 10000       | descendente                        | Burbuja      | 100                       | 203,4376                 |
| <b>Caso 11</b> | fija                    | 1000        | descendente                        | Quick        | 1000                      | 0,0476                   |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| <b>Inicio del experimento</b> | 6 mar. 2021  |
| <b>Fin del experimento</b>    | 14 mar. 2021 |

- **UNIDAD EXPERIMENTAL:** milisegundos.
- **FACTORES CONTROLABLES:**
  1. Tamaños fijos de la entrada.
  2. Factor de ordenamiento de las entradas.
  3. Algoritmo implementado para cada caso experimental.
  4. Número de repeticiones.
- **FACTORES NO CONTROLABLES:**
  1. Tamaño aleatorio de la entrada.
  2. Ordenamiento aleatorio de la entrada.
  3. Uso externo del poder de procesamiento del sistema de cómputo.

- **VARIABLE DE RESPUESTA:** En este caso la variable de respuesta vendría siendo el tiempo medido en milisegundos que tarda el algoritmo en ejecutarse.
- **ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD ESPACIAL**  
Complejidad espacial para el algoritmo de ordenamiento Bubble Sort

| Tipo de variable | Nombre de Variable | Cantidad de valores atómicos |
|------------------|--------------------|------------------------------|
| Entrada          | array              | n                            |
| Salida           | vector             | n                            |
| Auxiliar         | aux                | 1                            |
| Auxiliar         | i                  | 1                            |
| Auxiliar         | j                  | 1                            |

$$\Sigma=1+1+1+n+n$$

$$\Sigma=3+n$$

La complejidad espacial de algoritmo Bubble Sort es de O(n)

#### Complejidad espacial para el algoritmo de ordenamiento Quick Sort

| Tipo de variable | Nombre de Variable | Cantidad de valores atómicos |
|------------------|--------------------|------------------------------|
| Entrada          | Vector             | n                            |
| Entrada          | primero            | 1                            |
| Entrada          | ultimo             | 1                            |
| Auxiliar         | i                  | 1                            |
| Auxiliar         | j                  | 1                            |
| Auxiliar         | central            | 1                            |
| Auxiliar         | pivote             | 1                            |
| Auxiliar         | temp               | 1                            |

$$\Sigma=1+1+1+1+1+1+1+n$$

$$\Sigma=7+n$$

La complejidad espacial de algoritmo Quick Sort es de  $O(n)$

### Complejidad Temporal para el algoritmo de ordenamiento Bubble Sort

| Instrucción  | Veces que se repiten   |
|--|------------------------|
| <b>int[] vector = array;</b>                           | <b>n</b>               |
| <b>int aux;</b>  | <b>1</b>               |
| <b>for (int i = 1; i &lt; vector.Length; i++)</b>      | <b>n</b>               |
| <b>for (int j = vector.Length - 1; j &gt;= i; j--)</b> | $\frac{n(n+1)}{2} + n$ |
| <b>if (vector[j - 1] &gt; vector[j])</b>               | $\frac{n(n+1)}{2}$     |
| <b>aux = vector[j - 1];</b>                            | $\frac{n(n+1)}{2}$     |
| <b>vector[j - 1] = vector[j];</b>                      | $\frac{n(n+1)}{2}$     |
| <b>vector[j] = aux;</b>                                | $\frac{n(n+1)}{2}$     |

$$\Sigma = n + n + 1 + \frac{n(n+1)}{2} + n + \frac{n(n+1)}{2} + \frac{n(n+1)}{2} + \frac{n(n+1)}{2} + \frac{n(n+1)}{2}$$

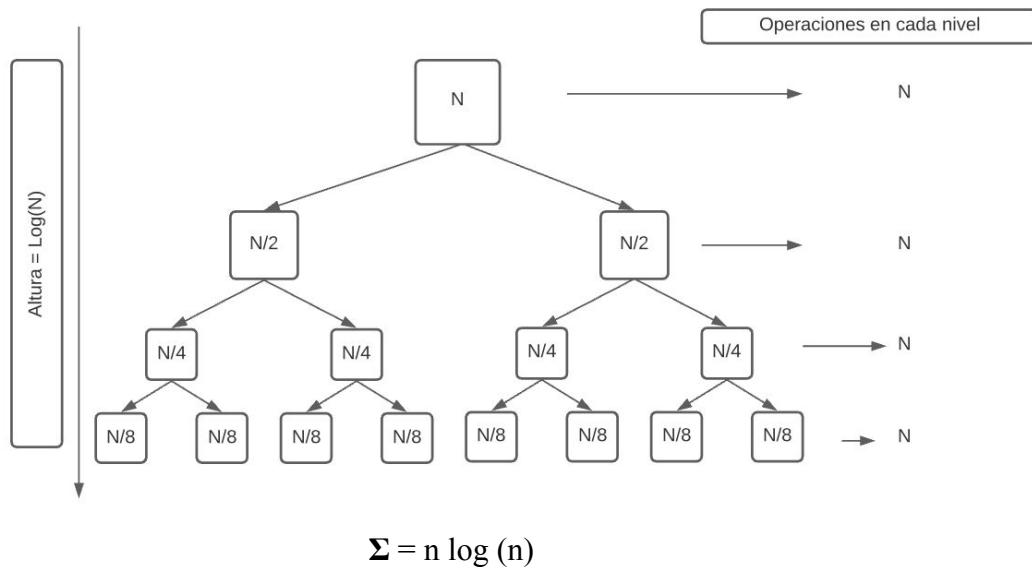
$$\Sigma = n + 1 + n + 1 + 2n^2 + 2n$$

$$\Sigma = \frac{5}{2}(n+1)n + 3n + 1$$

$$\Sigma = \frac{1}{2}(5x+1)(x+2)$$

La complejidad temporal del algoritmo de ordenamiento Bubble Sort es de  $O(n^2)$ .

## Complejidad espacial para el algoritmo de ordenamiento Quick Sort



La complejidad temporal del algoritmo de ordenamiento Quicksort es de  $\theta(n \log n)$ .

## Conclusiones

Según los resultados obtenidos, se pudo evidenciar la notoria diferencia entre ambos algoritmos de ordenamiento, principalmente cuando los arreglos superaban tamaños de 100 elementos. De acuerdo con la tabla de tratamientos, mientras que el algoritmo de Bubble Sort tomaba mayor tiempo en el ordenamiento de un arreglo cuyos elementos venían ordenados descendentemente, el algoritmo QuickSort lo hacía en un tiempo mucho menor.

Esto evidencia claramente que para tamaños más grandes, la diferencia entre tiempos en ambos algoritmos se iba a evidenciar mucho más. Sin embargo, cuando se estaban trabajando pequeñas cantidades en los arreglos, los algoritmos tenían un comportamiento similar, pues ambos tardaban tiempos parecidos en ejecutarse.

Tal aspecto apunta claramente al comportamiento de la gráfica asintótica de  $n^2$  y  $n \log n$ , que en valores pequeños tienden a ser similares, pero a medida que los valores aumentan,  $n^2$  crece exponencialmente con mayor rapidez, mientras que  $n \log n$  crece de una forma muy lenta.

