FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DA VINCI DE GUATEMALA

Universidad Da Vinci De Guatemala

Facultad de Ingeniería

Catedrático: Ing. Brandon Antony Chitay Coutiño

Curso: Estructuras de datos

“Primer Examen Parcial”

Bryan Alexander Gonzalez Maddaleno

Número de carné: 202503096

Video: https://youtu.be/DVsQoQlIav0

Guatemala, febrero de 2026

Introducción

La notación Big-O es una métrica matemática utilizada en ciencias de la computación para describir el comportamiento de un algoritmo. No mide el tiempo exacto en segundos, sino cómo aumenta el número de operaciones a medida que el tamaño de la entrada (n) crece. Su propósito principal es predecir la eficiencia de un software antes de su implementación en sistemas de producción.

Desarrollo del trabajo

Descripción de Algoritmos

- **Factorial:** Calcula el producto de todos los números desde 1 hasta n. La versión iterativa solo es un ciclo que hace la multiplicación por el siguiente número y almacena el resultado. La recursiva se llama a sí misma reduciendo el problema en 1 cada vez hasta llegar al valor inicial (1).
- **Fibonacci:** Genera una secuencia donde cada número es la suma de los dos anteriores. La versión iterativa es simple y lineal solo haciendo las sumas hasta llegar a n. La recursiva, me demore un poco en entenderla, pero tiene el problema que trabaja de más por así decirlo. Repite cálculos intermedios de forma innecesaria.
- **Búsqueda Lineal:** Revisa uno por uno los elementos de una lista hasta encontrar el valor objetivo. El iterativo solo avanza posición por posición hasta encontrar el valor. El recursivo hace lo mismo, pero tiene la ventaja de poder dar un “índice” y saltarse cierta parte de la lista de ser necesario.
- **Ordenamiento Burbuja:** Un algoritmo de ordenamiento que compara elementos adyacentes y los intercambia si están en el orden incorrecto. La iterativa hace esto usando dos ciclos, el primero se asegura de dejar el valor más pequeño al inicio mientras que el segundo hace los intercambios. La recursiva hace el ciclo completo de la burbuja cada vez y luego se llama a si mismo para hacer un ciclo más pequeño dejando el valor más grande al final.

Fragmentos de Código

Fibonacci

```java
public static long iterativo(int n) {
    if (n < 0) throw new IllegalArgumentException(s: "n no puede ser negativo");

    if (n == 0) return 0;
    if (n == 1) return 1;

    long anterior = 0;
    long actual   = 1;

    for (int i = 2; i <= n; i++) {
        long siguiente = anterior + actual;
        anterior = actual;
        actual   = siguiente;
    }
    return actual;
}
```

```java
public static long recursivo(int n) {
    if (n < 0) throw new IllegalArgumentException(s: "n no puede ser negativo");
    if (n > 30) throw new IllegalArgumentException(s: "Limita n ≤ 30 en versión recursiva (O(2^n))");

    // --- CASOS BASE ---
    if (n == 0) return 0;
    if (n == 1) return 1;

    // --- DOS LLAMADAS RECURSIVAS = crecimiento exponencial ---
    return recursivo(n - 1) + recursivo(n - 2);
}
```

Factorial

```java
public static long iterativo(int n) {
    long resultado = 1;
    for (int i = 1; i <= n; i++) {
        resultado *= i;
    }
    return resultado;
}

public static long recursivo(int n) {
    if (n <= 1) {
        return 1; // Caso base
    }
    return n * recursivo(n - 1);
}
```

Búsqueda Lineal

```java
public static long iterativo(int[] arr, int busqueda) {
for (int i = 0; i < arr.length; i++) {
        if (arr[i] == busqueda) {
            return i; // Elemento encontrado
        }
    }
    return -1; // No se encontró
}

    public static long recursivo(int[] arr, int busqueda,int indice) {
    // Caso base 1: El índice llegó al final (no encontrado)
    if (indice >= arr.length) {
        return -1;
    }
    // Caso base 2: Encontramos el valor
    if (arr[indice] == busqueda) {
        return indice;
    }
    // Llamada recursiva: Pasamos al siguiente índice
    return recursivo(arr, busqueda, indice + 1);
}
```

Ordenamiento Burbuja

```java
public static void iterativo(int[] arr) {
    int n = arr.length;
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                // Intercambio (swap)
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
            }
        }
    }
}
```

```java
public static void recursivo(int[] arr, int n) {
    // Caso base: si el tamaño del arreglo es 1, ya está ordenado
    if (n == 1) return;

    // Una pasada completa de la "burbuja"
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        if (arr[i] > arr[i + 1]) {
            int temp = arr[i];
            arr[i] = arr[i + 1];
            arr[i + 1] = temp;
        }
    }

    // Llamada para el resto del arreglo (excluyendo el último elemento ya fijado)
    recursivo(arr, n - 1);

}
```

Generador de Arrays con valores aleatorios

```java
/**
 * Genera un arreglo de enteros aleatorios entre 0 y 10,000.
 */
public static int[] generarArregloAleatorio(int n) {
    int[] arr = new int[n];
    Random rand = new Random();

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        arr[i] = rand.nextInt(bound: 10000); // Números de 0 a 9999
    }
    return arr;
}
```

Main

La parte principal del código es bastante repetitiva ya que se hace lo mismo varias veces para poder correr todos los algoritmos en una sola ejecución.

Corremos el iterativo una vez y medimos el tiempo como referencia

```java
// ---- ORDENAMIENTO BURBUJA ITERATIVO ----
System.out.println(x: "\n  ORDENAMIENTO BURBUJA ITERATIVO  [O(n^2)]");
Medidor.imprimirEncabezado();

for (int n : ARRTAMANOS) {
    final int fn = n;
    int [] resultado=GeneradorDatos.generarArregloAleatorio(fn);
    // Calcular resultado una vez (solo para mostrarlo)
    OrdenamientoBurbuja.iterativo(resultado);

    // Medir solo el algoritmo puro (sin I/O ni inicialización)
    double tiempoMs = Medidor.medir(() -> OrdenamientoBurbuja.iterativo(GeneradorDatos.generarArregloAleatorio(fn)));

    Medidor.imprimirFila(algoritmo: "ORDENAMIENTO BURBUJA", version: "Iterativo", n, tiempoMs);
    csv.append(String.format(format: "ORDENAMIENTO BURBUJA,Iterativo,%d,%.6f%n", n, tiempoMs));
}
```

Luego hacemos lo mismo con el recursivo:

```
// ---- ORDENAMIENTO BURBUJA RECURSIVO ----
System.out.println(x: "\n  ORDENAMIENTO BURBUJA RECURSIVO  [O(n^2)]");
Medidor.imprimirEncabezado();

for (int n : ARRTAMANOS) {
    final int fn = n;
    int [] resultado=GeneradorDatos.generarArregloAleatorio(fn);
    OrdenamientoBurbuja.recursivo(resultado,fn);
    double tiempoMs = Medidor.medir(() -> OrdenamientoBurbuja.recursivo(GeneradorDatos.generarArregloAleatorio(fn),fn));

    Medidor.imprimirFila(algoritmo: "ORDENAMIENTO BURBUJA", version: "Recursivo", n, tiempoMs);
    csv.append(String.format(format: "ORDENAMIENTO BURBUJA,Recursivo,%d,%.6f%n", n, tiempoMs));
}
```

Mostramos la diferencia de ambos:

```
// ---- ANÁLISIS DE DIFERENCIA ----
System.out.println(x: "\n  COMPARACION ITERATIVO vs RECURSIVO");
System.out.println("-".repeat(count: 60));
System.out.printf(format: "%-8s | %-14s | %-14s | %s%n",
        ...args: "n", "Iterativo (ms)", "Recursivo (ms)", "Recursivo / Iterativo");
System.out.println("-".repeat(count: 60));
```

Y por último ya ejecutamos ambas versiones del algoritmo para todos los valores de n requeridos:

```
for (int n : ARRTAMANOS) {
    final int fn = n;

    double tIter = Medidor.medir(() -> OrdenamientoBurbuja.iterativo(GeneradorDatos.generarArregloAleatorio(fn)));
    double tRec  = Medidor.medir(() -> OrdenamientoBurbuja.recursivo(GeneradorDatos.generarArregloAleatorio(fn),fn));
    double factor = (tIter > 0) ? tRec / tIter : 0;

    System.out.printf(format: "n=%-6d | %-14.6f | %-14.6f | %.1fx mas lento%n",
            n, tIter, tRec, factor);
}
```

Este código en el Main.java cambia para cada algoritmo ya que sus funciones son relativamente diferentes (en especial para la búsqueda y el ordenamiento) pero en esencia lo que se hace es lo mismo.

Tomamos ventaja de los métodos ya definidos de Medidor.java por el Ing. Brandon Chitay para medir el tiempo de cada algoritmo, y también del método exportarCSV en Main.java para llevarlo todo a un archivo y poder trasladar eso al Excel.

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DA VINCI DE GUATEMALA

Tabla de Tiempos Medidos

HOJA 1 — Datos Crudos | Tiempos de Ejecucion (ms)								
Algoritmo	**Version**	**n**	**Ej. 1 (ms)**	**Ej. 2 (ms)**	**Ej. 3 (ms)**	**Ej. 4 (ms)**	**Ej. 5 (ms)**	**PROMEDIO (ms)**
A1 - Factorial	Iterativo	5	0.00049	0.00035	0.00031	0.00038	0.00038	**0.000382**
A1 - Factorial	Iterativo	10	0.00032	0.00018	0.00019	0.0002	0.00023	**0.000224**
A1 - Factorial	Iterativo	15	0.00036	0.00025	0.00023	0.0003	0.00022	**0.000272**
A1 - Factorial	Iterativo	20	0.00029	0.00026	0.00026	0.00042	0.00027	**0.0003**
A1 - Factorial	Iterativo	25	0.00032	0.00031	0.00031	0.0005	0.00029	**0.000346**
A1 - Factorial	Iterativo	30	0.00057	0.0005	0.00042	0.00057	0.00081	**0.000574**
A1 - Factorial	Recursivo	5	0.00045	0.00038	0.00058	0.00066	0.00045	**0.000504**
A1 - Factorial	Recursivo	10	0.00045	0.00042	0.00045	0.00052	0.00069	**0.000506**
A1 - Factorial	Recursivo	15	0.00098	0.00166	0.00105	0.00118	0.00104	**0.001182**
A1 - Factorial	Recursivo	20	0.00015	0.00023	0.00018	0.00017	0.00026	**0.000198**
A1 - Factorial	Recursivo	25	0.00022	0.00017	0.00029	0.00017	0.00021	**0.000212**
A1 - Factorial	Recursivo	30	0.00022	0.00016	0.00024	0.00018	0.00024	**0.000208**
A2 - Fibonacci	Iterativo	5	0.00077	0.00055	0.00052	0.00051	0.00056	**0.000582**
A2 - Fibonacci	Iterativo	10	0.00028	0.00025	0.00029	0.00027	0.00024	**0.000266**
A2 - Fibonacci	Iterativo	15	0.00053	0.00031	0.00049	0.00035	0.00029	**0.000394**
A2 - Fibonacci	Iterativo	20	0.00038	0.00035	0.00054	0.00039	0.00034	**0.0004**
A2 - Fibonacci	Iterativo	25	0.00042	0.00041	0.00041	0.00058	0.00039	**0.000442**

A2 - Fibonacci	Iterativo	30	0.00061	0.00069	0.00059	0.00063	0.00098	**0.0007**
A2 - Fibonacci	Recursivo	5	0.00086	0.00135	0.00117	0.00087	0.0008	**0.00101**
A2 - Fibonacci	Recursivo	10	0.00605	0.00895	0.00614	0.00623	0.00612	**0.006698**
A2 - Fibonacci	Recursivo	15	0.00853	0.00884	0.00885	0.01116	0.01357	**0.01019**
A2 - Fibonacci	Recursivo	20	0.03841	0.04127	0.05974	0.03429	0.03152	**0.041046**
A2 - Fibonacci	Recursivo	25	0.32816	0.31592	0.31643	0.31987	0.31581	**0.319238**
A2 - Fibonacci	Recursivo	30	3.81257	3.77539	3.87319	3.88283	3.92972	**3.85474**

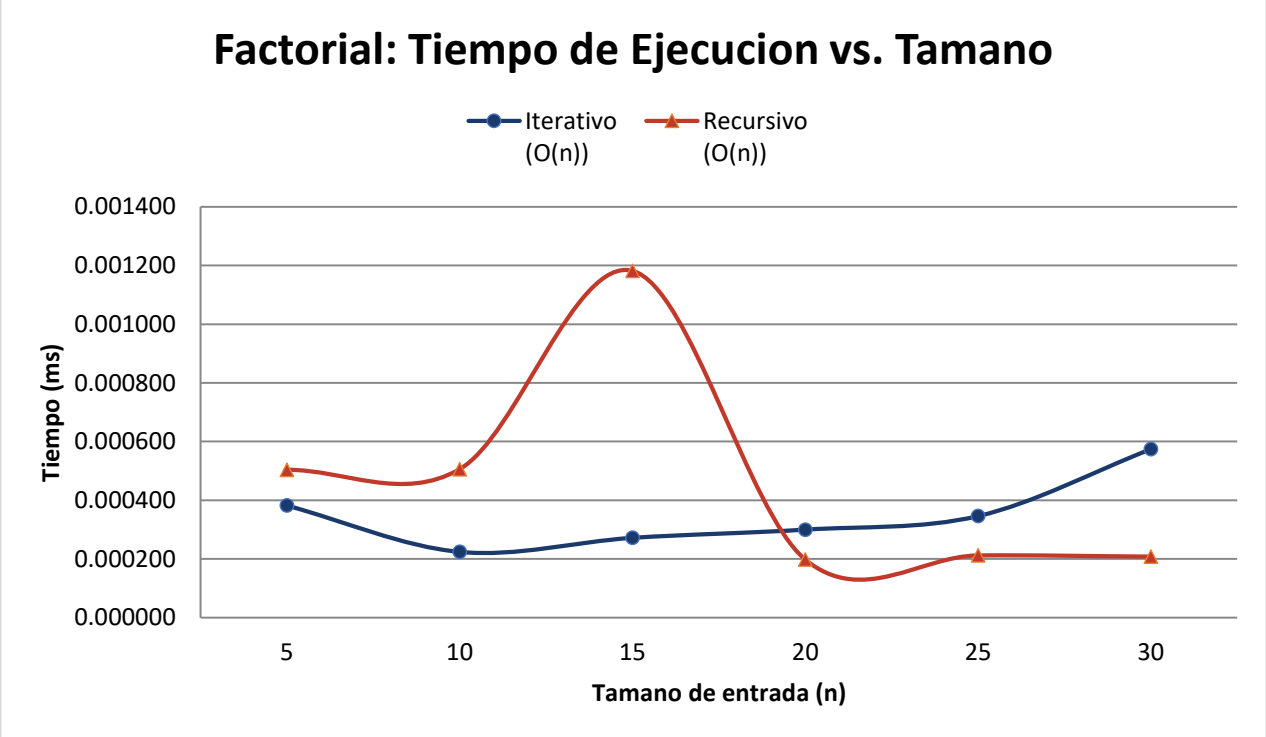
A3 - Busqueda Lineal	Iterativo	100	0.02217	0.02119	0.03172	0.02253	0.03856	**0.027234**
A3 - Busqueda Lineal	Iterativo	500	0.03104	0.0335	0.03389	0.02937	0.02425	**0.03041**
A3 - Busqueda Lineal	Iterativo	1000	0.04449	0.04468	0.05444	0.05928	0.04562	**0.049702**
A3 - Busqueda Lineal	Iterativo	5000	0.19281	0.21629	0.17663	0.17082	0.21789	**0.194888**
A3 - Busqueda Lineal	Iterativo	10000	0.18584	0.15157	0.15051	0.14211	0.13756	**0.153518**
A3 - Busqueda Lineal	Recursivo	100	0.00719	0.00898	0.00643	0.00634	0.00649	**0.007086**
A3 - Busqueda Lineal	Recursivo	500	0.01672	0.01769	0.01286	0.01297	0.01244	**0.014536**
A3 - Busqueda Lineal	Recursivo	1000	0.02343	0.02261	0.02203	0.02187	0.02112	**0.022212**
A3 - Busqueda Lineal	Recursivo	5000	0.09776	0.10344	0.14163	0.10302	0.10968	**0.111106**
A3 - Busqueda Lineal	Recursivo	10000	0.16171	0.1966	0.19814	0.226	0.18805	**0.1941**

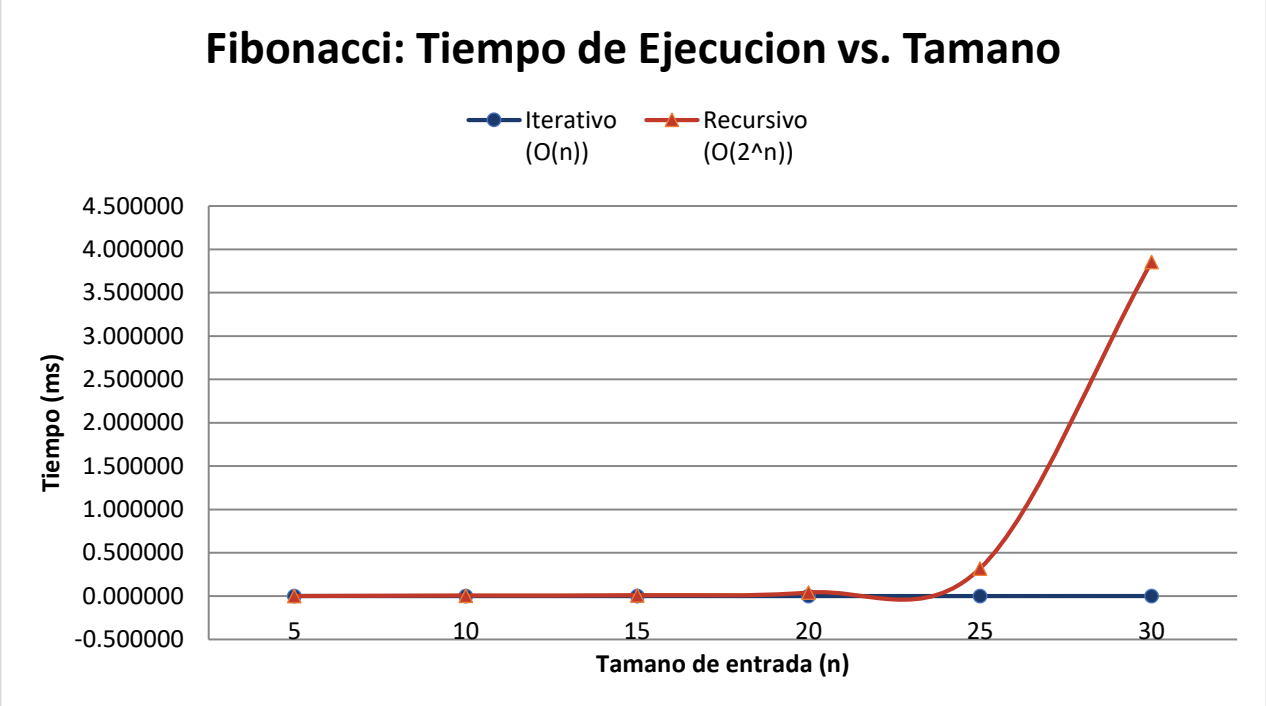
A4 - Burbuja	Iterativo	100	0.1163	0.1205	0.11571	0.11582	0.11546	**0.116758**
A4 - Burbuja	Iterativo	500	0.47775	0.48685	0.58266	0.5008	0.65721	**0.541054**
A4 - Burbuja	Iterativo	1000	0.84695	0.88616	0.97295	0.7785	0.85403	**0.867718**
A4 - Burbuja	Iterativo	5000	22.8378	21.70362	22.18672	21.05366	23.80289	**22.316938**

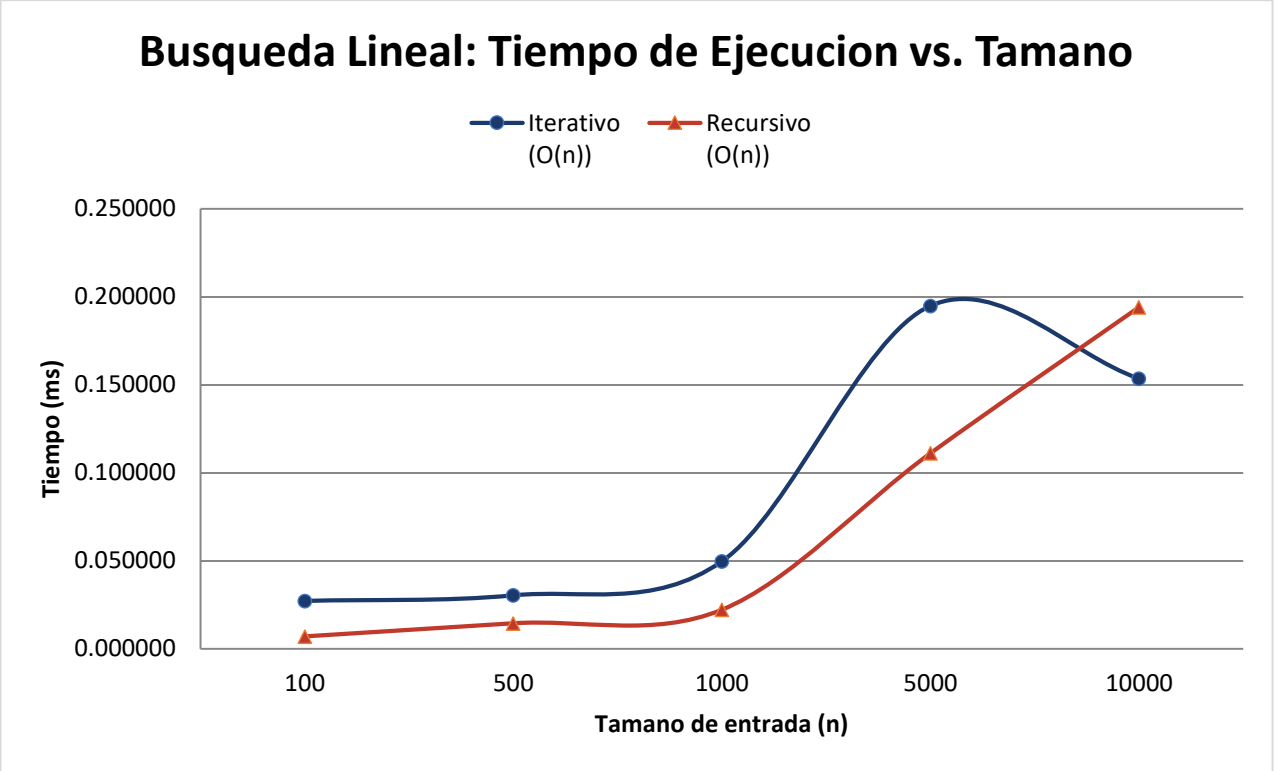
A4 - Burbuja	Iterativo	10000	109.07257	106.92634	108.13277	105.66249	108.83096	**107.725026**
A4 - Burbuja	Recursivo	100	0.08765	0.04201	0.0375	0.04553	0.03712	**0.049962**
A4 - Burbuja	Recursivo	500	0.21162	0.38699	0.39518	0.358	0.52258	**0.374874**
A4 - Burbuja	Recursivo	1000	0.72129	0.68233	0.73286	0.67013	0.64126	**0.689574**
A4 - Burbuja	Recursivo	5000	17.12645	16.79303	17.25706	17.10143	17.68062	**17.191718**
A4 - Burbuja	Recursivo	10000	87.5479	84.48316	84.7215	84.74015	85.20222	**85.338986**

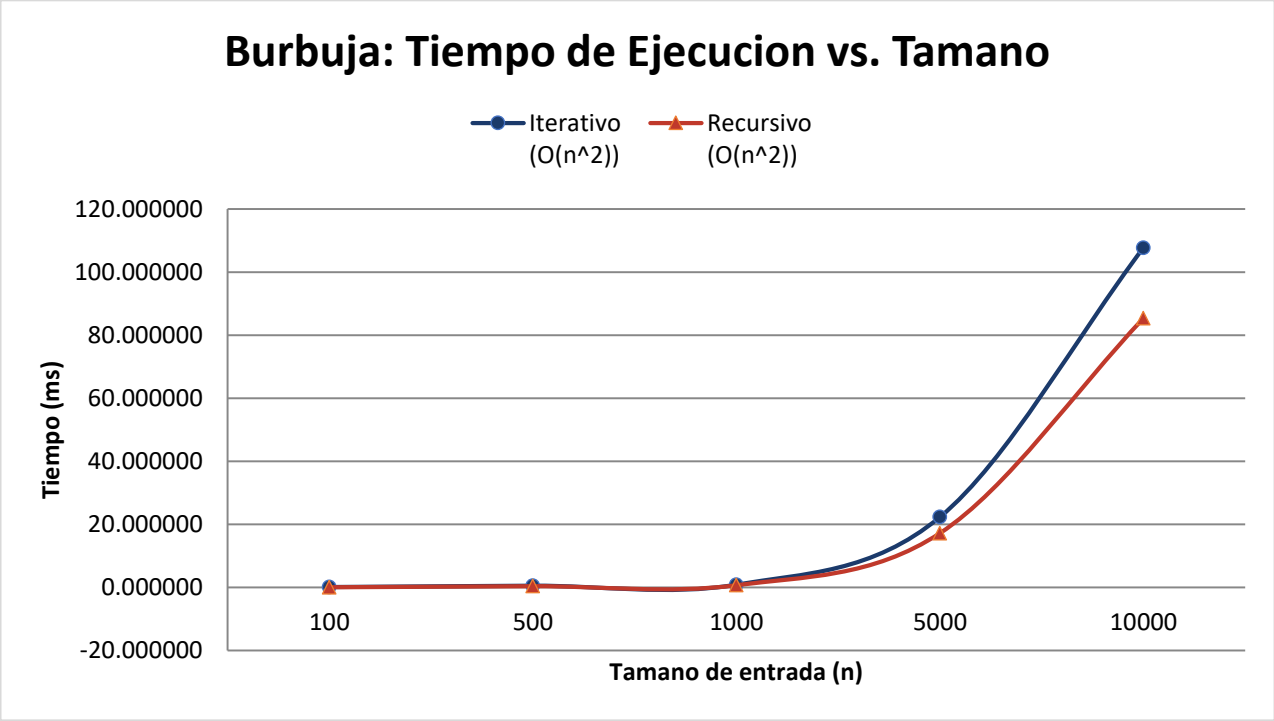
Leyenda: Fondo AMARILLO = ingresa tu medicion real | Fondo VERDE = promedio automatico (no editar) | Fondo NARANJA = version recursiva

Gráficas


Factorial: Tiempo de Ejecucion vs. Tamano
Iterativo (O(n))
Recursivo (O(n))
0.001400
0.001200
0.001000
0.000800
0.000600
0.000400
0.000200
0.000000
Tiempo (ms)
5
10
15
20
25
30
Tamano de entrada (n)


Fibonacci: Tiempo de Ejecucion vs. Tamano
Iterativo (O(n))
Recursivo (O(2^n))
4.500000
4.000000
3.500000
3.000000
2.500000
2.000000
1.500000
1.000000
0.500000
0.000000
-0.500000
Tiempo (ms)
5
10
15
20
25
30
Tamano de entrada (n)


Busqueda Lineal: Tiempo de Ejecucion vs. Tamano
Iterativo (O(n))
Recursivo (O(n))
0.250000
0.200000
0.150000
0.100000
0.050000
0.000000
Tiempo (ms)
100
500
1000
5000
10000
Tamano de entrada (n)


Burbuja: Tiempo de Ejecucion vs. Tamano
Iterativo (O(n^2))
Recursivo (O(n^2))
120.000000
100.000000
80.000000
60.000000
40.000000
20.000000
0.000000
-20.000000
Tiempo (ms)
100
500
1000
5000
10000
Tamano de entrada (n)

Análisis y Conclusiones

- **Iterativo vs. Recursivo:** En algoritmos como Factorial y Búsqueda Lineal, la diferencia es mínima. Sin embargo, en Fibonacci, el recursivo es extremadamente ineficiente comparado con el iterativo por la redundancia o doble trabajo de cálculos.
- **Justificación de Big-O:** Los datos experimentales confirman la teoría. Por ejemplo, en el algoritmo de Burbuja, al duplicar n de 5,000 a 10,000, el tiempo aumentó aproximadamente 4.8 veces, lo que confirma un comportamiento Cuadrático O(n^2).
- **Impacto del Sistema:** Se observaron picos de tiempo (como en Factorial Recursivo n=15) que no pertenecen a la complejidad del algoritmo, sino al "ruido" del procesador o la gestión de memoria del Sistema Operativo.

Bibliografía (Normas APA)

- *Arrays (Java SE 25 & JDK 25)*. (2026, 20 enero). https://docs.oracle.com/en/java/javase/25/docs/api/java.base/java/util/Arrays.html
- *Arrays (The Java™ Tutorials > Learning the Java Language > Language Basics)*. (s. f.). https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/nutsandbolts/arrays.html
- *Big-O Algorithm Complexity Cheat Sheet (Know Thy Complexities!) @ericdrowell*. (s. f.). https://www.bigocheatsheet.com/
- *Defining Methods (The Java™ Tutorials > Learning the Java Language > Classes and Objects)*. (s. f.). https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/methods.html
- Olawanle, J. (2024, 7 noviembre). *Big o cheat sheet – Time Complexity chart*. freeCodeCamp.org. https://www.freecodecamp.org/news/big-o-cheat-sheet-time-complexity-chart/

ANEXO

PROMT:

Dame codigo en java para un metodo factorial de forma recursiva y otra iterativa

Resultado:

Java

```java
public class Factorial {

    public static void main(String[] args) {
        int numero = 5;

        System.out.println("Factorial (Recursivo) de " + numero + " es: " + facto
        System.out.println("Factorial (Iterativo) de " + numero + " es: " + facto
    }

    /**
     * Enfoque Recursivo
     * Se llama a sí mismo hasta llegar al caso base (0 o 1).
     */
    public static long factorialRecursivo(int n) {
        if (n <= 1) {
            return 1; // Caso base
        }
        return n * factorialRecursivo(n - 1);
    }

    /**
     * Enfoque Iterativo
     * Utiliza un bucle para acumular el resultado. Es más eficiente en memoria.
     */
    public static long factorialIterativo(int n) {
        long resultado = 1;
        for (int i = 1; i <= n; i++) {
            resultado *= i;
        }
        return resultado;
    }
}
```

Para el resto se utilizo el mismo prompt solo cambiando el “nombre” del método. Ej: Factorial por búsqueda lineal