

## *Análisis de Complejidad por Implementación*

### 1. HashMap:

- a. HashMap no mantiene orden, por lo que para ordenar los Pokémon por Type1 se debe extraer los valores a una lista y aplicar un algoritmo de ordenamiento, usualmente Collections.sort(), que en promedio tiene una complejidad de  **$O(n \log n)$** .
- b. **Tiempo registrado:** 598093000 ns

### 2. LinkedHashMap:

- a. LinkedHashMap mantiene el orden de inserción, pero no ordena por clave o valor. Por lo tanto, se requiere nuevamente extraer los valores y ordenarlos con  **$O(n \log n)$** .
- b. **Tiempo registrado:** 21001300 ns (más lento que HashMap, posiblemente debido a la sobrecarga de mantener el orden de inserción).

### 3. TreeMap:

- a. TreeMap está basado en un Red-Black Tree, lo que significa que sus claves están siempre ordenadas de manera natural (en este caso, por nombre de Pokémon si se usa como clave). Sin embargo, para ordenarlos por Type1, se requiere recorrer el mapa y reorganizar los valores, lo que implica  **$O(n \log n)$** .
- b. **Tiempo registrado:** 176580000 ns (ligeramente más rápido que HashMap).

## *Conclusión*

Dado que los tres enfoques requieren una ordenación explícita de los valores con una complejidad de  **$O(n \log n)$** , la diferencia en tiempos se debe principalmente a la implementación interna de cada estructura.

- TreeMap resultó ser el más eficiente en este caso, ya que mantiene un orden interno basado en las claves, facilitando la extracción de elementos en orden.
- HashMap, aunque rápido para inserciones y búsquedas ( **$O(1)$** ), requiere una reordenación costosa.
- LinkedHashMap es el más lento, debido al costo adicional de mantener el orden de inserción.

Para esta operación en particular, **TreeMap sería la mejor elección** si se busca eficiencia en ordenamiento.

## Capturas

### Hashmap:

```
Magearna - Steel
Meltan - Steel
Aegislash-shield - Steel
Doublade - Steel
Melmetal - Steel
Cobalion - Steel
Celesteela - Steel
Phione - Water
Kyogre - Water
Clawitzer - Water
Keldeo-ordinary - Water
Manaphy - Water
Wishiwashi-solo - Water
Clauncher - Water
Tiempo de ejecución: 58093000 nanosegundos
```

### Treemap:

```
Melmetal - Steel
Meltan - Steel
Clauncher - Water
Clawitzer - Water
Keldeo-ordinary - Water
Kyogre - Water
Manaphy - Water
Phione - Water
Wishiwashi-solo - Water
Tiempo de ejecución: 17658000 nanosegundos
```

### LinkedHashMap:

```
Aegislash-shield - Steel
Celesteela - Steel
Magearna - Steel
Meltan - Steel
Melmetal - Steel
Kyogre - Water
Phione - Water
Manaphy - Water
Keldeo-ordinary - Water
Clauncher - Water
Clawitzer - Water
Wishiwashi-solo - Water
Tiempo de ejecución: 21001300 nanosegundos
```

