CURSO DE PROGRAMACIÓN COMPETITIVA URJC - 2021

Sesión 3 (4ª Semana)

- David Morán (david.moran@urjc.es)
- Sergio Pérez (sergio.perez.pelo@urjc.es)
- Jesús Sánchez-Oro (jesus.sanchezoro@urjc.es)
- Isaac Lozano (isaac.lozano@urjc.es)
- Raúl Martín (raul.martin@urjc.es)
- Jakub Jan (jakubjanluczyn@gmail.com)
- Antonio Gonzalez (antonio.gpardo@urjc.es)
- Iván Martín (ivan.martin@urjc.es)
- Leonardo Antonio Santella (leocaracas2010@gmail.com)

Contenidos

- Algoritmos de Ordenamiento
  - Bubble Sort
  - Quick Sort
  - Merge Sort
  - Otros algoritmos
- Búsqueda binaria
- Algoritmos Voraces

Algoritmos de Ordenamiento

Algunos problemas requieren tener ordenados una serie de elementos para dar una respuesta

- Algoritmos de ordenación
- Estructuras de datos ordenadas

… es importante su eficiencia

Algoritmos de Ordenamiento

- BubbleSort y SelectionSort
  - Complejidad: $O(n^2)$ (ineficientes)
  - No se incluyen en las bibliotecas estándar
    - Se implementan como ejercicio de aprendizaje

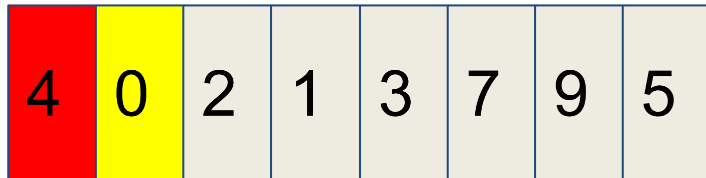
Algoritmos de Ordenamiento

- Bubble Sort
  - Se itera desde 0 hasta N (i)
  - Se itera desde i+1 hasta N (j)
  - Si Arr(i) < Arr(j) - Intercambiamos Arr(i) y Arr(j)

Algoritmos de Ordenamiento

4	0	2	1	3	7	9	5

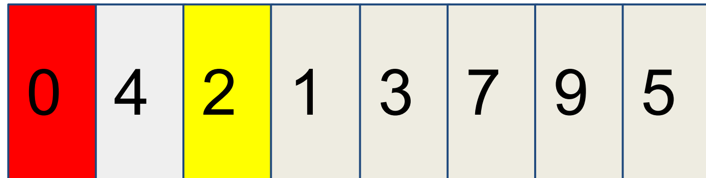
Algoritmos de Ordenamiento



i = 0

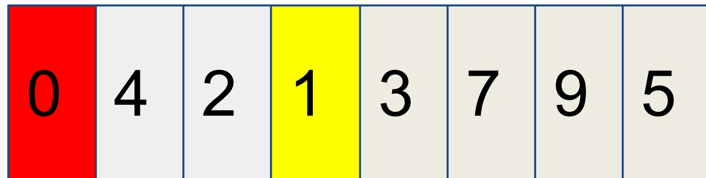
j = 1

Algoritmos de Ordenamiento



i = 0
j = 2

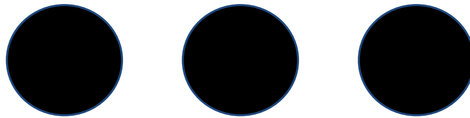
Algoritmos de Ordenamiento



i = 0

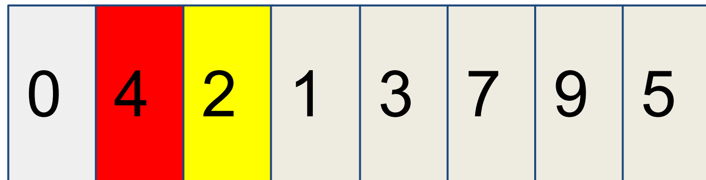
j = 3

Algoritmos de Ordenamiento



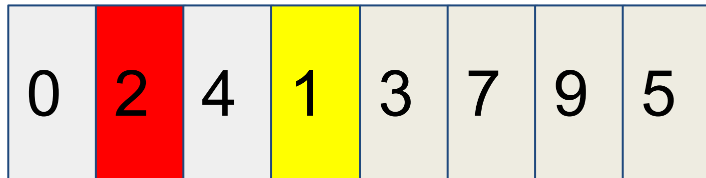
4 iteraciones más tarde...

Algoritmos de Ordenamiento



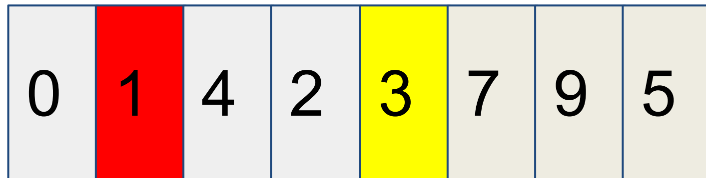
i = 1
j = 2

Algoritmos de Ordenamiento



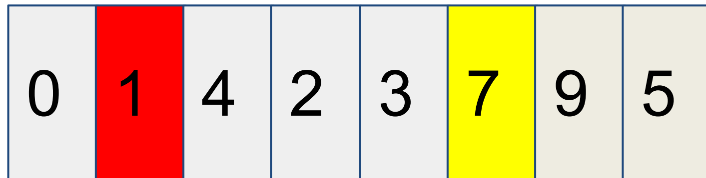
i = 1
j = 3

Algoritmos de Ordenamiento



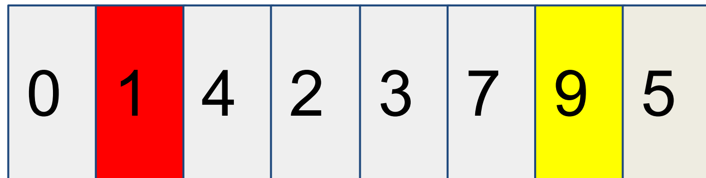
i = 1
j = 4

Algoritmos de Ordenamiento



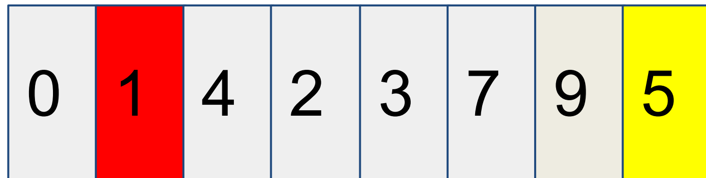
i = 1
j = 5

Algoritmos de Ordenamiento

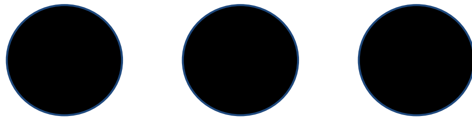


i = 1
j = 6

Algoritmos de Ordenamiento



i = 1
j = 7



30 iteraciones más tarde...

Algoritmos de Ordenamiento

0	1	2	3	4	5	7	9

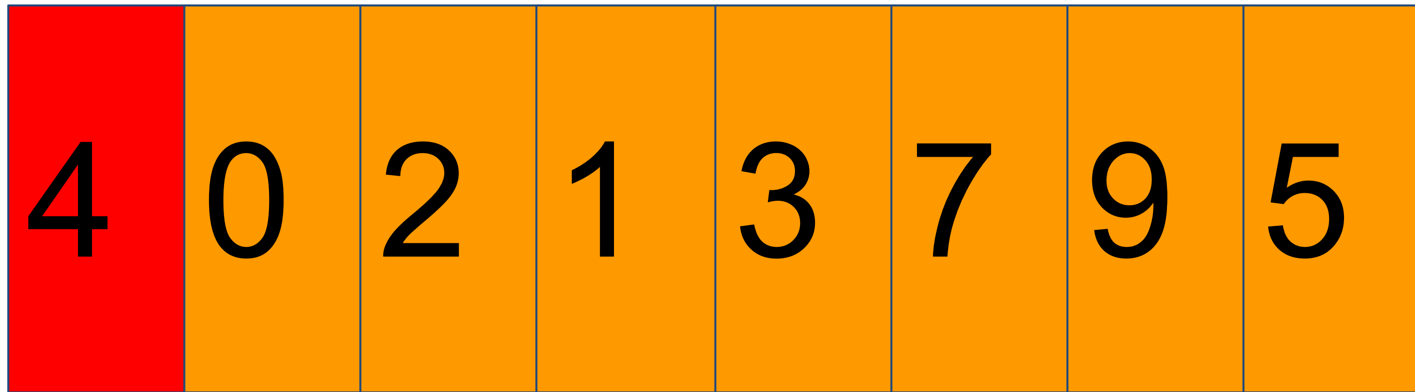
Algoritmos de Ordenamiento

- Selection Sort
  - Se itera desde 0 hasta N (i)
    - Se declara una variable min=Arr(i), k=i
  - Se itera desde i+1 hasta N (j)
    - Si Arr(j) < min, min = Arr(j), k=j
  - Se intercambia la posición Arr(i) con Arr(k)

Algoritmos de Ordenamiento

4	0	2	1	3	7	9	5

Algoritmos de Ordenamiento

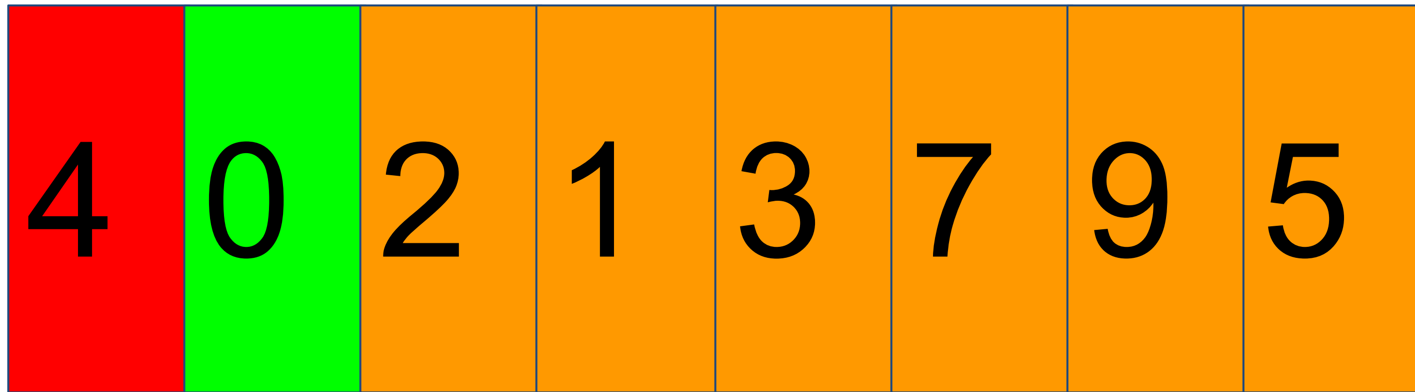


i = 0

k = 0

min = 4

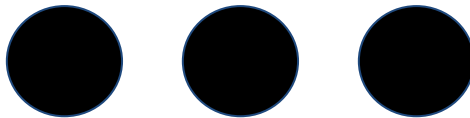
Algoritmos de Ordenamiento



i = 0

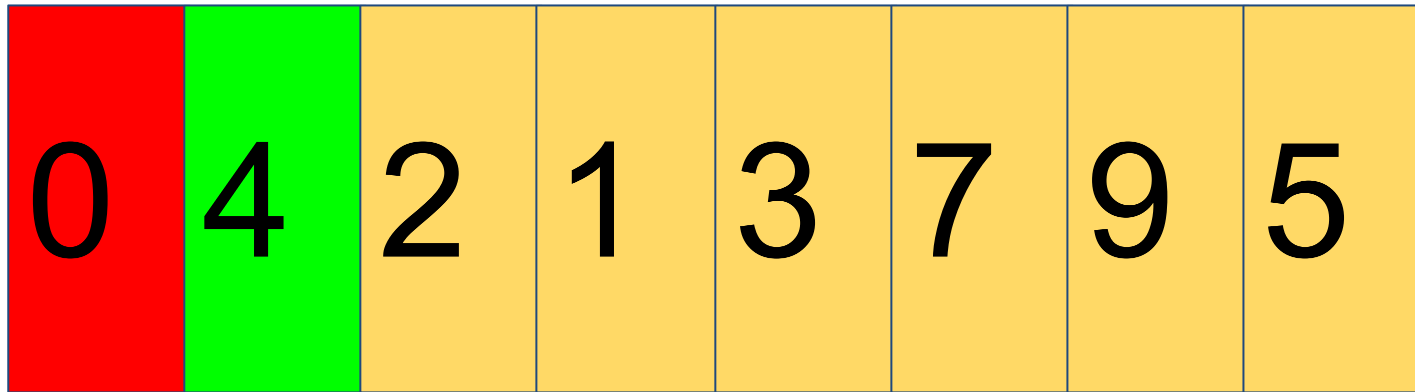
k = 1

min = 0



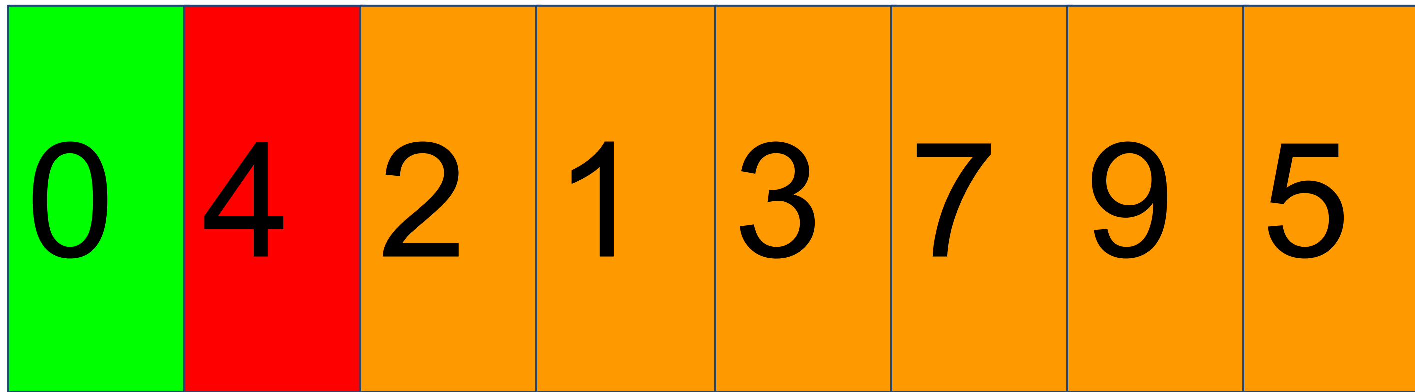
6 iteraciones más tarde...

Algoritmos de Ordenamiento



Intercambiamos

Algoritmos de Ordenamiento

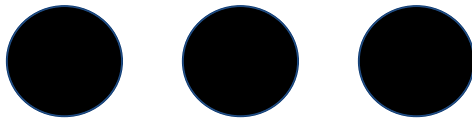


i = 1

k = 1

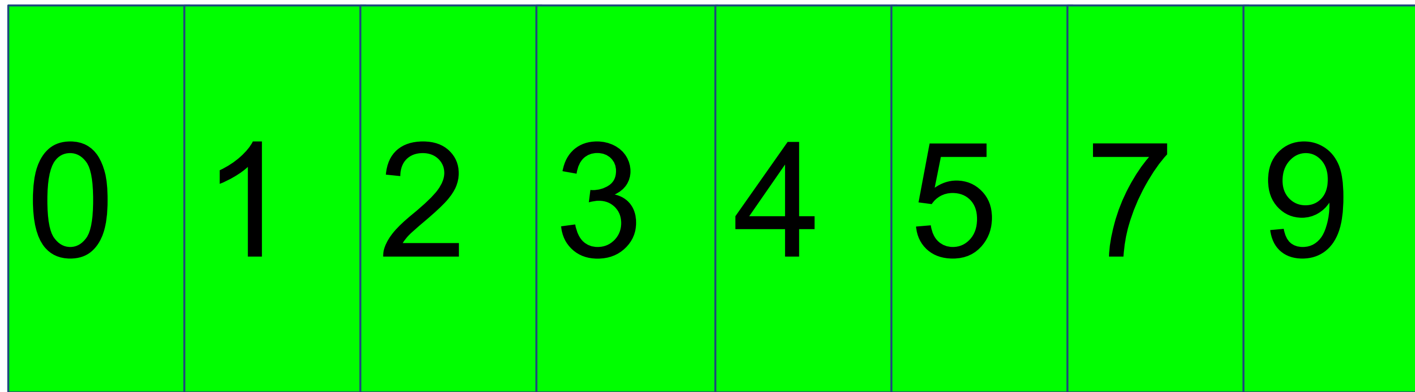
min = 4

Algoritmos de Ordenamiento



42 iteraciones más tarde...

Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento

- Quicksort / Mergesort
  - Complejidad: O(nLog(n))
  - Ya están implementadas en las bibliotecas básicas ¡No hay que programarlos!

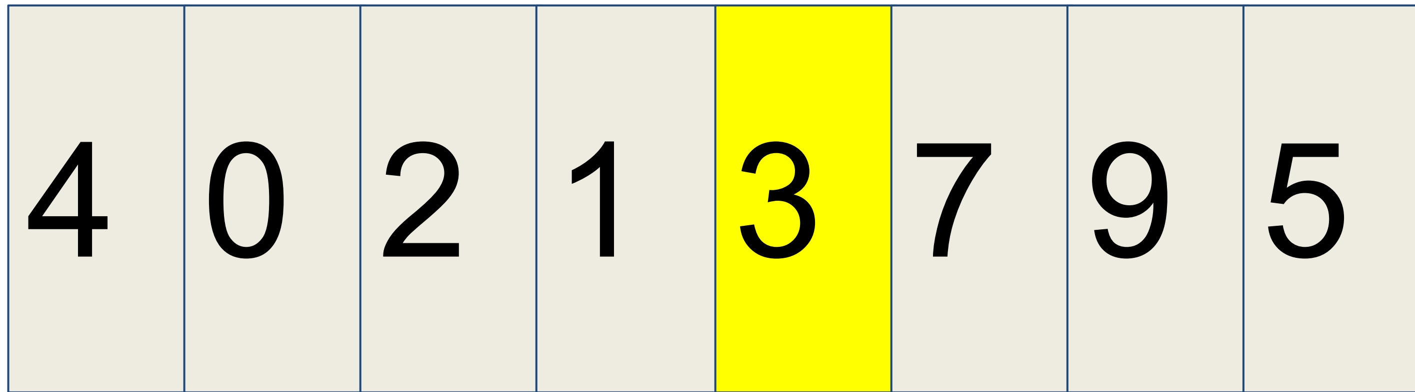
Algoritmos de Ordenamiento

- Quicksort (idea básica)
  - Se toma un pivote “al azar” del array (un elemento cualquiera del array)
  - Dos arrays mantienen los elementos menores y mayores al pivote
  - Recursivamente se tratan estos dos arrays por separado y se concatena su resultado
  - Se repite el proceso hasta que quede 1

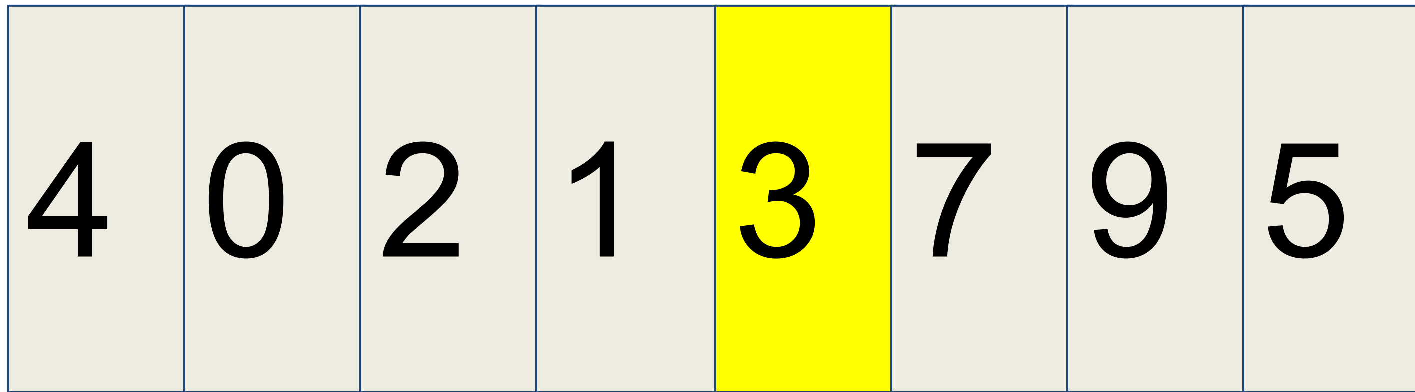
Algoritmos de Ordenamiento

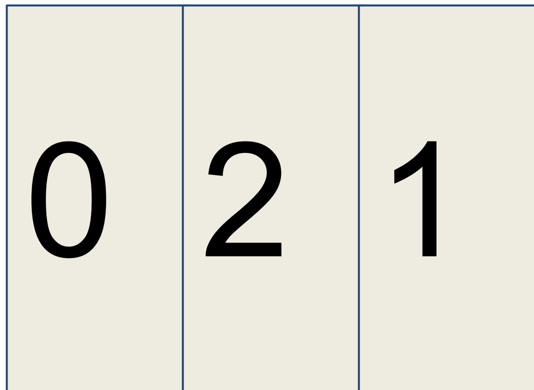
4	0	2	1	3	7	9	5

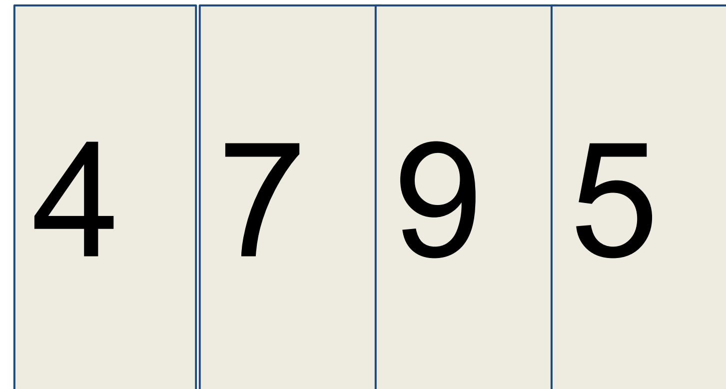
Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento

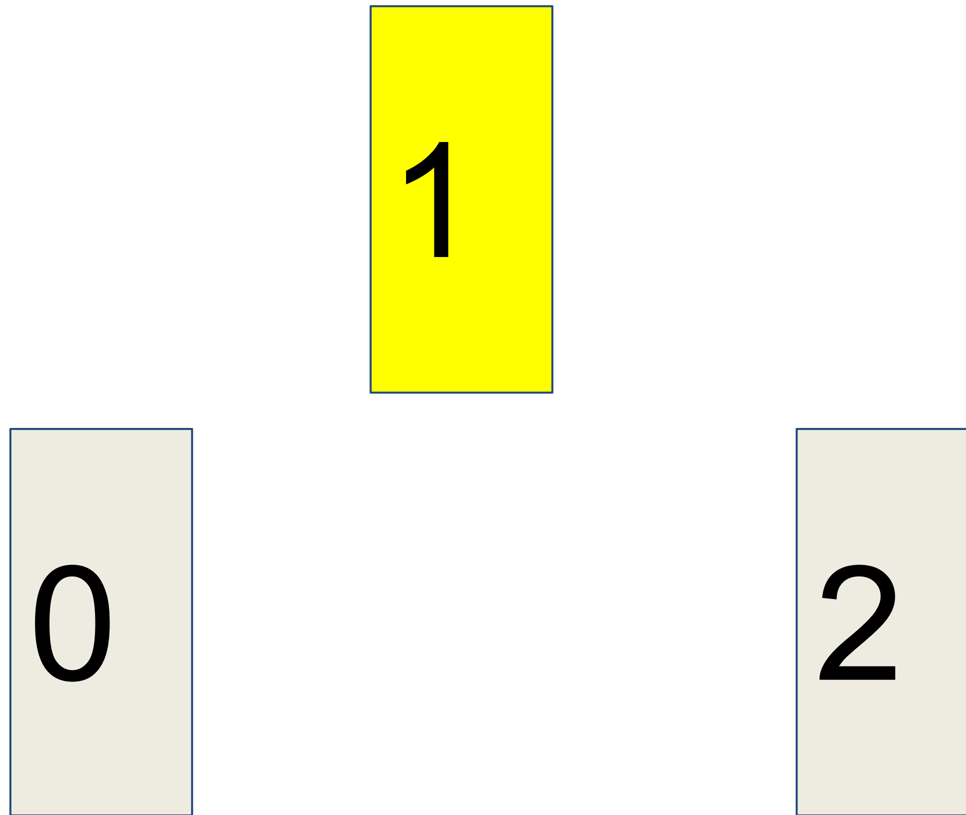




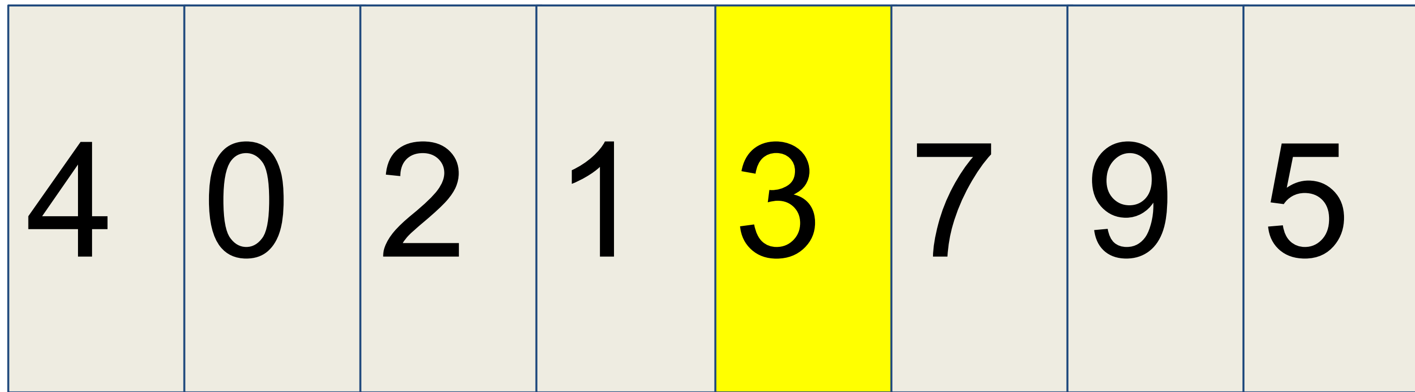


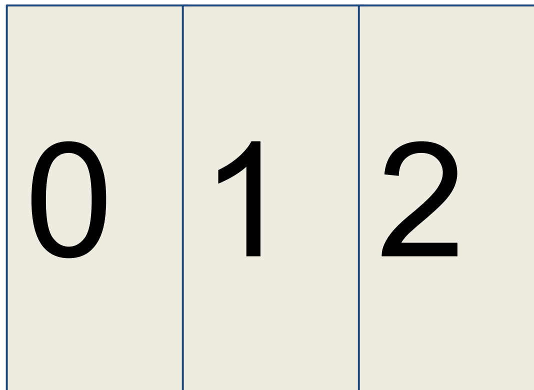
Algoritmos de Ordenamiento

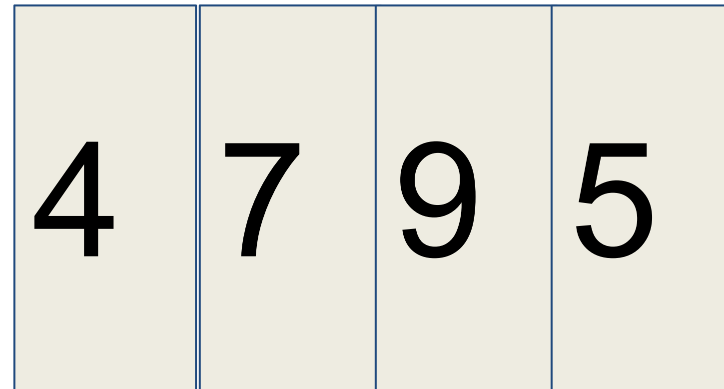
Algoritmos de Ordenamiento



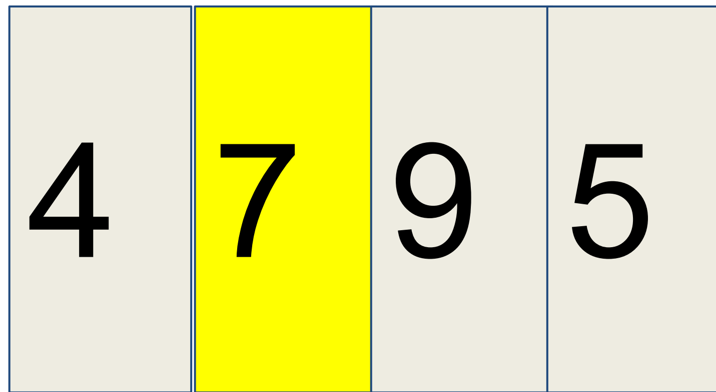
Algoritmos de Ordenamiento



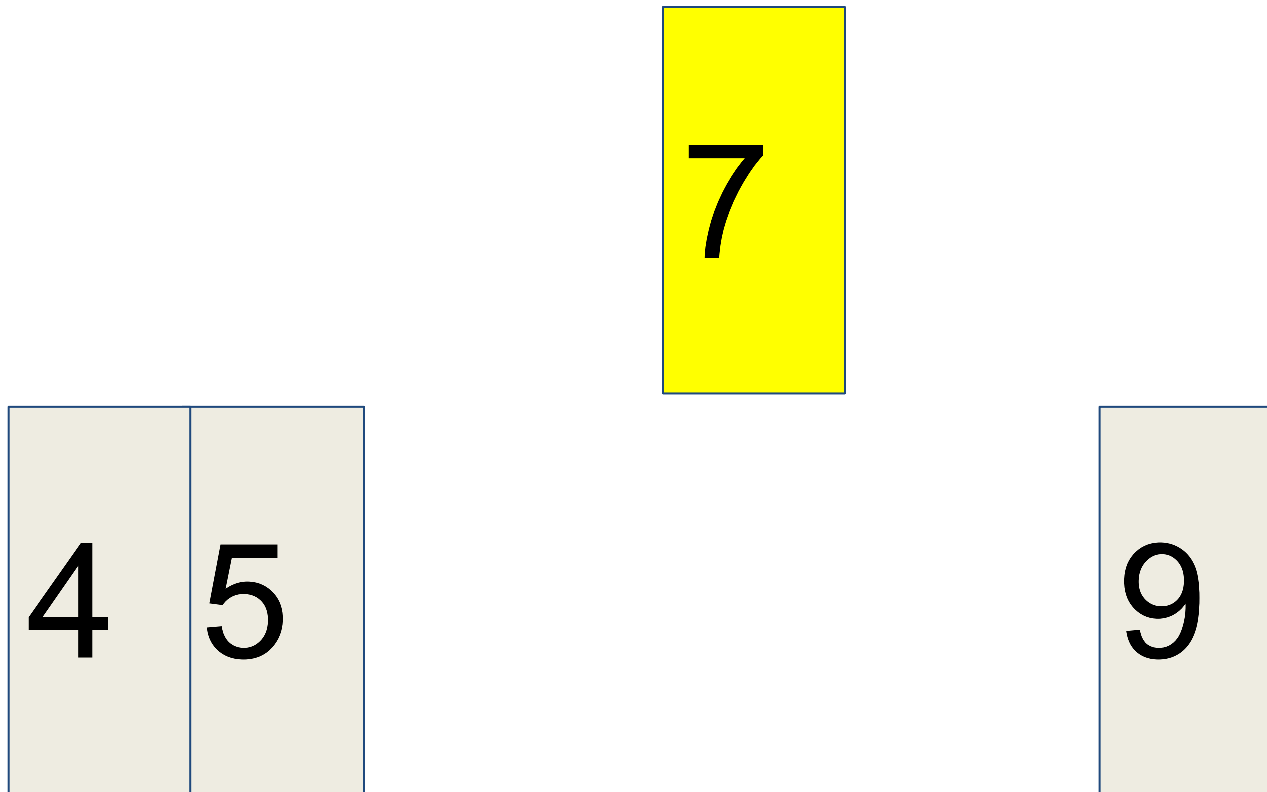




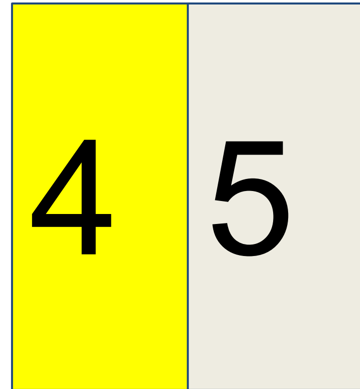
Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento

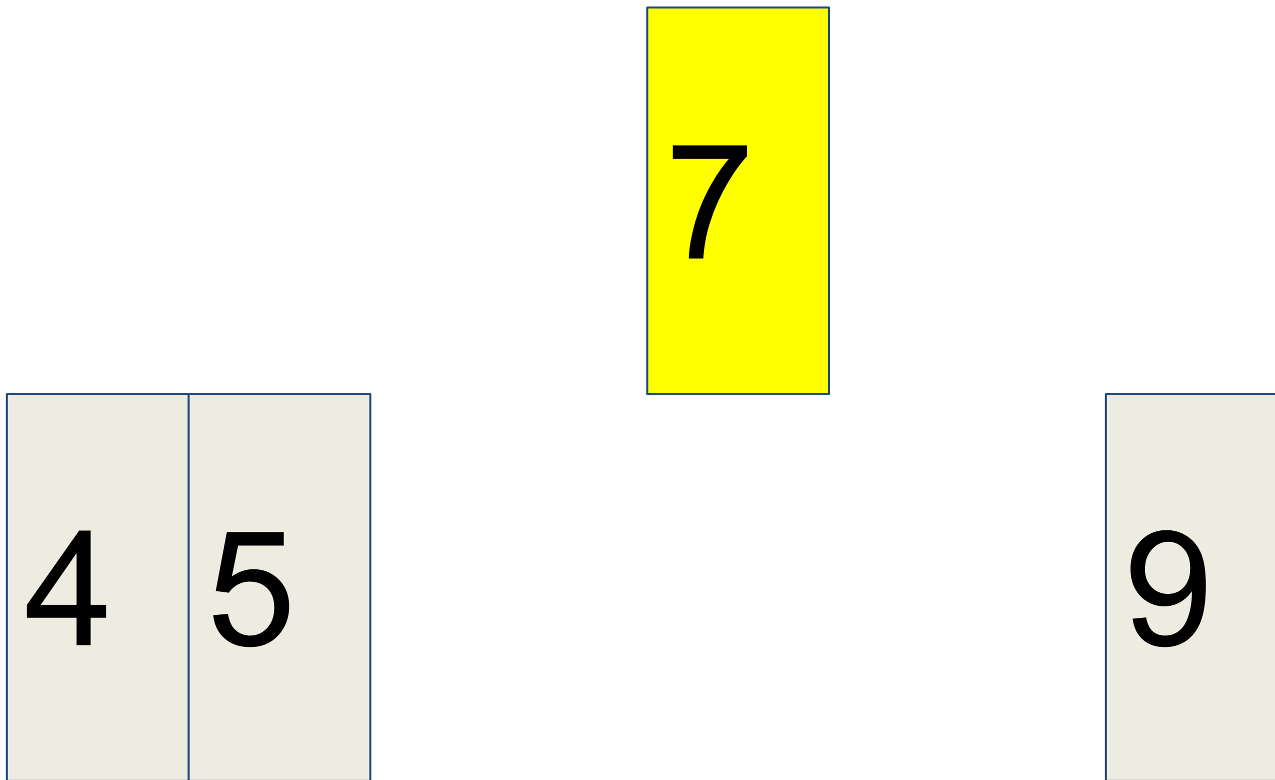


Algoritmos de Ordenamiento

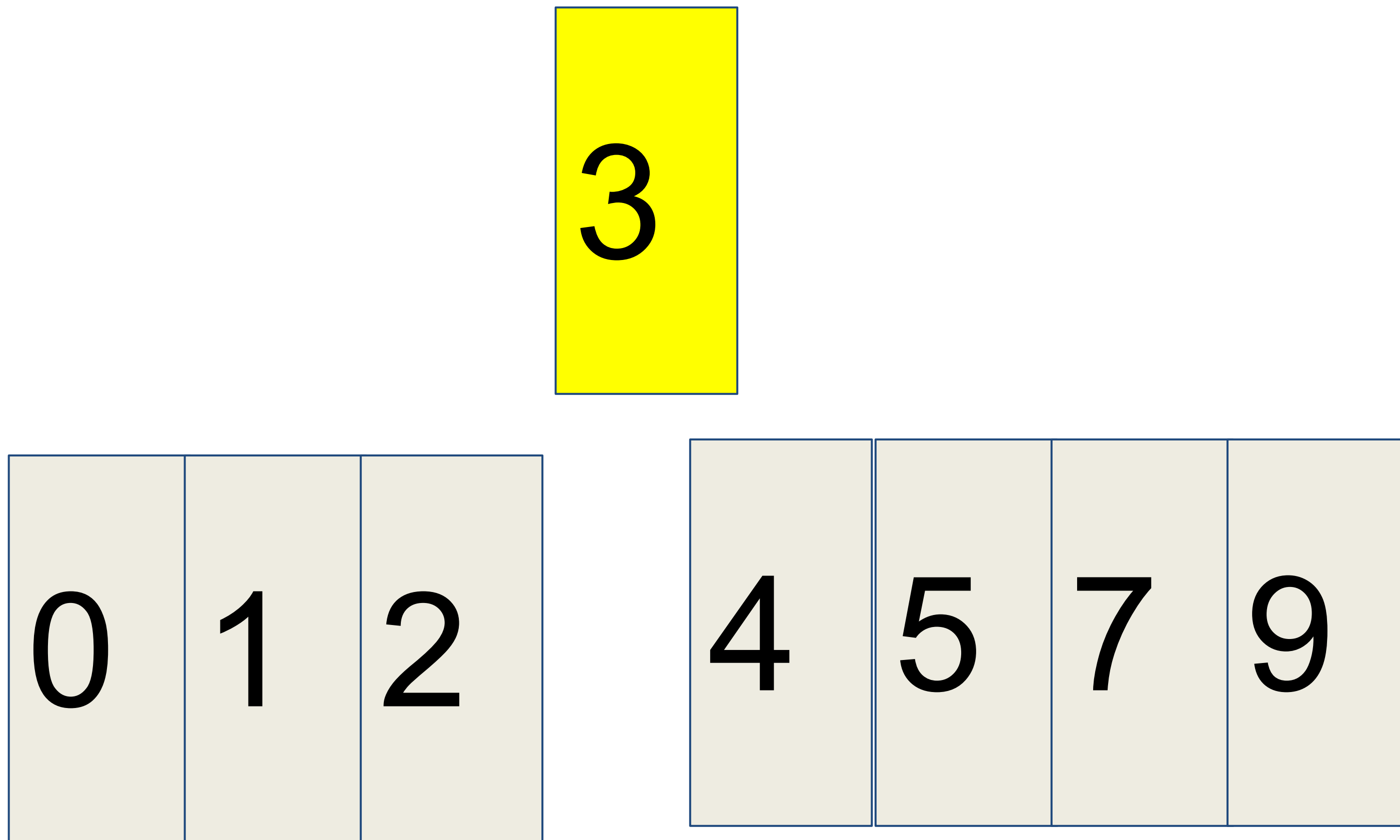
4

5

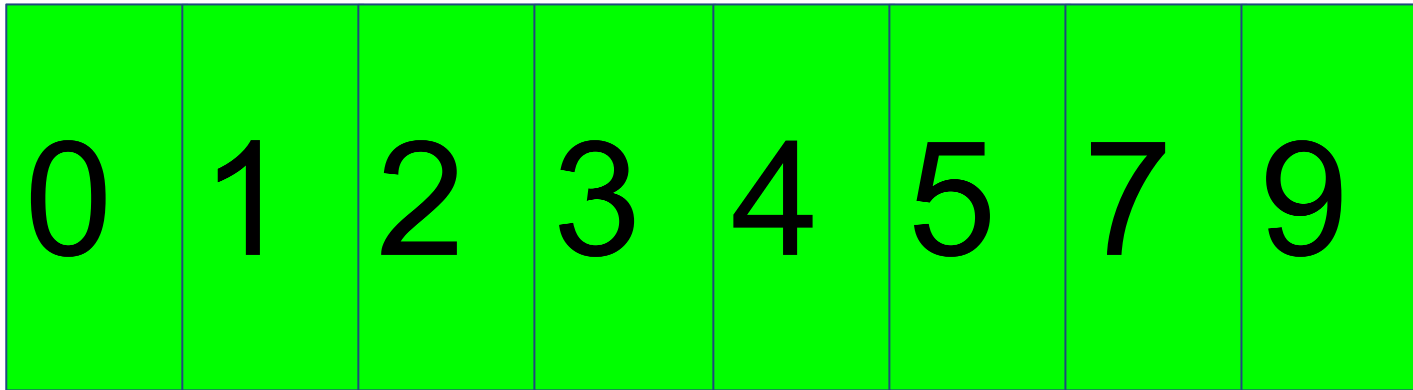
Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento



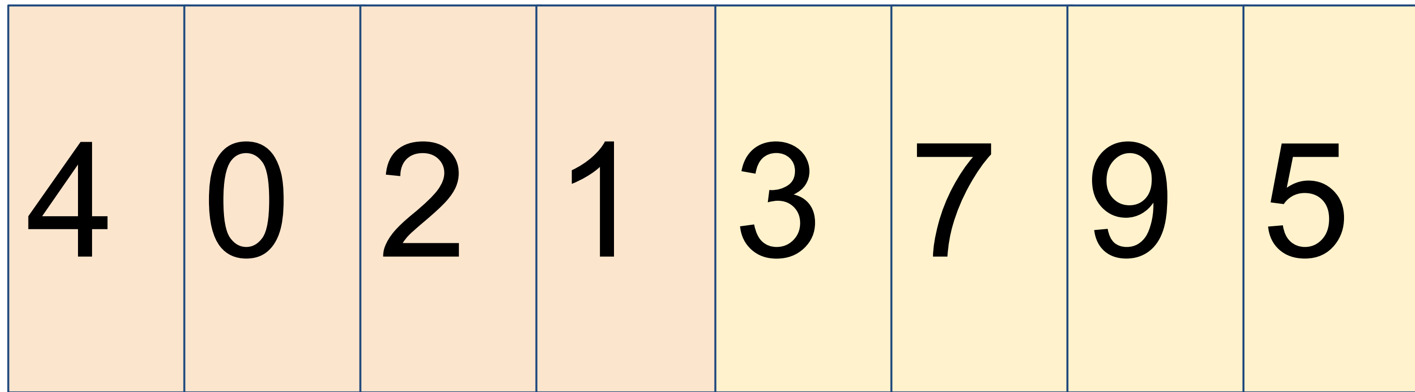
Algoritmos de Ordenamiento

- Quicksort (idea básica)
  - Si se hace de manera ideal y perfecta, su complejidad es O(NlgN)
  - Es relativamente fácil de implementar

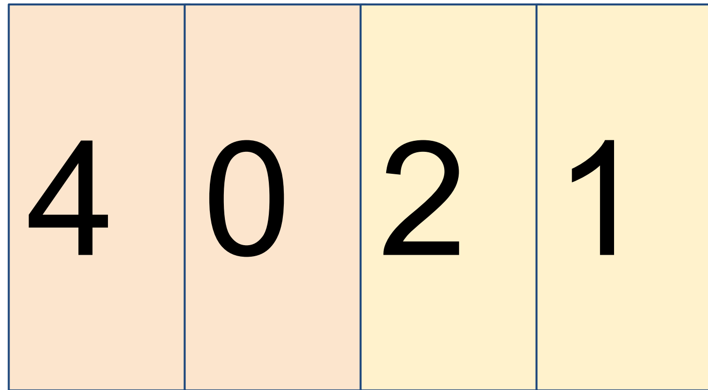
Algoritmos de Ordenamiento

- MergeSort (idea básica)
  - Se llama recursivamente combinando los arrays desde 0 hasta N/2 y de N/2 hasta N
  - Si el elemento tiene 1 elemento, se asume que está ordenado
  - Formar un nuevo array tomando en cuenta los dos arrays formados

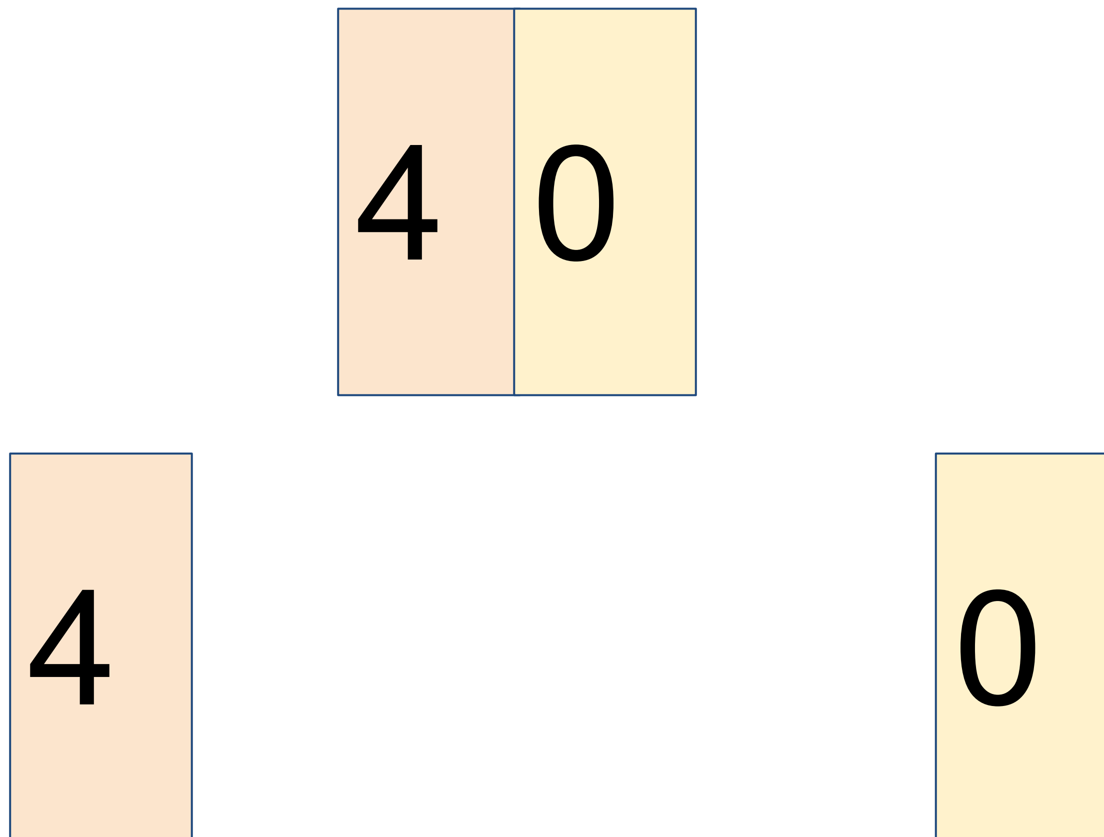
Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento



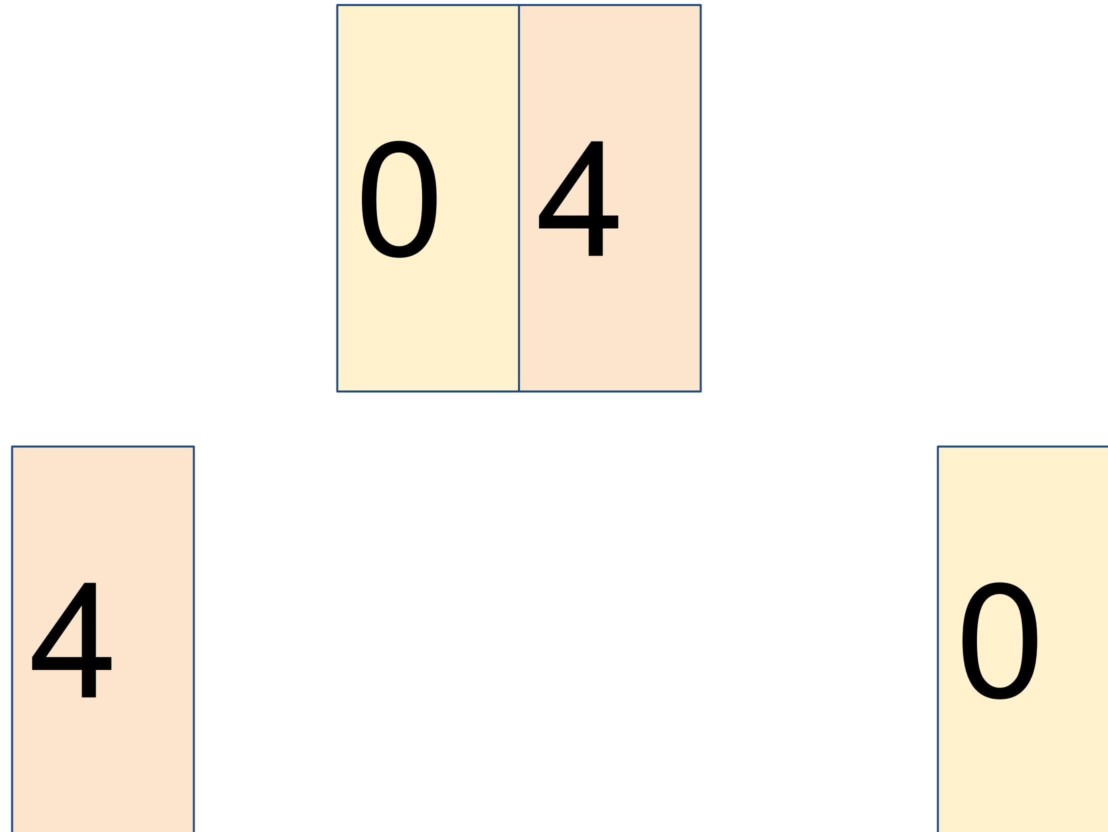
Algoritmos de Ordenamiento



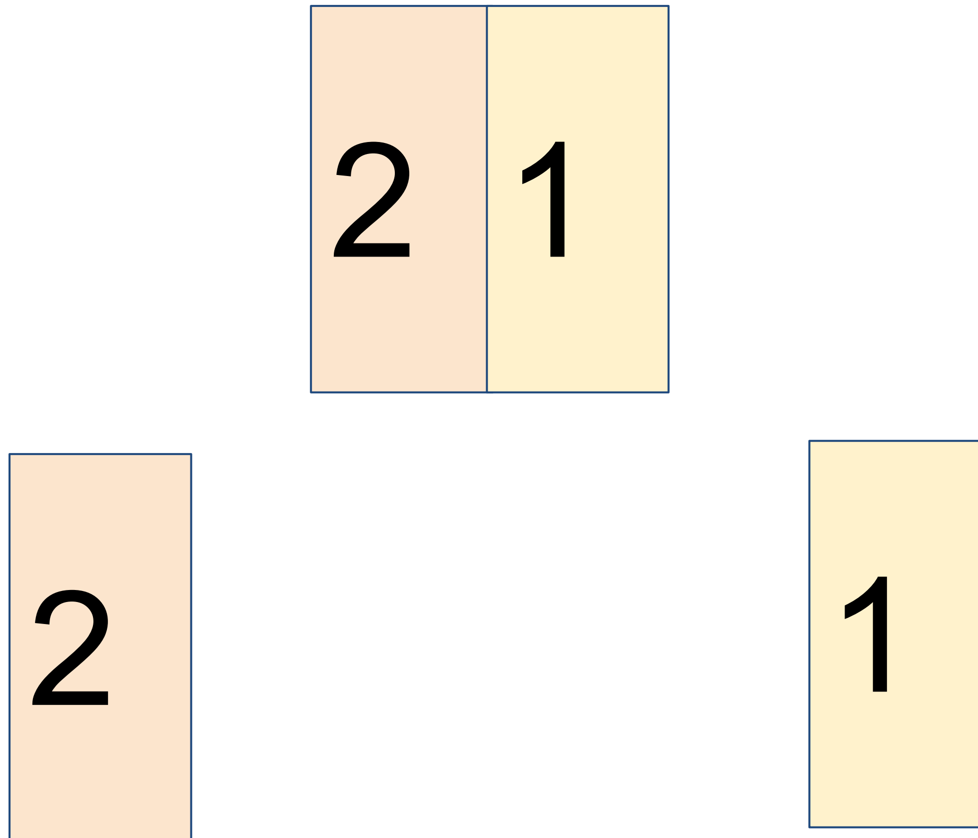
Algoritmos de Ordenamiento

- MergeSort (idea básica)
  - Se tendrán tres arrays, A = [4], B = [0] y C que será el producto de la mezcla entre los dos
  - Si A[i] < B[j], se inserta en C[k] y se suma 1 a k y a i
  - Se inserta en C[k] y se suma 1 a k y a j en caso contrario

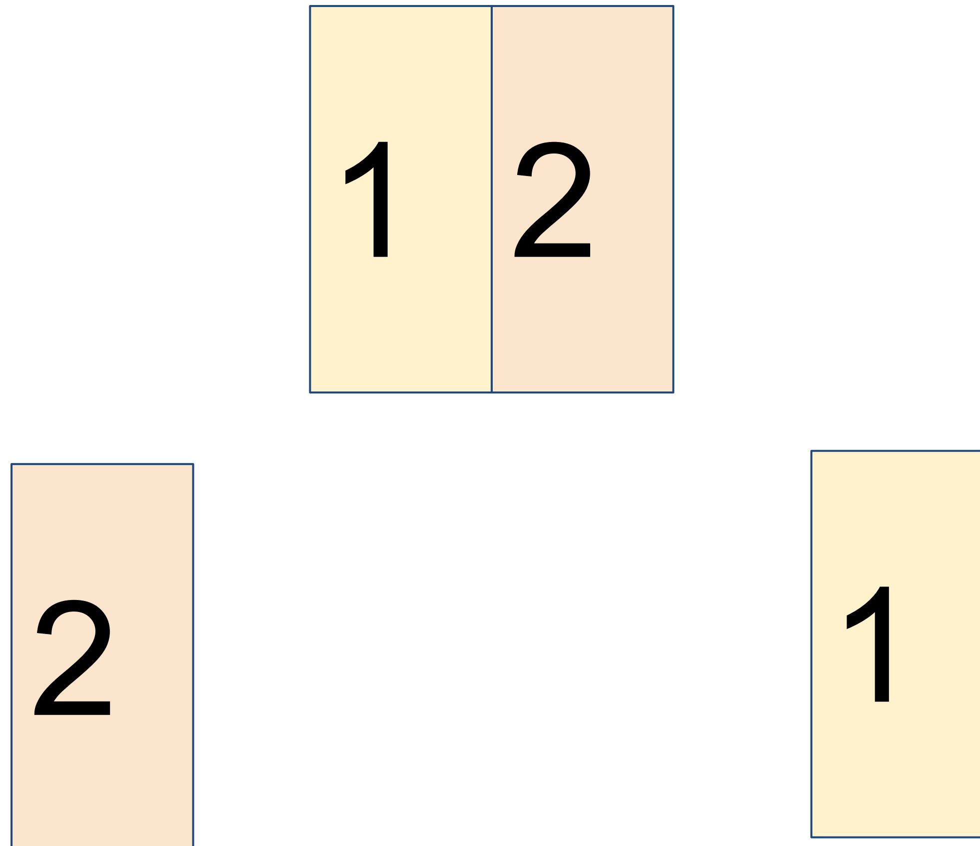
Algoritmos de Ordenamiento



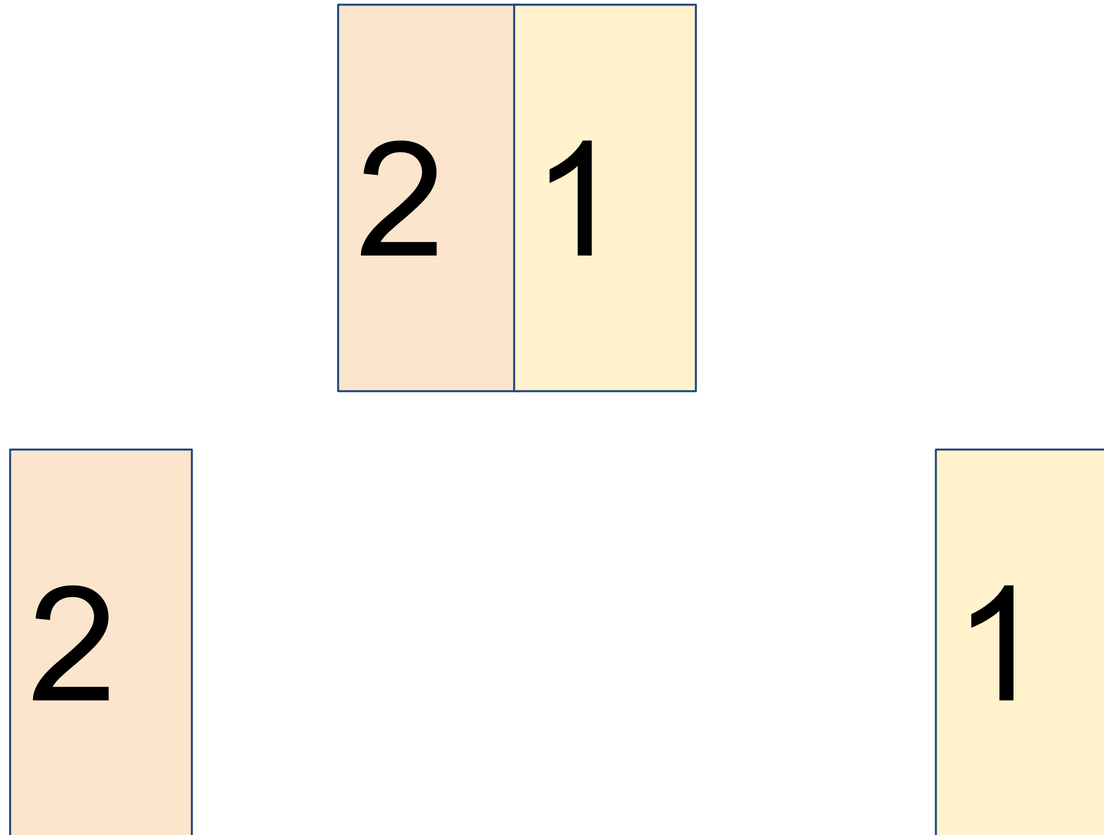
Algoritmos de Ordenamiento



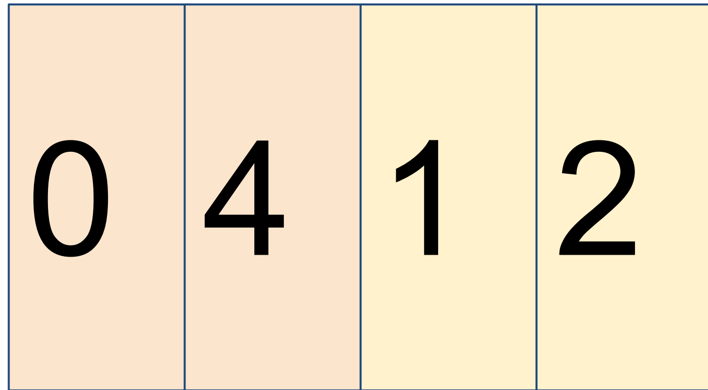
Algoritmos de Ordenamiento



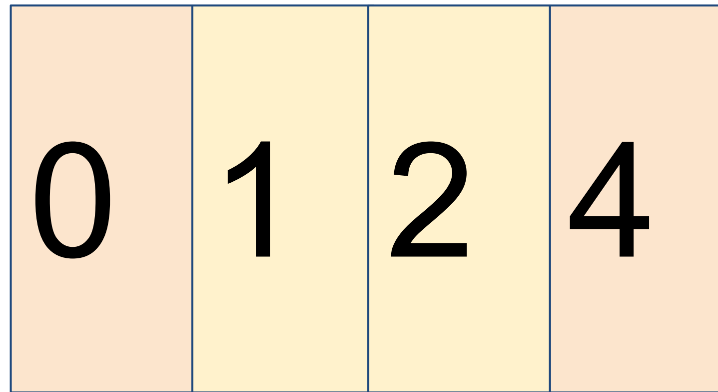
Algoritmos de Ordenamiento



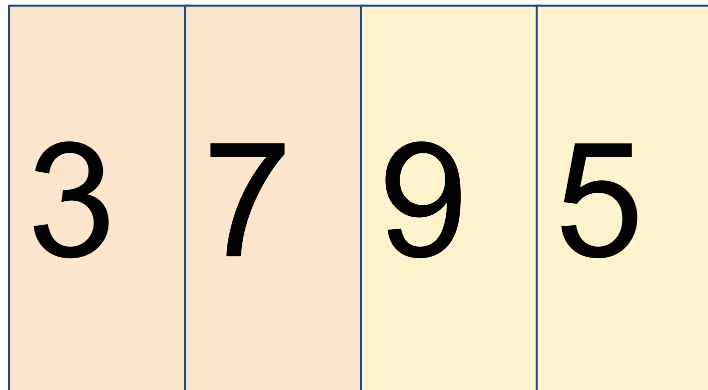
Algoritmos de Ordenamiento



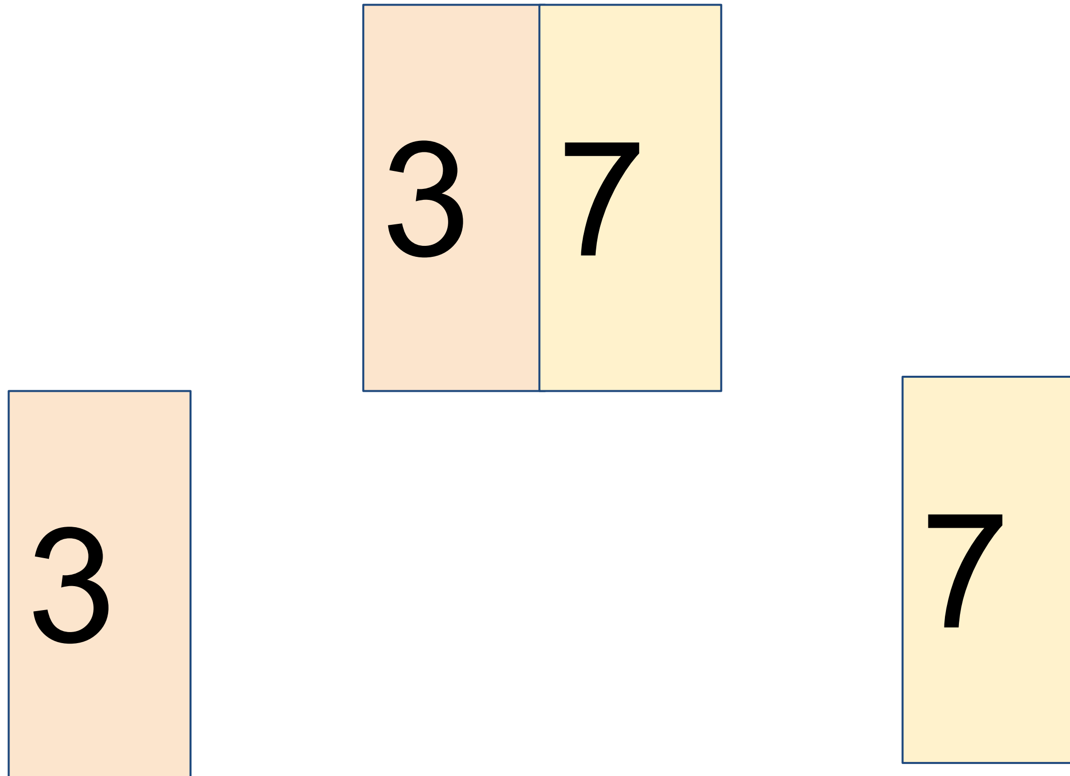
Algoritmos de Ordenamiento



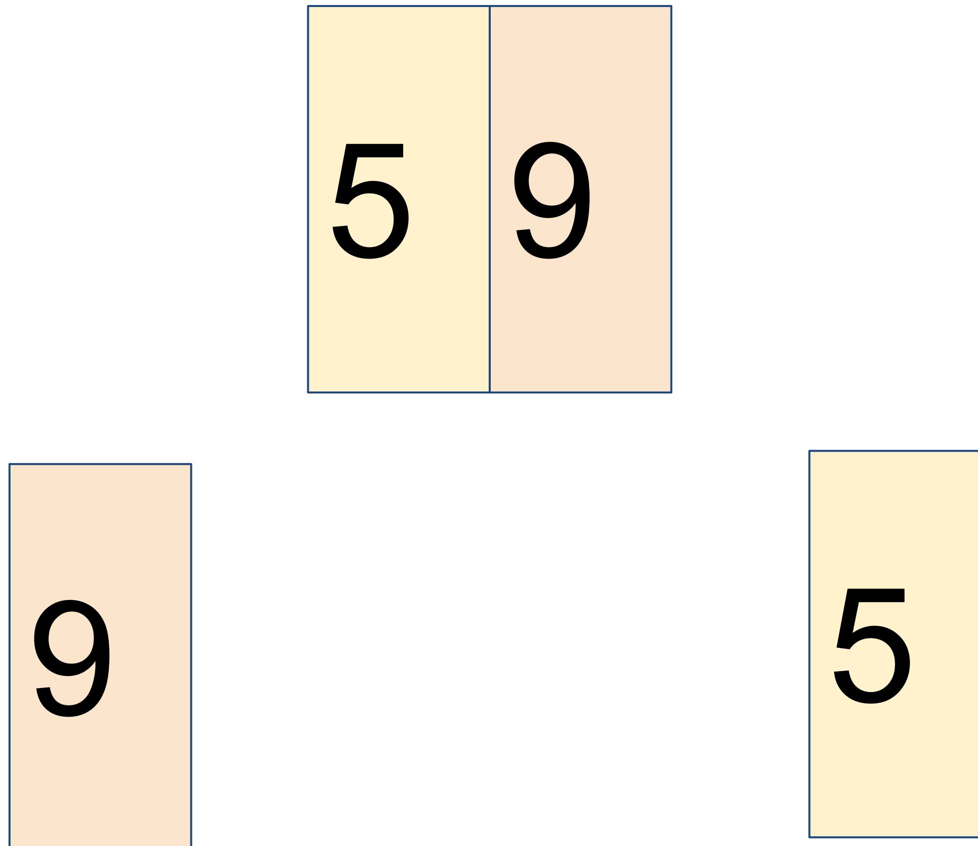
Algoritmos de Ordenamiento



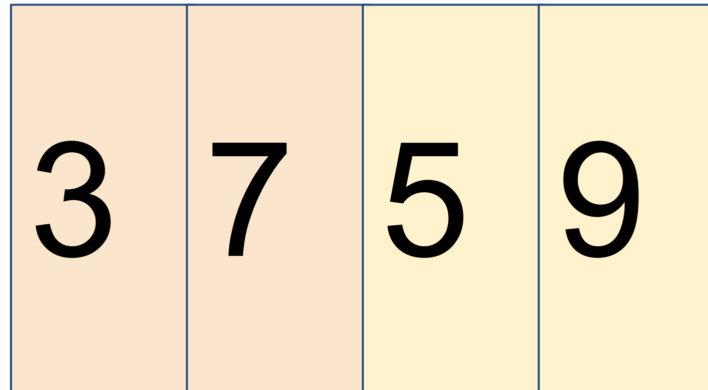
Algoritmos de Ordenamiento



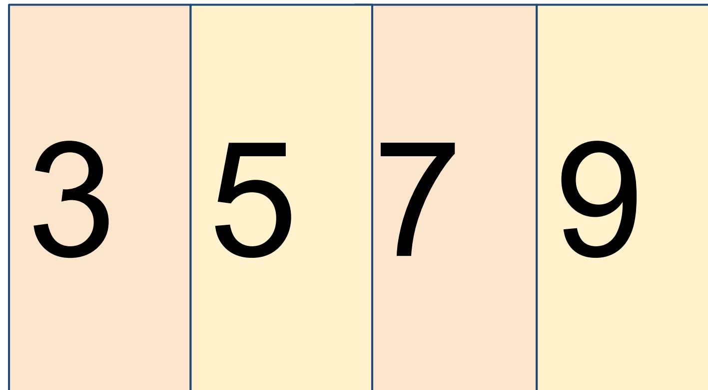
Algoritmos de Ordenamiento



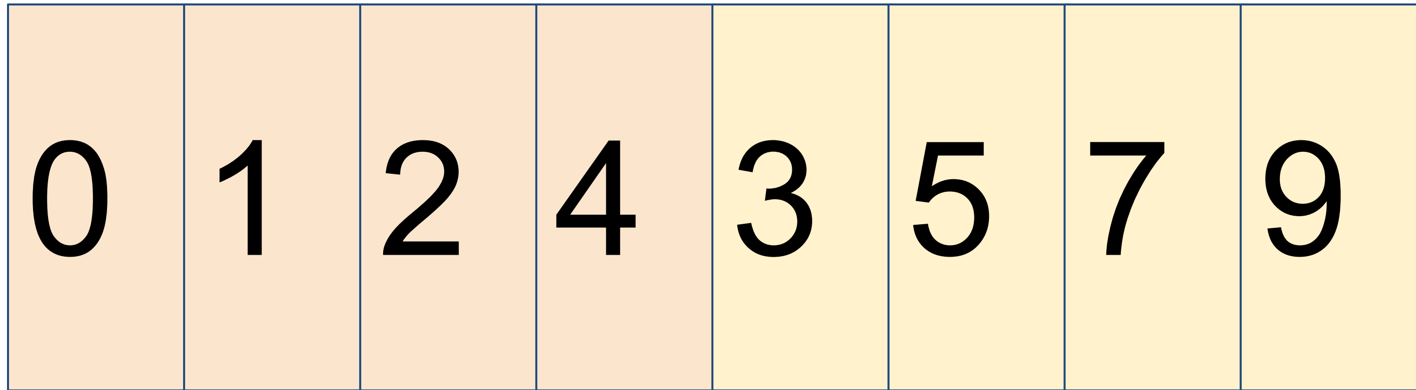
Algoritmos de Ordenamiento



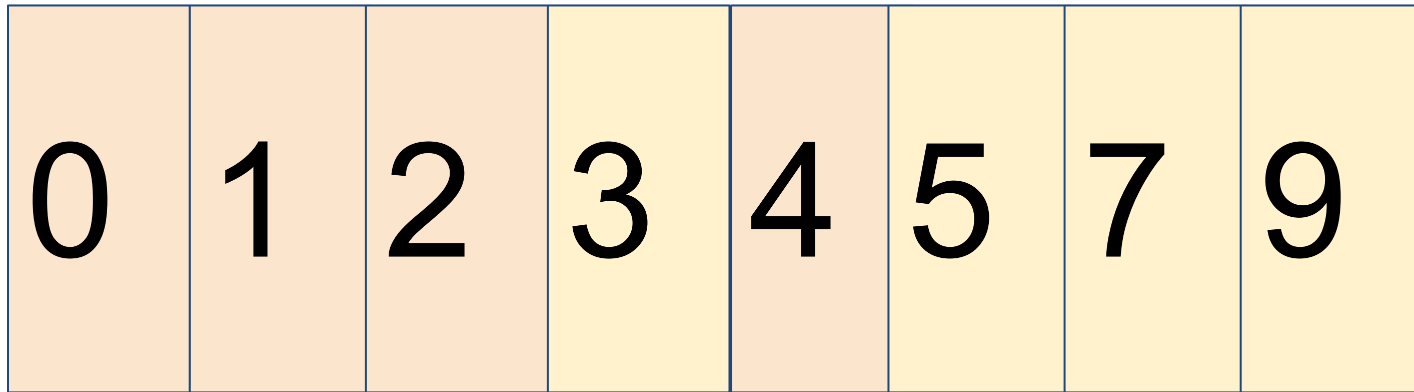
Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento



Algoritmos de Ordenamiento

- C++
  - std:sort()
- Java
    - Collections.sort() -> MergeSort*
    - Arrays.sort() -> Quicksort* (para tipos primitivos)

*En realidad son variantes más eficientes

Algoritmos de Ordenamiento

- Estructuras ordenadas nos permiten hacer búsquedas “inteligentes” sobre ellas (búsqueda binaria, tenaria, etc)
  - ¡Como los árboles binarios!
- Otros algoritmos de ordenamiento (RadixSort, BucketSort)

Búsqueda Binaria

- Definición
- Donde aplicar
- Ejemplo

Búsqueda Binaria

- Se utiliza cuando un problema contiene una función f monótona creciente o decreciente
- Una función es monótona creciente si para cualquier x, y con $x < y$ tal que $f(x) <= f(y)$. Es monótona decreciente en el caso contrario

Búsqueda Binaria

- La idea detrás del algoritmo es ir descartando mitades donde sabemos que no podemos encontrar la respuesta
- Ej. Si queremos encontrar un mínimo

Búsqueda Binaria

- Acotamos la función para un x mínimo y máximo dentro de f(x)
- Por cada iteración, sea mid = (Cotamin + Cotasup) / 2
- Si f(mid) > Obj, significa que nos hemos pasado, por lo tanto, Cotasup = mid
- Si f(mid) <= Obj, significiica que hemos subestimado, por lo tanto, Cotainf = mid

Búsqueda Binaria

- La respuesta final estará en Cotainf

```
function binary_search(f, inf, sup, t):
  while sup-inf > 1
    mid = (sup+inf) / 2
    if f(mid) <= t:
      inf = mid
    else
      sup = mid
  return inf
```

Algoritmos Voraces

- Definición
- Partes del algoritmo
- Funcionamiento
- Problemas frecuentes

Algoritmos Voraces

Definición

- Búsqueda eligiendo la opción más prometedora en cada paso local con la esperanza de llegar a una solución general óptima
- Rutinas muy eficientes $O(n)$, $O(n^2)$
- **NO** suelen proporcionar la solución óptima

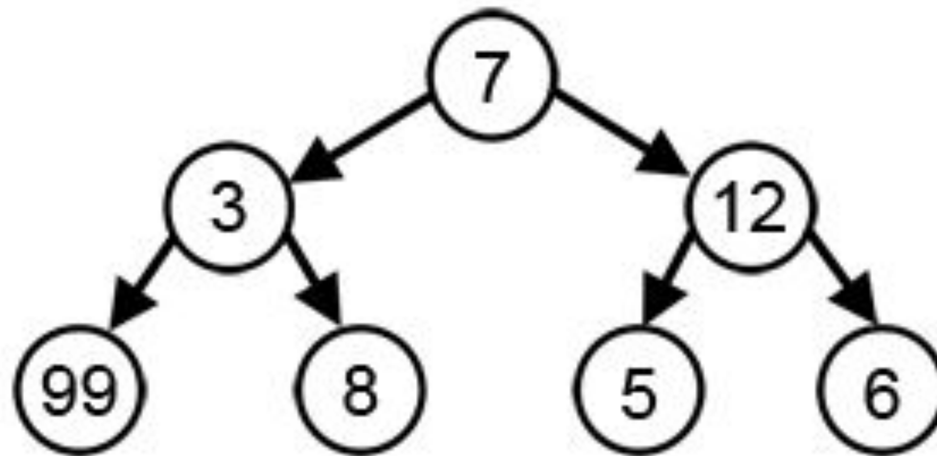
Algoritmos Voraces

Partes del algoritmo

- **Conjunto de candidatos (*C*).** Entradas del problema
- **Función solución.** Comprueba, en cada paso, si el subconjunto actual de candidatos elegidos forma una solución
- **Función de selección.** Informa cuál es el elemento más prometedor para completar la solución
- **Función de factibilidad.** Informa si a partir de un conjunto se puede llegar a una solución.
- **Función objetivo.** Es aquella que queremos maximizar o minimizar, el núcleo del problema

Funcionamiento

Algoritmo que busca el camino de mayor peso



Algoritmos Voraces

SPOJ_STAMPS

- http://www.spoj.com/problems/STAMPS/
- Lucy quiere superar en número la colección de sellos de Raymond
- Para ello, pide sellos a sus amigos
- Entrada: nº de escenarios (casos de prueba), nº de sellos necesarios para alcanzar a Raymond, nº de amigos que nos dejarán sellos, lista de los sellos que nos dejará cada uno

Algoritmos Voraces

SPOJ_STAMPS

- **Conjunto de candidatos:** lista de sellos que nos dejará cada amigo
- **Función solución:** Comprueba si hemos superado o no los sellos de Raymond
- **Función de selección:** Entre todos los amigos, escogeremos primero los que más sellos nos presten
- **Función de factibilidad:** ¿Tenemos suficientes sellos entre todos los amigos para superar a Raymond?
- **Función objetivo:** Minimizar el número de amigos necesarios para alcanzar a Raymond

Algoritmos Voraces

SPOJ_STAMPS: Ejemplo

- **Objetivo:** Llegar a 100 sellos con 6 amigos (100 6)
- **Lista de candidatos:** 13 17 42 9 23 57
- **Función solución:** suma>=needed
- **Función de selección:** Escoger uno a uno los elementos del Array ordenado de mayor a menor
- **Función de factibilidad:** ¿suma<needed?
- **Función objetivo:** Minimizar el número de amigos necesarios para alcanzar a Raymond
- **Solución (Java):** https://pastebin.com/2LDxFwR9

Próxima semana

Viernes Santo (02/04) -- No hay actividad

Clase Práctica (09/04)

- Problemas relacionados con Algoritmos voraces, búsqueda binaria, algoritmos de ordenamiento y otros!

Clase Teórica (16/04)

- Grafos
  - Introducción, estructuras
  - Recorridos en anchura y profundidad

¡Hasta la próxima semana!

Ante cualquier duda sobre el curso o sobre los problemas podéis escribirnos (preferiblemente con copia a algunos / todos los docentes)

- David Morán (david.moran@urjc.es)
- Sergio Pérez (sergio.perez.pelo@urjc.es)
- Jesús Sánchez-Oro (jesus.sanchezoro@urjc.es)
- Isaac Lozano (isaac.lozano@urjc.es)
- Raúl Martín (raul.martin@urjc.es)
- Jakub Jan (jakubjanluczyn@gmail.com)
- Antonio Gonzalez (antonio.gpardo@urjc.es)
- Iván Martín (ivan.martin@urjc.es)
- Leonardo Antonio Santella (leocaracas2010@gmail.com)