TEMA 6

Algoritmos de ordenación

Emma Rollón
erollon@cs.upc.edu

Departamento de Ciencias de la Computación

Índice

- Algoritmos clásicos
  - Selección
  - Inserción
  - Burbuja
  - Fusión
- Conexión con sort (biblioteca algorithm)
- Recuerda: ¡ordenar puede no ser buena idea!

Tarea a resolver

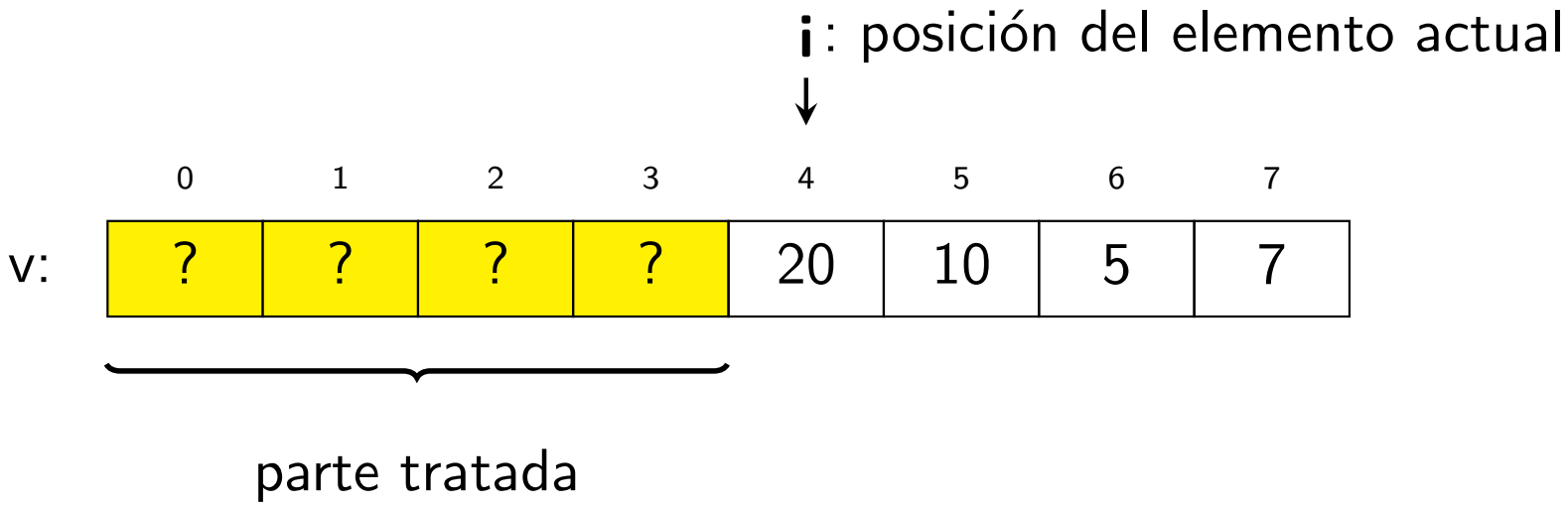
Input: dado un vector de enteros

0	1	2	3	4	5	6	7
7	1	5	-3	-8	20	2	10

Output: ordenarlo crecientemente según el operador $<$ de los enteros

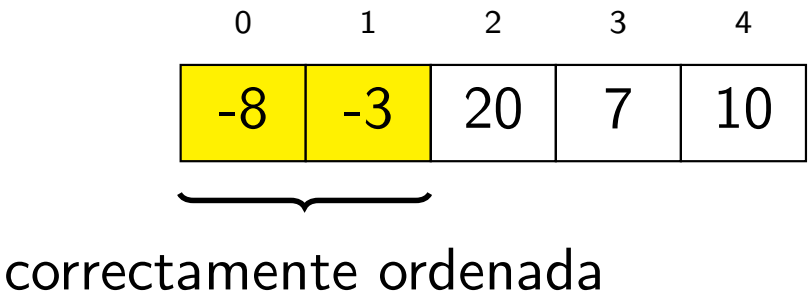
0	1	2	3	4	5	6	7
-8	-3	1	2	6	7	10	20

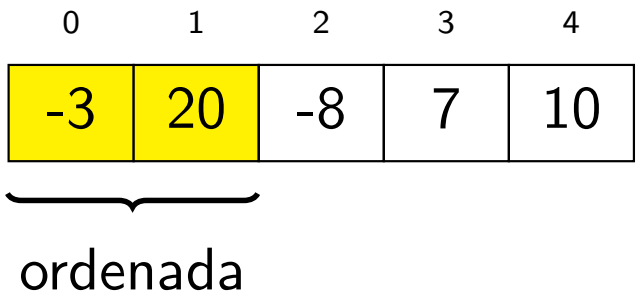
Estructura algoritmos selección, inserción y burbuja



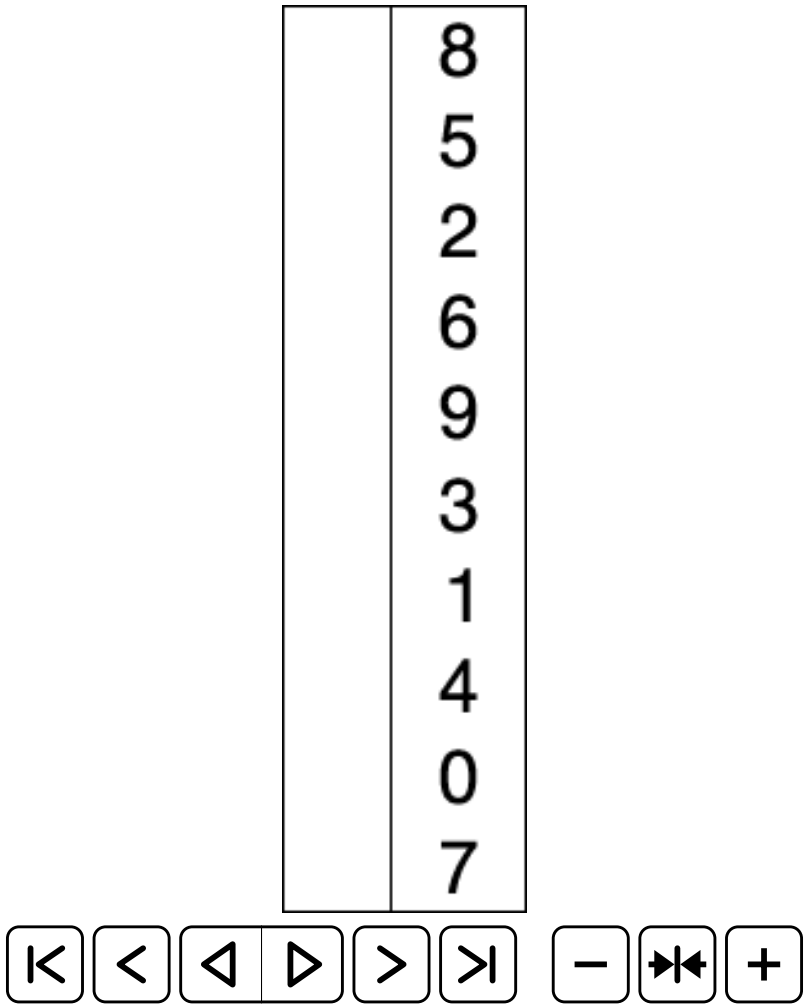

```
// recorrido sobre v
for (int i = 0; i < v.size(); ++i) {
    // tratar elemento en posición i
    ...
}
```

1. ¿Cómo está la parte tratada?
2. ¿Cómo se trata el actual?



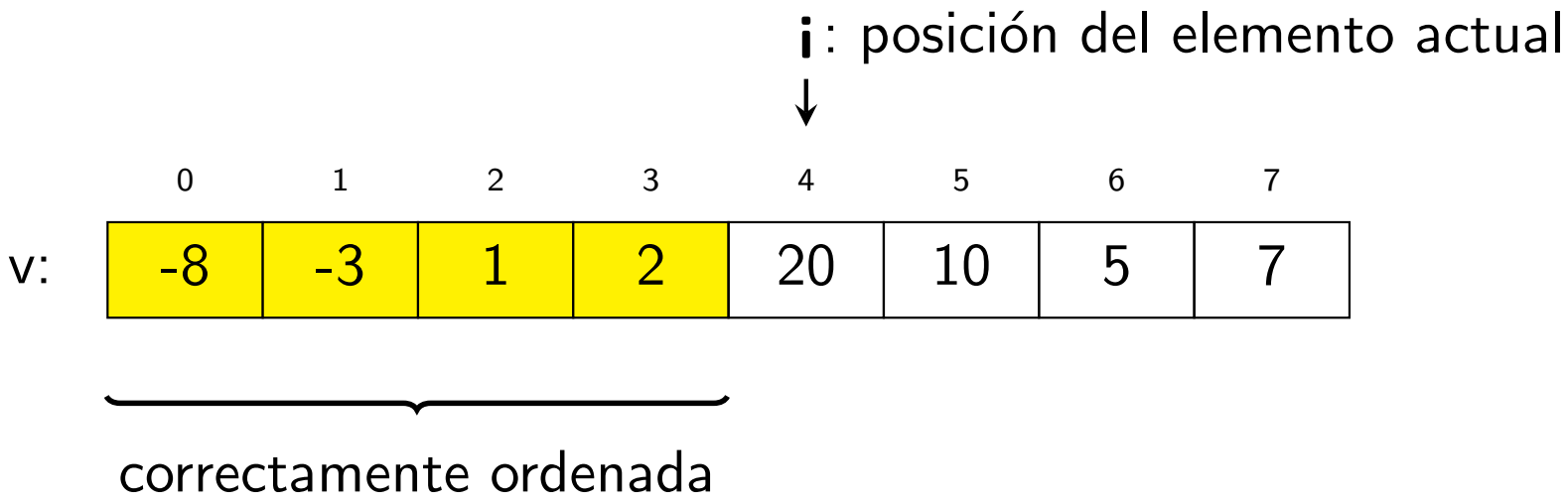


Ordenación por selección (vector<int>)



Gif by Joestape89, CC BY-SA 3.0

Ordenación por selección (vector<int>)



Características:

- Parte tratada: correctamente ordenada según operador $<$
- Tratamiento elemento actual: Intercambiar v[i] con el elemento menor de v[i, ..., v.size() - 1].

Ordenación por selección (vector<int>)

```
// Pre: a vale A, b vale B
// Post: a vale B, b vale A
void intercambiar(int& a, int& b) {
    int aux = a;
    a = b;
    b = aux;
}

// Pre: 0 <= from < v.size()
// Post: retorna la posición del elemento menor desde from hasta v.size() - 1
int pos_minim(const vector<int>& v, int from) {
    int p = from;
    for (int i = from + 1; i < v.size(); ++i) {
        if (v[i] < v[p]) p = i;    // el operador < tiene que estar definido!
    }
    return p;
}

// Pre: v es válido
// Post: v queda ordenado ascendentemente según operador <
void ordenacion_seleccion(vector<int>& v) {
    int n = v.size();
    for (int i = 0; i < n - 1; ++i) {
        int p_min = pos_minim(v, i);
        intercambiar(v[i], v[p_min]);
    }
}
```

Ordenación por selección (vector<T>)

¿Y si el tipo de datos T de los elementos del vector no tienen definido el operador $<$ que indica la ordenación que quiero?

- Cuando el operador $<$ se utiliza en un algoritmo de ordenación, *a* menor que *b* significa que *a* irá antes que *b* una vez el vector esté ordenado.

- Fíjate que el operador $<$ lo podríamos implementar como una función:

```
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(int a, int b) {
    return a < b;
}
```

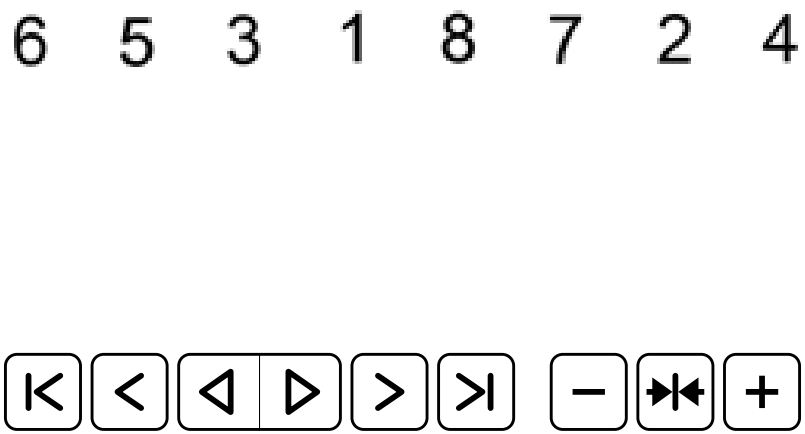
- Cuando ordenamos un vector<T>, también podemos implementar una función similar, con el significado menor que queramos:

```
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(const T& a, const T& b) {
    ...
}
```

Ordenación por selección (vector<T>)

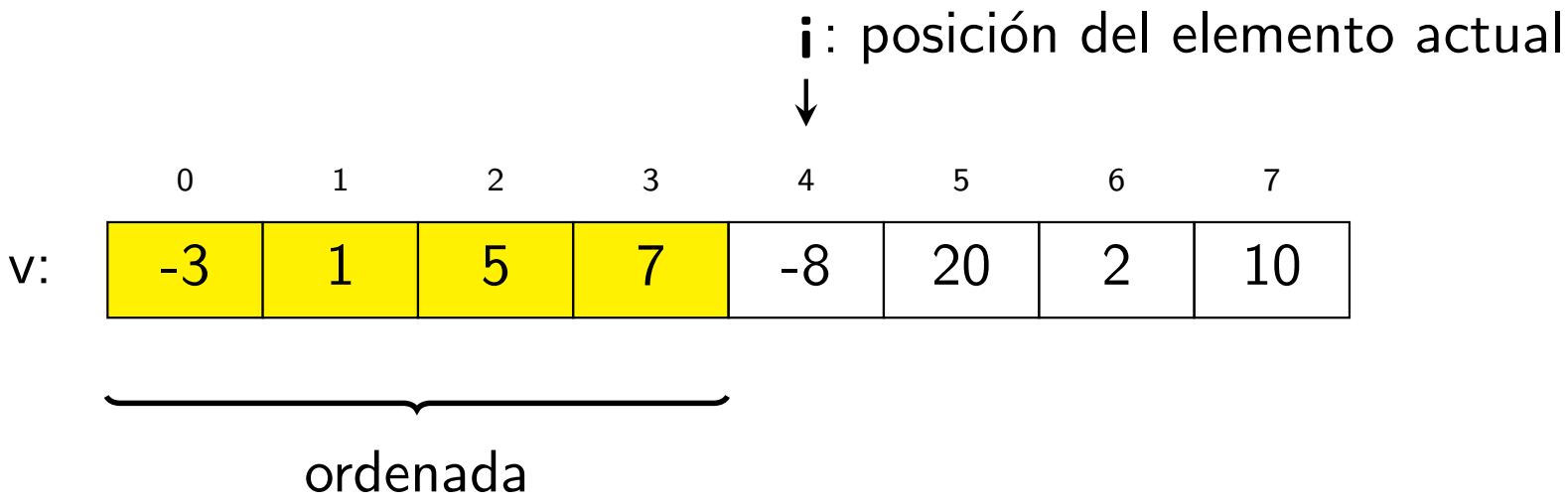
```
// Pre: —
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(const T& a, const T& b) {
    ...
}

// Pre: a vale A, b vale B
// Post: a vale B, b vale A
void intercambiar(T& a, T& b) {
    ...
}

// Pre: 0 <= from < v.size()
// Post: retorna la posición del elemento menor desde from hasta v.size() - 1
int pos_minim(const vector<T>& v, int from) {
    int p = from;
    for (int i = from + 1; i < v.size(); ++i) {
        if (operador_menor(v[i], v[p])) p = i;    // función que implementa comparación
    }
    return p;
}

// Pre: v es válido
// Post: v queda ordenado ascendentemente según operador_menor
void ordenacion_seleccion(vector<T>& v) {
    int n = v.size();
    for (int i = 0; i < n - 1; ++i) {
        int p_min = pos_minim(v, i);
        intercambiar(v[i], v[p_min]);
    }
}
```

Ordenación por inserción (vector<int>)



Gif by Swfung8 - Own work, CC BY-SA 3.0

Ordenación por inserción (vector<int>)



Características:

- Parte tratada: ordenada según operador $<$
- Tratamiento elemento actual: Llevar elemento v[i] a su posición correcta en v[0, ..., i], que quedará ordenado.

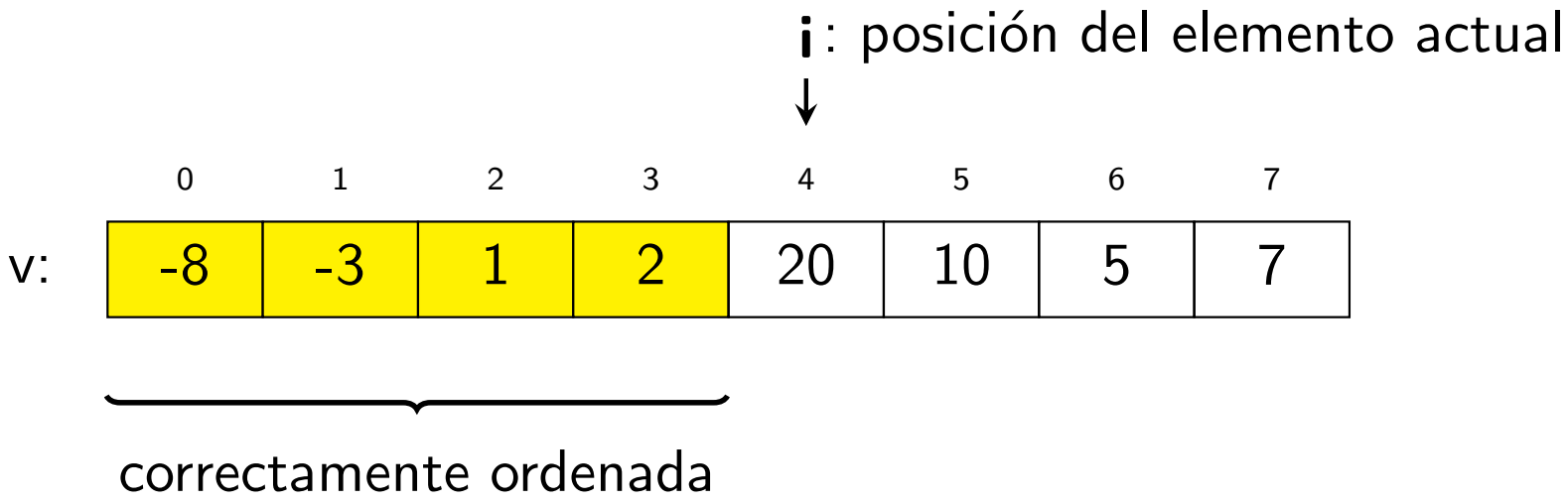
Ordenación por inserción (vector<int>)

```
// Pre: v es válido
// Post: v queda ordenado ascendentemente según operador <
void ordenacion_insercion(vector<int>& v) {
    int n = v.size();
    for (int i = 1; i < n; ++i) {
        // buscar la posición correcta desde i hasta 0 para el elemento v[i]
        int x = v[i];
        int j = i;    // posición en la que compruebo si tiene que ir x
        while (j > 0 and v[j - 1] > x) {
            v[j] = v[j - 1];
            --j;
        }
        // al salir del bucle, j es la posición que buscábamos
        v[j] = x;
    }
}
```

Ordenación por inserción (vector<T>)

```
// Pre: —
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(const T& a, const T& b) {
    ...
}

// Pre: v es válido
// Post: v queda ordenado ascendentemente según operador_menor
void ordenacion_insercion(vector<T>& v) {
    int n = v.size();
    for (int i = 1; i < n; ++i) {
        // buscar la posición correcta desde i hasta 0 para el elemento v[i]
        int x = v[i];
        int j = i;
        while (j > 0 and operador_menor(x, v[j - 1])) {
            v[j] = v[j - 1];
            --j;
        }
        // al salir del bucle, j es la posición que buscábamos
        v[j] = x;
    }
}
```

Ordenación de la burbuja (vector<int>)



Características:

- Parte tratada: correctamente ordenada según operador $<$
- Tratamiento elemento actual: Levar a la posición i el elemento menor de v[i, ..., v.size() - 1] comparando dos a dos los elementos desde el final del vector hasta la posición i.

Ordenación de la burbuja (vector<int>)

```
// Pre: a vale A, b vale B
// Post: a vale B, b vale A
void intercambiar(int& a, int& b) {
    int aux = a;
    a = b;
    b = aux;
}

// Pre: v es válido
// Post: v queda ordenado ascendentemente según operador <
void ordenacion_burbuja(vector<int>& v) {
    int n = v.size();
    for (int i = 0; i < n - 1; ++i) {
        // llevar a v[i] el elemento menor en v[i, ..., n-1]
        //   dejando eso elementos parcialmente ordenados
        for (int j = n - 1; j > i; --j) {
            if (v[j - 1] > v[j]) intercambiar(v[j - 1], v[j]);
        }
    }
}
```

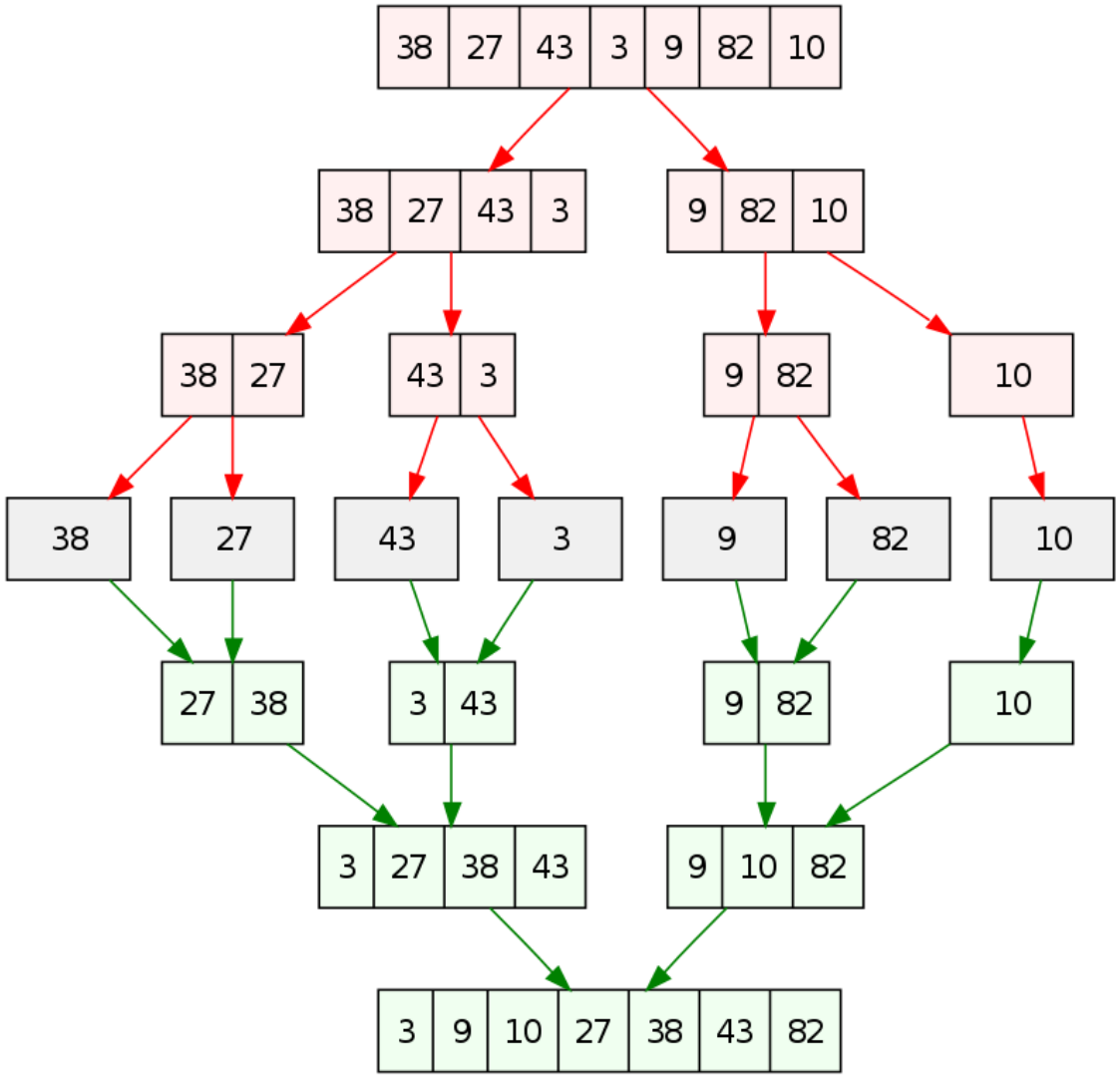
Mejoras:

- Si en todo un pase del bucle interno no se produce ningún intercambio, entonces todo el vector ya está ordenado.
- Avanzar i hasta la posición del último intercambio.

Ordenación de la burbuja (vector<T>)

```
// Pre: —
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(const T& a, const T& b) {
    ...
}

// Pre: a vale A, b vale B
// Post: a vale B, b vale A
void intercambiar(T& a, T& b) {
    int aux = a;
    a = b;
    b = aux;
}

// Pre: v es válido
// Post: v queda ordenado ascendentemente según operador_menor
void ordenacion_burbuja(vector<int>& v) {
    int n = v.size();
    for (int i = 0; i < n - 1; ++i) {
        // llevar a v[i] el elemento menor en v[i, ..., n-1]
        //   dejando eso elementos parcialmente ordenados
        for (int j = n - 1; j > i; --j) {
            if (operador_menor(v[j], v[j - 1]) intercambiar(v[j - 1], v[j]);
        }
    }
}
```

Ordenación por fusión (vector<int>)



By VineetKumar at English Wikipedia

Ordenación por fusión (vector<int>)

```
// Pre: v válido, 0 <= esq <= m < dre < v.size()
// Post: v[esq ... dre] queda ordenado según operador <
void fusion(vector<int>& v, int esq, int m, int dre) {
    int n = dre - esq + 1;
    vector<int> aux(n);
    int k = 0;  // índice sobre aux
    int i = esq;
    int j = m + 1;
    while (i <= m and j <= dre) {
        if (v[i] < v[j]) { aux[k] = v[i]; ++i; }
        else { aux[k] = v[j]; ++j; }
        ++k;
    }
    while (i <= m) {aux[k] = v[i]; ++i; ++k;}
    while (j <= dre) {aux[k] = v[j]; ++j; ++k;}
    for (k = 0; k < n; ++k) v[esq + k] = aux[k];
}

// Pre: v es válido, 0 <= esq <= dre < v.size()
// Post: v[esq ... dre] queda ordenado ascendentemente según operador <
void ordenacion_fusion(vector<int>& v, int esq, int dre) {
    if (esq < dre) {
        int m = (esq + dre)/2;
        ordenacion_fusion(v, esq, m);
        ordenacion_fusion(v, m + 1, dre);
        fusion(v, esq, m, dre);
    }
}

int main() {
    ....
    ordenacion_fusion(v, 0, v.size() - 1);
```

Ordenación por fusión (vector<T>)

```
// Pre: —
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(const T& a, const T& b) {  ...  }

// Pre: v válido, 0 <= esq <= m < dre < v.size()
// Post: v[esq ... dre] queda ordenado según operador_menor
void fusion(vector<T>& v, int esq, int m, int dre) {
    int n = dre - esq + 1;
    vector<T> aux(n);
    int k = 0;  // índice sobre aux
    int i = esq;
    int j = m + 1;
    while (i <= m and j <= dre) {
        if (operador_menor(v[i], v[j])) { aux[k] = v[i]; ++i; }
        else { aux[k] = v[j]; ++j; }
        ++k;
    }
    while (i <= m) {aux[k] = v[i]; ++i; ++k;}
    while (j <= dre) {aux[k] = v[j]; ++j; ++k;}
    for (k = 0; k < n; ++k) v[esq + k] = aux[k];
}

// Pre: v es válido, 0 <= esq <= dre < v.size()
// Post: v[esq ... dre] queda ordenado ascendentemente según operador_menor
void ordenacion_fusion(vector<T>& v, int esq, int dre) {
    if (esq < dre) {
        int m = (esq + dre)/2;
        ordenacion_fusion(v, esq, m);
        ordenacion_fusion(v, m + 1, dre);
        fusion(v, esq, m, dre);
    }
}
```

Conexión con sort (biblioteca algorithm)

En el tema de vectores vimos que:

```
// Post: retorna true si a tiene que ir antes que b en el vector,
//       false en caso contrario
bool nom_func_bool(const T& a, const T& b) {
    ...
}

int main() {
    vector<T> v;
    ....
    sort(v.begin(), v.end(), nom_func_bool);
    ....
}
```

Sort implementa un algoritmo de ordenación diferente a los que hemos visto. Sin embargo:

La función *nom_func_bool* es el *operador_menor* que hemos visto ahora.

Conexión con sort (biblioteca algorithm)

Dado un vector de enteros, ordénalo de manera descendente.

```
// Post: retorna true si a es "menor" que b según criterio
//             descendente, false en caso contrario
bool operador_menor(int a, int b) {
    return a > b;
}

int main() {
    vector<int> v;
    ....
    sort(v.begin(), v.end(), operador_menor);
    ....
}
```

Conexión con sort (biblioteca algorithm)

Dado un vector de Persona, ordénalo por edad ascendente, para los que tengan misma edad por nombre descendente, y para los que también tengan el mismo nombre, por dni ascendente.

```
struct Persona {
    string nombre;
    int edad;
    int dni;
};

// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(const Persona& a, const Persona& b) {
    if (a.edad != b.edad) return a.edad < b.edad;
    if (a.nombre != b.nombre) return a.nombre > b.nombre;
    return a.dni < b.dni;
}

int main() {
    vector<Persona> v;
    ....
    sort(v.begin(), v.end(), operador_menor);
    ....
}
```

Conexión con sort (biblioteca algorithm)

Dado un vector de enteros, ordénalo de manera que los múltiplos de 3 aparezcan antes que el resto de números. Para la parte del vector con los múltiplos de 3 queremos que esté ordenada de forma ascendente, para la parte que no son múltiplos de 3 queremos que esté ordenada de forma descendente.

```
// Post: retorna true si a es menor que b, false en caso contrario
bool operador_menor(int a, int b) {
    mult_a = (a%3 == 0);
    mult_b = (b%3 == 0);
    if (mult_a != mult_b) return mult_a;
    if (mult_a) return a < b; // Los dos son múltiplos de 3
    return a > b;  // Los dos no son múltiplos de 3
}

int main() {
    vector<int> v;
    ....
    sort(v.begin(), v.end(), operador_menor);
    ....
}
```

¡Ordenar puede no ser buena idea!

Ordenar es una tarea costosa:

$\longrightarrow$ tiene un ¡doble bucle anidado!

Hay tareas que NO se tienen que resolver ordenando. Ejemplos:

- Saber el mínimo o el máximo: haciendo un recorrido del vector es suficiente

  $\longrightarrow$ un único bucle
- Contar cuántos elementos cumplen una condición como ser par, ser mayor que el máximo/mínimo/suma de los elementos de su izquierda, etc: haciendo un recorrido del vector es suficiente

  $\longrightarrow$ un único bucle

Siempre piensa que si lo puedes solucionar con un único bucle, entonces (en general) será mejor que ordenando el vector (a pesar de que visualmente utilices con sort menos líneas de código).