Introducción a los tipos abstractos de datos

- Definiciones
- TAD's básicos
- Representaciones básicas

Estructuras de datos, curso 2005/06
I.T.Informática de Sistemas
Universidad de Valladolid

Concepto de tipo abstracto de datos (TAD)

- Tipo abstracto de datos: (TAD)
  - Un conjunto de valores y **operaciones** asociadas
  - especificados de manera **precisa**
  - e **independiente** de la implementación
- Objetivo:
  - Separar **interfaz** (definición operaciones) de **implementación** (representación de los datos + algoritmos de las operaciones).
- Notación:
  - El estado de un TAD viene dado por la secuencia de operaciones realizadas sobre él.
  - La definición de las operaciones suele darse mediante axiomas y reglas lógicas.

Ejemplo de definición de PILA

Definición axiomática (TAD)

ESPECIFICACIÓN PILA

TAD pila[elemento]

OPERACIONES

- crear : → pila
- esta_vacía : pila → booleano
- cima : pila → elemento
- apilar : pila, elemento → pila
- desapilar : pila → pila

PRECONDICIONES

- cima(*p*) ⇔ ¬ esta_vacía(*p*)
- desapilar(*p*) ⇔ ¬ esta_vacía(*p*)

ECUACIONES

- esta_vacía(crear) == **T**
- esta_vacía(apilar(*p*, *x*) == **F**
- cima(apilar(*p*, *x*)) == *x*
- desapilar(apilar(*p*, *x*)) == *p*

FIN_ESPECIFICACIÓN

Definición por código (no TAD)

```
type
  TPila = ^TNodo;
  TNodo = record
            Dato : ...;
            Sig : TPila
          end;
function cima(P: TPila) : PNodo;
begin
  Result := P
end;
procedure apilar(var P: TPila;
                 X: PNodo);
begin
  X^.Sig := P; P := X
end;
procedure desapilar(var P: TPila);
begin
  P := P^.Sig
end;
```

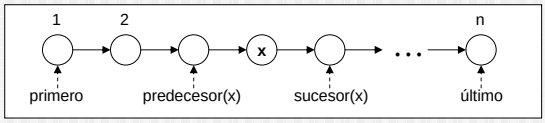
3

Contenedores

- TADs contenedores:
  - Almacenan **información** sobre varios elementos.
  - No tienen porqué almacenar "físicamente" a los elementos: pueden almacenar referencias a ellos y/o información sobre relaciones entre ellos.
- Criterios de clasificación:
  - Los elementos se pueden considerar **atómicos** o divididos en **partes** relevantes.
  - Puede imponerse requisitos sobre los elementos o alguna parte de ellos:
    - **Equivalencia**: Poder saber si dos elementos son iguales.
    - **Comparación**: Poder saber si un elemento es mayor o menor que otro.
  - Puede permitirse elementos **repetidos** o no.
  - Puede existir una **relación** (o no) entre los elementos.

4

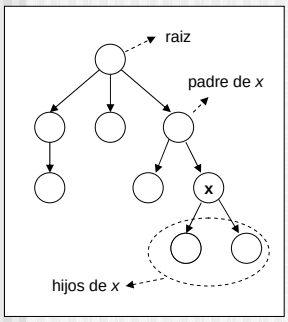
Relación de precedencia u orden



- Existe una relación de **orden total** sobre los elementos.
- Existen dos elementos **extremos**: El **primero** y el **último**.
- Todo elemento (salvo el primero) tiene un único elemento **predecesor**.
- Todo elemento (salvo el último) tiene un único elemento **sucesor**.
- Se pueden realizar operaciones basadas en la **posición** de los elementos:
  - Sobre algún extremo.
  - Sobre el predecesor o sucesor del elemento actual.
  - Asignando un índice a cada elemento.
- El orden puede ser **interno** (basado en el valor del elemento o de una parte suya) u **externo** (impuesto por las operaciones de inserción y borrado)

5

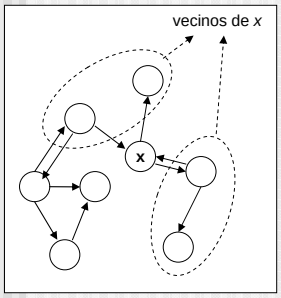
Relación de parentesco o jerarquía (árbol)



- Los elementos se relacionan con una estructura jerárquica (tipo **arbol**)
- Hay un elemento distinguido, el **raiz**, y los demas se particionan en subárboles, y así recursivamente.
- Cada elemento (excepto el raiz) tiene un **padre** (superior) y cero o más **hijos** (subordinados).
- Permite representar elementos con una estructura jerárquica (más compleja y flexible que la relación de orden).
- A diferencia de la relación de orden, no existe una única forma distinguida de recorrer los elementos, sino varias: preorden, inorden, postorden y por niveles.
- Si se impone un **orden interno** la relación puede servir como una representación (montículos, arboles binarios de búsqueda, etc.) útil para varios TADs

6

Relación de vecindad (grafo)



- No existen restricciones respecto a la forma de relacionar unos elementos con otros.
- Cada elemento puede estar relacionado con 0 o más elementos, sus vecinos.
- No existe nigún elemento distinguido.
- No hay recorridos distinguidos, tan sólo la posibilidad de elegir un nodo y recorrer en profundidad o en anchura.
- Las relaciones entre elementos pueden ser (o no) direccionales y suelen llevar información asociada.

7

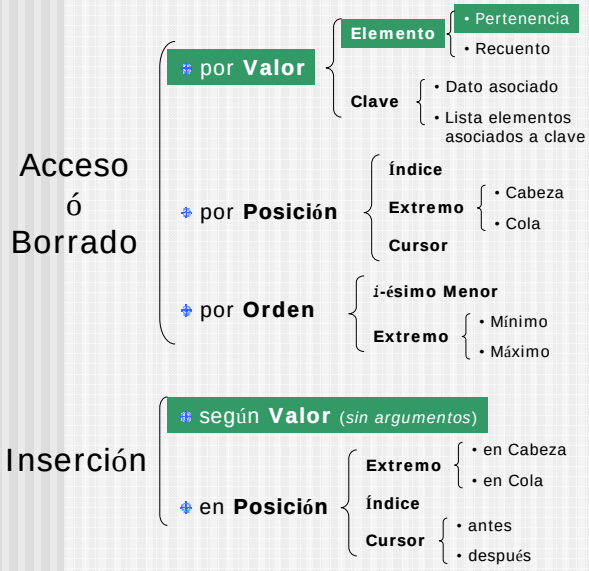
Clasificación operaciones básicas

- **Acceso ó Borrado**
  - por **Valor**
    - **Elemento**
      - Pertenencia
      - Recuento
    - **Clave**
      - Dato asociado
      - Lista elementos asociados a clave

    → **Resultado del acceso**
  - por **Posición**
    - **Índice**
    - **Extremo**
      - Cabeza
      - Cola
    - **Cursor**
  - por **Orden**
    - ***i*-ésimo Menor**
    - **Extremo**
      - Mínimo
      - Máximo
- **Inserción**
  - según **Valor** (*sin argumentos*)
  - en **Posición**
    - **Extremo**
      - en Cabeza
      - en Cola
    - **Índice**
    - **Cursor**
      - antes
      - después

8

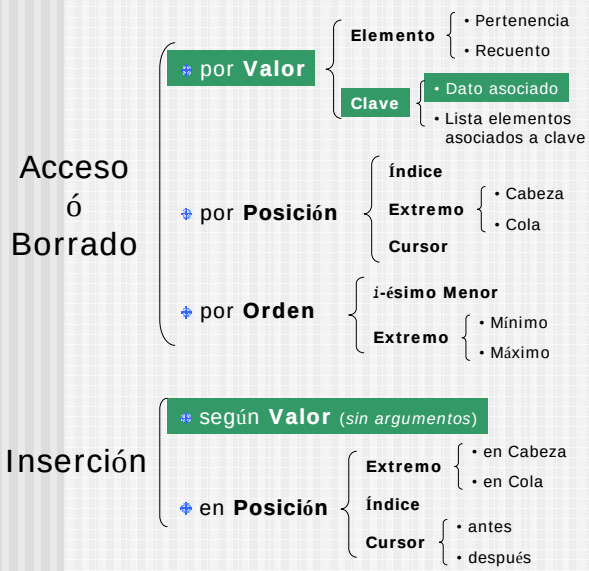
Conjunto (Set)



- ✓ **Sin relación**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Equivalencia**
- ✓ **Sin elementos repetidos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Unión**
  - ➢ **Recorrido**

9

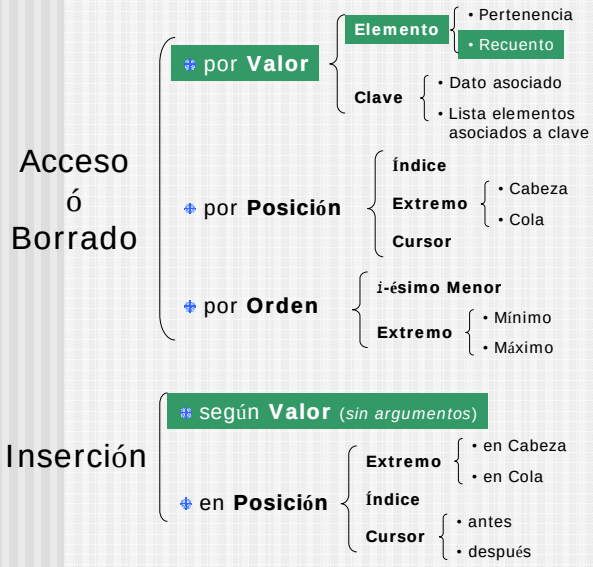
Mapa (Associative array, Lookup table, Map, Index)



- ✓ **Sin relación**
- ✓ **Elementos son pares clave - dato**
- ✓ **Req: Equivalencia claves**
- ✓ **Sin claves repetidas**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Modificar dato**
- ✓ **Usos:**
  - ➢ **Lenguajes Awk, Perl, JavaScript, PHP**

10

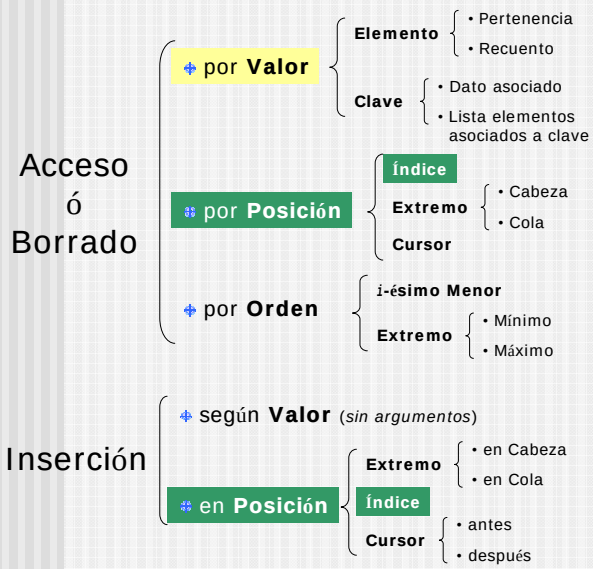
Colección (Bag, MultiSet)



- ✓ **Sin relación**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Equivalencia**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Unión**
  - ➢ **Recorrido**
  - ➢ **Borrar todos**

11

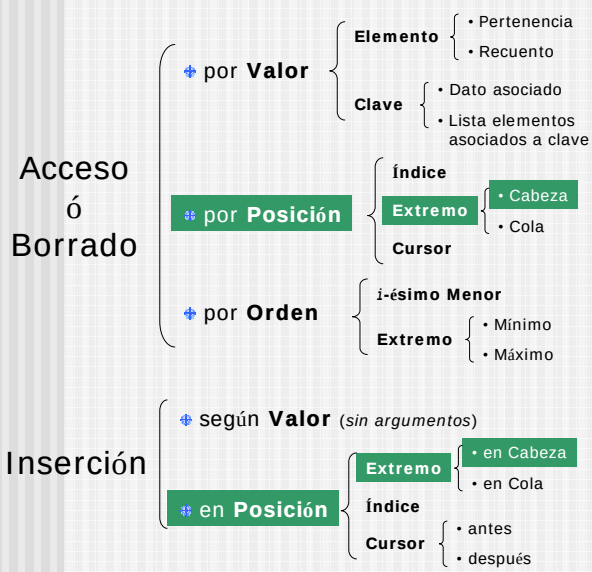
Lista indexada (List)



- ✓ **Relación Orden Externo**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Ninguno**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Concatenación**
  - ➢ **Recorrido**
  - ➢ **Búsqueda**
  - ➢ **Ordenación**

12

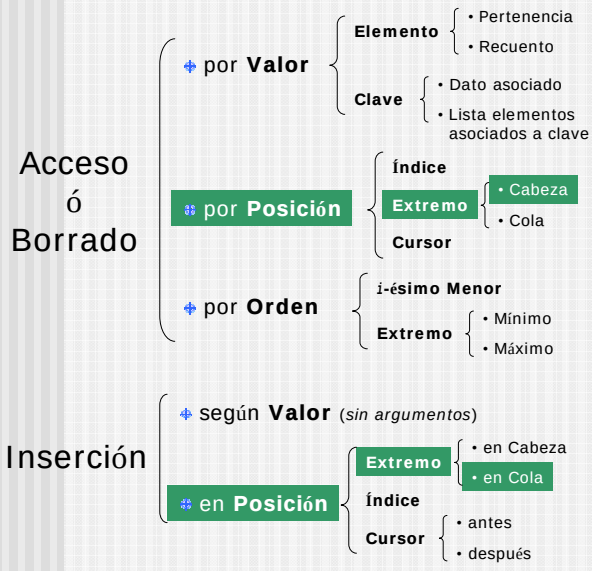
Pila (Stack)



- ✓ **Relación Orden Externo**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Ninguno**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Estructura LIFO (Last In, First Out)**
- ✓ **Usos:**
  - ➢ **Gestión memoria**
  - ➢ **Recursivo → Iterativo**
  - ➢ **Traducción expr. matemáticas**
  - ➢ **Lenguages FORTH, Postscript, Java VM**

13

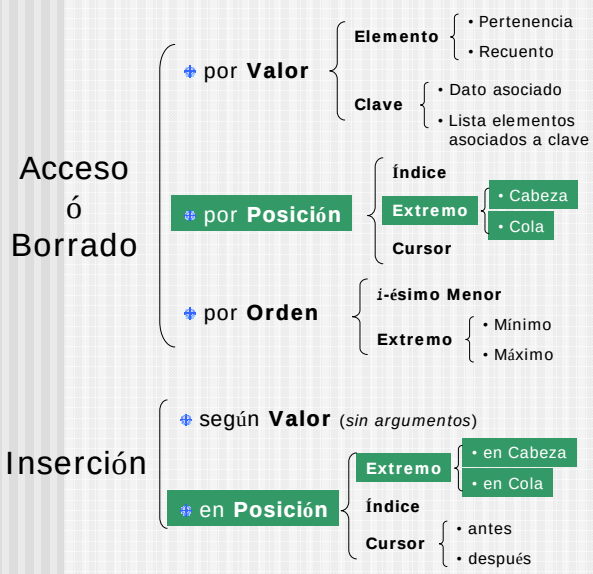
Cola (Queue)



- ✓ **Relación Orden Externo**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Ninguno**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Estructura FIFO (First In, First Out)**
- ✓ **Usos:**
  - ➢ **Buffers**
  - ➢ **Algoritmos recorrido en anchura en árboles y grafos.**

14

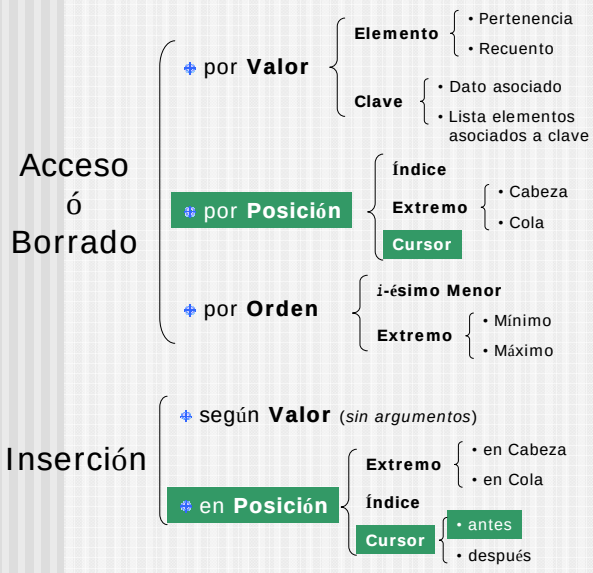
Bicola (Deque)



- ✓ **Relación Orden Externo**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Ninguno**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Usos:**
  - ➢ **Buffers**
  - ➢ **Algoritmos recorrido en anchura en árboles y grafos.**

15

Lista secuencial (I) (Iterator)



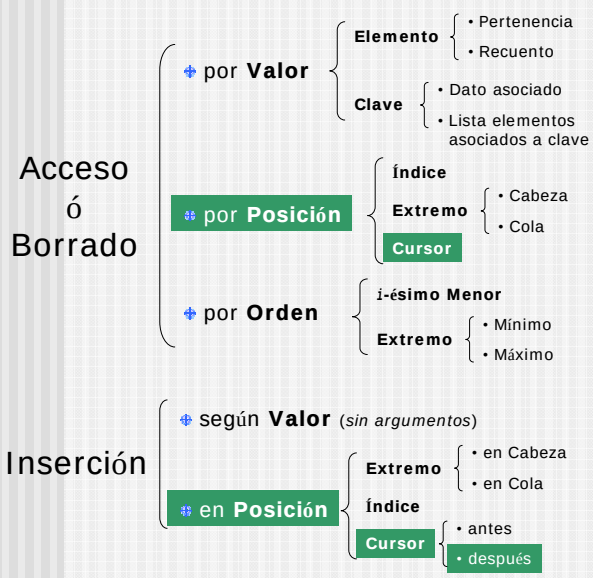
- ✓ **Relación Orden Externo**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Ninguno**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Mover cursor**
  - ➢ **Cursor fuera lista**
  - ➢ **Concatenación**

Variante 1 (*notepad*)

- ✓ **Fuera de lista = despues del último elemento.**
- ✓ **Tras borrado cursor pasa a elemento siguiente.**

16

Lista secuencial (II) (Iterator)



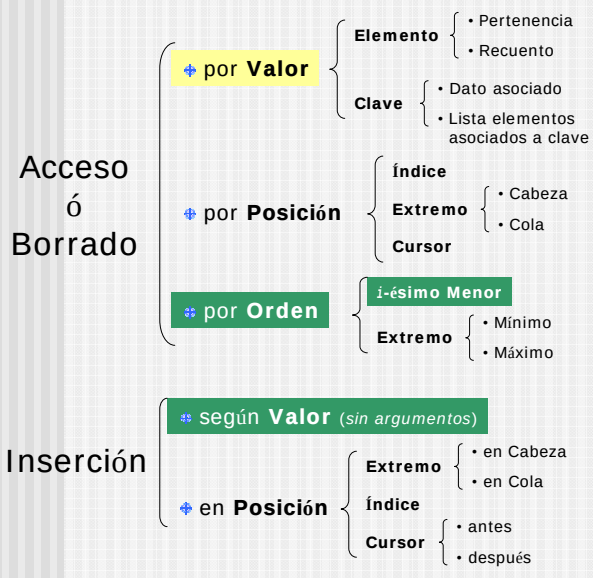
- ✓ **Relación Orden Externo**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Ninguno**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Mover cursor**
  - ➢ **Cursor fuera lista**
  - ➢ **Concatenación**

Variante 2

- ✓ **Fuera de lista = antes del primer elemento.**
- ✓ **Tras borrado cursor pasa a elemento anterior.**

17

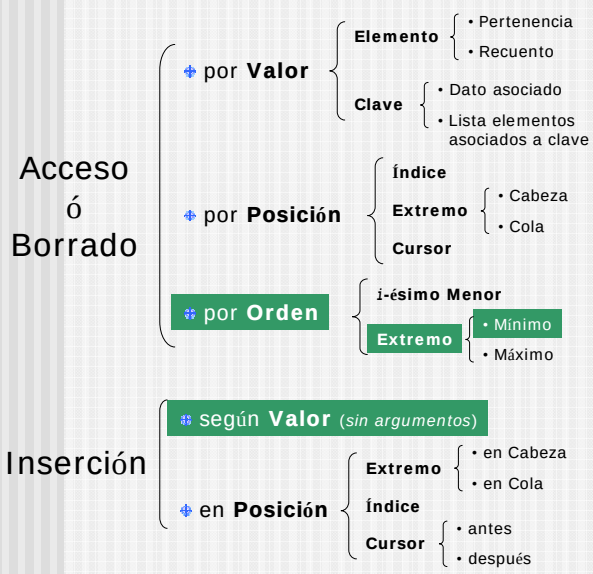
Lista ordenada (Sorted List)



- ✓ **Relación Orden Interno**
- ✓ **Elementos atómicos**
- ✓ **Req: Comparación**
- ✓ **Elementos repetidos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Fusión**
  - ➢ **Recorrido**
  - ➢ **Búsqueda**

18

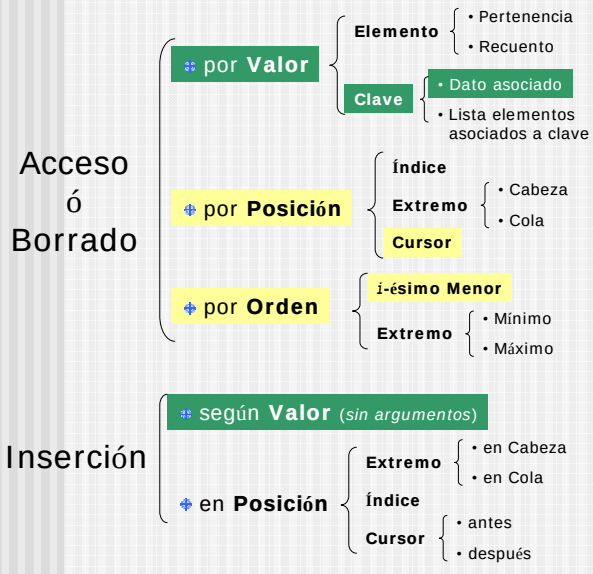
Cola de prioridad (Priority queue)



- ✓ **Relación Orden Interno**
- ✓ **Elementos son pares prioridad - dato**
- ✓ **Req: Comparación**
- ✓ **Variante: Cola de prioridad de máximos**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Modificar prioridad**
  - ➢ **Fusión**
- ➢ **Usos:**
  - ➢ **Gestión procesos**
  - ➢ **Ord. Montículos**
  - ➢ **Alg. Dijkstra**

19

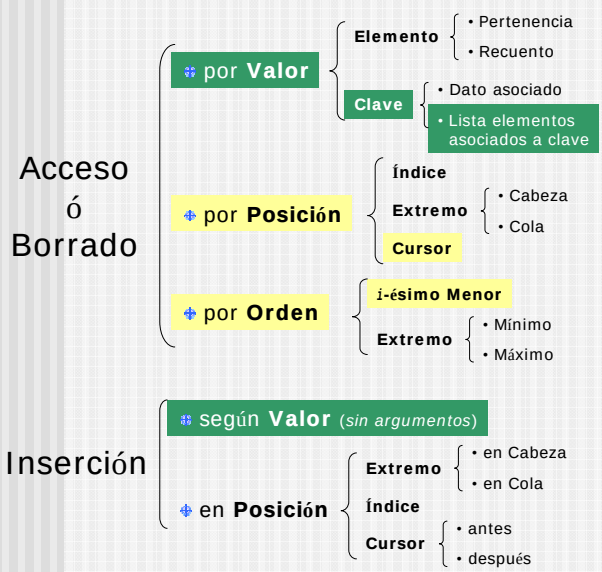
Tabla (Map, Dictionary)



- ✓ **Mapa + Orden Interno en claves**
- ✓ **Elementos son pares clave - dato**
- ✓ **Req: Comparación claves**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Recorrido ordenado basado en cursor**
  - ➢ **Modificación dato**
- ➢ **Usos: BD Relacionales**

20

Diccionario (MultiMap)



- ✓ **Orden Interno en claves**
- ✓ **Elementos son pares clave - dato**
- ✓ **Req: Comparación claves**
- ✓ **Otras operaciones:**
  - ➢ **Recorrido ordenado basado en cursor**
  - ➢ **Reemplazamiento par clave - dato**

21