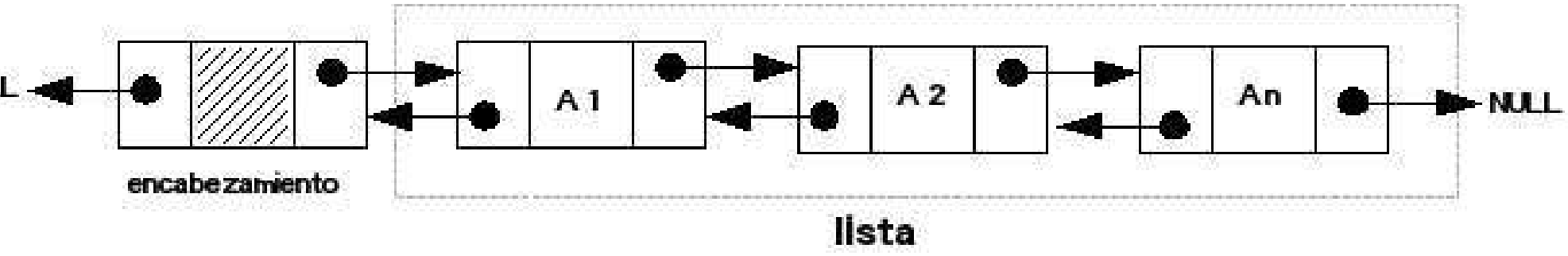
Contenido

- TAD Lista
- Descripción del TAD Lista
- Especificación del TAD Lista
  - Cabecera
  - Definición
  - Operaciones
  - Observaciones
- Tipos de listas
  - Listas simplemente ligadas
  - Listas doblemente ligadas
- Aplicaciones del TAD Lista
- Modalidades de listas
  - Pilas como listas
  - Colas como listas
  - Otras modalidades de la lista

TAD Lista

- Las ***listas*** *son la generalización de los dos TAD's anteriores (Pila y Cola): mientras que* en una pila y en una cola las operaciones sólo afectan a un extremo de la secuencia, en una lista se puede **insertar un elemento en cualquier posición**, y **borrar** y **consultar cualquier elemento**.



Descripción del TAD Lista

- Una lista es:
  - Una *colección de 0 o mas elementos*
    - Si la lista no tiene elementos, se dice que esta vacía
  - En una lista, todos los elementos son de un mismo tipo

- Son estructuras lineales, i.e.
  - Sus elementos están colocados uno detrás de otro
  - Cada elemento de una lista se conoce con el nombre de **NODO.**

- Las listas
  - Son mucho más flexibles que los arreglos
  - Permiten trabajo “dinámico” con un grupo de elementos

- Una lista es una colección de elementos ordenada de acuerdo a las posiciones de éstos (secuencia, relación predecesor-sucesor).

***primer* elemento**

$$L=<a_1, a_2,\ldots,a_n>$$

***último* elemento**

- $a_i \in L$, $i=1,\ldots,n$ (n es la *longitud* de la lista)
- $n=0 \Rightarrow$ lista *vacía*
  - **Caracterización importante: los elementos pueden insertarse o eliminarse en cualquier posición de una lista**

Especificación del TAD Lista

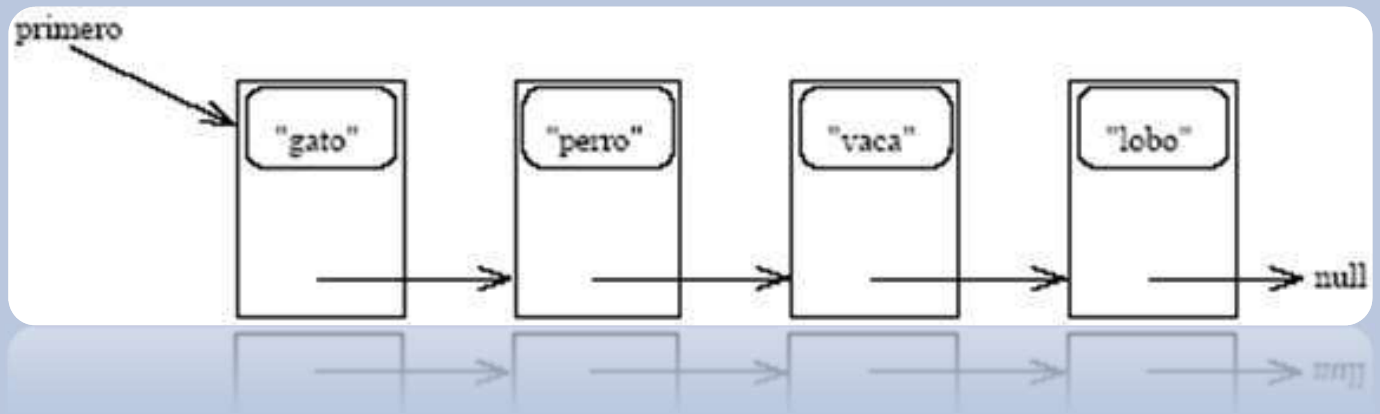
Cabecera

- ***Nombre:*** LISTA *(LIST)*
- ***Lista de operaciones:***
  - ***Operaciones de construcción***
    - ***Inicializar (Initialize):*** *Recibe una lista **L** y la inicializa para su trabajo normal.*
    - ***Eliminar (Destroy):*** *Recibe una lista **L** y la libera completamente.*
  - ***Operaciones de posicionamiento y búsqueda***
    - ***Fin (Final):*** *Recibe una lista **L** y regresa la **posición** del final*
    - ***Primero (First):*** Recibe una lista **L** y regresa la **posición** del primero
    - ***Siguiente (Following):*** *Recibe una lista **L** y una **posición p**, regresa la posición siguiente a **p**.*
    - ***Anterior (Previous):*** *Recibe una lista **L** y una **posición p**, regresa la posición anterior a **p**.*
    - ***Buscar (Search):*** *Recibe una lista **L** y un **elemento e,** regresa la posición que coincida exactamente con el elemento **e**.*

- ***Operación de consulta***
  - ***Posición (Position):*** *Recibe una lista **L** y una posición **p**, devuelve el elemento en dicha posición.*
  - ***Validar posición (Validate Position):*** *Recibe una lista **L** y una posición **p,** devuelve verdadero en caso de que en la lista **L, p** sea una posición valida (no nula).*
  - ***Elemento (Element**): Recibe una lista L y un número de elemento de 1 al tamaño de la lista y retorna al elemento de esa posición partiendo del frente de la lista como el elemento 1 hacia atrás.*
  - ***Elemento posición (Element Position)**: Recibe una lista y un número de elemento de 1 al tamaño de la lista y retorna la posición del elemento en ese número desde el frente de la lista.*
  - ***Tamaño (Size):*** *Recibe una lista **L** y devuelve el tamaño de la lista*
  - ***Vacía (Empty):*** *Recibe una lista **L** y devuelve verdadero en caso de que la lista **l** este vacía.*
- ***Operaciones de modificación***
  - ***Inserta (Insert):*** *Recibe una lista **L**, un elemento **e**, una posición **p** y un valor booleano **b** e inserta al elemento **e** en la lista **L** enfrente de **p** si **b** es verdadero o atrás de **p** en caso de que **b** sea falso.*
  - ***Agregar (Add):*** *Recibe una lista **L** y un elemento **e**, se inserta al elemento **e** al final de la lista **L**.*
  - ***Remover (Remove):*** *Recibe una lista **L** y una posición **p,** y elimina al elemento en la posición **p** de la lista.*
  - ***Sustituir (Replace):*** *Recibe una lista **L**, un elemento **e**, una posición **p** y sustituye al elemento ubicado en **p** por **e**.*

Definición

- Una lista L es un conjunto de elementos del mismo tipo que:
  - O bien es vacío, en cuyo caso se denomina lista vacía.
  - O bien puede distinguirse un elemento, llamado cabeza o primero, y el resto de los elementos constituyen una lista L', denominada resto de la lista original.



- Consiste en una secuencia de nodos, en los que se guardan elementos y una o dos referencias, enlaces o punteros al nodo anterior o posterior. El principal beneficio de las listas enlazadas respecto a los vectores convencionales o arreglos es que el orden de los elementos enlazados puede ser diferente al orden de almacenamiento en la memoria o el disco, permitiendo que el orden de recorrido de la lista sea diferente al de almacenamiento.

Operaciones

- ***Inicializar (Initialize): recibe<- lista(L);***
  - ***Initialize (L)***
  - Efecto: Recibe una lista L y la inicializa para su trabajo normal.

- ***Eliminar (Destroy):recibe<- lista(L);***
  - ***Destroy (L)***
  - Efecto: Recibe una lista L y la libera completamente

- ***Fin(Final):recibe<- lista(L); retorna -> posición***
  - ***p=Final (L)***
  - Efecto: Recibe una lista L y retorna la posición del elemento al final de esta.

- ***Primero (First):recibe<- lista (L); retorna -> posición***
  - ***p=First (L)***
  - Efecto: Recibe una lista L y devuelve la posición del elemento al inicio de esta.

- ***Siguiente (Following):*** ***recibe<- lista (L), posición(P); retorna -> posición***
  - ***p=Following (L,P)***
  - Efecto: Recibe una lista L, una posición P y devuelve la posición del elemento siguiente de P.
  - Requerimientos: La lista L es no vacía y la posición P es una posición valida.

- ***Anterior (Previous):*** ***recibe<- lista (L), posición(P); retorna-> posición***
  - ***p=Previous (L,P)***
  - Efecto: Recibe una lista L, una posición P y devuelve la posición del elemento anterior a P.
  - Requerimientos: La lista L es no vacía y la posición P es una posición valida.

- ***Buscar (Search):******recibe<- lista (L), elemento (e); retorna->posición***
  - ***p=Search (L,e)***
  - Efecto: Recibe una lista L y un elemento e, devuelve la posición del elemento que coincida exactamente con e.

- ***Posición (Position):*** ***recibe<- lista (L), posición(P); retorna -> elemento***
  - ***e=Position (L,P)***
  - Efecto: Recibe una lista L, una posición P y devuelve el elemento en dicha posición.
  - Requerimientos: La lista L es no vacía y la posición P es una posición valida.

- ***Validar Posición (Validate Position):*** ***recibe<- lista (L), posición(P); retorna -> boolean***
  - ***b=Position (L,P)***
  - Efecto: Recibe una lista L, una posición P y devuelve TRUE si la posición es una posición P valida en la lista L y FALSE en caso contrario.

- ***Elemento(Element):*** ***recibe<- lista (L); recibe<- indice(n); retorna -> elemento***
  - ***e=Element (L,n);***
  - Efecto: Recibe una lista y un índice (entre 1 y el tamaño de la lista) y devuelve el elemento que se encuentra en la lista en ese índice partiendo del frente de este =1 hacia atrás.
  - Excepción: Si la cola esta vacía o el índice se encuentra fuera del tamaño de la lista se produce **error.**

- ***Elemento Posición (Element Position):*** ***recibe<- lista (L); recibe<- indice(n); retorna -> posición***
  - ***p=Element (L,n);***
  - Efecto: Recibe una lista y un índice (entre 1 y el tamaño de la lista) y devuelve la posición del elemento que se encuentra en la lista en ese índice partiendo del frente de este =1 hacia atrás.
  - Excepción: Si la cola esta vacía o el índice se encuentra fuera del tamaño de la lista se retorna una **posición invalida.**

- ***Tamaño (Size):*** ***recibe<- lista (L), retorna-> tamaño***
  - ***n=Size (L)***
  - Efecto: Recibe una lista L y devuelve el tamaño de la lista.

- ***Vacía (Empty):*** ***recibe<- lista (L) retorna->boolean***
  - ***b=Empty (L)***
  - Efecto: Recibe una lista L y devuelve TRUE en caso de que la lista este vacía y FALSE en caso contrario

- ***Inserta (Insert):*** ***recibe<- lista (L), posición(P), elemento(e), boolean (b);***
  - ***Insert (L,P,e,b)***
  - Efecto: Recibe una lista L, una posición P, un elemento e y un valor booleano; el elemento e deberá agregarse en la posición anterior de P si b es verdadero y en la posición siguiente de P en caso contrario.
  - Requerimientos: La posición P es una posición valida, si P es no valida o NULL, se insertará a **e** al frente de la lista.

- ***Agregar (Add):*** ***recibe<- lista (L), elemento (e)***
  - ***Add (L,e)***
  - Efecto: Recibe una lista L y un elemento e, se agrega a e al final de la lista L.

- ***Remover (Remove):*** ***recibe<- lista (L), posición(P)***
  - ***Remove (L,P)***
  - Efecto: Recibe una lista L y una posición P, el elemento en la posición P será removido.
  - Requerimientos: La lista L es no vacía y la posición P es una posición valida.

- ***Sustituir (Replace):*** ***recibe<- lista (L), posición(P), elemento (e)***
  - ***Replace (L,P,e)***
  - Efecto: Recibe una lista L, una posición P y un elemento e, el elemento en la posición P será sustituido por e
  - Requerimientos: La lista L es no vacía y la posición P es una posición valida.

Observaciones

- Al remover un elemento de una lista de un solo elemento esta queda vacía
  - Una vez vacía, no se pueden “Sustituir o preguntar por elementos de una posición”.

- Antes de consultar un posición o usarla para llamar a alguna operación sobre la lista, se deberá de validar si esta posición es valida para la lista L.

- Los valores del TAD Lista son listas de elementos del tipo **Elemento**.

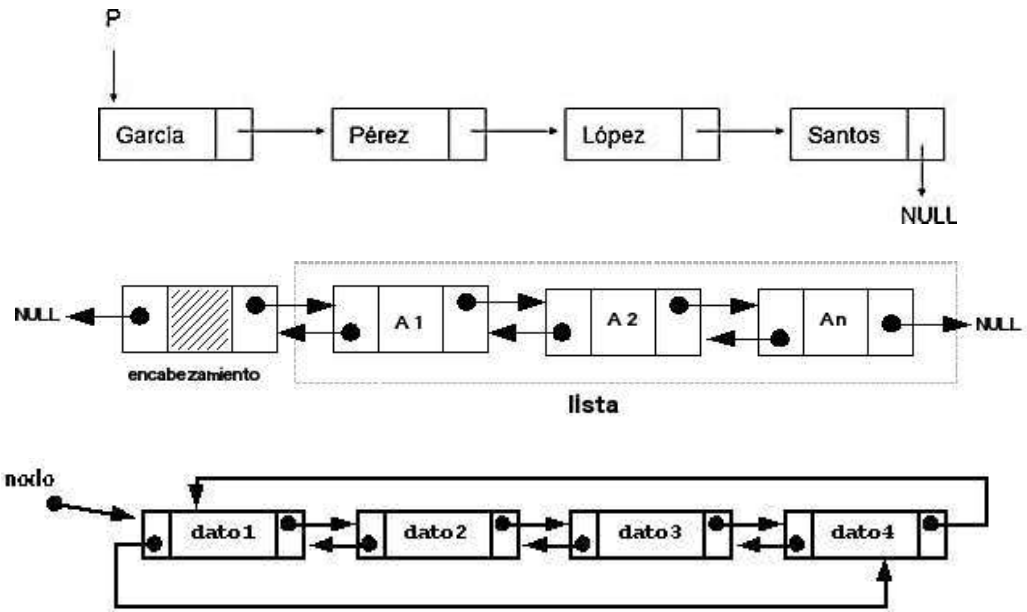
- Las posiciones de los elementos de la lista y la posición final de la lista son del tipo **Posición**.

- Las listas son **mutables**: Puede verse como Pila, Cola, etc. depende las operaciones y forma de manejarla.

Tipos de listas

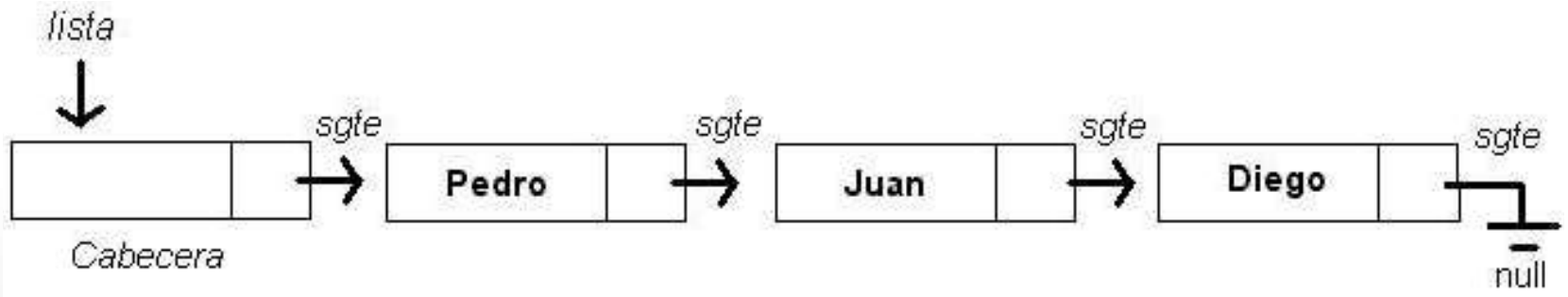
- De acuerdo a su comportamiento, los ***conjuntos lineales*** se clasifican en
  - Listas, Pilas y Colas

- De acuerdo a su implementación, las **listas se clasifican en:**
  - **Simplemente ligada o enlazada**
  - **Doblemente ligadas o enlazadas**
    - **Circulares**

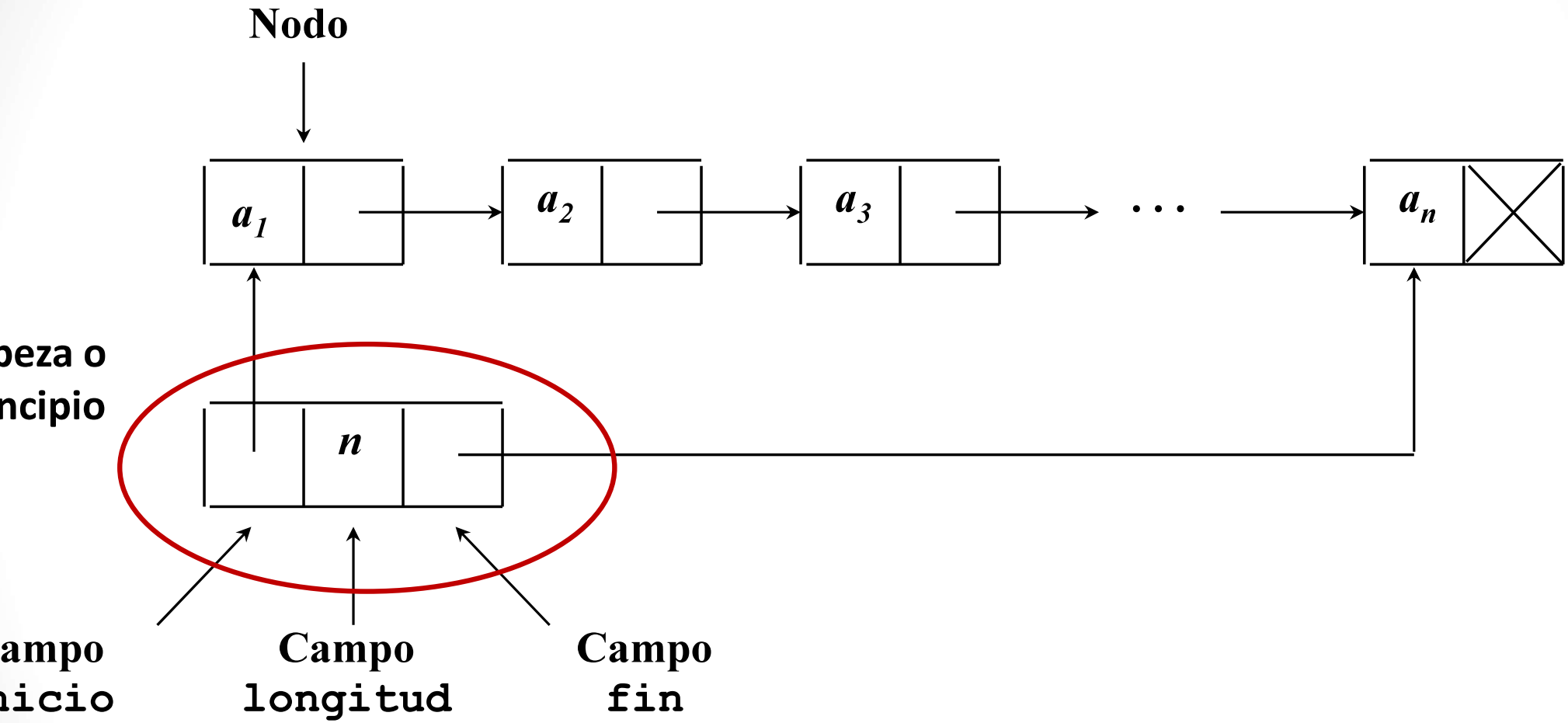


Listas simplemente ligadas

- Se define como un conjunto de nodos
  - Uno detrás de otro
  - Del cual siempre se puede conocer al nodo **inicial** y al **final**
- De cada nodo de la lista, se conoce
  - Un contenido, que es la información que almacena dentro
    - Puede ser de cualquier tipo de dato
  - Un sucesor único
    - Excepto el ultimo nodo de la lista



Listas simplemente ligadas



Listas simplemente ligadas != Arreglo

- Arreglos tienen una longitud fija

- Para expandirlos es necesario crear un nuevo arreglo (de longitud mayor), y copiar el contenido del viejo arreglo al nuevo.
  - ¡Muy lento! ¡La peor opción!

- Una mejor solución es usar apuntadores entre los elementos del arreglo.
  - Cada elemento apunta al elemento siguiente.
  - Esto es una lista simple *(lista ligada).*

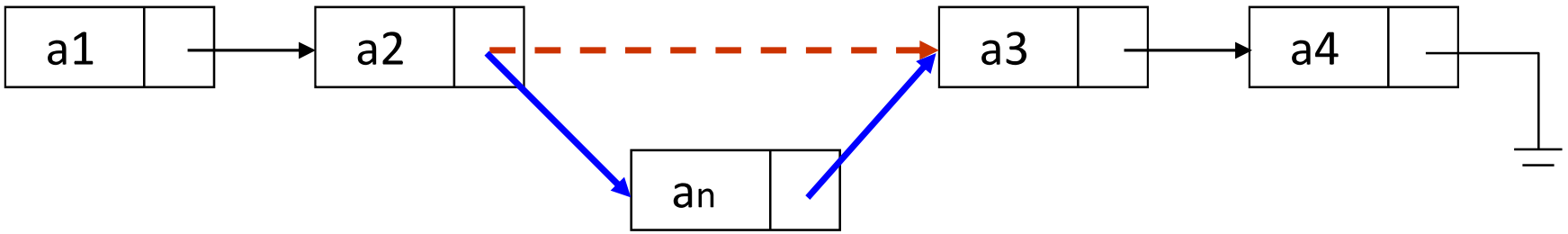
Listas simplemente ligadas

- El modelo conceptual es como una “cadena”
  - Nuevos eslabones pueden insertarse al principio o al final, e incluso en cualquier otra posición con algo mas de esfuerzo.
  - Las extracciones pueden hacerse simplemente rompiendo la cadena y uniéndola nuevamente.

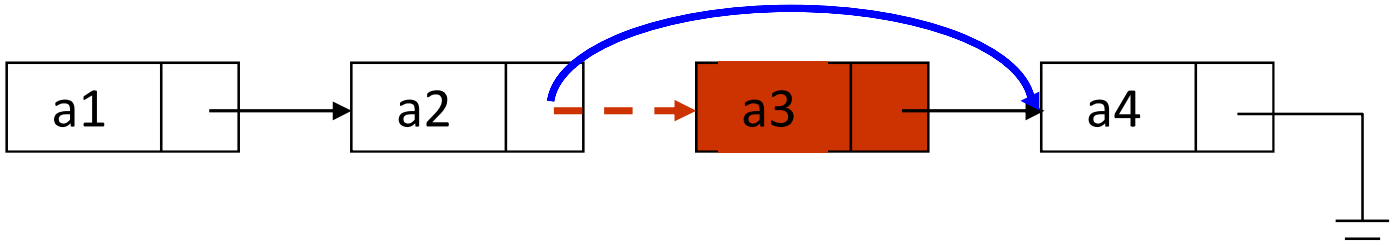
- Gran ventaja: ¡es dinámica!
  - **Se usa únicamente el espacio necesario.**
  - No es necesario conocer de antemano que tan grande será la estructura.

Operaciones básicas de una lista simplemente ligada

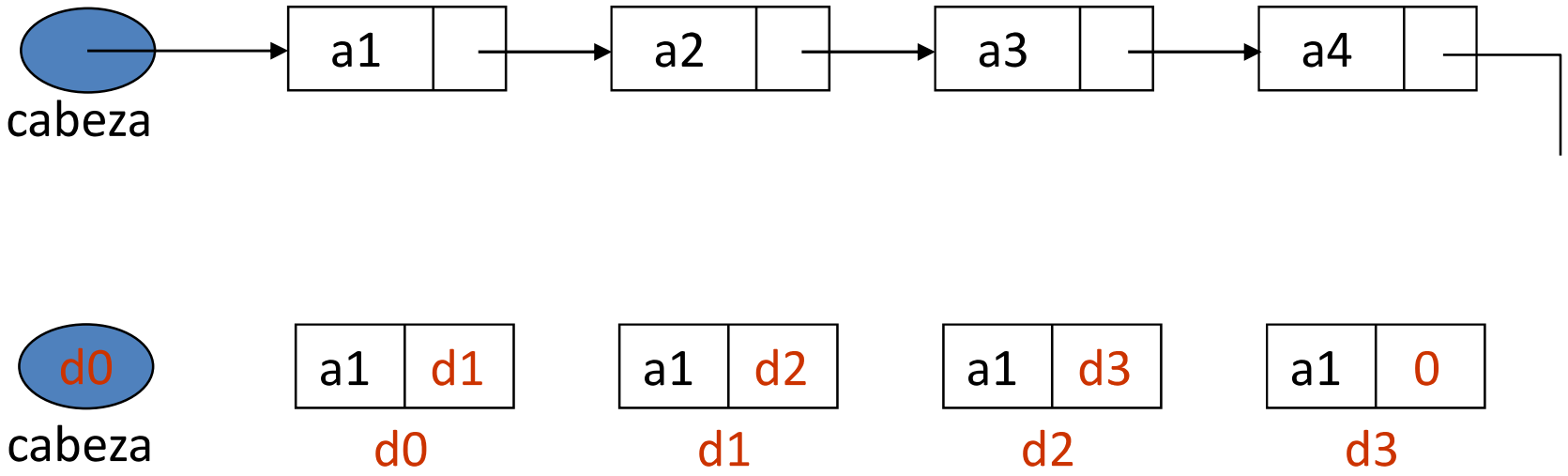
- Insertar un nuevo elemento a la lista:



- Eliminar:



Ejemplo de lista simplemente ligada

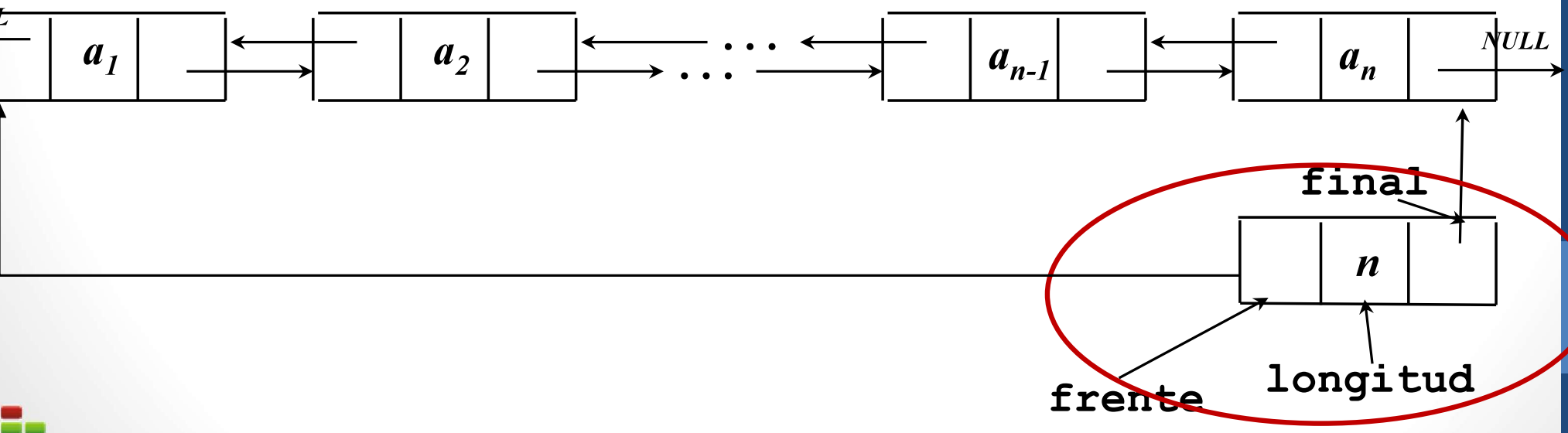


- Los elementos de la lista NO necesariamente están en localidades de memoria adyacentes.

- Para tener acceso a la lista únicamente es necesario conocer la localidad de memoria donde comienza (**d0**)

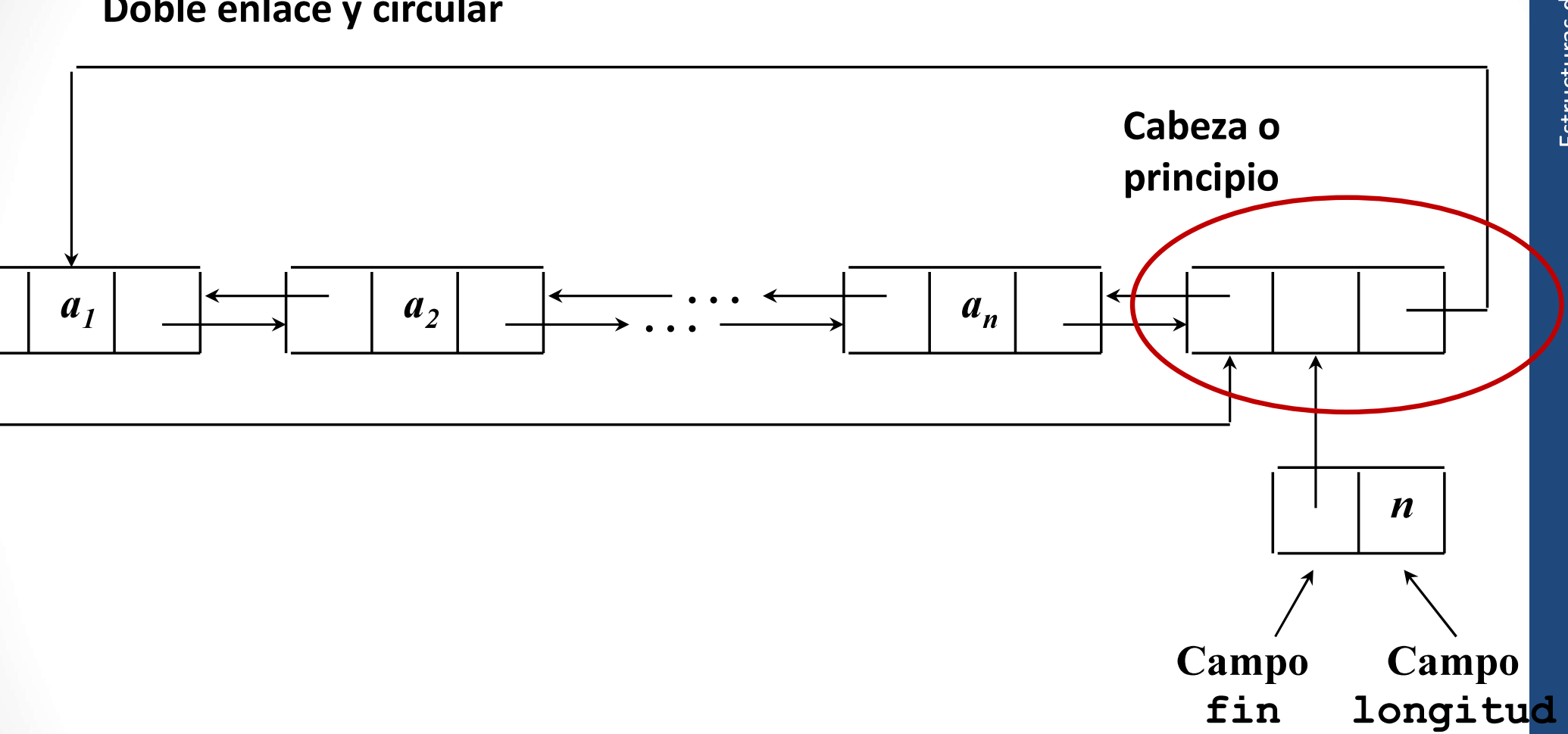
Listas doblemente ligadas

- Una lista doblemente enlazada tiene punteros conectando los nodos en ambas direcciones. Esto permite recorrer la lista en ambas direcciones.



Listas doblemente ligadas

Doble enlace y circular



Aplicaciones del TAD Lista

- Las listas enlazadas son usadas como módulos para otras muchas estructuras de datos, tales como pilas, colas y sus variaciones.

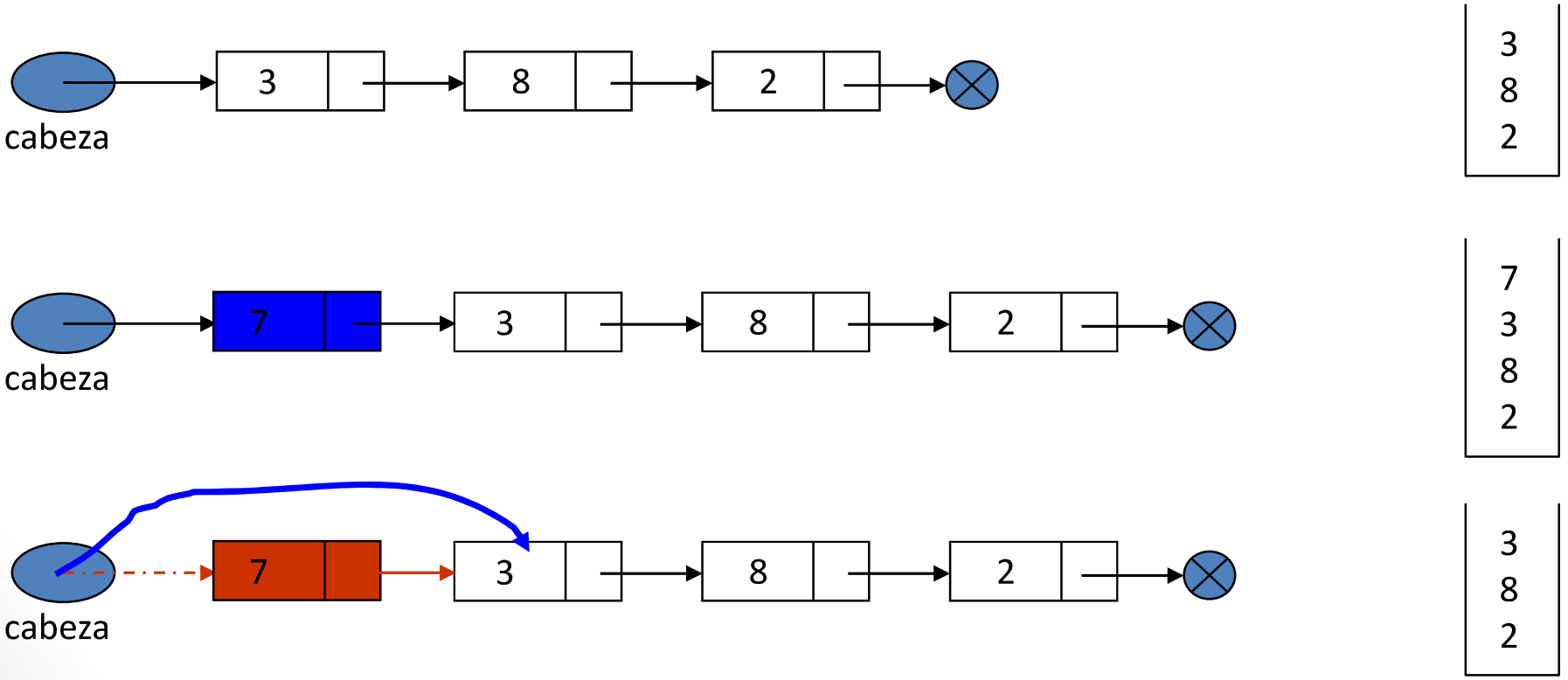
- El campo de datos de un nodo puede ser otra lista enlazada. Mediante este mecanismo, se pueden construir muchas estructuras de datos enlazadas con listas; esta practica tiene su origen en el lenguaje de programación Lisp, donde las listas enlazadas son una estructura de datos primaria (aunque no la única), y ahora es una característica común en el estilo de programación funcional.

- A veces, las listas enlazadas son usadas para implementar vectores asociativos, y estas en el contexto de las llamadas listas asociativas.

- Hay pocas ventajas en este uso de las listas enlazadas; hay mejores formas de implementar éstas estructuras, por ejemplo con árboles binarios de búsqueda equilibrados. Sin embargo, a veces una lista enlazada es dinámicamente creada fuera de un subconjunto propio de nodos semejante a un árbol, y son usadas más eficientemente para recorrer ésta serie de datos.

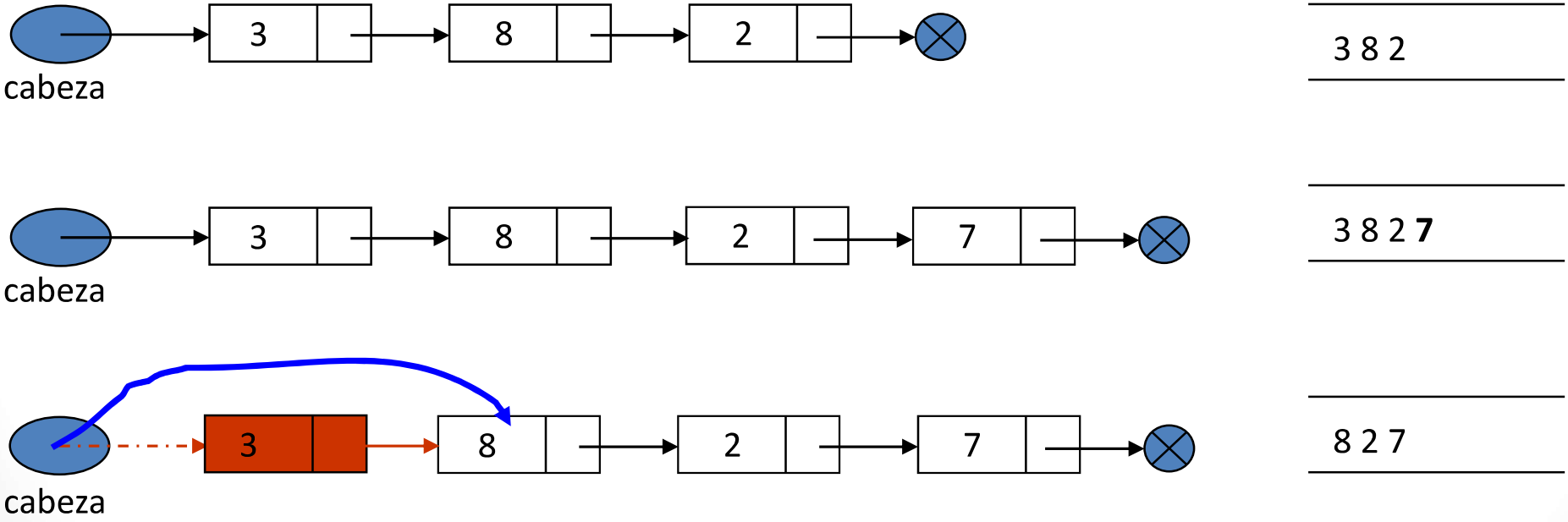
Pilas como listas

- **Idea básica:**
  - Siempre se inserta y elimina del frente de la lista
  - ¡Muy eficiente! No hay necesidad de recorrer la lista.



Colas como listas

- **Idea básica:**
  - Se inserta al final, se elimina del frente.
  - Para evitar recorrer la lista en cada inserción se puede usar un apuntador al último elemento.



Otras modalidades de las listas

Además de las pilas o colas podemos modelar:

- **Dicolas** *(Las eliminaciones e inserciones pueden realizarse en ambos extremos de la lista).*

- **Colas de prioridad** *(A los elementos se les ha asignado una prioridad, de forma que el orden en que los elementos son desencolados respeta dicha prioridad).*

- **Listas ordenadas** *(Los elementos dentro de la lista se encuentran en algún orden según sus características).*

- **Listas circulares** *(Como en una lista enlazada simple, los nuevos nodos pueden ser solo eficientemente insertados después de uno que ya tengamos referenciado debido a la circularidad de la lista).*