



Algoritmos y Estructuras de Datos

Cursada 2021

Prof. Alejandra Schiavoni (ales@info.unlp.edu.ar)

Prof. Catalina Mostaccio (catty@lifa.info.unlp.edu.ar)

Prof. Laura Fava (lfava@info.unlp.edu.ar)

Prof. Pablo Iuliano (piuliano@info.unlp.edu.ar)

Agenda

- ❖ Temas de la materia
- ❖ Objetivos de la materia
- ❖ Introducción al Análisis de Algoritmos
- ❖ Repaso de Recursión

Temas del curso

- Árboles
- Análisis de Algoritmos
- Cola de Prioridades
- Grafos

Objetivos de la materia

- Analizar algoritmos y evaluar su eficiencia
- Estudiar estructuras de datos avanzadas: su implementación y aplicaciones

Estructuras de Datos

Una estructura de datos es una forma de almacenar y organizar los datos con el fin de facilitar el acceso y las modificaciones.

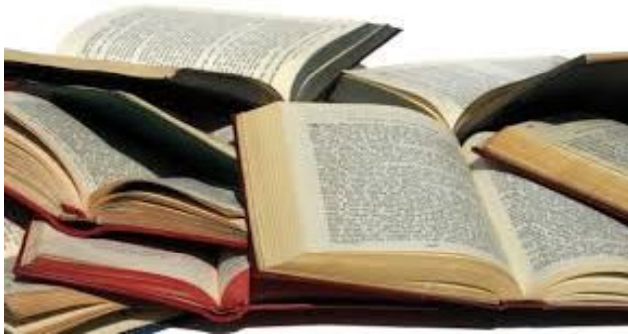
Ejemplo:

Modelando la realidad con EEDD

Estructuras de Datos

Una estructura de datos es una forma de almacenar y organizar los datos con el fin de facilitar el acceso y las modificaciones.

Ejemplo:

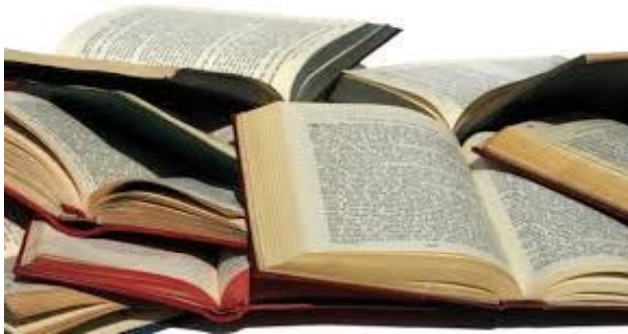


Modelando la realidad con EEDD

Estructuras de Datos

Una estructura de datos es una forma de almacenar y organizar los datos con el fin de facilitar el acceso y las modificaciones.

Ejemplo:

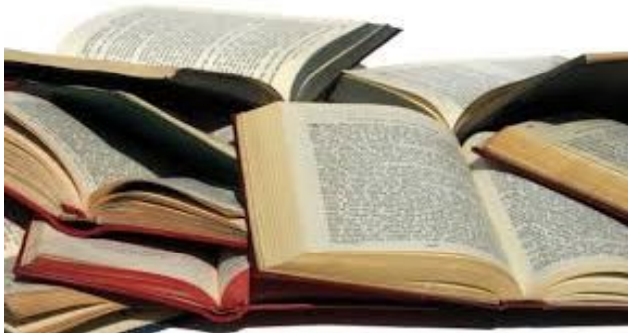


Modelando la realidad con EEDD

Estructuras de Datos

Una estructura de datos es una forma de almacenar y organizar los datos con el fin de facilitar el acceso y las modificaciones.

Ejemplo:



Datos sin organización

Datos: libros

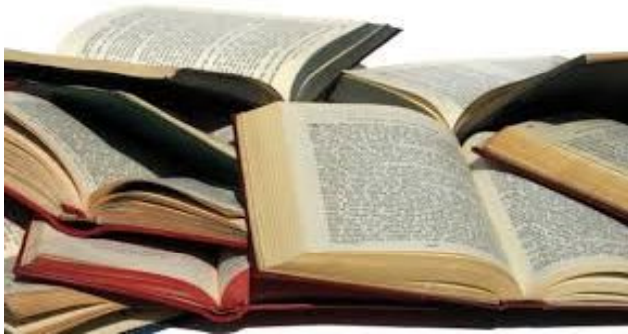


Modelando la realidad con EEDD

Estructuras de Datos

Una estructura de datos es una forma de almacenar y organizar los datos con el fin de facilitar el acceso y las modificaciones.

Ejemplo:



*Datos sin organización
Datos: libros*



*Datos organizados en una estructura
Estructura de datos: biblioteca*

Modelando la realidad con EEDD

¿De qué se trata el curso?

Estudiar formas **inteligentes** de organizar la información, de forma tal de obtener algoritmos **eficientes**.

Listas, Pilas, Colas

Árboles Binarios

Árboles Generales

Heaps

Grafos

Estructuras de Datos

Insertar

Borrar

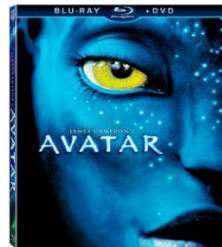
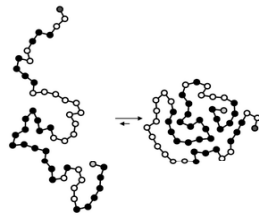
Buscar

Caminos mínimos

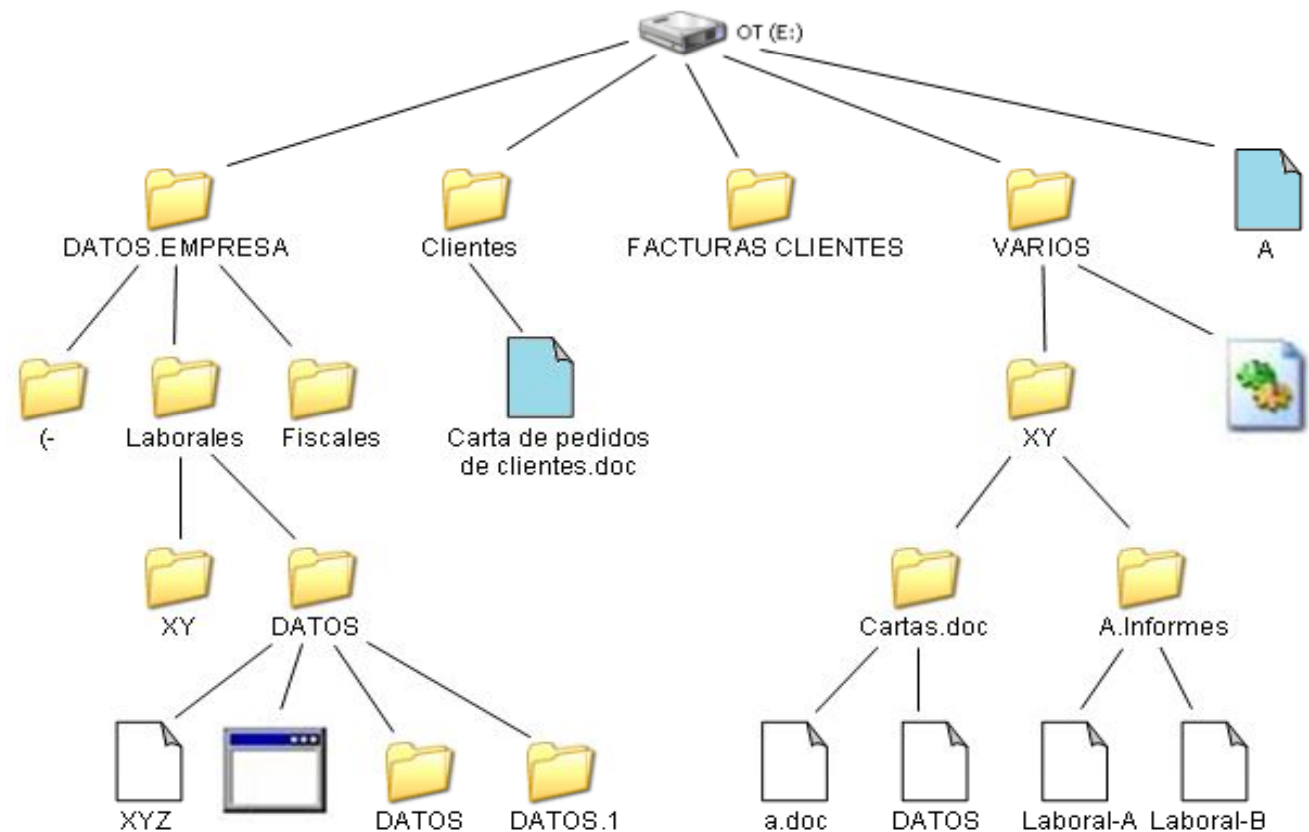
Ordenación

Algoritmos

Las estructuras de datos y sus algoritmos son....



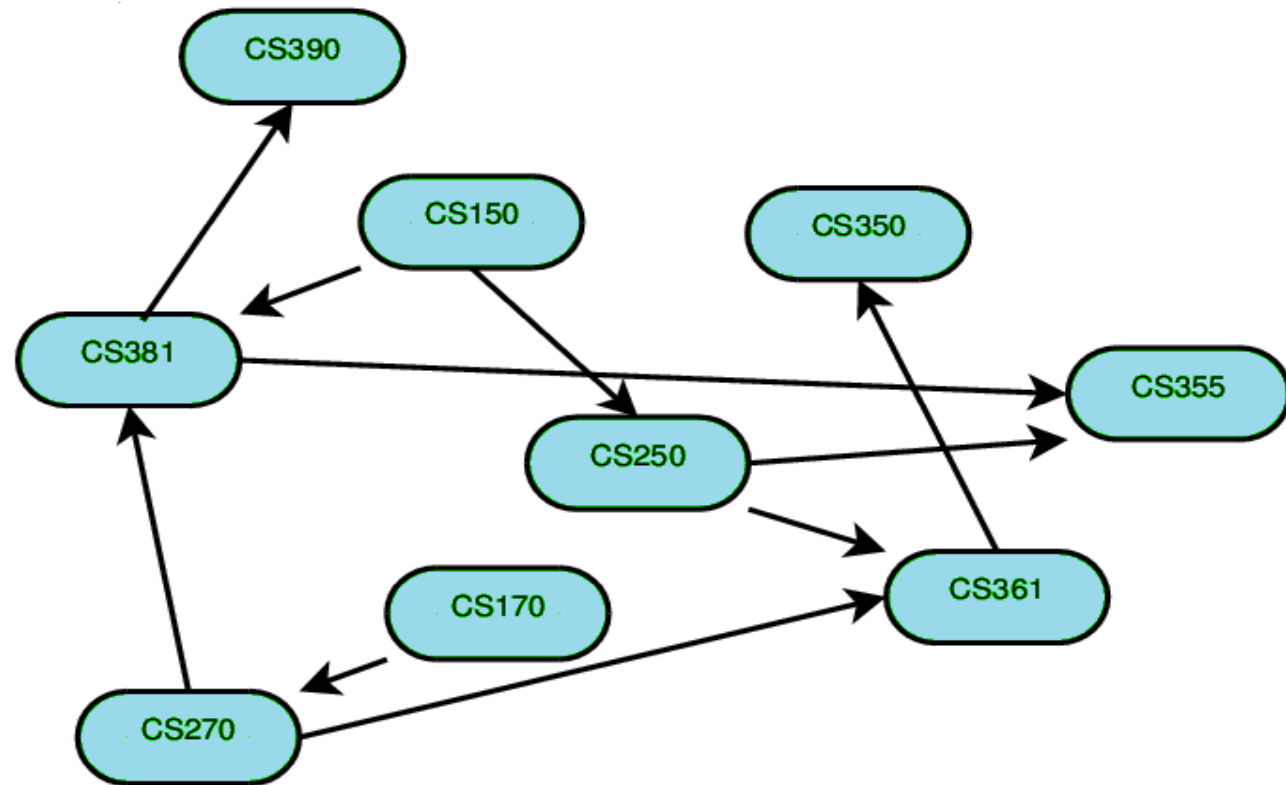
Ejemplo 1: Árbol de carpetas y archivos



Nodos: Carpetas/Archivos

Aristas: representan la relación “contiene”

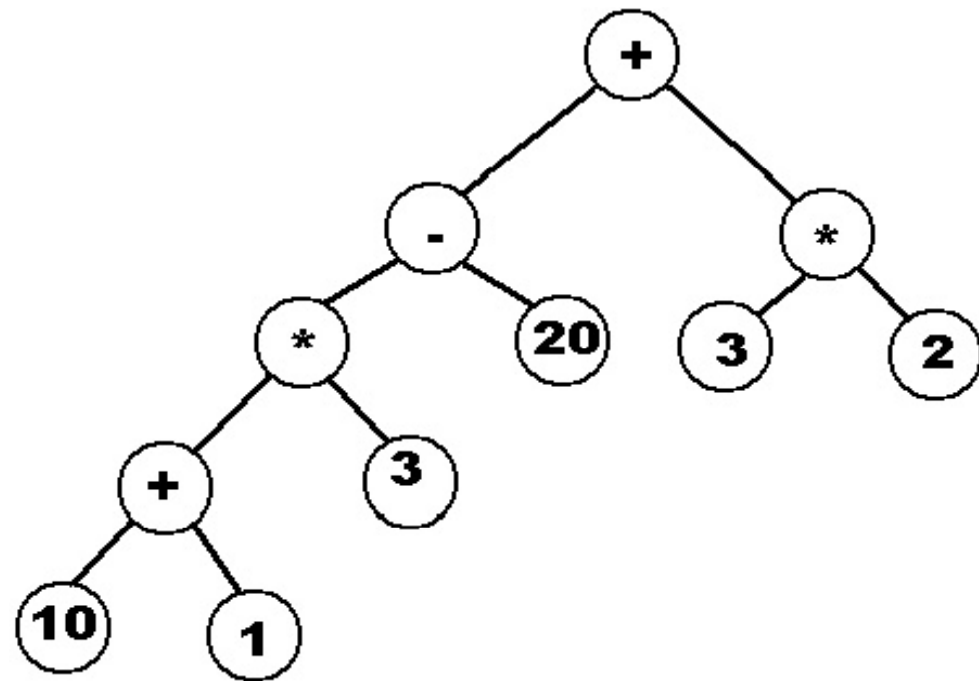
Ejemplo 2: Prerrequisitos de un curso



Nodos: Cursos

Aristas: relación de "prerrequisito"

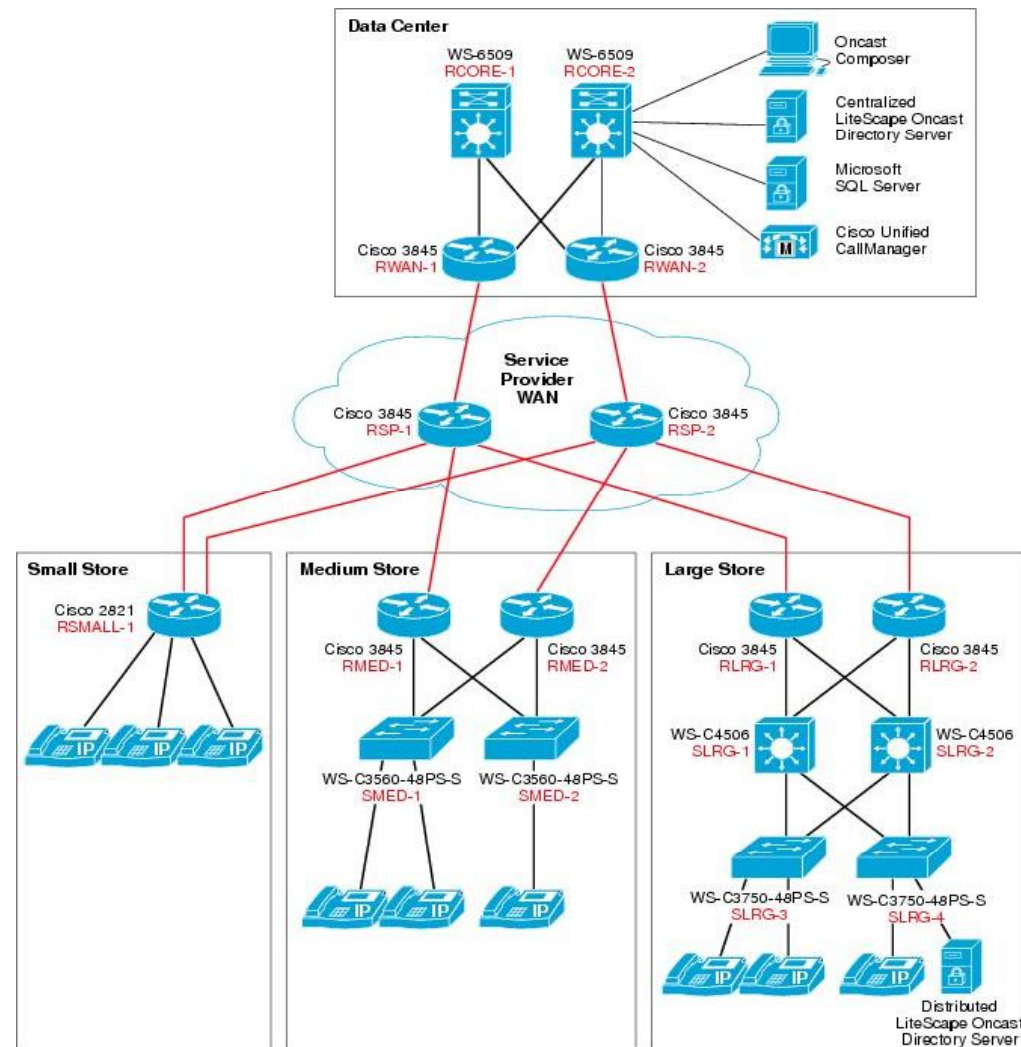
Ejemplo 3: Representación de una expresión en un compilador



Nodos: Operandos/Operadores

Aristas: representan las relaciones entre las operaciones

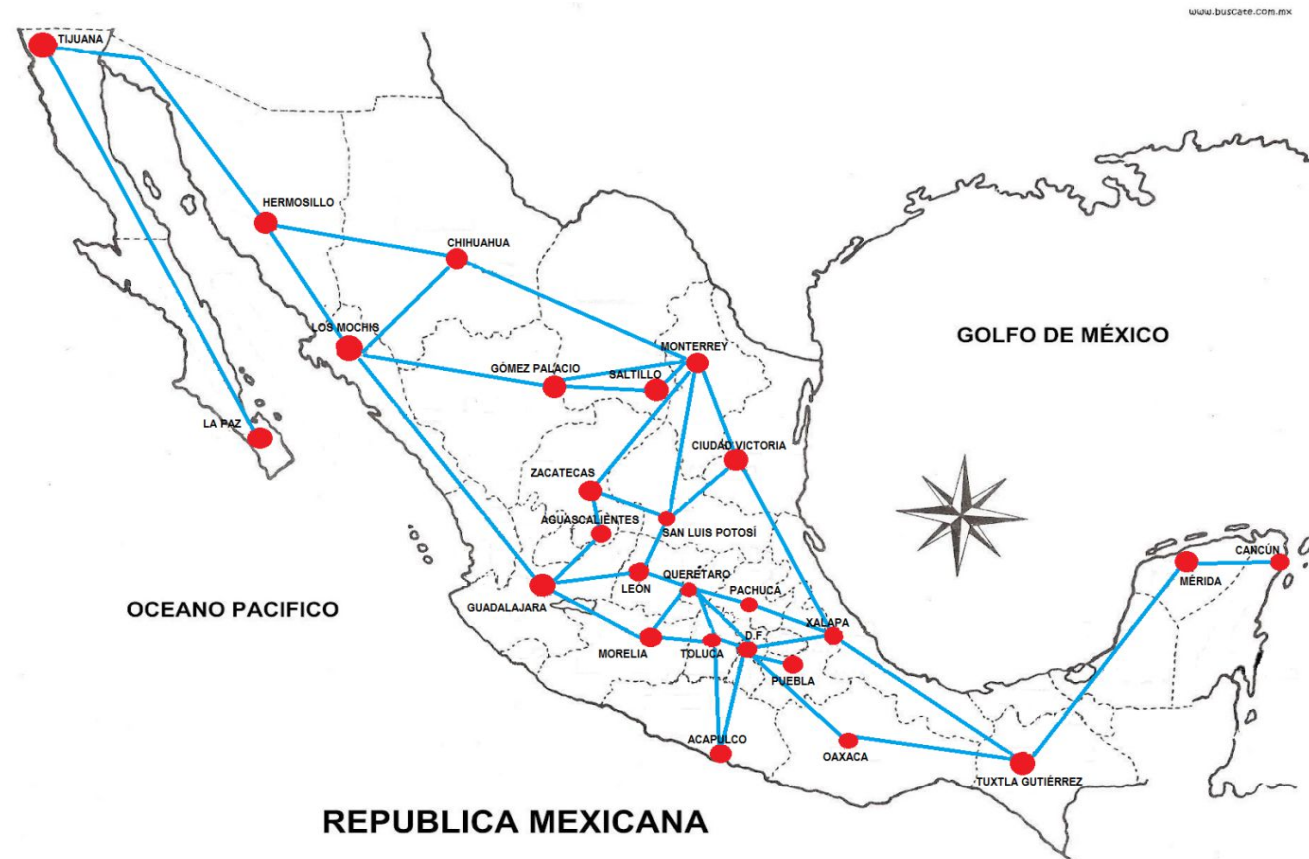
Ejemplo 4: Esquema de una red informática



Nodos: Equipos

Aristas: representan las conexiones

Ejemplo 5: Mapa de ciudades



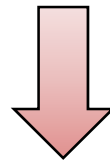
Nodos: Ciudades
Aristas: Rutas

Estructuras de Datos: Qué, Cómo y Por qué?

- Los programas reciben, procesan y devuelven datos
- Necesidad de organizar los datos de acuerdo al problema que vamos a resolver

Estructuras de Datos: Qué, Cómo y Por qué?

- Los programas reciben, procesan y devuelven datos
- Necesidad de organizar los datos de acuerdo al problema que vamos a resolver



Las estructuras de datos son formas de organización de los datos

Estructuras de Datos: Qué, Cómo y Por qué?

- Un programa depende fundamentalmente de la organización de los datos
- cómo se organizan los datos está relacionado con:
 - ➡ Implementación de algunas operaciones: pueden resultar más fácil o más difícil
 - ➡ La velocidad del programa: puede aumentar o disminuir
 - ➡ La memoria usada: puede aumentar o disminuir

Objetivos del curso respecto de las Estructuras de Datos

- Aprender a implementar las estructuras de datos usando abstracción
- Estudiar diferentes representaciones e implementaciones para las estructuras de datos
- Aprender a elegir la “mejor” estructura de datos para cada problema

Algoritmos y su Análisis

- ¿Qué es un algoritmo?
 - ➡ Es una secuencia de pasos que resuelven un problema
 - ➡ Es independiente del lenguaje de programación
- Existen varios algoritmos que resuelven correctamente un problema
- La elección de un algoritmo particular tiene un enorme impacto en el tiempo y la memoria que utiliza

La elección de un algoritmo y de la estructura de datos para resolver un problema son interdependientes

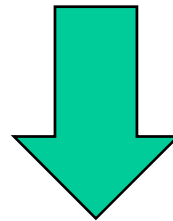
Objetivos del curso respecto del Análisis de los Algoritmos

- Entender los fundamentos matemáticos necesarios para analizar algoritmos
- Aprender a comparar la eficiencia de diferentes algoritmos en términos del tiempo de ejecución
- Estudiar algunos algoritmos estándares para el manejo de las estructuras de datos y aprender a usarlos para resolver nuevos problemas

Problemas y algoritmos

➤ Problemas:

- Buscar un elemento en un arreglo
- Ordenar una lista de elementos
- Encontrar el camino mínimo entre dos puntos



Encontrar **el algoritmo** que lo resuelve

Caso: Buscar un elemento en un arreglo

El arreglo puede estar:

- desordenado
- ordenado

Si el arreglo está desordenado

64	13	93	97	33	6	43	14	51	84	25	53	95
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12



Caso: Buscar un elemento en un arreglo

El arreglo puede estar:

- desordenado
- ordenado

Si el arreglo está desordenado  **Búsqueda secuencial**

64	13	93	97	33	6	43	14	51	84	25	53	95
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Algoritmo: Búsqueda secuencial

```
public static int seqSearch(int[] a, int
    key)
{
    int index = -1;
    for (int i = 0; i < N; i++)
        if (key == a[i])
            index = i;
    return index;
}
```

¿Cuántas comparaciones hace?

Caso: Buscar un elemento en un arreglo

El arreglo puede estar:

- desordenado
- ordenado

Si el arreglo está ordenado 

6	13	14	25	33	43	51	53	64	72	84	93	95	96	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Caso: Buscar un elemento en un arreglo

El arreglo puede estar:

- desordenado
- ordenado

Si el arreglo está ordenado 

Búsqueda binaria: Comparo la clave con la entrada del centro

- Si es menor, voy hacia la izquierda
- Si es mayor, voy hacia la derecha
- Si es igual, la encontré

6	13	14	25	33	43	51	53	64	72	84	93	95	96	97
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
↓ <u>lo</u>			↓ <u>mid</u>					↓ <u>hi</u>						

Algoritmo: Búsqueda binaria

Adivinar número - Búsqueda lineal o binaria

<https://es.khanacademy.org/computing/computer-science/algorithms/intro-to-algorithms/a/a-guessing-game>

Algoritmo: Búsqueda binaria

```
public static int binarySearch(int[] a, int key)
{
    int lo = 0, hi = a.length-1;
    while (lo <= hi)
    {
        int mid = lo + (hi - lo) / 2;
        if (key < a[mid]) hi = mid - 1;
        else if (key > a[mid]) lo = mid + 1;
        else return mid;
    }
    return -1;
}
```

¿Cuántas comparaciones hace?

¿Cuántas operaciones hace cada algoritmo?

**Búsqueda
secuencial**

N	Cantidad de operaciones
1000	1000
2000	2000
4000	4000
8000	8000
16000	16000

**Búsqueda
binaria**

N	Cantidad de operaciones
1000	~10
2000	~11
4000	~12
8000	~13
16000	~14

¿Cuántas operaciones hace cada algoritmo?

**Búsqueda
secuencial**

N	Cantidad de operaciones
1000	1000
2000	2000
4000	4000
8000	8000
16000	16000



Hace N operaciones

**Búsqueda
binaria**

N	Cantidad de operaciones
1000	~10
2000	~11
4000	~12
8000	~13
16000	~14



Hace $\log(N)$ operaciones

¿Cómo medir el tiempo?



✓ En forma empírica

Se realiza a posteriori

✓ En forma teórica

Se realiza a priori

Análisis empírico

Correr el programa para varios tamaños de la entrada y medir el tiempo. Suponemos que cada comparación tarda 1 seg.

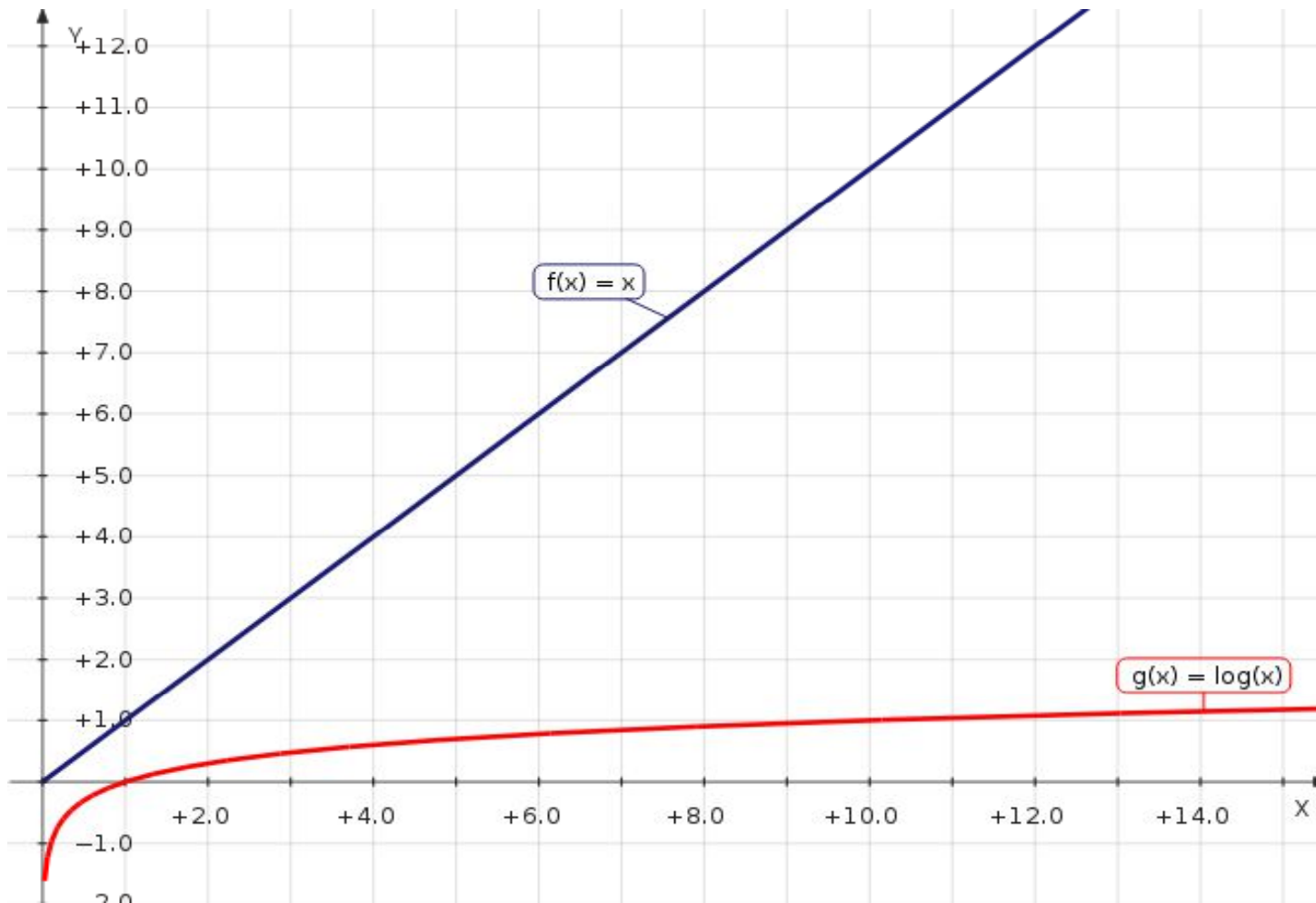
**Búsqueda
secuencial**

N	Tiempo (seg)
1000	1000
2000	2000
4000	4000 ~ 1 hs.
8000	8000 ~ 2 hs
16000	16000 ~ 4 hs.

**Búsqueda
binaria**

N	Tiempo (seg)
1000	~10
2000	~11
4000	~12
8000	~13
16000	~14

Análisis de Algoritmos



Cantidad de operaciones de la búsqueda binaria

Ejercitación

<https://es.khanacademy.org/computing/computer-science/algorithms/binary-search/e/running-time-of-binary-search>

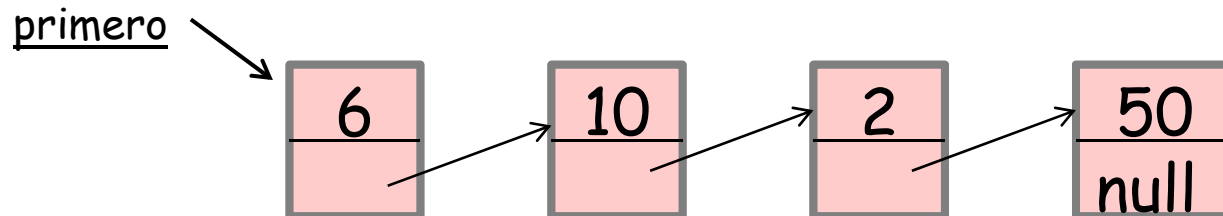
Caso: Buscar un elemento en una lista dinámica

Si los elementos están almacenados en una lista dinámica

La lista puede estar:

- desordenada
- ordenada

¿Cómo sería el algoritmo de búsqueda?



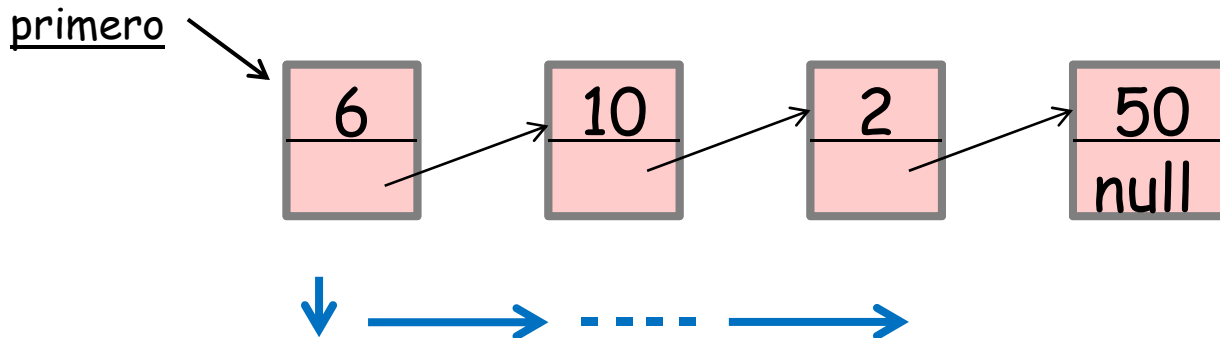
Caso: Buscar un elemento en una lista dinámica

Si los elementos están almacenados en una lista dinámica

La lista puede estar:

- desordenada
- ordenada

¿Cómo sería el algoritmo de búsqueda?



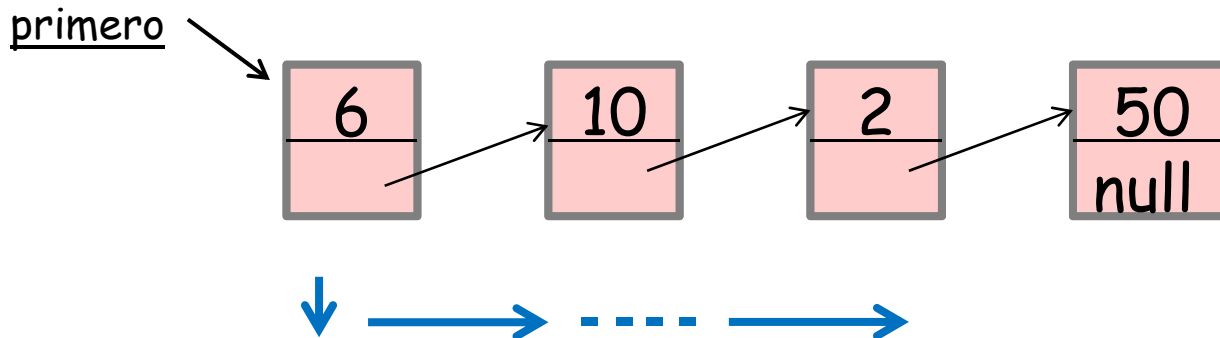
Caso: Buscar un elemento en una lista dinámica

Si los elementos están almacenados en una lista dinámica

La lista puede estar:

- desordenada
- ordenada

¿Cómo sería el algoritmo de búsqueda?



¿Cuántas comparaciones hace?

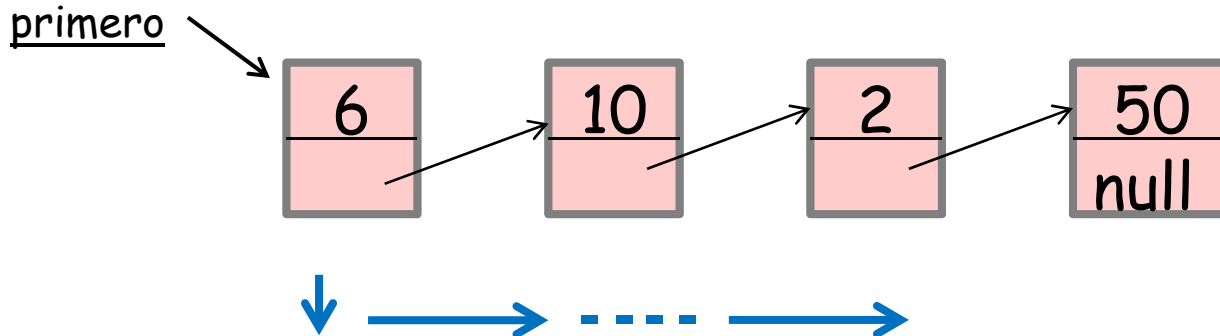
Caso: Buscar un elemento en una lista dinámica

Si los elementos están almacenados en una lista dinámica

La lista puede estar:

- desordenada
- ordenada

¿Cómo sería el algoritmo de búsqueda?



¿Cuántas comparaciones hace?



Hace N comparaciones

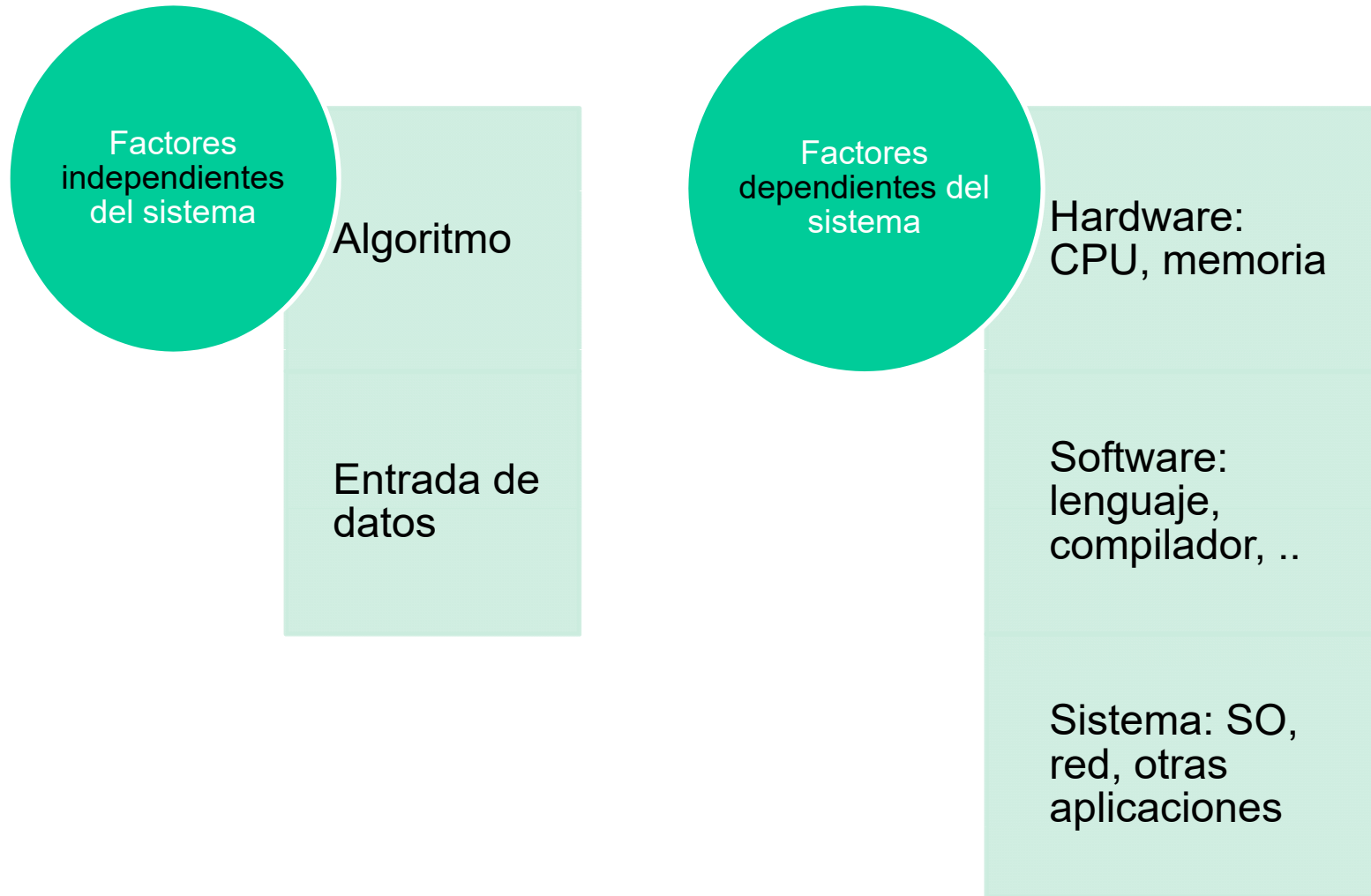
Análisis de Algoritmos

***Marco para predecir la performance y
comparar algoritmos***

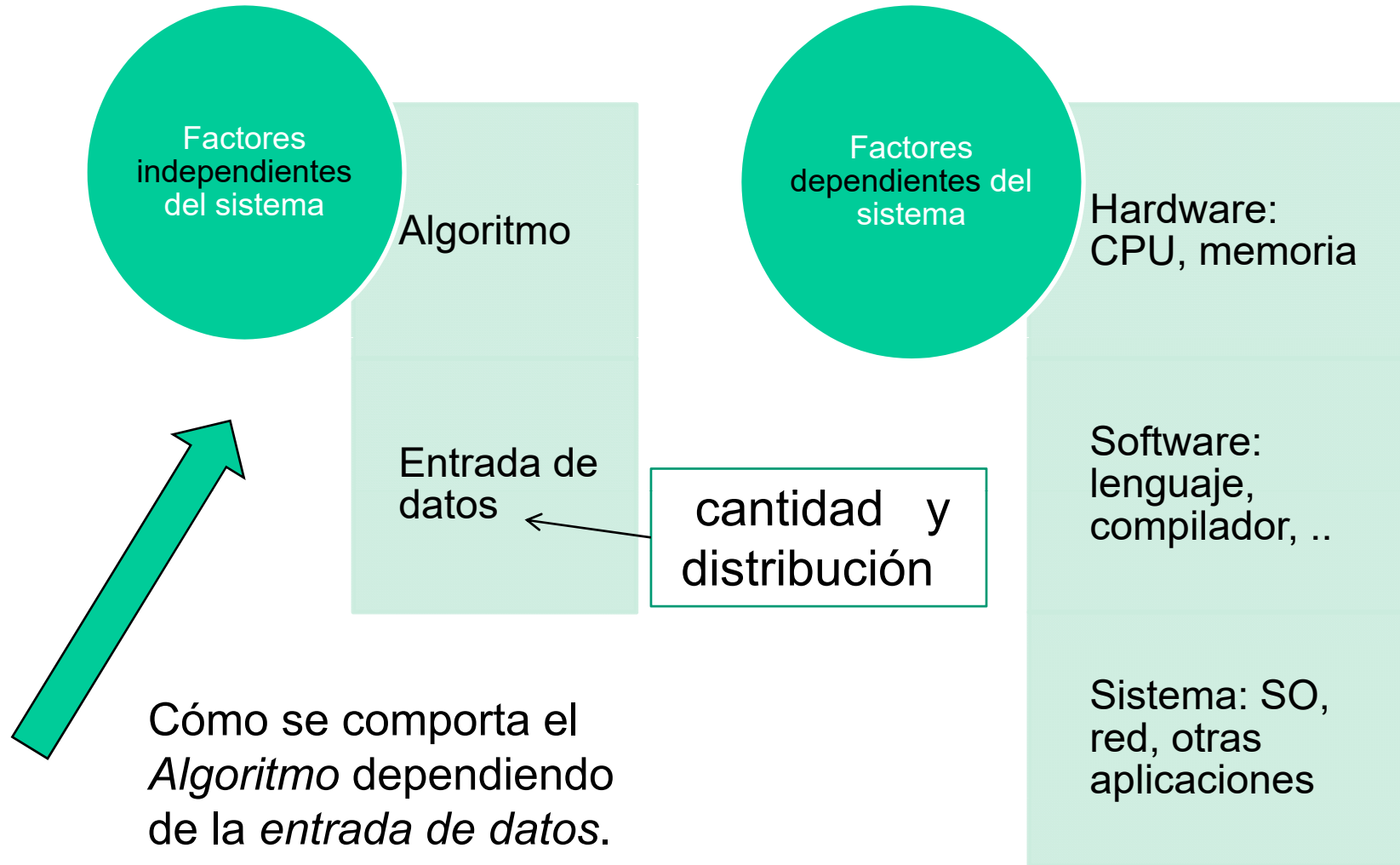
Desafío:

Escribir programas que puedan resolver en forma eficiente problemas con una gran entrada de datos

Análisis de Algoritmos



Análisis de Algoritmos



Análisis de Algoritmos

Existe un modelo matemático para medir el tiempo

Tiempo total:

*Suma del **costo** x **frecuencia** de todas las operaciones*

- Es necesario analizar el algoritmo para determinar el conjunto de operaciones
 - **Costo** depende de la máquina, del compilador, del lenguaje
 - **Frecuencia** depende del algoritmo y de la entrada