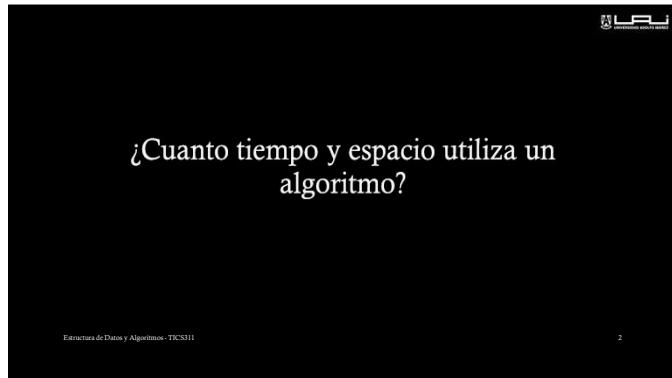




1



2



3



## Empírica

- ◊ Ventajas:
  - ◊ Obtiene el resultado real!
  - ◊ No se necesitan modelos, simplificaciones ni cálculos
- ◊ Desventajas
  - ◊ Resultados dependen de la máquina
  - ◊ Cuidado con sistemas operativos multitask
  - ◊ Se debe implementar el algoritmo

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11

4

4

---



---



---



---



---



---



---



---



---



## Teórica

- ◊ Ventajas:
  - ◊ Resultados universales, dependiendo de los supuestos
  - ◊ No se necesita implementar el algoritmo
- ◊ Desventajas
  - ◊ Se necesita un modelo
  - ◊ ES UNA ESTIMACIÓN

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11

5

---



---



---



---



---



---



---



---



---



## El modelo RAM

Random Access Machine Model

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11

6

---



---



---



---



---



---



---



---



---

6

2


  
 UADL  
UNIVERSIDAD ADULTO MAYOR

# El modelo RAM (tiempo)

1. Un solo procesador (instrucciones ejecutadas de manera secuencial)
2. Cada operación simple ocupa una unidad de tiempo
  - ❖ Operaciones numéricas ( $+, -, *, /, \%, ^,$ )
  - ❖ Control if/else, llamadas a función, return)
3. Iteraciones y funciones son operaciones compuestas (están hechas de muchas operaciones)
4. La memoria es ilimitada. No hay jerarquía. El acceso a memoria toma una unidad de tiempo (por ejemplo:  $x = 2$ )

Estructura de Datos y Algoritmos - TICS311

7

7



 UAI  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA ARGENTINA

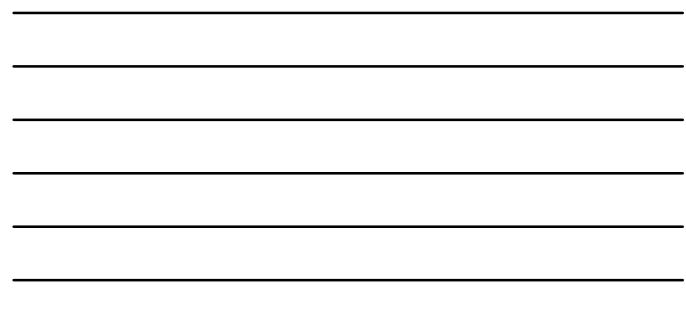
## Ejemplo RAM (tiempo)

```
x = 2
i = 1
while(i ≤ 3)
    x = x + 1
    i = i + 2
return x
```

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSIII

8

8



 UPLA  
UNIVERSIDAD PLAYA ANCHA

# El modelo RAM (espacio)

1. Cada variable ocupa una unidad de espacio (independiente del tipo). Un arreglo de tamaño N ocupa N espacios.

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSSIII

9

9



Ejemplo RAM (Espacio)

```

x = 2
i = 1
while(i ≤ 3)
    x = x + 1
    i = i + 2
return x

```

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 10

10

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Complejidad

- ◊ Complejidad temporal: La cantidad de tiempo requerido para ejecutar un algoritmo, o una función del número de operaciones ejecutadas por un algoritmo
- ◊ Complejidad espacial: La cantidad de espacio de memoria requerido para ejecutar un algoritmo.

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 11

11

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

Ejercicio: Complejidad espacial y temporal?

```

function SumDiag(array A)
    sum ← 0
    N ← length(A)
    for 0 ≤ i ≤ N
        sum ← sum + A[i]
    return sum

```

```

function length(array A)
    l ← 0
    while(A[l]≠NULL)
        l←l+1
    return l

```

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 12

12

---



---



---



---



---



---



---



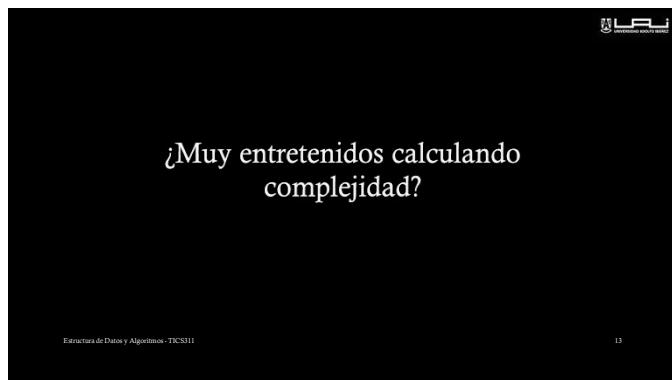
---



---



---



13

---

---

---

---

---

---



14

---

---

---

---

---

---

N	$21n + 22$	Tiempo de ejecución	$42n + 44$	Tiempo de ejecución
10	232	0,23 ms	464	0,46 ms
100	2122	2,1 ms	4244	4,2 ms
1000	21022	21 ms	42044	42 ms
10000	210022	210 ms	420044	420 ms
100000	2100022	2,1 s	4200044	4,2 s
1000000	21000022	21 s	42000044	42 s
10000000	210000022	210 s > 3,5 min	420000044	420 s > 7 min

15

---

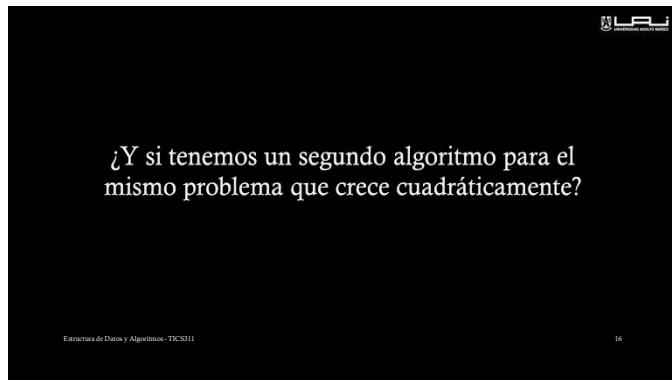
---

---

---

---

---



16

---

---

---

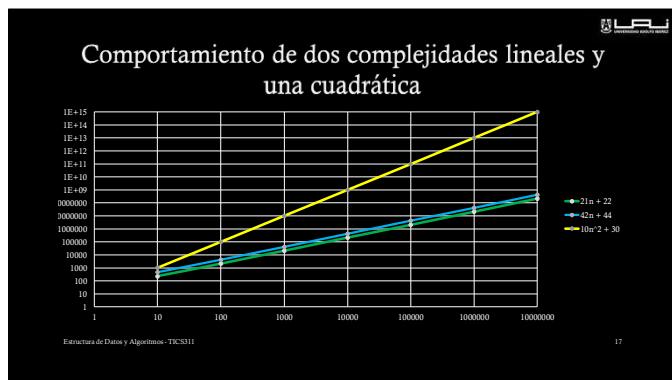
---

---

---

---

---



17

---

---

---

---

---

---

---

---

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSSII

18

---

---

---

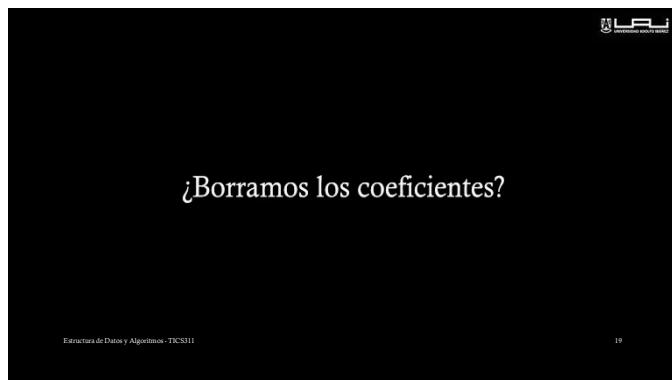
---

---

---

---

---



19

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sin coeficientes**

N	n	Tiempo de ejecución	N	Tiempo de ejecución	$n^2$	Tiempo de ejecución
10	10	0,01 ms	10	0,01 ms	100	0,1 ms
100	100	0,1 ms	100	0,1 ms	10000	0,01 s
1000	1000	1 ms	1000	1 ms	1000000	1s
10000	10000	10 ms	10000	10 ms	100000000	100 s 1,6 min
100000	100000	0,1 s	100000	0,1 s	1e10	10000 s 166 min 2,7 hrs
1000000	1000000	1 s	1000000	1 s	1e12	277,7 hrs 11,5 días
10000000	10000000	10 s	10000000	10 s	1e14	3,1 años

---

---

---

---

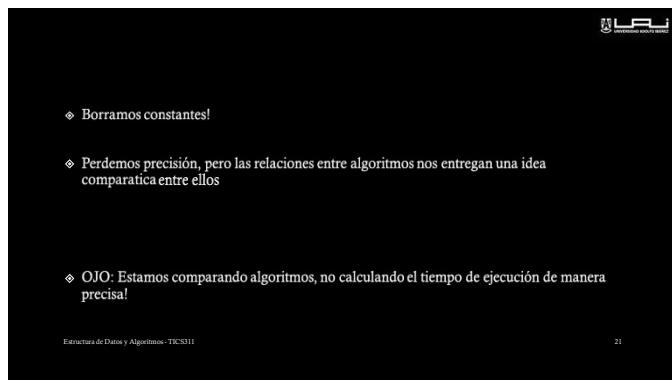
---

---

---

---

20



21

---

---

---

---

---

---

---

---

UPLA UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DE VALPARAISO

¿Y si hay acompañantes con orden menor?

N	$n^2$	Tiempo de ejecución	$n^2 + n$	Tiempo de ejecución
10	100	0,1 ms	110	0,11 ms
100	10000	0,01 s	10100	0,01 s
1000	1000000	1s	1001000	1s
10000	100000000	100 s 1,6 min	100010000	100 s 1,6 min
100000	1e10	10000 s 166 min 2,7 hrs	1e10	10000 s 166 min 2,7 hrs
1000000	1e12	277,7 hrs 11,5 días	1e12	277,7 hrs 11,5 días
10000000	1e14	3,1 años	1e14	3,1 años

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 22

22

---



---



---



---



---



---



---



---



---

UPLA UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DE VALPARAISO

◊ Nos enfocaremos en comparar algoritmos para GRANDES VALORES DE N

◊ En consecuencia:

- ◊ Podemos borrar constantes
- ◊ Podemos borrar los términos de orden menor
- ◊ Podemos enfocarnos en como crece la curva

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 23

23

---



---



---



---



---



---



---



---



---

UPLA UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DE VALPARAISO

Ejercicio: Complejidad temporal?

```

function SumDiag(array A)
    sum ← 0
    N ← length(A)
    for 0 ≤ i ≤ N
        sum ← sum + A[i]
    return sum
  
```

```

function length(array A)
    l ← 0
    while(A[1]≠NULL)
        l←l+1
    return l
  
```

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 24

24

---



---



---



---



---



---



---



---



---

UPLA  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA CATÓLICA DE VALPARAISO

25



 **UPV**  
UNIVERSITAT VALENCIÀ  
EUROPEA

## Ejercicio: ¿Mejoramos computador o algoritmo?

- ◆ Suponga que usted elaboró un algoritmo de complejidad temporal  $T(n^2)$ . Suponga además que cada unidad de tiempo es 1  $\mu s$  en un computador normal.
- ◆ Haga una tabla comparativa de tiempo con  $n$  igual a  $10e1, 10e2, 1023, 10e4, 10e5, 10e6, 10e7$  para tres computadores con las siguientes características
  - ◆ Computador 1: computador normal
  - ◆ Computador 2: computador 10 veces más rápido
  - ◆ Computador 3: computador 100 veces más rápido
- ◆ Suponga ahora que usted mejora el algoritmo, logrando que sea  $T(n)$ . Agregué otra columna a la tabla con el tiempo requerido para la ejecución de este algoritmo en el computador normal

Estructura de Datos y Algoritmos - TICS311

26

26



 UPII  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE GUERRERO

# Reflexión

- ❖ Invierta tiempo en un mejor algoritmo antes que en un mejor computador
- ❖ Instancias de problemas grandes pueden resolverse usualmente sólo con algoritmo de complejidad temporal  $T(n)$ ,  $T(n \log n)$
- ❖ Complejidades cuadráticas no presentan “tantos” problemas para instancias medianas o pequeñas

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11

27

27



**Comente...**

```

Function L_Search(A,x)
    for 0 <= i < N
        if(A[i]==x)
            return i
    return -1

```

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 28

28

---



---



---



---



---



---



---



---

## Escenarios

- ◊ El algoritmo depende del contenido: Existe un mejor y un peor escenario
- ◊ Mejor escenario:
  - ◊ Encuentra el elemento de inmediato. Coste 1
- ◊ Peor escenario:
  - ◊ Encuentra el elemento al final, o no lo encuentra. Coste n
- ◊ Es necesario **identificar** los escenarios donde se realiza el máximo número de operaciones y el escenario donde se realiza el mínimo número de operaciones.

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 29

29

---



---



---



---



---



---



---



---



---

- ◊ Si existe una condición que determina cuando el algoritmo termina, entonces probablemente el contenido de las variables es importante

Estructura de Datos y Algoritmos - TICSI11 30

30

---



---



---



---



---



---



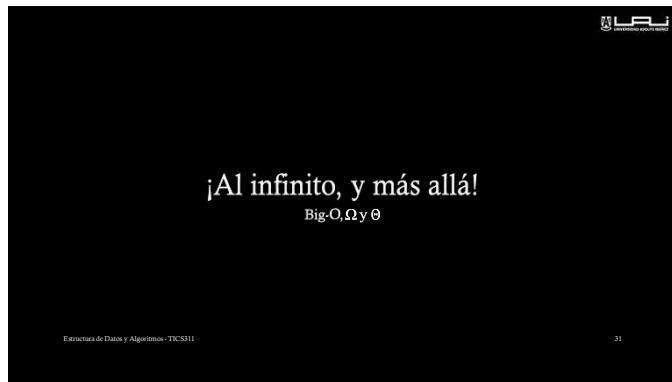
---



---



---



31

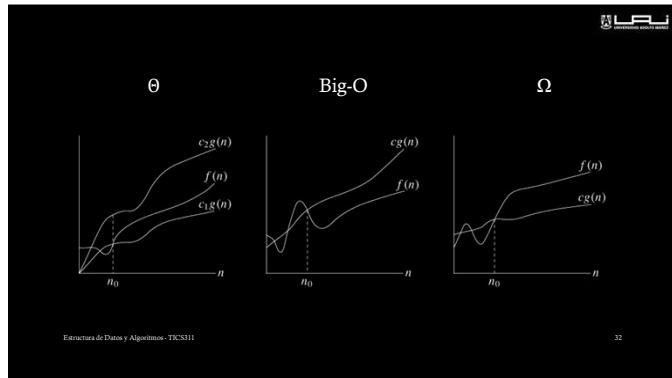
---

---

---

---

---




---

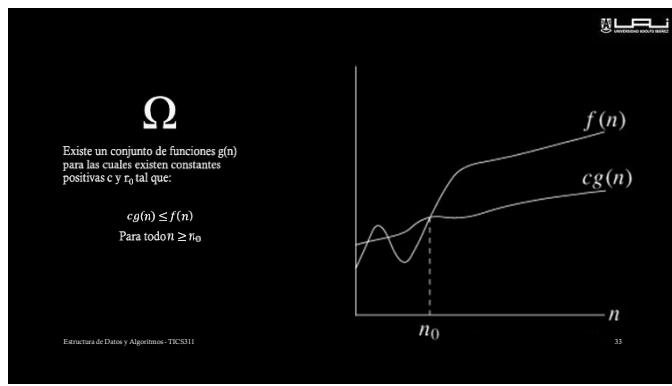
---

---

---

---

32




---

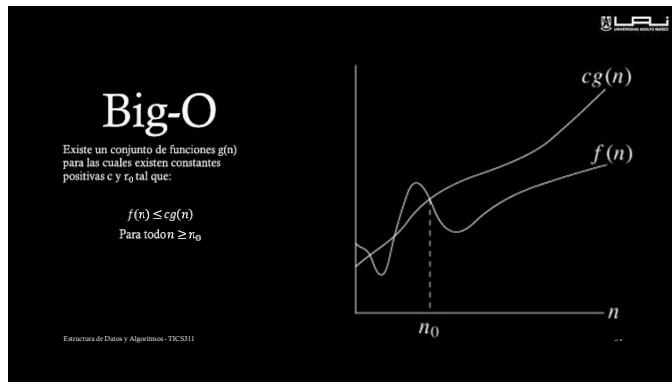
---

---

---

---

33




---

---

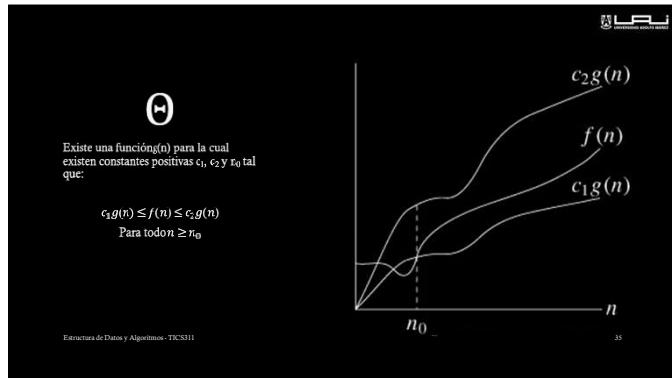
---

---

---

---

34




---

---

---

---

---

---

35