

# Estructuras de datos y algoritmos

IIC 2133 - Sección 3

Prof. Eduardo Bustos

# Sumario

**Introducción**

Programa del curso

Prerrequisitos

Algoritmos y notación

Memoria de un computador

Estructuras básicas

Cierre

US\$ 71,383.86

# US\$ 71,383.86

Costo de 2 horas de una función recursiva  
sin caso base en Google Cloud.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> *"The story of how one little recursive function took down an entire business"*  
<https://www.youtube.com/watch?v=N6lYcXjd4pg>

$$2^{20} \cdot 2^{14}$$

$$2^{20} \cdot 2^{14}$$

Número total de filas y columnas en una hoja de cálculo  
(1.048.576 filas por 16.384 columnas)<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Especificaciones y límites de Excel @ <https://support.microsoft.com>

# Estructuras de datos y algoritmos

Estudio de algoritmos y su **implementación eficiente**  
mediante estructuras de datos

# Sumario

Introducción

**Programa del curso**

Prerrequisitos

Algoritmos y notación

Memoria de un computador

Estructuras básicas

Cierre



# Objetivos del curso

1. Desarrollar el **pensamiento algorítmico**.
2. Estudiar y aplicar distintos tipos de **estructuras de datos**.
3. Estudiar y aplicar distintas **técnicas algorítmicas**.

# Contenidos del curso

## 1. Estructuras fundamentales

- Arreglos
- Listas ligadas
- Stacks
- Colas
- Tablas de Hash

## 2. Árboles de búsqueda

- Árboles binarios y balanceados
- Árboles 2-3

## 3. Algoritmos de ordenación

- *insertionsort*
- *heapsort*
- *quicksort*
- *mergesort*
- *countingsort*

## 4. Técnicas algorítmicas

- Dividir para conquistar
- *Backtracking*
- Programación dinámica
- Algoritmos codiciosos

## 5. Algoritmos en grafos

- Representación de grafos
- Exploración
- Ordenación topológica
- Componentes fuertemente conectadas
- Árboles de cobertura
- Rutas más cortas

# Metodología

Clases expositivas: Lunes y Miércoles módulo 4.  
Sala B12

Ayudantías/talleres: Viernes módulo 4.  
Sala B11

El material de clases será subido a la página del curso en Github

# Evaluación

1. Tareas de programación.
2. Interrogaciones escritas.

# Tareas

- Cuatro tareas de programación en C.
  - No hay tareas optativas.
  - La tarea 0 sirve de introducción al lenguaje C
- Las fechas de publicación serán informadas oportunamente
- Plazo de  $\approx 2$  semanas por tarea
- La corrección de las tareas se realizará de forma automatizada

# Tareas: política de atrasos

- Poseerán 2 **cupones de atraso** durante el semestre
- Cada cupón permite postergar el día de entrega de la tarea correspondiente 1 día calendario
- **Importante:** los cupones solo podrán ser usados en las tareas 1, 2 y 3 (no en la tarea 0)
- En caso de entregar una tarea con atraso, se hará un descuento de **7 décimas** por día de atraso, con un máximo de 4 días respecto a la fecha de entrega

# Interrogaciones

- Tres interrogaciones escritas (presenciales)

	Fecha	Hora
I1	Viernes 29 de septiembre	17:30
I2	Miércoles 8 de noviembre	17:30
I3	Jueves 14 de diciembre	8:20

- La inasistencia a la interrogación 1 o 2 debe ser justificada al profesor para optar a preguntas adicionales en la interrogación 3 a modo de reemplazar su nota faltante
- Solo se puede reemplazar una interrogación con este mecanismo
- La inasistencia a la interrogación 3 debe ser justificada a la Escuela de Ingeniería para evaluar la aplicación de nota P

Es responsabilidad del estudiante cualquier tope de evaluaciones con otros cursos de la Escuela de Ingeniería

# Evaluación

Nota **Tareas** (**NT**):

$$\mathbf{NT} = 0.2 \cdot T_0 + 0.3 \cdot T_1 + 0.25 \cdot T_2 + 0.25 \cdot T_3$$

Nota **Interrogaciones** (**NI**):

$$\mathbf{NI} = 0.35 \cdot I_1 + 0.35 \cdot I_2 + 0.3 \cdot I_3$$

Nota **Final** (**NF**):

$$\mathbf{NF} = \begin{cases} \frac{\mathbf{NI} + \mathbf{NT}}{2}, & \text{si } \mathbf{NI} \geq 3.7 \text{ y } \mathbf{NT} \geq 3.7 \\ \min(\mathbf{NF}, 3.9), & \text{en otro caso} \end{cases}$$



# Código de Honor

Este curso suscribe el **Código de Honor** de la Universidad

<http://www.uc.cl/codigo-de-honor/>

La copia y otros serán sancionados con nota final **NF** = 1.1 en el curso

# Comunicación digital

- Anuncios . . .

## **Canvas del curso**

- Clases, guía de instalación de C, enunciados de tareas y repositorios de entrega de tareas

## **Github del curso**

- Preguntas sobre materia y tareas

## **Issues de Github**

- Punto de encuentro entre ayudantes y estudiantes:

## **Server de Discord del curso**

# Ante problemas...

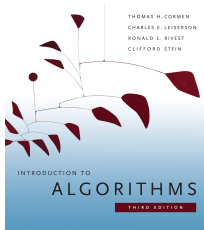
El equipo docente del curso estamos aquí para ayudarlos a aprender

Si durante el semestre se les presentan problemas, escribannos cuanto antes.  
A veces podremos ayudar

Comuníquense con nosotros!

Mail del profesor: [eb@uc.cl](mailto:eb@uc.cl)

# Bibliografía del curso



## **Introduction to Algorithms**

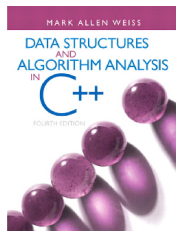
- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein
- The MIT Press
- Tercera edición: 2009



## **Algorithms**

- R. Sedgwick, K. Wayne
- Addison-Wesley
- Cuarta edición: 2011

# Bibliografía del curso



## **“Data Structures and Algorithm Analysis in C++**

- M. Weiss
- Pearson
- Cuarta edición: 2014.

# Sumario

Introducción

Programa del curso

**Prerrequisitos**

Algoritmos y notación

Memoria de un computador

Estructuras básicas

Cierre

# Herramientas matemáticas

Herramientas que necesitamos (las iremos refrescando)

- Exponentes
- Logaritmos
- Series
- Aritmética modular

# Métodos de demostración

Métodos para demostrar que más utilizaremos

- Inducción (simple)
- Contradicción
- Demostración por contraejemplo



# Nociones de programación

Usaremos regularmente la noción de **recursión**

# Sumario

Introducción

Programa del curso

Prerrequisitos

**Algoritmos y notación**

Memoria de un computador

Estructuras básicas

Cierre

# ¿qué es un algoritmo?

## Definición

Un **algoritmo** es una secuencia ordenada de pasos que permite hacer un cálculo o hallar la solución de un tipo de problemas.

Los algoritmos son **independientes** de los lenguajes de programación

Un algoritmo puede estar dado por cualquier lenguaje:

- Lenguaje de programación.
  - C, Python, Java, C++, etc
- Lenguaje natural.
- Pseudo-código.

Usaremos **pseudo-código** para describir algoritmos

# Pseudocódigo

La notación que usaremos para el pseudocódigo incluye

- Control de flujo: **if**, **else**, **while**, **for**
- Lenguaje matemático: operaciones lógicas, de conjuntos, vectoriales,...
- Atributos, métodos y subíndices
- Lenguaje natural cuando es más claro que usando lo anterior

# Pseudocódigo: un ejemplo

Algoritmo simple para identificar si un número es primo

**input** : Número natural  $n \geq 2$

**output**: Valor booleano

**isprime** ( $n$ ):

**for**  $i \in [2 \dots \sqrt{n}]$  :

**if**  $n \bmod i = 0$  :

**return false**

**return true**

# Pseudocódigo: un ejemplo

En este caso puede ser más claro usar lenguaje natural

**input** : Número natural  $n \geq 2$

**output**: Valor booleano

**isprime** ( $n$ ):

**for**  $i \in [2 \dots \sqrt{n}]$  :

**if**  $n$  es divisible por  $i$  :

**return false**

**return true**

# Implementación

Para un algoritmo no existe una única **implementación**

- En clases veremos algoritmos de manera conceptual
- En las tareas tendrán que pensar en cómo implementarlos

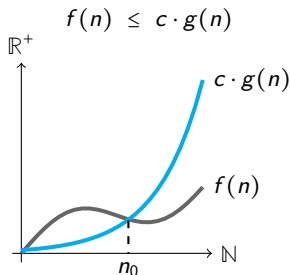
No solo nos interesa que la implementación sea **correcta**... nos interesa estudiar **qué tan buena** es una solución a un problema

La principal herramienta que usaremos para esto  
es la **complejidad computacional**

# Complejidad: Notación $\mathcal{O}$

## Definición

Para  $g : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$ , se define el conjunto  $\mathcal{O}(g)$  de las funciones  $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$  tales que **existen constantes**  $c > 0$  y  $n_0 \in \mathbb{N}$  tales que **para todo**  $n \geq n_0$ :



Si  $f \in \mathcal{O}(g)$ , entonces  $f$  **crece más lento o igual** que  $g$ .



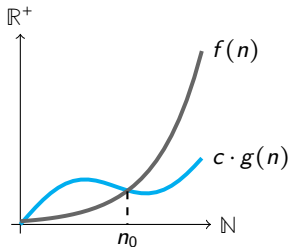
# Complejidad: Notación $\Omega$

Sean  $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$  y  $g : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$ .

## Definición

Para  $g : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$ , se define el conjunto  $\Omega(g)$  tal que

$$f \in \Omega(g) \Leftrightarrow g \in \mathcal{O}(f)$$



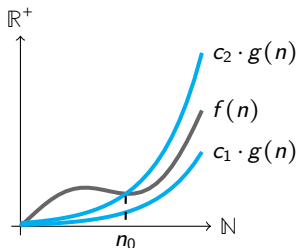
Si  $f \in \Omega(g)$ , entonces  $f$  **crece más rápido o igual** que  $g$ .

# Complejidad: Notación $\Theta$

## Definición

Para  $g : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$ , se define el conjunto de funciones  $\Theta(g)$  tal que

$$f \in \Theta(g) \Leftrightarrow f \in \mathcal{O}(g) \wedge f \in \Omega(g)$$



Si  $f \in \Theta(g)$ , entonces  $f$  **crece igual** que  $g$ .

# Complejidad: resumen de cálculo

Nos interesan dos tipos de complejidades para algoritmos como funciones del **tamaño del input**  $n$  (i.e. número de datos de entrada)

- Complejidad de tiempo:  $T(n)$
- Complejidad de memoria **adicional**:  $M(n)$

Si bien en general  $T(n)$  es nuestra prioridad, no hay que olvidar que

$$T \in \Omega(M)$$

# Complejidad: resumen de cálculo

Para etapas sucesivas (una después de la otra) dentro de un algoritmo

- La complejidad de la secuencia de etapas es la **suma** de sus complejidades
- Consecuencia: un paso que se repite  $n$  veces, en general, contribuye con una complejidad que es  **$n$  veces** la complejidad del paso individual
- Al sumar, el término que **crece más rápido** es el que domina la complejidad

# Sumario

Introducción

Programa del curso

Prerrequisitos

Algoritmos y notación

**Memoria de un computador**

Estructuras básicas

Cierre

# Memoria RAM

Un **bit** es la unidad indivisible de información computacional que puede valer 0 o 1

Además, un **bit** es una celda física indivisible de almacenamiento en un computador

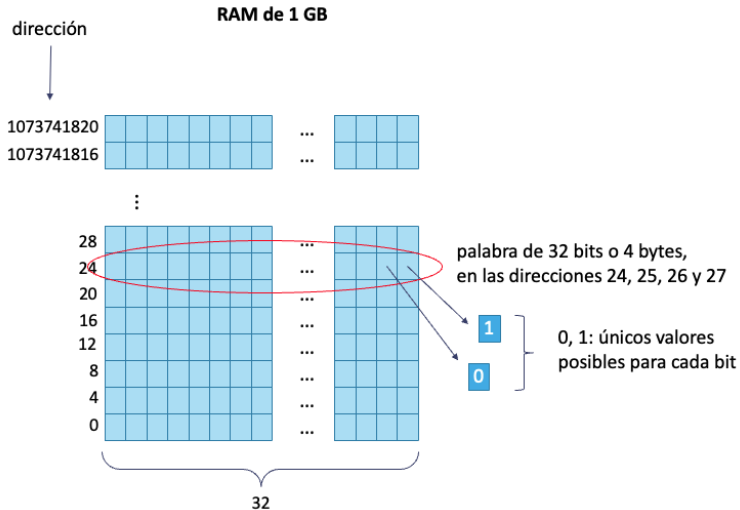
La memoria principal de un computador (RAM) puede ser imaginada como una gran tabla, arreglo o matriz de bits

- 32 columnas
- Algunos miles de millones de filas

Cada fila de esta tabla tiene una dirección única

- Corresponde a su posición relativa dentro de la tabla
- Es un natural que parte en 0 (dirección de la primera fila) y aumenta de 4 en 4

# Memoria RAM



# Memoria RAM

Cada variable de un programa tiene

- Posición (dirección de memoria)
- Tamaño, en número de bytes
- Valor





# Sumario

Introducción

Programa del curso

Prerrequisitos

Algoritmos y notación

Memoria de un computador

**Estructuras básicas**

Cierre

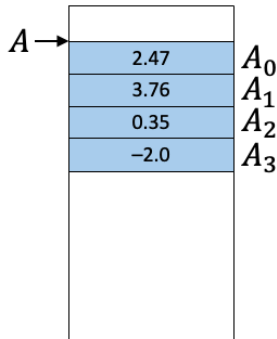
# Arreglos

Un **arreglo** es una secuencia de celdas que tiene **largo fijo**

- Cada celda es del mismo tamaño
- Almacenan valores del mismo tipo

Se almacena en memoria de manera **contigua**

- Esto permite acceso por índice en tiempo  $\mathcal{O}(1)$



# Arreglos

	<b>2.47</b>	<b>3.76</b>	<b>0.35</b>	<b>-2.0</b>	
--	-------------	-------------	-------------	-------------	--

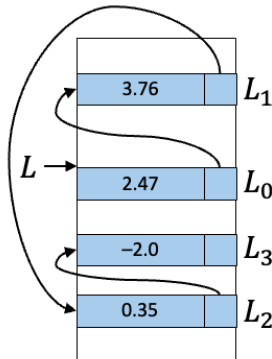
# Listas ligadas

Una **lista ligada** es una secuencia de celdas que tiene **largo variable**

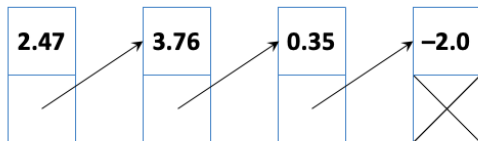
- Cada celda es del mismo tamaño

Se almacena en memoria de manera **aleatoria**, utilizando punteros

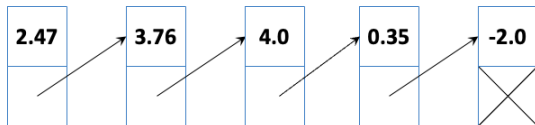
- Esto no permite acceso eficiente por índice



# Listas ligadas



# Listas ligadas



# Outline

Introducción

Programa del curso

Prerrequisitos

Algoritmos y notación

Memoria de un computador

Estructuras básicas

**Cierre**

# Esta semana: lenguaje C

Este miércoles y viernes estudiaremos C

Es una actividad **muy relevante** para las tareas del curso

Les llegará un correo con las instrucciones que deberán seguir para acceder al material



# Consejos para afrontar el curso

Este curso mezcla teoría y práctica

- No basta con revisar las diapositivas de clase para preparar las interrogaciones
- No basta con leer el enunciado de las tareas el día antes de la entrega

Esperamos que sean capaces de desarrollar habilidades que son muy útiles para su vida profesional, pero esto requiere dedicación

Consejos

- Luego de revisar las diapositivas, pónganse a prueba: ¿puedo crear un ejemplo propio para explicar este concepto?
- Abordar ejercicios de los libros, quizás viendo soluciones, para luego...
- Enfrentarse a problemas de la bibliografía sin ver soluciones.

El desafío es que **creen** sus propios algoritmos