

Matemáticas Discretas

Introducción

Gabriel Diéguez
gsdieguez@ing.puc.cl

Fernando Suárez
fsuarez1@ing.puc.cl

Departamento de Ciencia de la Computación
Escuela de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica de Chile

5 de Agosto de 2019

Sigla:	IIC1253
Nombre:	Matemáticas Discretas
Profesor:	Fernando Suárez (fsuarez1@ing.puc.cl)
Administrador:	Juan Ignacio Silva (jisilva7@uc.cl)
Ayudante Cátedra:	Ignacio Peñafiel (iapenafiel@uc.cl)
Correctores:	Sebastián Bitar (slbitar@uc.cl) Alexander Galleguillos (aagalleguillos@uc.cl) Vicente Hojas (vahojas@uc.cl) Gonzalo Vargas (gtvargas@uc.cl) Por confirmar (XXXX@uc.cl)
Ayudantías:	V:1, C202
Sitio Web:	Siding
Correo Curso:	iic1253@ing.puc.cl

- **Interrogaciones:**

- Sólo lápiz pasta (lápiz mina pierde derecho a corrección).
- A las 18:30, sala por confirmar.

- **Tareas:**

- Teóricas y (tal vez) prácticas.
- Habrá 7 tareas en \LaTeX como formato **obligatorio**.

Fechas Interrogaciones

	Fecha
I1	29 Agosto
I2	3 Octubre
I3	29 Octubre
Ex	25 Noviembre

	Publicación	Entrega
T1	9 Agosto	23 Agosto
T2	23 Agosto	6 Septiembre
T3	6 Septiembre	27 Septiembre
T4	27 Septiembre	11 Octubre
T5	11 Octubre	25 Octubre
T6	25 Octubre	15 Noviembre
T7	15 Noviembre	29 Noviembre

- **Promedio final**

$$NC = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + 2Ex - \min\{I_1, I_2, I_3, Ex\}}{4}$$

$$NT = \frac{\sum_{i=1}^7 T_i - \min\{T_i \mid i \in 1 \dots 7\}}{6}$$

$$NF = 0.7 \cdot NC + 0.3 \cdot NT$$

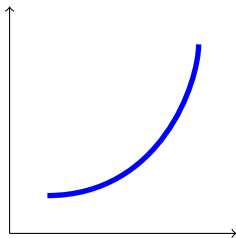
- **Aprobación:**

- $NF \geq 3.95$.
- $NC \geq 3.95$.
- De lo contrario, se reprueba con nota $NR = \min\{3.9, NF\}$.

- Kenneth Rosen. *Discrete Mathematics and Its Applications*.
- Susanna Epp. *Discrete Mathematics with Applications*.
- David Makinson. *Sets, Logic and Maths for Computing*.
- Jorge Pérez, “Apuntes de Matemáticas Discretas”.
- Luis Dissett, “Apuntes de Matemáticas Discretas”.

¿Discretas?

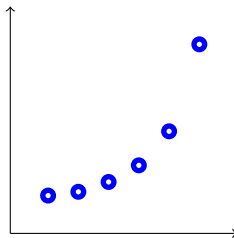
Matemáticas **Continuas**



- Cálculo
- Ecuaciones diferenciales
- Álgebra lineal

...

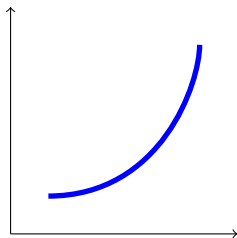
Matemáticas **Discretas**



- Teoría de conjuntos
- Lógica
- Teoría de números

...

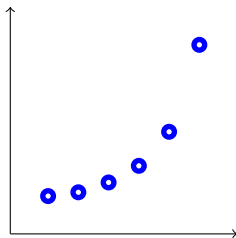
Matemáticas **Continuas**



Conjuntos infinitos (\mathbb{R} , \mathbb{C})

“Las matemáticas hasta el siglo XIX”

Matemáticas **Discretas**

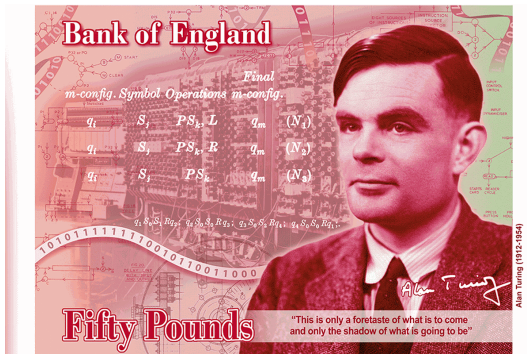


Conjuntos finitos

Conjuntos infinitos (\mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q})

“Las matemáticas desde el siglo XX”

¿Computación?



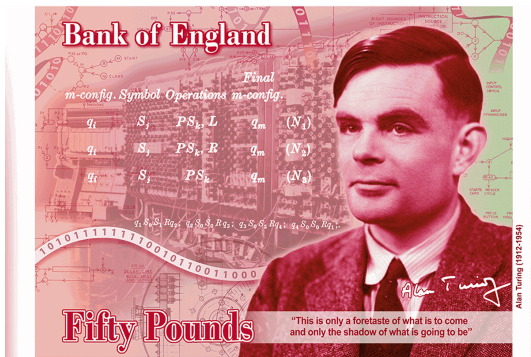


Figura: Alan Turing

Sólo se necesitan 5 operaciones para **computar**:

- ➊ Moverse a la izquierda
- ➋ Moverse a la derecha
- ➌ Escribir 0
- ➍ Escribir 1
- ➎ Borrar

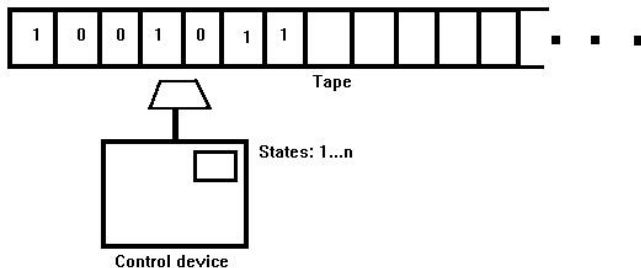


Figura: Máquina de Turing

¿**Ciencia** de la computación?

Science

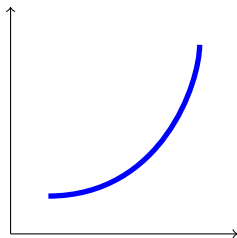
From Wikipedia, the free encyclopedia

“Science is a systematic enterprise that builds and organizes knowledge in the form of testable explanations and predictions about nature and the universe. This knowledge is determined through the scientific method by experiments and observations, and may take the form of scientific **facts**, scientific **models**, or scientific **theories**. (. . .)”

¿Cuáles son los “modelos” y “teorías” en la computación?

- Son las matemáticas necesarias para comprender la computación.
- Los conocimientos básicos.
- La “ciencia” en Ciencia de la Computación.

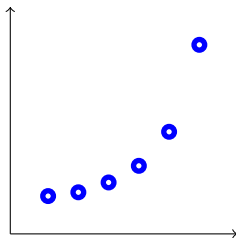
Matemáticas **Continuas**



Conjuntos infinitos (\mathbb{R} , \mathbb{C})

“Las matemáticas hasta el siglo XIX”

Matemáticas **Discretas**



Conjuntos finitos

Conjuntos infinitos (\mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q})

“Las matemáticas desde el siglo XX”

- ¿Por qué necesitamos conjuntos infinitos en computación?
- ¿Por qué no son “necesarios” conjuntos infinitos como \mathbb{R} ?

“Las matemáticas discretas estudian los objetos y modelos abstractos que pueden ser **representados** en un computador.”

Objetivos del curso

Objetivo general

El objetivo del curso es introducir los conceptos y modelos matemáticos básicos en el estudio de Ciencia de la Computación. Se enfatizará tanto el aspecto teórico como práctico de las matemáticas discretas en su aplicación a distintas ramas de la computación. Durante el curso se pretende que el alumno desarrolle la capacidad de abstracción, planteamiento y solución formal de problemas matemáticos ligados a la computación, domine conceptos fundamentales de la teoría de grafos y el análisis de algoritmos y pueda, de una manera inicial, discriminar la dificultad de un problema computacional en cuanto a su solución en la práctica.

Objetivos del curso

Objetivos específicos

- 1 Formular enunciados formales en notación matemática usando lógica, conjuntos, relaciones, funciones, cardinalidad, y otras herramientas, desarrollando definiciones y teoremas al respecto, así como demostrar o refutar estos enunciados, usando variadas técnicas.
- 2 Aplicar inducción como técnica para demostración de propiedades en conjuntos discretos y como técnica de definición formal de objetos discretos.
- 3 Modelar formalmente un problema usando conjuntos, relaciones, y las propiedades necesarias, y demostrar propiedades al respecto de su modelo.

Objetivos del curso

Objetivos específicos

- 4 Modelar una problemática discreta usando grafos y las técnicas asociadas, y demostrar propiedades acerca de problemas modelados como grafos.
- 5 Demostrar formalmente que un algoritmo simple funciona correctamente, y determinar la eficiencia de un algoritmo, desarrollando una notación asintótica para estimar el tiempo de ejecución.
- 6 Determinar la dificultad relativa de problemas computacionales, basando sus argumentos en técnicas de complejidad computacional.

Programa del curso

- 1 Inducción
- 2 Lógica proposicional
- 3 Lógica de predicados y Demostraciones
- 4 Teoría de conjuntos
- 5 Relaciones
- 6 Funciones y Cardinalidad
- 7 Análisis de algoritmos
- 8 Teoría de grafos
- 9 Teoría de números
- 10 Introducción a Complejidad Computacional

Definición

Es el estudio científico y práctico de la computación y sus aplicaciones.

Computación teórica

- Teoría de la computación
- Teoría de la información
- Estructuras de datos y algoritmos
- Lenguajes de programación

Computación teórica

- **Teoría de la computación** → Fundamentos, Complejidad
- **Teoría de la información** → Teoría de números
- **Estructuras de datos y algoritmos** → Inducción, Análisis de algoritmos, Grafos
- Lenguajes de programación

Computación aplicada

- Inteligencia artificial
- Arquitectura de computadores
- Gráfica computacional
- Seguridad computacional y Criptografía
- Ciencia computacional
- Redes de computadores
- Sistemas distribuidos y Computación concurrente
- Bases de datos
- Ciencia de la información
- Ingeniería de software

Computación aplicada

- **Inteligencia artificial** → Lógica
- **Arquitectura de computadores** → Lógica
- Gráfica computacional
- **Seguridad computacional y Criptografía** → Teoría de números
- Ciencia computacional
- **Redes de computadores** → Grafos
- Sistemas distribuidos y Computación concurrente
- **Bases de datos** → Relaciones, lógica
- **Ciencia de la información** → Lógica, grafos
- Ingeniería de software

Programa del curso

- 1 Inducción
- 2 Lógica proposicional
- 3 Lógica de predicados y Demostraciones
- 4 Teoría de conjuntos
- 5 Relaciones
- 6 Funciones y Cardinalidad
- 7 Análisis de algoritmos
- 8 Teoría de grafos
- 9 Teoría de números
- 10 Introducción a Complejidad Computacional

Recomendación de estudio

- 1 Venir a clases :)
- 2 Leer la materia de las slides / el libro / los apuntes.
- 3 Pensar. . .
- 4 Hacer las demostraciones (individualmente).
- 5 Pensar. . .
- 6 Hacer varios y diversos ejercicios.

Advertencia

En este curso **NO** se pueden mecanizar los ejercicios.

- Todas las evaluaciones son **individuales**.
- Si usan material de libros o internet debe estar debidamente referenciado.
- En caso de copia, se aplicará la “Política de Integridad académica del Departamento de Ciencia de la Computación”¹.

²Un 1.1 en el curso.



Millennium Institute
Foundational
Research on Data



Marcelo Arenas

- Profesor Asociado (desde 1999).
- Investigador Top en BD.
- Experto invitado de la W3C.



Juan Reutter

- Profesor Asistente (desde Marzo 2013).
- Doctor de la Universidad de Edimburgo.
- Investigador joven.



Cristian Riveros

- Profesor Asistente (desde Agosto 2013).
- Doctor de la Universidad de Oxford.
- Investigador joven.

Temas de investigación

Bases de datos:

- Relacionales.
- No relacionales (grafos, JSON, CSV, XML, otras).
- Intercambio de información.

Semantic Web:

- RDF.
- SPARQL.
- Datos abiertos.

Teoría de la Computación:

- Teoría de automatas.
- Complejidad computacional.

Lógica para CS:

- Teoría de modelos finitos.
- Rep. del conocimiento.

- ① Reconocimiento mundial.
- ② Conexiones internacionales.
 - Oxford, Edimburgo, IBM, CNRS-Paris 7, etc.
- ③ Posibilidades de estudio en el exterior.
 - Microsoft lab, Hasselt, Vienna, etc.

¿Por qué hacer investigación en bases de datos?

1 “Hot topic” mundial.



¿Por qué hacer investigación en bases de datos?

- ① “Hot topic” mundial.
- ② Pieza fundamental dentro de todo software.
 - Oracle, Microsoft, Google, IBM, etc.

¿Por qué hacer investigación en bases de datos?

- 1 “Hot topic” mundial.
- 2 Pieza fundamental dentro de todo software.
- 3 Excelente combinación entre teoría y práctica.
- 4 Toca los límites de la computación.
 - Complejidad computacional
 - Teoría de autómatas
 - Teoría de modelos finitos
 - Teoría de la información, etc...



Mas información en imfd.cl

Matemáticas Discretas

Introducción

Gabriel Diéguez
gsdieguez@ing.puc.cl

Fernando Suárez
fsuarez1@ing.puc.cl

Departamento de Ciencia de la Computación
Escuela de Ingeniería
Pontificia Universidad Católica de Chile

5 de Agosto de 2019