



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LA COMPUTACION

**Tópicos Avanzados en Teoría de la Computación - IIC3810**  
**Programa de Curso**  
**1<sup>er</sup> semestre - 2020**

**Horario cátedra** : Martes y jueves módulo 2, sala Javier Pinto  
**Horario sesión de ejercicio** : Miércoles módulo 6, sala H3  
**Profesor** : Marcelo Arenas (marenas@ing.puc.cl)  
**URL** : <http://marenas.sitios.ing.uc.cl/iic3810-20>

## 1. Descripción

Durante este curso, los alumnos conocerán algunas problemáticas actuales en teoría de la computación, estudiando algunas de las herramientas modernas en el área. Los alumnos conocerán las ventajas y limitaciones de estas herramientas, y estudiarán algunas de sus aplicaciones en distintas áreas de la computación.

## 2. Objetivos

Al finalizar el curso el alumno será capaz de:

- Comprender algunas de las problemáticas actuales en teoría de la computación.
- Identificar herramientas modernas de teoría de la computación, y comprender la forma en que son utilizadas para estudiar y resolver distintos tipos de problemas.
- Identificar ventajas y desventajas, según el problema a resolver, de distintas herramientas modernas de teoría de la computación.
- Utilizar herramientas modernas de teoría de la computación para estudiar y resolver problemas de distintas características.

## 3. Metodología

El curso tendrá dos módulos semanales de cátedra, y una sesión semanal de ejercicios.

## 4. Contenidos

Este semestre se estudiará los siguientes temas:

1. La noción de Máquina de Turing con oráculo y la jerarquía polinomial.
2. Algoritmos aleatorizados, la noción de Máquina de Turing probabilística, clases de complejidad para algoritmos aleatorizados y su relación con la jerarquía polinomial.
3. Clases de complejidad de funciones, nociones de reducción para estas clases de complejidad, la clase de complejidad  $\#P$ , algunos problemas  $\#P$ -completos y la relación de  $\#P$  con la jerarquía polinomial.
4. Aproximación de funciones en  $\#P$  y la noción de fully polynomial randomized approximation scheme (FPRAS), la existencia de un FPRAS para  $\#DNF$ -SAT, técnicas para demostrar que una función no admite un FPRAS.
5. La noción de fully polynomial almost uniform generator (FPAUG), la noción de problema auto-reducible, el teorema de Jerrum, Valiant & Vazirani y la relación relación entre el muestreo casi uniforme con la existencia de un FPRAS.
6. Cadenas de Markov, la noción de distribución estacionaria, las nociones de cadena de Markov aperiódica e irreducible, existencia, unicidad y convergencia a una distribución estacionaria para cadenas de Markov aperiódicas e irreducibles, la aplicación de este resultado en el algoritmo PageRank.
7. La técnica Markov chain Monte Carlo para hacer muestreo de una distribución de probabilidades utilizando cadenas de Markov, el algoritmo de Metropolis-Hastings, la noción de mixing time para cadenas de Markov y su aplicación para diseñar FPRAS para algunas funciones en  $\#P$ .

## 5. Evaluación

Este curso no tendrá actividades evaluadas. En el curso se darán problemas que serán resueltos en las sesiones de ejercicios. Cada ejercicio tendrá un alumno responsable, quien deberá guiar la discusión sobre su solución.

## 6. Bibliografía

- Sanjeev Arora, Boaz Barak. Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press, 2009.
- Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan. Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995.
- Michael Mitzenmacher, Eli Upfal. Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis. Cambridge University Press, 2017.
- Dani Gamermanm, Hedibert F. Lopes. Markov Chain Monte Carlo: Stochastic Simulation for Bayesian Inference. Chapman and Hall/CRC, 2006.
- Vijay V. Vazirani. Approximation Algorithms. Springer, 2004.
- Mark Jerrum. Counting, Sampling and Integrating: Algorithms and Complexity. Birkhäuser, 2013.