



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 - 2017**

**Horario cátedra** : Martes y jueves módulo 2, sala Javier Pinto  
**Profesor** : Marcelo Arenas (marenas@ing.puc.cl)  
**Ayudante** : Luis Alberto Croquevielle  
**URL** : <http://web.ing.puc.cl/~marenas/iic3810-17>

## 1. Descripción

Durante este cursos, los alumnos conocerán las 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. En la primera mitad del curso se expondrá una serie de contenidos sobre teoría de la computación, los cuales incluyen herramientas más avanzadas para solucionar problemas en esta área. En la segunda mitad del curso, los alumnos realizarán presentaciones sobre temas relacionados con teoría de la computación, donde puedan utilizar algunas de las herramientas estudiadas en el curso.

## 4. Contenidos

Este semestre se estudiará los siguientes temas:

1. Repaso de algunos conceptos básicos.
2. La noción de Máquina de Turing con oráculo y la jerarquía polinomial.
3. Algoritmos aleatorizados, clases de complejidad para algoritmos aleatorizados y su relación con la jerarquía polinomial.
4. 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.
5. La técnica Markov chain Monte Carlo para hacer muestreo de una distribución de probabilidades utilizando cadenas de Markov, y su aplicación para diseñar algoritmos de aproximación eficientes para algunos problemas  $\#P$ -completos.

Además, esta es una lista de temas adicionales para este semestre:

1. Algoritmos aleatorizados.
2. Algoritmos aproximados.
3. Complejidad basada en circuitos.
4. Complejidad de la comunicación.
5. Complejidad de problemas de conteo.
6. Complejidad de una demostración.
7. Complejidad parametrizada.
8. Computación cuántica.
9. Demostraciones interactivas.
10. Demostraciones verificables en forma aleatoria.
11. El método probabilista.
12. Teoría algorítmica de juegos.
13. Teoría de la información para computación.

## 5. Evaluación

El curso se evaluará de la siguiente forma:

- 40 % Tareas sobre los contenidos vistos en la primera parte del curso.
- 60 % Una presentación sobre las herramientas utilizadas en los temas mostrados en la Sección 4, que incluya además aplicaciones de estas herramientas.

## 6. Bibliografía

Bibliografía mínima:

- Sanjeev Arora, Boaz Barak. Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press, 2009.

Bibliografía complementaria:

- Noga Alon, Joel H. Spencer. The Probabilistic Method. Wiley-Interscience, 2008.
- Stephen Cook, Phuong Nguyen. Logical Foundations of Proof Complexity. Cambridge University Press, 2010.
- Thomas M. Cover, Joy A. Thomas. Elements of Information Theory. Wiley-Interscience, 2006.

- Jörg Flum, Martin Grohe. Parameterized Complexity Theory. Springer, 2010.
- Dani Gamerman, Hedibert F. Lopes. Markov Chain Monte Carlo: Stochastic Simulation for Bayesian Inference. Chapman and Hall/CRC, 2006.
- Mark Jerrum. Counting, Sampling and Integrating: Algorithms and Complexity. Birkhäuser, 2013.
- Eyal Kushilevitz, Noam Nisan. Communication Complexity. Cambridge University Press, 2006.
- Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan. Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995.
- Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2011.
- Noam Nisan, Tim Roughgarden, Eva Tardos, Vijay V. Vazirani. Algorithmic Game Theory. Cambridge University Press, 2007.
- Tim Roughgarden. Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory. Cambridge University Press, 2016.
- Vijay V. Vazirani. Approximation Algorithms. Springer, 2004.
- Heribert Vollmer. Introduction to Circuit Complexity: A Uniform Approach. Springer, 2010.