

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

CARRERA/S: Licenciatura en Ciencias de la Computación

PLAN DE ESTUDIOS: Año 1999 Versión 1

ASIGNATURA: Computabilidad y Complejidad **CÓDIGO:** 3307

DOCENTE RESPONSABLE: Dr. Germán Regis y Dr. Javier Blanco

EQUIPO DOCENTE: Dr. Germán Regis (Prof. Adjunto), Dr. Javier Blanco (Prof. Visitante), Lic. Nicolás Ricci (Ay. Primera)

AÑO ACADÉMICO: 2016

REGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES: (para cursado)

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
Lógica Matemática Elemental (1934)	Geometría y Álgebra Lineal (3305)
Algoritmos II (3302)	

CARGA HORARIA TOTAL: 112

TEÓRICO-PRÁCTICAS: 112 hs

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

A. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

La materia se encuentra en el Segundo Cuatrimestre de 5to año

B. OBJETIVOS PROPUESTOS

- Aprender los conceptos básicos de la Teoría de la Computación como una teoría que determina los límites precisos de la computación.
- Estudiar algunas formalizaciones clásicas del concepto informal de algoritmo y sobre esa base, discutir los resultados clásicos de computabilidad e incomputabilidad.
- Establecer la relación existente entre los resultados teóricos y la programación de computadoras digitales de “propósito general”.
- Estudiar las clases de complejidad estructural, en especial la clase de los problemas NP y sus derivados.
- Aprender los conceptos fundamentales relativos a estas clases: completitud y reducibilidad.

C. CONTENIDOS BÁSICOS DEL PROGRAMA A DESARROLLAR

Unidad 1: ‘Computabilidad’

Programas y funciones computables. Funciones primitivas recursivas. Números de Gödel. “The Halting Problem”. El lenguaje “WHILE”. Teoremas fundamentales de la teoría de la Computabilidad. Conjuntos recursivos o decidibles, Semi-decidibles o recursivamente numerables.

Unidad 2: ‘Tesis de Church’

Revisión de distintos formalismos como: Máquinas de Turing, Máquinas RAM, Máquinas de Registros, Funciones Recursiva, Algoritmos de Markov. Reducciones entre ellas. Tesis de Church. Teorema de Gödel.

Unidad 3: ‘Complejidad’

Problemas P y NP. Relaciones entre clases de complejidad. El Teorema de la Jerarquía. Reducciones y Completitud. Caracterizaciones Lógicas. Problemas NP completos. Problemas coNp. Aplicaciones de la teoría de la complejidad. Introducción a la criptografía.

D. FUNDAMENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS

Por la ubicación de la materia en el plan de estudios, los contenidos de la misma persiguen la comprensión y análisis del alcance de las Ciencias de la Computación como herramienta para la resolución de problemas. Es decir, se presentan de manera formal y abordados desde distintos formalismos de cómputo (equivalentes entre sí) problemas específicos, y a través de ellos y mediante diferentes técnicas de demostración, los límites explícitos de la Ciencia. Por otro lado, como segunda parte de la materia, se analiza una clase particular de problemas (NP) que demarcan otro límite (pregunta aún abierta en la ciencia) , en este caso temporal, para la aplicación de la computación a esta clase particular de problemas. Aquí se propone como herramienta fundamental para el análisis de los mismos, la noción de reducción, que permitirá al alumnos poder vislumbrar y luego, en caso de ser necesario, demostrar la presencia de estos problemas.

E. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS:

En las clases teóricas se desarrollarán los conceptos fundamentales, con sus demostraciones y ejemplos. Habrá consultas para temas teóricos, dónde cada alumno podrá plantear y evacuar sus dudas, como así también recibir explicaciones adicionales sobre los temas en que

tenga dificultades. Como un objetivo adicional se propone la creación de grupos de alumnos para investigar sobre alguno de los formalismos abordados y preparar una presentación describiendo la equivalencia computacional con algún otro, al cabo de la presentación de varios grupos habremos ejercitado, con participación de los alumnos, la Tesis de Church.

CLASES PRÁCTICAS:

En las clases prácticas los alumnos resolverán ejercicios conteniendo problemas en los que aplicarán los temas teóricos aprendidos. Habrá consultas para las prácticas, dónde cada alumno podrá consultar soluciones a los ejercicios realizados o duda de temas prácticos relacionados.

CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO:

Se propondrán actividades para ser desarrolladas en laboratorio con la modalidad de “take home”. Estas actividades tienen el propósito de concretizar ciertos temas teóricos impartidos durante la materia. Para estas actividades se brindarán horarios de consulta.

F. NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

G. HORARIOS DE CLASES: Jueves de 18 a 21hs., Viernes de 10 a 13hs.

HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS (Prácticos): Miércoles de 8 a 10 hs.

H. MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

- **Evaluaciones Parciales:** Existen 2 exámenes parciales escritos e individuales, uno correspondiente a la primera parte de la materia (Unidades 1 y 2) y otro a la segunda parte (Unidad 3). Los mismos constan de una serie de ejercicios de una complejidad no mayor a las de los Trabajos Prácticos. Los alumnos tiene la posibilidad de elegir los ejercicios propuestos en el mismo, es decir, hay más ejercicios de los que deben resolver, por ej., se les presenta 5 ejercicios de los cuales sólo deben resolver 3. Existe un única oportunidad de recuperación común a ambos exámenes parciales sobre el final del cuatrimestre. La razón de ello es la complejidad de los temas impartidos y la experiencia varios años en los cuales TODOS los alumnos que no aprobaban el primer examen parcial no podían superar su recuperatorio una semana después. De esta manera se logra la contención del alumno (en general NO son numerosos los cursos) en la materia, y en el trayecto de cursado de la misma, con la constancia de relación de los contenidos se logra mejores resultados de aprendizaje y evaluación en los alumnos que no pudieron sortear el primer examen parcial. Además se tiene consideración en las exigencias en cuanto a la cantidad de ejercicios a resolver por parte de aquellos alumnos que no pudieron alcanzar los objetivos mínimos en ambos exámenes parciales.
- **Evaluación Final:** El examen final es oral e individual y en él se evalúa la comprensión integral del alumno respecto de los temas impartidos en la materia y su potencial aplicación en un (hipotético) ámbito laboral. En caso de que la condición del alumno fuere “Libre”, adicionalmente se le exigirá la resolución de una serie de ejercicios.
- **CONDICIONES DE REGULARIDAD:** Para obtener la regularidad de la materia, los alumnos deben aprobar los dos exámenes parcial o su recuperatorio y la presentación (en forma grupal) de un tema (Unidad 2).
- **CONDICIONES DE PROMOCIÓN: No posee**

PROGRAMA ANALÍTICO

A. CONTENIDOS

- A. Revisión Histórica Introdutoria.
- B. Cardinalidad de Conjuntos y Diagonalización
- C. Programas y funciones computables.
- D. Funciones primitivas recursivas. Números de Gödel.
- E. "The Halting Problem". Reducciones
- F. El lenguaje "WHILE", sintaxis y semántica.
- G. Interprete y Compilador de WHILE.
- H. Especializador.
- I. Teoremas fundamentales de la teoría de la Computabilidad, Teorema de Rice
- J. Conjuntos recursivos o decidibles, Semi-decidibles, Recursivamente numerables.
- K. Teoremas sobre conjuntos decidibles, Semi-decidibles, Recursivamente numerables.
- L. Revisión de distintos formalismos:
 - a. Máquinas de Turing.
 - b. Máquinas RAM.
 - c. Máquinas de Registros.
 - d. Funciones Recursiva.
 - e. Cálculo Lamda
- M. Reducciones entre Formalismos (Tesis de Church).
- N. Teorema de Gödel (Abordado desde la perspectiva del lenguaje WHILE)
- O. Complejidad Estructural
- P. Clases de Problema P y NP.
- Q. Relaciones entre clases de complejidad
- R. Reducciones y Completitud.
- S. Problemas NP completos.
- T. Problemas coNp.
- U. Aplicaciones de la teoría de la complejidad. Introducción a la criptografía.

B. CRONOGRAMA DE CLASES Y PARCIALES

Semana	Día/Fecha	Teóricos	Día/Fecha	Prácticos	Día/Fecha	Lab	Parciales / Recuperatorios
1	17/3/16	A					
1	18/3/16	B,C					
2			23/3/16	B			
3	31/3/16	F					
3	1/4/16	D,E					
4			6/4/16	B,F,E			
4	7/4/16	G					
4	8/4/16	H					
5			13/4/16	E,G,H			
5	14/4/16	I,J					
5			15/4/16	I,J			
6	20/4/16	K					
6			21/4/16	I,J,K			
6			22/4/16	I,J,K			
7	27/4/16	L,M					
7	28/4/16	L,M,N					
7			29/4/16	L,M			
8			4/5/16	L,M			
8			5/5/16	A-M			
8			6/5/16	A-M			
9			11/5/16	A-M			

9					12/5/16		1er Parcial
9	13/5/16	O					
10	18/5/16	R,P,Q					
10	19/5/16	S					
10	20/5/16	R-S					
11			26/5/16	R-S			
11			27/5/16	R-S			
12	1/6/16	R-S					
12	2/6/16	T					
12			3/6/16	O-T			
13			8/6/16	O-T			
13					9/6/16		2do Parcial
13	10/6/16	U					
14			15/6/16	A-S			
14			16/6/16	A-S			
14					17/6/16		Recuperatorio

(Recordar las fechas de parciales deberán ser consensuadas con los responsables de las demás asignaturas del cuatrimestre correspondiente, en acuerdo con la Res. C.S. 356/10)

C. BIBLIOGRFÍA

Piergiorgio Odifreddi : “Classical Recursion Theory (Studies in Logic and the Foundations of Mathematics)”. Elsevier; Reprint edition – ISBN 0444894837 , 1992

Hartley Rogers, Jr.: “Theory of Recursive Functions and Effective Computability”
The MIT Press – ISBN 0-262-68052-1 , 1987

Martin D. Davis, Elaine J. Weyuker: “Computability, Complexity and Languajes ”
ACADEMIC PRESS INC – ISBN 0-12-206380-5 , 1983

Cristos H. Papadimitriou: “Computacional Complexity”.
Addison-Wesley – ISBN 0-201-53082-1, 1994

Sanjeev Arora, Boaz Barak : “Computational Complexity: A Modern Approach“.
Cambridge University Press; 1 edition (April 20, 2009) - 978-0521424264

Neil D. Jones: “Computability and Complexity, From a Programming Perspective”
Mit Press – ISBN 0-262-10064-9 (**Obligatoria**)

José L. Balcazr, Joseph Díaz, Joaquim Gabarró: “Structural Complexity I”
Springer – ISBN 3-540-58384-1

José L. Balcazr, Joseph Díaz, Joaquim Gabarró: “Structural Complexity II”
Springer

Juraj Hromkovic : “Algorithmic Adventures – From knowledge to Magic”, Springer,
2009.