

Planificación de Lenguajes Formales y Computabilidad



Código/s: R-213

Identificación y características del Espacio Curricular

Carrera/s:	Licenciatura en Ciencias de la Computación		
Plan de Estudios:	2010, TO2024	Carácter:	Obligatoria
Bloque/Campo:		Área:	Ciencias Básicas Generales y Específicas
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	3º [LCC], 3º [LCC]		
Carga horaria:	105 hs. / 7 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ciencias Exactas y Naturales	Departamento:	Ciencias de la Computación
Docente responsable: ZANARINI, Dante			

Programa Sintético

Gramáticas y lenguajes formales. Categoría de Chomsky. Autómatas de Estado Finito, determinismo y no-determinismo. Lema del Bombeo. Expresiones regulares. Autómata de Pila. Máquina de Turing, problema de la parada, Funciones recursivas, Tesis de Church-Turing. Funciones de Lista. Conceptos básicos de teoría de la computabilidad. Relaciones entre formalismos. Problemas tratables e intratables.

Espacios Curriculares Relacionados

Previos Aprobados:	R-123 - Programación II
Simultaneos Recomendados:	
Posteriores:	R-422 - Compiladores

Vigencia desde 2024

Firma Profesor

Fecha

Firma Aprob. Escuela

Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

Fundamentación

Lenguajes Formales y Computabilidad es una asignatura cuatrimestral del segundo año de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación. Está ubicada en el tercer cuatrimestre. Tiene asignadas 7 horas semanales en las que se desarrollan clases de tipo teórico-prácticas. La materia trata aspectos teóricos fundamentales de la teoría de Computación. A través de distintos formalismos, introduce al alumno a conceptos de la teoría de los lenguajes formales y la computabilidad. Más precisamente, su objetivo es el estudio de procesos computacionales y sus limitaciones, así como el análisis de diferentes enfoques para representar lenguajes formales, sus propiedades, relaciones y limitaciones.

Resultados del aprendizaje

Al finalizar el cursado los/las estudiantes serán capaces de:

RA1 Analizar y comparar diferentes modelos de cálculo;
RA2 Comprender los límites de dichos modelos, y su implicancia en las ciencias de la computación;
RA3 Categorizar lenguajes formales en cuanto a diferentes enfoques para su representación (generadores, reconocedores);
RA4 Clasificar lenguajes formales de acuerdo a su poder expresivo, reconociendo los límites para cada uno de los diferentes enfoques;
RA5 Vincular la teoría de lenguajes con la computabilidad, identificando las diferentes técnicas para representar lenguajes formales como procesos de cómputo;
RA6 Comparar entre enfoques deterministas y no deterministas para la representación de procesos de cálculo, y su relación con la categorización de problemas tratables e intratables;
RA7 Expresar ideas y razonamientos en forma clara y precisa, fomentando la rigurosidad y formalidad en razonamientos y demostraciones;
RA8 Utilizar herramientas de software vinculadas a la teoría de lenguajes y computabilidad.

Competencias / Ejes transversales y Resultados del Aprendizaje

Competencia/Eje transversal al que tributa	Nivel	Resultados del Aprendizaje
CGT1-Identificación, formulación y resolución de problemas de informática	Bajo	RA1-RA3-RA6-RA8
CGT4-Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la informática	Bajo	RA1-RA2-RA5-RA6-RA8
CGS2-Fundamentos para la comunicación efectiva	Bajo	RA7

Programa Analítico

Unidad 1: Cardinalidad

- 1.1. Equipotencia: biyecciones y teorema de Cantor-Bernstein-Schroeder.
- 1.2. Conjuntos finitos e infinitos, conjuntos numerables y no numerables.
- 1.3. Cardinal, conjunto potencia, potencia del continuo. Diagonalización.

Unidad 2: Conjuntos Inductivos

- 2.1. Conjuntos Inductivos: definición y ejemplos.
- 2.2. Principio de inducción primitiva. Demostraciones por inducción estructural.
- 2.3. Esquema de recursión primitiva. Definiciones inductivas de funciones.

Unidad 3: Lenguajes Formales y Autómatas

- 3.1 Gramáticas como generadoras de lenguajes
- 3.2 Clases de gramáticas. Jerarquía de Chomsky.
- 3.3 Autómatas de estado finito deterministas y no deterministas. Poder expresivo.
- 3.4. Equivalencia entre gramáticas y autómatas regulares.
- 3.5. Expresiones regulares.
- 3.6. Límites de los lenguajes regulares. Lema de bombeo.
- 3.7. Autómatas de pila deterministas y no deterministas. Poder expresivo.
- 3.8. Equivalencia entre autómatas de pila no deterministas y gramáticas libres de contexto.
- 3.9. Límites de lenguajes independientes de contexto. Lema de bombeo.
- .310. Herramientas de reconocimiento de lenguajes. Parsers.

Unidad 4: Funciones Recursivas

- 4.1. Funciones numéricas, funciones básicas, operadores composición y recursión.
- 4.2. Definición de Funciones Recursivas Primitivas (FRP) como conjunto inductivo.
- 4.3. Conjuntos recursivos primitivos, relaciones recursivas primitivas.
- 4.4 Representación de FRP en entornos de software
- 4.4 Límites de las Funciones Recursivas Primitivas. Función de Ackermann.
- 4.5 Operador de minimización.
- 4.6 Conjuntos y Relaciones Recursivas.

Unidad 5. Máquinas de Turing

- 5.1 Definición formal.
- 5.2 Máquinas de Turing como formalismo para representar el concepto de cómputo.
- 5.3 Máquinas de Turing como reconocedores de lenguajes.
- 5.4 Poder expresivo. Equivalencia con gramáticas estructuradas por frases.
- 5.5 Los límites del cálculo. The halting problem.
- 5.6 Equivalencia entre funciones recursivas y Máquinas de Turing.
- 5.7 Tesis de Church Turing.
- 5.8 Determinismo y no determinismo.
- 5.9 Complejidad computacional. Problemas tratables e intratables.

Modalidades de enseñanza

La asignatura contempla diferentes formatos de clases. En las clases teóricas se trabaja sobre los diferentes temas de la asignatura. Se incorporan ejemplos de aplicación de los temas tratados, así como también se discute sobre los alcances de los resultados presentados y su relación con problemas similares vistos o por ver en las asignaturas relacionadas. En las clases prácticas se trabaja en la resolución grupal de ejercicios. Finalmente, cada docente del curso ofrece una clase de consulta semanal donde los y las estudiantes realizan consultas específicas.

Recursos

Las clases se desarrollan en aulas tradicionales. De acuerdo al tema tratado, se utiliza el proyector para realizar presentaciones en conjunto con la pizarra. Se utiliza el Campus virtual de la UNR donde se encuentran disponibles:

- toda la información sobre el dictado de la asignatura (horarios, docentes, programa, avisos, etc).
- las guías de trabajos prácticos y las presentaciones trabajadas en clase.
- videos que cubren todos los temas teóricos de la asignatura,

- foros para cada una de las prácticas,
- videos con clases de práctica y consultas de cursadas anteriores,
- soluciones a ejercicios seleccionados.

Actividades de Formación Práctica

A cada una de las unidades descriptas en los contenidos temáticos corresponde un trabajo práctico cuyo objetivo es ejercitar y afianzar los contenidos desarrollados durante el dictado teórico de la asignatura, como así también incorporar algunos conceptos nuevos. Los trabajos prácticos ofrecen una guía para el estudio de la materia y la comprensión de los conceptos correspondientes. Cada uno de ellos está organizado con un grado creciente de complejidad de manera que el alumno pueda fijar los conceptos y resultados desarrollados a lo largo de la materia. Estas actividades son guiadas por los docentes a cargo, tanto en forma de taller como en exposiciones en la pizarra.

Nº	Título	Descripción
1	Cardinalidad	Ejercicios sobre cardinalidad. Aplicaciones del teorema de Cantor-Bernstein-Schroeder. Diagonalización. Operaciones en cardinales infinitos. Potencia. Hipótesis del continuo. Técnicas de prueba para demostrar que ciertos conjuntos son numerables. Límites del cálculo: primer argumento basado en cardinalidad.
2	Conjuntos Inductivos	Ejercicios propuestos sobre la definición de conjuntos por inducción. Obtención de los principios de inducción y esquema de recursión primitiva. Aplicación de ambos principios.
3	Teoría de Lenguajes	Ejercicios sobre gramáticas y tipos e gramáticas y lenguajes. Forma normal de Chomsky. Pruebas por inducción en derivación. Parsing. Ambigüedad en gramáticas.
4	Lenguajes Regulares	Definición de Autómatas de estado finito (AEF) como reconocedores de lenguajes. Construcción de AEF para representar operaciones sobre lenguajes (unión, intersección, complemento, estrella de Kleene). Determinismo y no determinismo. Construcción de AEF deterministas a partir de AEF no deterministas. Problema de la explosión de estados. Expresiones regulares. Equivalencia entre gramáticas, AEF y expresiones regulares. Lema de bombeo.
5	Lenguajes Independientes del Contexto	Ejercicios sobre reconocimiento de lenguajes mediante autómatas de pila. Equivalencia con gramáticas libres de contexto. Aplicación del lema de bombeo para lenguajes independientes del contexto.
TP1	Herramientas de parsing	Aplicación de los conceptos desarrollados en herramientas de software para el análisis sintáctico.
6	Funciones Recursivas Primitivas	Representación de funciones aritméticas como FRP. Sumatorias y productorias. Función potencia. Conjuntos recursivos primitivos y relaciones recursivas primitivas.
TP2	Funciones Recursivas Primitivas en Coq	Representación de FRP en un lenguaje de programación de alto orden. Evaluación y reducción de expresiones.
7	Funciones Recursivas	Ejercicios sobre límites de las FRP. Serie de Ackermann y función de Ackermann. Funciones recursivas generales. Minimizador. Procesos de cómputo no terminantes.

8	Máquinas de Turing	Construcción de Máquinas de Turing para representar operaciones básicas. Máquinas elementales. Máquinas de Turing como reconocedoras de lenguajes. Representación de Funciones Recursivas como Máquinas de Turing. Problemas tratables e intratables.
---	--------------------	---

Evaluación

La evaluación se realiza mediante trabajos prácticos, parciales y un examen final.

Trabajos prácticos.

Como se detalla en la sección de actividades de Formación práctica, la asignatura cuenta con dos trabajos prácticos. Los mismos deben ser entregados de acuerdo a la planificación presentada al comienzo del dictado, y aprobados como condición necesaria para obtener la condición de estudiante regular. La aprobación se logra mediante la entrega de los ejercicios propuestos y posterior defensa.

Parciales.

Durante el cursado se toman tres exámenes parciales obligatorios. El primero abarca las Unidades 1 y 2, el segundo la unidad 3 y el tercero la unidad 4. Los parciales y exámenes se califican en escala de 1 a 10. Para obtener la condición de Regular se debe alcanzar, además de los detallados sobre trabajos prácticos, un promedio de 6 con notas no inferiores a 4 en los parciales obligatorios. Caso contrario, se obtiene la condición de Libre.

Se ofrece la posibilidad de rendir un examen sustitutivo de uno de los parciales obligatorios durante la última semana de clases, en caso que el/la estudiante lo necesite para alcanzar la condición de regular.

Examen final.

El examen final consta de dos partes: una práctica y otra teórica.

En la parte práctica se le propone a quien rinde que realice una serie de ejercicios. La cantidad de ejercicios y las unidades a las que refieren se definen de acuerdo a la condición obtenida durante el cursado y las notas de los parciales (en el caso de estudiantes Regulares), de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Quienes tengan la condición de Libre rinden ejercicios de todas las unidades, además de la defensa de los trabajos prácticos;
- (b) Quienes tengan la condición de Regular rinden ejercicios de aquellas unidades para las cuales obtuvieron notas inferiores a 8 en el parcial correspondiente, además las unidad 5.

En la parte teórica se presentan una serie de preguntas sobre los temas de la asignatura, que el/la estudiante debe primero elaborar por escrito y luego explicar y defender en forma oral.

Resultado de Aprendizaje	Actividades/Modalidad de Enseñanza	Modalidad de Evaluación
RA1	Clases teóricas y prácticas.	Parciales y examen final.
RA2	Clases teóricas y prácticas. Resolución de problemas en laboratorio.	Parciales y examen final. Trabajo práctico 1.
RA3	Clases teóricas y prácticas. Resolución de problemas en laboratorio.	Parciales y examen final. Trabajo práctico 2.
RA4	Clases teóricas y prácticas.	Parciales y examen final.
RA5	Clases teóricas y prácticas. Resolución de problemas en laboratorio.	Parciales y examen final. Trabajo práctico 1.
RA6	Clases teóricas y prácticas.	Parciales y examen final.
RA7	Clases teóricas y prácticas. Resolución de problemas en laboratorio.	Parciales y examen final. Trabajos prácticos 1 y 2.

RA8	Clases teóricas y prácticas. Resolución de problemas en laboratorio.	Parciales y examen final. Trabajos prácticos 1 y 2.
-----	---	---

Bibliografía básica

Autores (Apellido, Inicial nombre)	Año de edición	Título de la obra	Editorial o Revista	Ejemplares disponibles o sitio web
Hurtado Alegría, J. Kantor, R. Luna, C. Sierra, L. Zanarini, D.	2014	Temas de Teoría de la Computación.	Latin American open Textbook Initiative	https://rehip.unr.edu.ar/items/b1ae26a0-6129-454b-bed7-4ac5f9028150
Brookshear, J.	2000	Teoría de la Computación	ALHAMBRA MEXICANA	2
Hopcroft, J. Motwani, R. Ullman, J.	2008	Introducción a la Teoría de Autómatas, Lenguajes y Computación	Pearson	1

Bibliografía complementaria

Autores (Apellido, Inicial nombre)	Año de edición	Título de la obra	Editorial o Revista	Ejemplares disponibles o sitio web
Hofstadter, D.	2015	Gödel, Escher y Bach, un eterno y grácil bucle	Tusquets	1
	2021	Coq Reference Manual	INRIA	https://coq.inria.fr/refman/
Johnsonbaugh, J	2005	Matemáticas Discretas	Pearson	3

Distribución de la carga horaria

Presenciales

Teóricas		52 Hs.
Prácticas	Formación Experimental	
	Resolución de Problemas vinculados a la Profesión	30 Hs.
	Resolución de Problemas y Ejercicios	15 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	
	Formación en la Práctica Profesional	
Evaluaciones		8 Hs.
	Total	105 Hs.

Dedicadas por el alumno fuera de clase

	Preparación Teórica	20 Hs.
	Preparación Práctica	40 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	10 Hs.

Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Unidad 1: Cardinalidad 1.1. Equipotencia: biyecciones y teorema de Cantor-Bernstein-Schroeder. 1.2. Conjuntos finitos e infinitos, conjuntos numerables y no numerables.	Introducción a la asignatura. Clases teóricas Práctica 1
2	1-2	1.3. Cardinal, conjunto potencia, potencia del continuo. Diagonalización. Unidad 2: Conjuntos Inductivos 2.1. Conjuntos Inductivos: definición y ejemplos. 2.2. Principio de inducción primitiva. Demostraciones por inducción estructural. 2.3. Esquema de recursión primitiva. Definiciones recursivas de funciones.	Clases teóricas Práctica 2
3	2		Práctica 2 Parcial 1
4	2-3	Unidad 3: Lenguajes Formales y Autómatas 4.1 Gramáticas como generadoras de lenguajes 4.2 Clases de gramáticas. Jerarquía de Chomsky.	Clases teóricas Práctica 4
5	3	4.3 Autómatas de estado finito deterministas y no deterministas. Poder expresivo.	Práctica 4 Clases teóricas
6	3	4.4. Equivalencia entre gramáticas y autómatas regulares. 4.5. Expresiones regulares	Práctica 5 Clases teóricas
7	3	4.6. Límites de los lenguajes regulares. Lema de bombeo.	Clases teóricas Práctica 5
8	3	4.7. Autómatas de pila deterministas y no deterministas. Poder expresivo. 4.8. Equivalencia entre autómatas de pila no deterministas y gramáticas libres de contexto.	Clases teóricas
9	3	4.9. Límites de lenguajes independientes de contexto. Lema de bombeo. 4.10. Herramientas de reconocimiento de lenguajes. Parsers.	Clases teóricas Práctica 6 Trabajo práctico 1
10	3-4	Unidad 4: Funciones Recursivas 3.1. Funciones numéricas, funciones básicas, operadores composición y recursión. 3.2. Definición de Funciones Recursivas Primitivas (FRP) como conjunto inductivo.	Parcial 2 Clases teóricas Práctica 7

11	4	3.3. Conjuntos recursivos primitivos, relaciones recursivas primitivas. 3.4 Representación de FRP en entornos de software	Clases teóricas Práctica 7 Trabajo práctico 2
12	4	3.4 Límites de las Funciones Recursivas Primitivas. Función de Ackermann. 3.5 Operador de minimización. 3.6 Conjuntos y Relaciones Recursivas.	Clases teóricas Práctica 8
13	5	Unidad 5. Máquinas de Turing 5.1 Definición formal. 5.2 Máquinas de Turing como formalismo para representar el concepto de cómputo. 5.3 Máquinas de Turing como reconocedores de lenguajes.	Clases teóricas Parcial 3
14	5	5.4 Poder expresivo. Equivalencia con gramáticas estructuradas por frases. 5.5 Los límites del cálculo. The halting problem. 5.6 Equivalencia entre funciones recursivas y Máquinas de Turing. 5.7 Tesis de Church Turing.	Clases teóricas Práctica 9
15	5	5.8 Determinismo y no determinismo. 5.9 Complejidad computacional. Problemas tratables e intratables.	Clases teóricas Práctica 9 Examen recuperatorio