
- **Información del profesor**

Xavier Caicedo

Correo electrónico: xcaicedo@uniandes.edu.co

Oficina H-305 - Ext.: 2723, Horario de atención Lu, Mi 3:00-4:00 pm, otras horas o virtual con solicitud previa.

<https://matematicas.uniandes.edu.co/index.php/cartelera/cursos-sem-actual>

INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CURSO:

Este curso se concentra en el estudio sistemático de los posibles modelos (interpretaciones) que puede poseer una teoría formal de primer orden, los teoremas generales que gobiernan la estructura de dichos modelos, y su aplicación al estudio de diversas teorías matemáticas.

- **Prerrequisitos:** Lógica I y Algebra Abstracta I (teoría de grupos e introducción a los anillos).
- Recomendable: haber cursado o cursar en paralelo Topología 1 y/o Algebra II (extensiones de campos)

- **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

Estudiar, demostrar y aprender a utilizar en varios contextos matemáticos los resultados principales acerca de los modelos de las teorías de primer orden y su aplicación a teorías matemáticas específicas. Particularmente: compacidad, teoremas de Lowenheim-Skolem, eliminación de cuantificadores, definibilidad y automorfismos, realización y omisión de tipos, ultraproductos, clasificación de modelos enumerables, caracterización de categoricidad enumerable, categoricidad no-enumerable y el teorema de Morley. Principios de clasificación de teorías.

- **COMPETENCIAS A DESARROLLAR**

Se espera que al final del curso el estudiante demuestre su comprensión de los conceptos fundamentales y teoremas que relacionan la sintaxis y la semántica de la lógica de primer orden, y sus potenciales aplicaciones a otras áreas de la matemática,

Se espera no solamente el conocimiento de los teoremas principales y sus demostraciones, sino la utilización de los teoremas y las ideas que intervienen en sus demostración para la solución de problemas propuestos.

- **Metodología**

Participación activa del estudiante quien debe haber preparado previamente el material asignado en el programa. El profesor explicará o introducirá aquellos temas que requieran mayor experiencia y conocimiento matemático y resolverá los ejercicios que no hayan podido hacer los estudiantes.

Departamento de Matemáticas
Cra. 1 N° 18A-10, Bogotá - Colombia Tel. (57.1) 3 39 4949 | 3 39 4999 Ext. 2710 Fax. 3 32 4340
<http://matematicas.uniandes.edu.co>

Llamará a los estudiantes a exponer teoría y ejercicios para los cuales deben haber adquirido recursos en ese momento si han trabajado diligentemente en el desarrollo del curso. Dicha exposición se hará en diálogo con el profesor y con participación del resto de la clase.

CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

Se cubrirá por lo menos lo más básico de cada una de las 5 secciones, más un tema opcional

I. Teorías de primer orden, teorías completas, categoricidad

- Consistencia y existencia, modelos de Henkin
- Completitud del cálculo deductivo
- Compacidad, teoremas de Löwenheim-Skolem, Criterio de Vaught
- Categoricidad de campos algebraicamente cerrados, Principio de transferencia de Lefschetz.
- Isomorfismos parciales y equivalencia elemental
- Teoría del grafo aleatorio
- Apendice: Introducción de nuevos símbolos

II. Construcciones modelo teóricas

Productos, límites inductivos y proyectivos

Ultraproductos, teorema de Loz

- Modelos genéricos de Fraissé
- Teoremas de Feferman-Vaught
-

III. Subestructuras, sumersiones, diagramas, uniones de cadenas

- Subestructuras elementales, Teoremas de Löwenheim-Skolem-Tarski
- Caracterización de teorías universales, de teoría universales-existenciales
- Modelos existencialmente cerrados, teorías modelo-completas
- Model companions, Forzamiento de Robinson
- Eliminación de cuantificadores
- Campos real cerrados, Problema 17 de Hilbert
-

IV. Tipos de elementos, realización y omisión de tipos,

- Modelos atómicos y primos, modelos universales
- Espacios de tipos, aspectos topológicos, relación con álgebras booleanas
- Caracterización de teorías ω -categóricas

V. Saturación, homogeneidad, universalidad

- Saturación de ultraproductos (Teorema de Keisler-Shelah)
- Indiscernibles, Teorema de Ehrenfeucht-Mostowski
- Estabilidad, teorías omega estables

- Modelos primos sobre conjuntos de parámetros.
- Pares de Vaught y fórmulas minimales, Teorema de dos cardinales de Vaught
- Teorema de categoricidad de Morley, de Baldwin Lachlan

Temas opcionales

- Algebra universal, el teorema de Birkhoff
- Lógica infinitaria, Teorema de Karp
- Cuantificadores generalizados, Teorema de Lindström,
- Teoría de modelos finitos, Complejidad descriptiva
- Lógica intuicionista, lógica de haces
- Lógicas multivaluadas, lógica continua.
- Lógicas modales

BIBLIOGRAFÍA

- *Notas del profesor*
- *Model Theory: An Introduction*, David Marker, Springer Verlag 2002
- *A course in model theory*, K. Tent & M. Ziegler, Cambridge University Press, 2012
- *Model Theory*, Wilfried Hodges, Cambridge University Press, 1994
- *Model Theory*, Chang y Keisler, Third Edition, Elsevier, 1990 o Dover 2012
- *Models and ultraproducts*, Bell y Slomson, North Holland, 1974

CRONOGRAMA

TEXTO: Teoría de Modelos: An introduction, David Marker, 2002

No.	Fecha	Teoría	Ejercicios
1	Ener. 24 Lu	Introducción	
2			
3	26 Mi	Completitud	
4		Notas: Teoría de orden denso sin extremos	
5	31 Lu	2.1 Compacidad	2.5.1 - 2.5.4, 2.5.6, 2.5.7
6			
7	Febr 2 Mi	2.2 Teorías completas	2.5.5
8		Test de Vaught, Principio de Lefschetz	2.5.13, 2.5.14
9	7 Lu	2.3 Equivalencia y sumersión elemental	2.5.9, 2.5.11
10		Teoremas de Löwenheim-Skolem-Tarski	2.5.8, 2.5.9, 2.5.27, 2.28
11	9 Mi	Notas: Caracterización de teorías universales	2.5.12
12		de teorías inductivas	2.5.15, 2.5.17
13	14 Lu	Notas: Ultraproductos, teorema de Loz	2.5.18 - 2.5.22
14			

15	16 Mi	2.4 (Notas) Caracterización de equivalencia elemental	2.5.33
16		El grafo aleatorio	
17	21 Lu	Lógica infinitaria	2.5.31
18		Teorema de Karp	2.5.34
19	23 Mi	EXAMEN 1	
20			
21	28 Lu	3.1 Eliminación de cuantificadores	3.4.3, 3.4.4
22			
23. Mar	02 Mi	3.1 Teorías modelo completas	3.4.12, 3.4.14
24			3.4.25
25	07 Lu	3.1 Ejemplos de teorías	
26			
27	09 Mi	3.2 Campos algebraicamente cerrados	3.4.21
28			3.4.22
29	14 Lu	3.3 Campos real cerrados	3.4.23, 3.4.24
30			3.4.35
31	16 Mi	Interpretaciones	
32			
RECESO 21 -25 de marzo			
37	28 Lu	EXAMEN 2	
38			
39	30 Mi	4.1 Tipos de elementos	4.5.1 - 4.5.7
40		Espacios de tipos	4.5.16
30% 1 Vi			
41. Abr	04 Lu	4.2 Omisión de tipos	4.25, 4.26
41			
43 Abr	06 Mi	4.2 Caracterización de teorías w-catóricas	4.5.45, 4.5.46
44			
SEMANA SANTA 11 - 15 de abril			
45	18 Lu	4.3 Modelos saturados	4.5.17, 4.5.29, 4.5.30, 4.5.31
46			4.5.37, 4.5.39
47	20 Mi	4.3 Modelos enumerables	4.5.36
48			
49	25 Lu	4.3 Teoremas de dos cardinales	4.5.42
50			
51	27 Mi	5.1 Indiscernibles	5.5.1, 5.5.3, 6.5.4, 5.5.6
52			
53. May	02 Lu	5.2 Teorema de Erenfeucht-Mostowski	
54			
55	04 Mi	6.1 Conjuntos fuertemente minimales	6.1, 6.3

56				
57	May. 09	Lu	6.1 Teorema de categoricidad de Morley	
58				
59	11	Mi	EXAMEN 3	
60				
57	May. 16	Lu	6.2 Rango de Morley	6.6.8, 6.6.9, 6.6.11
58				
59	18	Mi	6.3 Independencia	6.6.19, 6.6.21, 6.6.27, 6.6.30
60				
33	23	Lu	Temas adicionales	
34				
35	24	Mi	EXAMEN FINAL	
36				

• Criterios de evaluación y aspectos académicos

- 3 exámenes parciales y uno final, cada uno con valor de 25%
- - La participación en clase (tablero) da notas adicionales que se suman al 100%
- - Los ejercicios que se se dejan de tarea, también generan nota adicional
- - Se controlará la asistencia pero no habrá nota negativa por inasistencia.

▪ Política de aproximación de notas

Para la nota final se utilizarán la agrupación por cercanía y los múltiplos de 0.25

▪ Reclamos

- Si hay inconformidad por la nota asignada en una prueba, el estudiante deberá presentar su reclamo por escrito dentro del tiempo estipulado en el RGEPr (ver pág. 11)

Recuerde el juramento del uniandino: "Juro solemnemente abstenerme de copiar o de incurrir en actos que pueden conducir a la trampa o al fraude en las pruebas académicas, o en cualquier otro acto que perjudique la integridad de mis compañeros o de la misma Universidad"

Centro de apoyo académico

PENTÁGONO:

Es un espacio de apoyo continuo, ágil y personalizado, donde se atienden dudas de matemáticas para todos los estudiantes que vean cursos de servicio ofrecidos por el departamento de matemáticas. Profesores y estudiantes de últimos semestres orientan el aprendizaje de las matemáticas para que los estudiantes fortalezcan sus habilidades en estas áreas. Puedes acceder en el siguiente link:

<https://pentagono.uniandes.edu.co/>

CENTRO PARA EL ÉXITO EN CIENCIAS:

El Centro para el Éxito en Ciencias ofrece diferentes servicios de apoyo a todos los estudiantes de pregrado de la Universidad de los Andes que tomen cursos de Ciencias o que estén interesados en reforzar sus habilidades y conceptos científicos para sus carreras, puedes acceder en el siguiente link:

<https://ciencias.bookeau.com/>

RÉGIMEN ACADÉMICO

Las siguientes disposiciones académicas se deberán tener en cuenta en la elaboración de los programas de los cursos:

- **Asistencia a clase:**

Los profesores iniciarán sus cursos desde el primer día del semestre académico, con la finalidad de garantizarles a los estudiantes el derecho a beneficiarse activa y plenamente del proceso educativo (Art. 40 RGEPr).

Las clases de la Universidad deben empezar a la hora en punto o a la media hora, y terminar diez minutos antes de la hora en punto o de la media hora (Art. 41 RGEPr).

- **Inasistencia a clase y a evaluaciones:**

Los parámetros para controlar la asistencia deberán ser informados a los estudiantes el primer día de clase. Se sugiere informar si la asistencia y la participación serán criterios de evaluación, así como la forma en que serán calificados. Será facultativo de cada profesor determinar las consecuencias de la inasistencia si esta supera el 20% (Art. 42 y 43 RGRPr).

El estudiante que desee justificar su ausencia deberá hacerlo ante el profesor dentro de un término no superior a ocho (8) días hábiles siguientes a la fecha de ésta. De acuerdo con el parágrafo del artículo 45 del RGEPr, serán excusas válidas las siguientes:

- a. Incapacidades médicas.
- b. Incapacidades expedidas por la Decanatura de Estudiantes.
- c. Muerte del cónyuge o de un familiar hasta del segundo grado de consanguinidad.
- d. Autorización para participar en eventos deportivos, expedida por la Decanatura de Estudiantes.
- e. Autorización para asistir a actividades académicas y culturales, expedida por la respectiva dependencia académica.
- f. Citación a diligencias judiciales, debidamente respaldada por el documento respectivo.

El profesor podrá tener en cuenta otras circunstancias que a su criterio puedan justificar la ausencia del estudiante.

La Decanatura de Estudiantes prestará colaboración en la verificación de las incapacidades médicas.

- **Salidas de campo:**

Las salidas de campo de los estudiantes de la Universidad, programadas fuera de Bogotá, no son de carácter obligatorio. En caso de que algunos estudiantes no puedan cumplir con esta actividad, deberán informar las razones al profesor respectivo y acordar con él la realización de trabajos supletorios (Art. 46 RGEPr).

- **Calificaciones:**

- Se deberán programar como mínimo tres (3) evaluaciones. En los cursos de la escuela de verano el profesor podrá practicar una sola evaluación con un valor equivalente al 100% de la materia (Art. 47 y parágrafo Art. 48 RGEPr).
- Ninguna de las evaluaciones podrá tener un porcentaje superior al 35%, salvo que se trate de prácticas académicas, proyectos de grado, los cursos con formato de taller y algunos cursos del programa de música, los cuales tendrán un sistema de calificación especial que también deberá ser informado a los estudiantes en el programa del curso.
- Las evaluaciones orales, en las que la actividad del estudiante consiste únicamente en responder las preguntas formuladas por el profesor y que tengan un valor superior al 15% de la calificación del curso, deberán realizarse en presencia de un profesor adicional, quien también deberá actuar como evaluador.
- Si un estudiante falta a la presentación de una evaluación debidamente programada, podrá ser calificado con cero (0,0). Sin embargo, el estudiante podrá justificar su ausencia ante el profesor dentro de un término no superior a (8) días hábiles siguientes a la realización de la prueba. Justificada la inasistencia el profesor deberá indicarle al estudiante la nueva fecha y hora en que le realizará el examen, dentro de las dos (2) semanas siguientes a la aceptación de la justificación presentada.

- El valor de cada evaluación practicada sin aviso, en ningún caso, podrá superar el 5% de la nota definitiva del curso.
 - Los profesores tendrán autonomía para establecer sus propios criterios de aproximación de notas definitivas, pero deberán siempre informarlo en el programa del curso, el primer día de clase.
 - Se recomienda establecer desde un inicio las condiciones para la entrega de informes y trabajos, así como los parámetros para la elaboración de las actividades en grupo. También indicar los efectos de la entrega tardía de trabajos y de la no entrega.
- **Entrega de calificaciones:**
 - Todos los profesores de la Universidad deben hacer conocer a sus estudiantes las calificaciones obtenidas, dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la práctica de la evaluación parcial. Exceptuando aquellas correspondientes a los proyectos de grado y prácticas académicas (Art. 68 RGEPr).
 - Al menos el 30% de las calificaciones debe ser publicado en el sistema banner, a más tardar antes de la semana de retiros de cada semestre (Art. 69 RGEPr).
 - Antes del examen final, el estudiante tiene el derecho a conocer las calificaciones parciales obtenidas durante el semestre y podrá solicitarlas al profesor (Art. 70 RGEPr).
 - **Notas especiales:**
 - *Incompleto (I)*: nota aplicada por el Consejo de Facultad cuando el alumno no haya podido cumplir por razones justificadas, con los requisitos del curso (Art. 57 RGEPr).
 - *Incompleto Total (IT)*: nota aplicada por el Consejo de Facultad cuando el alumno no haya podido cumplir por razones justificadas, con los requisitos de todos los cursos del periodo académico en el cual se encuentra matriculado (Art. 58 RGEPr).
 - *Pendiente (P)*: nota aplicada por el profesor cuando al estudiante por razones de fuerza mayor, para cumplir con los requisitos del curso, solo le reste la presentación de una prueba final o no pueda asignársele una calificación antes del plazo determinado por la Dirección de Admisiones y Registro. La nota 'P' deberá reemplazarse a más tardar un mes después de terminado el semestre académico o quince (15) días después de terminado el periodo intersemestral (Art. 59 y Art. 60 RGEPr).
 - *Pendiente Disciplinario (PD)*: nota aplicada por el profesor al estudiante que se encuentre vinculado a un proceso disciplinario. Esa nota será reemplazada una vez culmine definitivamente el proceso (Art. 61 y parágrafo 1 Art. 115 RGEPr).
 - *Pendiente Especial (PE)*: nota excepcional aplicable a aquellos estudiantes que se encuentren desarrollando su correspondiente proyecto de grado y no ha sido concluido, por razones justificadas, dentro del semestre inicialmente establecido (Art. 63 RGEPr).
 - **Reclamos:**

Si se trata de una prueba escrita, el estudiante deberá dirigir el reclamo por escrito, dentro de los cuatro (4) días hábiles siguientes al que conoció la calificación en cuestión. El profesor cuenta con cinco (5) días hábiles para responderle. Si el estudiante considera que la decisión no corresponde a los criterios de evaluación, podrá solicitar la designación de un segundo calificador ante el Consejo de Facultad, dentro de los cuatro (4) días hábiles al conocimiento de la decisión (Art. 64 y 65 del RGEPr).

En caso de reclamo por una calificación obtenida en una prueba oral, el estudiante podrá exponer la razón de su desacuerdo a los profesores evaluadores en el mismo momento en que tiene conocimiento de la nota. Si el grupo evaluador mantiene la calificación, la realización de un nuevo examen quedará a discreción del Consejo de Facultad al que pertenece la materia, previa solicitud escrita del estudiante (Art. 66 del RGEPr).

- **Cambio de notas definitivas:**

Vencido el plazo previsto para el cambio notas derivadas de los reclamos presentados, estos solo podrán realizarse con la autorización del coordinador de pregrado del programa al que pertenece la materia (Art. 67 RGEPr).

- **Funciones del monitor:**

La principal función del monitor es la de ayudar al profesor en la dirección de las actividades académicas (laboratorios, sesiones de repaso o de ejercicios, asesoría a estudiantes). Así mismo, apoyarlo en la corrección de ejercicios y pruebas. La calificación definitiva de las pruebas será responsabilidad exclusiva del profesor.

- **Reporte de casos disciplinarios:**

Ante la sospecha de una presunta comisión de fraude académico (Art. 115 RGEPr) o de una falta disciplinara (Art. 116 y 117 RGEPr) por parte de uno de sus estudiantes o de cualquier miembro de la comunidad uniandina, los profesores deberán tener en cuenta:

- Es su deber informar al secretario del Comité Disciplinario de la facultad a la que pertenece el estudiante, mediante comunicación escrita que exprese de manera clara y sucinta los hechos. Se juntarán las pruebas correspondientes. (Art. 129 RGEPr).
- A través de un proceso disciplinario el estudiante tendrá la oportunidad formal de presentar su versión sobre los hechos y pronunciarse sobre las decisiones que tomó el Comité (Art. 130 – 146 RGEPr).
- El profesor tiene discreción para hablar con los estudiantes implicados antes de reportar el caso al comité, para informarles al respecto.

- Durante el proceso disciplinario el profesor podrá ser consultado si el Comité lo considera, pero no será parte formal del proceso.
 - A menos que el estudiante acepte su responsabilidad, el profesor no puede afirmar que cometió una falta disciplinaria. En cualquier conversación con un estudiante que presuntamente haya cometido la falta, el profesor debe ser cuidadoso. La existencia del fraude o de una falta disciplinaria solamente la puede determinar el Comité, después de haberse cumplido el proceso contemplado en los distintos reglamentos de estudiantes de la Universidad.
 - La actividad académica en la que se presume la comisión de un fraude académico deberá ser calificada con Pendiente Disciplinario (PD), (Art. 61 RGEPr). Es indispensable poner el Pendiente Disciplinario pues esta nota es una garantía del respeto por la presunción de inocencia del estudiante.
 - Una vez el profesor reciba copia de la carta por medio de la cual se le notifica al estudiante la culminación del proceso disciplinario, deberá levantar el PD y asignar la nota correspondiente a la actividad académica (Art. 129 y parágrafo 2 Art. 129 RGEPr).
- **Canales de ayuda para estudiantes y profesores:**

En cualquier momento los profesores y estudiantes podrán apoyarse en la labor de los coordinadores de su programa, la Decanatura de Estudiantes, la Secretaría General de la Universidad y la Oficina del Ombudsperson para consultar sobre asuntos académicos o administrativos según corresponda.

- **Ajustes razonables**

Según el Art.2 de la Convención sobre los Derechos de las personas con discapacidad de la ONU, se entiende por ajustes razonables "las modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas que no impongan una carga desproporcionada o indebida, cuando se requieran en un caso particular, para garantizar a las personas con discapacidad el goce o ejercicio, en igualdad de condiciones con las demás, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales". Por lo tanto, siéntase en libertad de informar a su profesor lo antes posible si tiene alguna condición o situación de discapacidad, visible o invisible, y requiere de algún tipo de apoyo o ajuste para estar en igualdad de condiciones con los demás estudiantes. En caso dado, por favor justifique su solicitud con un certificado médico o constancia de su situación. Así mismo, lo invitamos a buscar asesoría y apoyo en la dirección de su programa, en la decanatura de Estudiantes (Bloque Ñf, ext.2330, <http://centrodeconsejeria.uniandes.edu.co>) o en el Programa de Acción por la Igualdad y la Inclusión Social (PAIIS) de la Facultad de Derecho (paais@uniandes.edu.co).

- **Política de momentos difíciles -Nuevo**

En el marco de la situación de Pandemia que vive el país, la vicerrectoría académica sugiere "la adopción de una política de momentos difíciles, que ya había sido adoptada en algunos cursos incluso antes de la pandemia,

que consiste en la creación de un espacio seguro en los cursos para expresar dificultades personas con impacto sobre nuestra vida universitaria. Consiste en la inclusión de un párrafo en este sentido en los programas, y la apertura de un canal de comunicación que existe exclusivamente para la manifestación de momentos difíciles. El siguiente, es un ejemplo de la expresión de la política de momentos difíciles: “Todas las personas pueden pasar por un momento difícil que de alguna manera pueda afectar nuestra vida en la Universidad. Pueden ser problemas en casa, con la pareja, incluso estrés por esta u otra materia. Si usted siente que está pasando por un momento complicado, sin importar el motivo, siéntase con la tranquilidad de hablar con la profesora para pedir tiempo o apoyo. Ningún trabajo o entrega puede sobrepasar su salud mental y física. Su bienestar es lo más importante.”

- **Respeto por la diversidad**

Los valores de inclusión y respeto por la diversidad son fundamentales para nuestra labor. En esta comunidad consideramos inaceptable cualquier situación de acoso, discriminación, matoneo, y/o amenaza. Si alguno de los miembros de esta comunidad siente que está pasando por alguna de estas situaciones o sabe de alguien a quien esto le puede estar pasando puede denunciar su ocurrencia y buscar orientación y apoyo ante alguna de las siguientes instancias:

- el equipo pedagógico del curso o la dirección del programa,
- la Decanatura de Estudiantes (DECA),
- la Ombudsperson (ombudsperson@uniandes.edu.co).
- el Comité MAAD (Maltrato, Acoso, Amenaza y Discriminación) (lineamaad@uniandes.edu.co, <https://secretariageneral.uniandes.edu.co/index.php/es/inicio-es/14-noticias/128>).

También puede acudir a los representantes estudiantiles (CEU) y/o a los grupos estudiantiles que pueden prestarle apoyo y acompañamiento: No Es Normal (derechoygenero@uniandes.edu.co o <https://www.facebook.com/noesnormaluniandes/?fref=ts>); Pares de Acompañamiento Contra el Acoso (paca@uniandes.edu.co o <https://www.facebook.com/PACA-1475960596003814/?fref=ts>). Además, en clase usted podrá solicitar ser identificado con el nombre y los pronombres que usted prefiera, estos pueden coincidir o no con su nombre legal registrado en banner. No obstante, para firmar en listas de asistencia y marcar hojas de exámenes, debe usar su nombre legal.