
- **Información de los profesores**

Profesor(a) principal: **LUIS JAIME CORREDOR**
Correo electrónico: icorredo@uniandes.edu.co

Horario y lugar de atención: Martes y Viernes 14:00 a 15:30, en la oficina H 404

- **INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CURSO:**

Este curso introduce al estudiante a los conceptos básicos de la lógica matemática: las nociones y propiedades fundamentales de la lógica clásica (proposicional y de predicados), así como a las nociones básicas de teoría de calculabilidad. El prerrequisito es Álgebra Abstracta I.

La lógica se puede definir como el análisis de los métodos y formas de razonamiento. La lógica matemática analiza el razonamiento matemático y se centra en la noción de demostración y en la noción de verdad. En éste curso estudiaremos los conceptos básicos de la lógica matemática con la intención de presentar los resultados más importantes concernientes a esos conceptos básicos. Para cumplir estos objetivos se debe definir un lenguaje formal en el que se expresen enunciados a los que se asigna significado al interpretar los elementos del lenguaje formal. Una vez hecho esto analizaremos el concepto de demostración, el concepto de verdad y la relación que hay entre estos conceptos. Nos centraremos en el estudio de la lógica proposicional y luego estudiaremos lógica de primer orden o lógica de predicados. Introduciremos también los temas básicos de la teoría de modelos de la lógica de primer orden.

Al final del curso, en el marco de la teoría de calculabilidad, presentaremos una demostración del teorema de incompletitud de Gödel.

- **OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA**

Los principales objetivos de la asignatura comprenden el estudio de los conceptos básicos de demostración matemática y de verdad en una estructura; y posteriormente la relación entre estos conceptos.

- Entender la relación entre el lenguaje (sintáctica) y semántica de la lógica clásica proposicional y de primer orden.
- Entender nociones semánticas y sintácticas básicas de la lógica matemática y adquirir destreza en la construcción de demostraciones formales usando al menos un sistema deductivo formal.
- Entender el contenido, demostración y aplicaciones del teorema de completitud de la lógica de primer orden.
- Entender las nociones básicas de la teoría de calculabilidad.
- Entender el contenido del teorema de incompletitud de Gödel y las ideas fundamentales de su demostración.

- f. Adquirir mayor madurez en la escritura de argumentos matemáticos. En particular, en éste curso el trabajo escrito por el estudiante debe reflejar claramente la distinción entre lenguaje y metalenguaje.

• **COMPETENCIAS A DESARROLLAR**

Comprensión del concepto de demostración formal. Comprensión del concepto de estructura matemática y de ciertas construcciones que se pueden hacer con estructuras matemáticas. Demostración de los teoremas básicos de completitud y compacidad y algunas de sus aplicaciones. Utilizar el teorema de compacidad para aplicaciones en otros campos de matemáticas.

• **CONTENIDO DE LA ASIGNATURA**

Lógica proposicional: Lenguaje proposicional. Formas normales. Teorema de compacidad. Sistema axiomático para el cálculo de proposiciones. Concepto formal de demostración. Consistencia. Teorías completas. Teorema de la deducción. Teorema de completitud.

Lógica de primer orden: Lenguajes de primer orden. Cuantificadores. Fórmulas bien formadas. Variables libres y variables ligadas. Estructuras como interpretación de un lenguaje. Operaciones entre estructuras. El concepto de verdad en una estructura. Definibilidad en una estructura. Un sistema axiomático para la lógica de primer orden. Teorías consistentes. Teorema de la deducción. Teorema de completitud.

Teoría de modelos: Teorema de compacidad y algunas aplicaciones. El teoremas de Löwenheim--Skolem. Y el criterio de Vaught. Equivalencia elemental y back-and-forth. Eliminación de cuantificadores. La aritmética de Presburger.

Computabilidad y teorema de incompletitud: Funciones computables o recursivas. La tesis de Church-Turing. Demostración del teorema de incompletitud de Gödel. Teorías Indecidibles.

• **CRONOGRAMA**

A continuación se describe la distribución de los temas del curso a través del semestre. Los números sin descripción corresponden a las secciones del texto principal ("Mathematical Logic" de Lou van den Dries).

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS PROGRAMA DEL CURSO MATE-XXXX Primer Semestre de 2020				
Semana	Mes	Fecha	Teoría	Secciones del texto
1	Enero	20 Lu	Introducción al curso	1.1
			Conjuntos, Funciones y Relaciones	1.2
		a		
		24 Vi	Conjuntos, Funciones y Relaciones	1.2
			Lógica Proposicional	2.1
2	Enero	27 Lu	Lógica Proposicional	2.1
		a	Completitud de la Lógica Proposicional	2.2
		31 Vi		
3	Febrero	3 Lu	Lógica de Predicados:	
		a	Lenguajes y Estructuras	2.3
		7 Vi	Variables y Términos	2.4
			Fórmulas y Sentencias	2.5
			Modelos	2.6
4	Febrero	10 Lu	Sistema Deductivo y Demostraciones Formales	2.7
		a		
		14 Vi	Teorema de Completitud	3.1
			Tarea 1	
5	Febrero	17 Lu	Demostración del Teorema de Completitud	3.2
		a		

		21 Vi	Demostración del Teorema de Completitud	3.2
6	Febrero	24 Lu	Algunos resultados de la Lógica de Predicados	3.3
		a		
		28 Vi	Parcial 1	
7	Marzo	2 Lu	Teoría de Modelos:	
		a	Teorema de Compacidad	
		6 Vi	Teorema de Löwenheim-Skolem	4.1
8	Marzo	9 Lu	Test de Categoricidad de Vaught	4.1
		a		
		13 Vi*	Equivalencia Elemental y Back-and-forth	4.2
		<i>*Último día para entregar el 30%</i>		
		16 Lu a 20 Vi	<i>Semana de Receso</i>	
9	Marzo	23 Lu	LUNES FESTIVO	
		a	Eliminación de Cuantificadores	4.3
		27 Vi**	Tarea 2	
			La Aritmética de Presburger	4.4
		<i>**Último día de retiros (6:00pm)</i>		
10	Marzo	30 Lu	La Aritmética de Presburger	4.4
	a			
	Abril	3 Vi	Parcial 2	

	Abril	6 Lu a 10 Vi	Semana Santa	
11	Abril	13 Lu a 17 Vi	Computabilidad, decidibilidad e Incompletitud:	
			Funciones Computables o recursivas	5.1
12	Abril	20 Lu a 24 Vi	La tesis de Church-Turing	5.2
			Funciones Primitivamente Recursivas	5.3
13	Abril	27 Lu a 1 Vi	Representabilidad	5.4
	Mayo		1 de Mayo Festivo	
14	Mayo	4 Lu a 8 Vi	Decidibilidad y Enumeración de Gödel	5,5
			Tarea 3	
			Teoremas de Church y de Incompletitud de Gödel (forma débil)	5.6
15	Mayo	11 Lu a 15 Vi	Una forma explícita del Teorema de Incompletitud	5.7
			Parcial 3	
16	Mayo		Teorías Indecidibles	5.8

		18 Lu		
		a		
		22 Vi	Tarea 4	
Exámenes Finales:		Mayo 26 - Junio 4		

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".

• Bibliografía

Texto principal:

van den Dries, L. Mathematical Logic. Lecture notes. 2016

Otros textos:

Caicedo, X. Elementos de lógica y calculabilidad. Universidad de Los Andes. 1990.

Caicedo, X. Notas sobre Incompletitud de la aritmética formal.

Chiswell, I. Y W. Hodges. Mathematical Logic., Oxford Texts in Logic, 2007.

Di Prisco, C. A. Introducción a la lógica matemática. Notas de clase. 2019.

Enderton, H. A mathematical introduction to Logic. Harcourt Academic Press. 2001

Goldstern, M. Judah, H. The incompleteness phenomenon. AK Peters. 1998

Mendelson, E. Introduction to mathematical Logic. Chapman & Hall, 1997.

Ziegler, M. Notas sobre Lógica Matemática

Metodología

El curso consiste de dos clases magistrales por semana. En las clases el profesor expone las bases teóricas de la materia, y por fuera de clase el estudiante dedicará tiempo para resolución de problemas donde el estudiante se familiarizará con la teoría expuesta y aprenderá a aplicarla en problemas y ejercicios.

Además, los estudiantes deberán resolver varias tareas a lo largo del semestre. Las tareas que deben trabajarse así: cada estudiante debe pensar los ejercicios individualmente antes de acudir a cualquier discusión con sus compañeros. Discutir no significa copiar la solución de otros: la escritura de la tarea debe ser completamente individual.

Es fundamental que el estudiante asuma una rutina de estudio independiente que incluya la lectura a tiempo de las secciones asignadas del libro de texto, la preparación de los ejercicios asignados y la búsqueda activa de apoyo para la resolución de dudas y obtención de retroalimentación ofrecidas por la universidad. En este último aspecto el estudiante puede:

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>

- a) Recurrir a las horas de atención de estudiantes asignadas por sus profesores o a la ayuda del monitor de la clase que estará dispuesto a aclarar dudas y guiar a los estudiantes.
- b) Participar activamente en clase con preguntas y desarrollo de ejercicios, para así detectar y corregir errores y malentendidos a tiempo.
- c) Usar como práctica los talleres y exámenes pasados.

• Criterios de evaluación y aspectos académicos

Porcentajes de cada evaluación

60% Parciales (3 Parciales, 20% c/u)

20% Tareas (4 Tareas, 5% c/u)

20% Examen Final

Fechas importantes

Semana 4 -- Tarea 1

Semana 6 -- Parcial 1

Semana 9 -- Tarea 2

Semana 10 -- Parcial 2

Semana 14 -- Tarea 3

Semana 15 -- Parcial 3

Semana 16 -- Tarea 4

Parámetros de calificación de actividades académicas

En todas las evaluaciones, se pide redactar una solución argumentada y detallada, con frases en español o inglés y una presentación clara de los argumentos. Cualquier respuesta debe ser matemáticamente justificada. Soluciones sin debido desarrollo y justificación no serán válidas, y la presentación es importante.

Calificación de asistencia y/o participación en clase

No contribuye a la nota final.

Reclamos

Los exámenes y tareas serán entregados en clase. Si un estudiante no asiste a esta clase, puede recogerlos en la oficina del profesor, únicamente durante el horario de atención del profesor. Es responsabilidad del estudiante reclamar sus exámenes y tareas.

Reclamos sobre calificaciones se pueden hacer de forma oral, en el momento de entrega de ellos, o de forma escrita según el reglamento estudiantil: dentro de 4 días hábiles siguientes (contados desde la fecha de entrega).

Política de aproximación de notas

De acuerdo al sistema de calificación vigente en la Universidad de Los Andes, la nota final del curso es una nota sobre 5 con dos dígitos decimales. La aproximación de la nota final se realizará a la décima superior más cercana. Por ejemplo, una nota de 3.61 se aproximaría a 3.7, y una nota de 3.89 se aproximaría a 3.9. Sólo se aproxima el promedio final, no las notas parciales.

La única excepción a la regla arriba será para una nota mayor o igual a 4.8, que se aproximará a 5.0. El curso se aprobará con un promedio ponderado mayor o igual a tres (3,00).

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 de 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 disciplinaria (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 adjuntarán 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 (paiis@uniandes.edu.co).

- **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.