

DINÁMICA DE SISTEMAS (IIND 2301)

Departamento de Ingeniería Industrial

Programa 2020-I

Equipo docente:

Francisco Berrío	jf.berrio10@uniandes.edu.co
Laura Guzmán Abello	l.guzman89@uniandes.edu.co
David Esteban Molina Liévano	de.molina10@uniandes.edu.co
Andrea C. Navarrete Padilla	ac.navarrete398@uniandes.edu.co
Camilo Olaya*	colaya@uniandes.edu.co
Alejandro Ruiz	a.ruiz16@uniandes.edu.co
Cristina Valdivieso D'Costa	c.valdivieso499@uniandes.edu.co
María Alejandra Victorino	ma.victorino811@uniandes.edu.co

OBJETIVOS

Objetivos relacionados con Dinámica de Sistemas:

- Promover la conceptualización de situaciones complejas y reales con una visión sistémica para utilizarla en la vida diaria y profesional.
- Diseñar sistemas y políticas para mejorar sistemas sociales mediante la construcción de modelos conceptuales y de simulación.
- Desarrollar un pensamiento crítico sobre los supuestos que se realizan para observar y describir un sistema.
- Desarrollar competencias propias de la Dinámica de Sistemas.

Objetivos relacionados con competencias transversales a la ingeniería:

- Promover el ejercicio de la autonomía.
- Según la ABET (*Engineering Accreditation Commission*): a continuación se listan las competencias para ingeniería de la ABET que especialmente se promueven en este curso según lo ha establecido el Departamento de Ingeniería Industrial:

(1) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería mediante la aplicación de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería.

(2) Diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga necesidades requeridas y considere restricciones económicas, ambientales, sociales, de salud, seguridad, bienestar y sostenibilidad.

(4) Comprender la responsabilidad ética y profesional en situaciones de ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.

* Coordinador del curso

METODOLOGÍA

Este curso está diseñado para desarrollar competencias de Dinámica de Sistemas por parte de los estudiantes. Hay tres competencias que constituyen los objetivos de conocimientos adquiridos durante el curso: construcción y evaluación de modelos (competencia 1); conceptualización de realimentaciones y evaluación de sistemas (competencia 2); y diseño y evaluación de políticas sistémicas (competencia 3).

El trabajo en el curso se desarrolla en tres espacios diferentes: 1) las clases presenciales, dedicadas a la discusión de temas y realización de laboratorios, talleres y ejercicios; 2) un proyecto de aplicación en alguna situación problemática real que dará como resultado un artículo académico; 3) el espacio autónomo de cada estudiante para desarrollar las competencias del curso por fuera de las sesiones de clase.

En cuanto a las clases presenciales hay tres sesiones semanales. Las sesiones A y B se llevarán a cabo en salones de clase y se utilizarán para el desarrollo de las competencias del curso a través de discusiones y ejercicios. En algunas ocasiones no se utilizará la sesión B. La sesión C corresponde a un laboratorio en una sala de computadores. En los laboratorios se resolverán las dudas de los talleres que los estudiantes deben realizar con anterioridad. El cronograma del curso especifica los contenidos de las sesiones y las lecturas correspondientes. Para aprovechar las clases presenciales es necesario hacer la lectura previa correspondiente.

El proyecto de aplicación se desarrolla en grupos de trabajo y consta de dos entregas. Cada grupo debe escoger una situación problemática real. El producto final será un artículo académico con potencial de publicación que corresponde a la segunda entrega. Las entregas deben ser subidas a Sicua según las fechas establecidas en el cronograma del curso. La guía para el desarrollo de este proyecto se encuentra en Sicua y las matrices de calificación para cada una de las entregas se encuentran en los anexos de dicha guía.

Durante el semestre estará disponible para los estudiantes la sala de atención “Passarella” (ML 121) de lunes a jueves; los horarios se publicarán en Sicua. En este espacio los estudiantes podrán obtener enunciados de exámenes parciales anteriores y resolver dudas de ejercicios y problemas que **ya hayan resuelto**.

EVALUACIÓN

1. Calificación de competencias

Las competencias 1 y 3 se califican con un examen individual presencial y una evaluación que puede ser grupal. La competencia 2 se califica con un examen grupal semipresencial y una evaluación grupal.

- **Exámenes**

Se realizarán exámenes individuales para calificar las competencias 1 y 3 y habrá dos oportunidades (exámenes A y B) para aprobarlos. La competencia 2 tendrá un único examen el cuál será desarrollado en grupos de dos personas. Las fechas y horas en las que se realizarán estos exámenes se encuentran en el cronograma del curso. Esta programación de exámenes no es justificación para los estudiantes para faltar a otras clases o actividades académicas. Si la fecha y la hora de los exámenes se cruzan con otra clase o actividad, es deber del estudiante informar oportunamente al profesor de su sección de Dinámica de Sistemas.

- **Evaluaciones**

Las evaluaciones son: evaluación de modelos (competencia 1), evaluación de sistemas (competencia 2) y evaluación de políticas sistémicas (competencia 3); las fechas en las que se realizarán éstas se encuentran en el cronograma del curso.

- **Criterios de Calificación**

Para la calificación de las tres competencias este curso establece las siguientes consideraciones:

- Para evaluar las competencias hay exámenes y evaluaciones con nota numérica.
- En los anexos se presentan las matrices que establecen los criterios de calificación para las competencias de Dinámica de Sistemas que desarrolla este curso. A cada una corresponden diferentes niveles de desempeño posibles que a su vez están asociados a una nota numérica.
- Las notas de las competencias utilizan una escala de 0,0 a 5,0. La nota mínima aprobatoria es 3,0.
- Las competencias 1 y 3 se evalúan dos veces durante el semestre (A y B), las fechas se encuentran en el cronograma del curso. No es necesario para cada estudiante utilizar las dos oportunidades (A y B) del examen y/o evaluación de una misma competencia. Si el estudiante utiliza ambas oportunidades entonces, si la nota obtenida en la segunda oportunidad es mayor a la anterior, la reemplaza; si no, se promedian.
- Para aprobar las competencias 1 y 3 es necesario aprobar tanto los exámenes como las evaluaciones. Sujeto a lo anterior, la calificación de las evaluaciones tiene un valor del 30% de la nota total de la competencia respectiva.

- **Exención de competencias**

Aquellos estudiantes que tuvieron un desempeño BUENO (igual o superior a 4.0) en la competencia 1, 2 y/o 3 en un semestre anterior pueden realizar una solicitud para eximir la competencia. Para solicitar la exención de las competencias, estas deben mantener los mismos objetivos y temáticas del semestre actual. El formato correspondiente estará en Sicua.

2. Calificación del proyecto de aplicación

Los porcentajes sobre la nota final del curso de cada una de las entregas del proyecto son los siguientes:

Entrega I: 10% de la nota final del curso

Entrega II: 15% de la nota final del curso

Nota entregas

Cada una de las entregas se evaluará de acuerdo con los criterios definidos en la matriz de calificación para el proyecto de aplicación (ver Guía para la realización del proyecto de aplicación 2020-I). Adicionalmente, la nota de la entrega I podrá modificarse con base en la segunda entrega de acuerdo con las mejoras correspondientes evidenciadas en:

- La entrega I corregida. Los cambios que se hayan hecho deben estar resaltados.
- Un documento anexo al artículo final que debe especificar los cambios realizados a la entrega I (máximo 500 palabras).

Para la entrega II, la calificación para cada estudiante constará de dos componentes: una calificación del trabajo individual por parte de sus compañeros de grupo (“Calificación del trabajo individual”) y la nota de la entrega (“nota entrega”).

Calificación del trabajo individual

Cada integrante del grupo debe calificar el trabajo de sus compañeros con una nota entre 0,0 y 5,0 de acuerdo con los criterios definidos por el mismo grupo en la entrega I (Ver Guía para la realización del proyecto de aplicación 2020-I). El promedio de las notas asignadas por los compañeros de grupo será la *calificación del trabajo individual* de cada estudiante. Cada estudiante de manera individual deberá subir a Sicua el formato con la calificación de sus compañeros de acuerdo con la fecha establecida en el cronograma.

Nota estudiante

La nota del estudiante en la entrega II se calculará de acuerdo con la nota de la entrega y la calificación del trabajo individual de la siguiente manera:

$$\text{Nota estudiante} = \text{Nota entrega} \times \left(0,9 + \frac{\text{Calificación del trabajo individual} * \text{Entregó}^{(*)}}{5} \times 0,1 \right) \times \frac{\text{Calificación del trabajo individual}}{5}$$

(*) *Entregó* es una variable binaria que toma el valor de 1 en caso de que se haya entregado la calificación individual del trabajo de sus compañeros en las fechas establecidas; en el caso contrario la variable toma un valor de 0.

• Homologación del proyecto de aplicación

Si un estudiante ya ha desarrollado un proyecto de aplicación en periodos anteriores, cuenta con la posibilidad de homologar el proyecto. Para ello tiene plazo hasta el viernes 7 de febrero a las 11:59 PM y debe hacerlo a través de la sección magistral en SICUA ingresando al enlace que se encuentra en la carpeta Contenido/Proyecto de Aplicación; en el enlace encontrará las instrucciones correspondientes.

3. Nota definitiva

La calificación final se basa en el desarrollo de tres competencias (80% de la nota final así: competencia 1: 30%; competencia 2: 25%; competencia 3: 25%) y en el proyecto de aplicación (25% de la nota final). Esta distribución de porcentajes y la aprobación del curso están sujetos a la siguiente regla condicional:

Para aprobar el curso es *necesario y suficiente* aprobar las competencias 1 y 3, es decir, alcanzar individualmente un nivel de desempeño mínimo correspondiente a la nota 3,0 en los exámenes de las competencias y en las evaluaciones respectivas. Esta condición corresponde con el diseño del curso basado en competencias pues esto exige que cada estudiante evidencie un nivel de desempeño mínimo aceptable en las competencias mencionadas.

La nota definitiva de cada estudiante se entiende como una valoración cualitativa de su trabajo realizado. En el contexto de un curso diseñado por competencias esto implica valorar el desempeño del estudiante y asignarle una calificación. Para establecer esta valoración entonces la nota definitiva será múltiplo de 0,5 en una escala de 1,5 a 5,0. Para determinar esta nota definitiva se examinarán primero las condiciones de aprobación del curso de acuerdo con lo establecido en este programa (en particular la aprobación de las

competencias 1 y 3) y una vez verificada esta condición la nota definitiva se establecerá a partir de la nota definitiva numérica que obtenga cada estudiante la cual se aproximará a la nota múltiplo de 0,5 más cercana. El significado de la nota definitiva se establece de la siguiente forma:

- CINCO (5,00). EXCELENTE. El estudiante alcanzó a cabalidad los objetivos propuestos. Aprovechó el curso y la calidad de su trabajo fue excelente.
- CUATRO CINCO (4,50). MUY BUENO. El estudiante alcanzó a cabalidad los objetivos del curso. Aprovechó el curso y la calidad de su trabajo fue muy buena
- CUATRO (4,00). BUENO. El estudiante alcanzó a cabalidad los objetivos del curso. Aprovechó el curso y la calidad de su trabajo fue buena.
- TRES CINCO (3,50). SATISFACTORIO. El estudiante cumplió bien los objetivos del curso. Aprovechó el curso y la calidad de su trabajo fue satisfactoria.
- TRES (3,00). SUFICIENTE. El estudiante apenas logró demostrar conocimientos suficientes en las competencias del curso. Las deficiencias en su forma de aprovechar el curso y en la calidad de su trabajo no hacen necesario que lo repita.
- DOS CINCO (2,50). INSUFICIENTE. El estudiante no logró el desempeño requerido de las competencias.
- DOS (2,00). DEFICIENTE. El desempeño del estudiante fue deficiente en todos los aspectos del curso.
- UNO CINCO (1,50) MÍNIMA. Calificación final mínima.

TEXTO GUÍA

Sterman, John (2000). *Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World.* McGraw-Hill, Boston, MA, USA.

ESTUDIANTES EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD

Se recomienda a estudiantes en condición de discapacidad (física, auditiva, visual, mental, cognitiva, múltiple) contactar al profesor del curso para gestionar alternativas para las clases y la realización de exámenes y evaluaciones.

PROTOCOLO MAAD

El miembro de la comunidad que sea sujeto, presencie o tenga conocimiento de una conducta de maltrato, acoso, amenaza, discriminación, violencia sexual o de género (MAAD) podrá poner el caso en conocimiento de la Universidad. Ello, con el propósito de que se puedan tomar acciones institucionales para darle manejo al caso, a la luz de lo previsto en el protocolo, velando por el bienestar de las personas afectadas.

Para poner en conocimiento el caso y recibir apoyo, se puede contactar a:

1. Línea MAAD: lineamaad@uniandes.edu.co
2. Ombudsperson: ombudsperson@uniandes.edu.co
3. Decanatura de Estudiantes: Correo: centrodeapoyo@uniandes.edu.co
4. Red de Estudiantes:
 - PACA (Pares de Acompañamiento contra el Acoso) paca@uniandes.edu.co
 - Consejo Estudiantil Uniandino (CEU) comiteacosoceu@uniandes.edu.co

ANEXOS

ANEXO 1: Matrices de calificación Competencias Dinámica de Sistemas

CALIFI- CACIÓN	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
	Competencia 1: construcción y evaluación de modelos				
Examen	<p>Identifica solo algunas de las variables instantáneas, acumulaciones o demoras a partir de una situación descrita en un texto. No reconoce o no modela correctamente los procesos de aumento y disminución de acumulaciones. Confunde material con información. Fórmula con errores conceptuales reglas de decisión que no caracterizan adecuadamente la situación descrita.</p>	<p>Construye un modelo de simulación que tiene algunos de los siguientes errores conceptuales: no identifica todas las variables instantáneas, acumulaciones o demoras a partir de una situación descrita en un texto; no reconoce o no modela correctamente los procesos de aumento y disminución de acumulaciones; no reconoce o no modela consistentemente las demoras de material e información; confunde flujos de material con relaciones de información o tiene errores conceptuales al establecer reglas de decisión que no caracterizan adecuadamente la situación descrita.</p>	<p>Construye un modelo de simulación que cumple con los requisitos conceptuales mínimos. Identifica variables instantáneas y acumulaciones a partir de una situación descrita en un texto. Reconoce y modela consistente y correctamente los procesos de aumento y disminución de acumulaciones. Reconoce apropiadamente demoras de material e información, aunque con errores técnicos en su modelación. No confunde flujos de material con relaciones de información. Establece apropiadamente reglas de decisión y formula sus ecuaciones pero con varios errores técnicos. Define la mayoría de los parámetros del modelo. El modelo tiene varios errores técnicos.</p>	<p>Identifica variables instantáneas, acumulaciones y demoras a partir de una situación descrita en un texto. Reconoce y modela consistente y correctamente los procesos de aumento y disminución de acumulaciones. No confunde flujos de material con relaciones de información. Reconoce apropiadamente las demoras de material e información. Establece apropiadamente reglas de decisión y formula sus ecuaciones con pocos errores técnicos o imprecisiones. El modelo tiene algunos errores técnicos.</p>	<p>Identifica y modela correctamente todas las variables instantáneas, acumulaciones y demoras necesarias para representar una situación descrita en un texto. Reconoce y modela consistente y correctamente los procesos de aumento y disminución de acumulaciones. No confunde flujos de material con relaciones de información. Establece apropiadamente reglas de decisión y formula sus ecuaciones sin errores. Modela la situación descrita sin ningún error.</p>
Evaluación de modelos	<p>Evidencia errores en la comprensión del propósito de las pruebas o la justificación de la selección de pruebas es inapropiada. No identifica pruebas técnicas apropiadas para evaluar la confiabilidad de un modelo. La implementación de las pruebas no es correcta, ni realiza análisis de los resultados obtenidos. No concluye sobre la confiabilidad del modelo de acuerdo con los resultados.</p>	<p>Evidencia errores en la comprensión del propósito de las pruebas o la justificación de la selección de pruebas es inapropiada. No identifica las pruebas técnicas más apropiadas para evaluar la confiabilidad de un modelo. La implementación de las pruebas no es correcta y el análisis de resultados carece de coherencia. No concluye sobre la confiabilidad del modelo de acuerdo con los resultados obtenidos.</p>	<p>Define con imprecisiones el propósito de las pruebas y la justificación de su selección. La implementación de las pruebas es adecuada y el análisis de los resultados obtenidos es congruente con el propósito de las pruebas, aunque carece de rigor técnico. Concluye sobre la confiabilidad del modelo de acuerdo con los resultados de las pruebas aunque con algunos errores.</p>	<p>Define apropiadamente el propósito de las pruebas y justifica la selección de las pruebas técnicas de evaluación de modelos de acuerdo con su propósito y los resultados de las pruebas realizadas. Implementa adecuadamente las pruebas y analiza los resultados obtenidos en congruencia con el propósito de las pruebas, aunque con algunas imprecisiones. Concluye adecuadamente sobre la confiabilidad del modelo de acuerdo con los resultados de las pruebas.</p>	<p>Define apropiadamente el propósito de las pruebas y justifica con rigor la selección de las pruebas técnicas de evaluación de modelos de acuerdo con su propósito y los resultados de las pruebas realizadas. Implementa adecuadamente las pruebas y analiza rigurosamente los resultados obtenidos en congruencia con el propósito de las pruebas. Concluye sobre la confiabilidad del modelo de acuerdo con los resultados sin errores.</p>

**CALIFI-
CACIÓN**

1,0

2,0

3,0

4,0

5,0

Competencia 2: conceptualización de realimentaciones y evaluación de sistemas

	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Examen	No identifica explícita o correctamente en un modelo las diferentes perspectivas que hay en una situación o no las expresa en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Ciclos Causales	Identifica algunas perspectivas que hay en una situación y las conceptualiza explícitamente en un modelo pero omite algunas sistemáticamente perspectivas o actores. Al expresar esta situación en un Diagrama de Ciclos Causales (DCC) no incluye correctamente los ciclos de realimentación correspondientes con las perspectivas identificadas. Los ciclos de realimentación no están correctamente sustentados o hay errores conceptuales al presentar las funciones de los mismos. Identifica algunas diferencias o conflictos entre intereses de los actores pero no completamente o no del todo consistentemente con el DCC.	Identifica algunas perspectivas que hay en una situación y las conceptualiza explícitamente en un modelo pero omite alguna perspectiva o actor relevante. Expresa esta situación en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Ciclos Causales (DCC) aunque con algunos errores técnicos o con algunas inconsistencias frente a las perspectivas identificadas. Presenta y sustenta el DCC y los ciclos con sus funciones con algunos errores no importantes. Identifica algunas diferencias o conflictos entre intereses de los actores pero no completamente o no del todo consistentemente con el DCC.	Identifica las diferentes perspectivas que hay en una situación, incluyendo a los actores involucrados y las conceptualiza explícitamente en un modelo. Expresa esta situación en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Ciclos Causales (DCC) pero con algunos errores técnicos o con algunas inconsistencias frente a las perspectivas identificadas. Presenta y sustenta el DCC y los ciclos con sus funciones eventualmente con algunos errores no importantes. Identifica diferencias o conflictos entre intereses de los actores, eventualmente con alguna omisión.	Identifica las diferentes perspectivas que hay en una situación, incluyendo a los actores involucrados y las conceptualiza explícitamente en un modelo. Expresa esta situación correcta y consistentemente en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Ciclos Causales (DCC). Indica las demoras que considera relevantes. Presenta y sustenta el DCC y los ciclos con sus funciones de manera rigurosa y consistente. Identifica completamente las diferencias o conflictos entre intereses de los actores.
Evaluación de sistemas	No identifica posibilidades de transformación de la frontera de un sistema y/o no las expresa correctamente en términos de realimentación en un Diagrama de Niveles y Flujos.	Identifica posibilidades de transformación de la frontera de un sistema proponiendo fronteras alternativas pero sin utilizar correctamente la Heurística Crítica de Sistemas (HCS) o sin integrar correctamente ciclos de realimentación en un Diagrama de Niveles y Flujos.	Identifica posibilidades de transformación de la frontera de un sistema proponiendo fronteras alternativas utilizando la Heurística Crítica de Sistemas (HCS) pero con errores no importantes. Expresa dichas posibilidades en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Niveles y Flujos (DN&F) aunque con algunas inconsistencias en relación con la HCS desarrollada y eventualmente con algún error al integrar los ciclos de realimentación en el DN&F.	Identifica posibilidades de transformación de la frontera de un sistema proponiendo fronteras alternativas utilizando la Heurística Crítica de Sistemas (HCS) pero eventualmente con algunos errores no importantes. Expresa dichas posibilidades correctamente en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Niveles y Flujos aunque con algunas inconsistencias en relación con la HCS desarrollada.	Identifica posibilidades de transformación de la frontera de un sistema proponiendo fronteras alternativas utilizando correctamente la Heurística Crítica de Sistemas (HCS). Expresa dichas posibilidades correctamente en términos de ciclos de realimentación en un Diagrama de Niveles y Flujos y de manera consistente con la HCS desarrollada.

Competencia 3: diseño y evaluación de políticas sistémicas

Examen	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Evaluación de políticas sistémicas	No se evidencia la implementación de estrategias estructurales en un modelo ni hay resultados de dicha implementación. En el análisis se encuentran varias incoherencias e inconsistencias conceptuales.	Implementa estrategias estructurales en un modelo y muestra los resultados de dicha implementación, pero ni los resultados ni la implementación se entiende del todo o no parece ser coherente. Hay un intento por evaluar dichas estrategias en escenarios, pero hay varias incoherencias en la evaluación y/o en el diseño de los mismos. La propuesta de estrategias trascendentales contiene errores conceptuales.	Implementa estrategias estructurales en su mayoría coherentes en un modelo y muestra los resultados de dicha implementación, aunque con varias imprecisiones. Desarrolla una explicación sistémica de cómo el sistema produce el comportamiento con las estrategias estructurales, aunque con imprecisiones. Examina y evalúa dichas estrategias en escenarios diseñados de manera coherente, aunque la evaluación no es del todo precisa. La propuesta de estrategias trascendentales es coherente pero tiene varias imprecisiones.	Implementa de manera coherente y correcta, pero con imprecisiones, estrategias estructurales en un modelo y muestra los resultados de dicha implementación de manera clara y explícita. Desarrolla una explicación sistémica de cómo el sistema produce el comportamiento con las estrategias estructurales. Examina y evalúa dichas estrategias en escenarios diseñados de manera coherente, aunque la evaluación no es del todo precisa. Propone estrategias trascendentales coherentes que se articulan con la comprensión de la estructura del sistema, aunque con pocas imprecisiones.	Implementa estrategias estructurales de manera coherente, correcta y rigurosa, en un modelo y muestra los resultados de dicha implementación de manera clara y explícita. Desarrolla una explicación sistémica rigurosa de cómo el sistema produce el comportamiento con las estrategias estructurales. Examina y evalúa dichas estrategias en escenarios diseñados de manera coherente. Propone estrategias trascendentales coherentes que se articulan con la comprensión de la estructura del sistema.