

Universidad de los Andes
Departamento de Ingeniería Industrial
Probabilidad y Estadística I (IIND2106)

Profesor Coordinador: Mario Castillo

Profesores: Gonzalo Torres, Astrid Bernal, Daniela Angulo, Alex Murcia, Daniel Suárez, Nicolás Mejía y Carlos Castellanos

Primer semestre de 2020

I. Objetivos del Curso

Adquirir una formación en los conceptos básicos de probabilidad, y en el manejo y análisis de datos estadísticos. Se hace especial énfasis en que los estudiantes logren una adecuada comprensión y utilización de los modelos no determinísticos en la solución de problemas de la vida real que comportan riesgo e incertidumbre.

II. Objetivos de Aprendizaje

Al final del curso el estudiante debe estar en capacidad de:

1. Identificar en un experimento aleatorio el espacio muestral y los eventos de interés para calcular e interpretar probabilidades.
2. Identificar y representar situaciones simples utilizando técnicas de conteo para calcular e interpretar probabilidades.
3. Identificar y representar con árboles de probabilidad eventos condicionales para calcular e interpretar probabilidades.
4. Identificar variables aleatorias discretas y continuas que representen los resultados de diferentes experimentos aleatorios.
5. Calcular e interpretar probabilidades con base en las distribuciones discretas y continuas de mayor aplicación.
6. Calcular e interpretar el valor esperado y la varianza de una variable aleatoria.
7. Modelar en Crystal Ball situaciones que comportan riesgo e incertidumbre con el propósito de representar, analizar y cuantificar el riesgo.
8. Construir y analizar funciones de probabilidad de distribuciones bivariadas.
9. Calcular e interpretar probabilidades de distribuciones bivariadas.
10. Calcular e interpretar valores esperados, covarianzas y correlaciones de variables conjuntas.
11. Determinar la distribución de la suma de variables aleatorias independientes de mayor aplicación para calcular e interpretar probabilidades.
12. Calcular, interpretar y analizar las principales estadísticas descriptivas de un conjunto de datos.
13. Construir estimadores, y comprender e interpretar sus propiedades básicas y sus aplicaciones.
14. Construir, calcular e interpretar intervalos de confianza.
15. Identificar, formular y evaluar las pruebas de hipótesis estadísticas de mayor aplicación.
16. Aplicar pruebas de Bondad de Ajuste a un conjunto de datos e interpretar sus resultados.
17. Construir modelos de regresión lineal simple y múltiple, interpretar sus resultados y verificar sus supuestos.

III. Habilidades

Las habilidades definidas por el ABET (Accreditation Board of Engineering and Technology) que el curso de Probabilidad y Estadística I busca desarrollar en sus estudiantes son:

Outcome 6: Habilidad para desarrollar y conducir adecuadamente experimentos, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para obtener conclusiones.

IV. Metodología

Este curso se desarrolla bajo la metodología de aprendizaje activo que se conoce como Clase Invertida. Bajo esta metodología se incentiva que los estudiantes desarrollen su autonomía al aprender conceptos fuera del aula, con el propósito de que el tiempo de clase sea utilizado en forma más eficiente para avanzar en el nivel de comprensión de los conceptos que se cubren en cada sesión y de solucionar problemas mediante el trabajo colaborativo por parte de los estudiantes. El programa del curso se cubrirá mediante dos sesiones semanales de una hora y veinte minutos a cargo del profesor, y una sesión complementaria semanal de una hora y media a cargo de un asistente graduado. Para cubrir los temas, el estudiante deberá desarrollar un conjunto de actividades de trabajo individual que se han programado en tres momentos, antes, durante y después de cada sesión, las cuales se presentan a continuación:

- **Antes de la clase**

De acuerdo con la guía de trabajo publicada en SicuaPlus, el estudiante debe preparar la clase, la cual cuenta entre sus recursos, videos, lecturas seleccionadas y ejercicios de un nivel básico, los cuales el estudiante debe desarrollar después de haber revisado el material disponible.

Estas actividades constituyen un primer acercamiento a los términos básicos, conceptos y procedimientos fundamentales de la temática que se abordará durante la clase. Es necesario que el estudiante desarrolle estas actividades antes de la clase magistral.

- **Durante la clase**

Al inicio de cada sesión se realizará un quiz que busca medir el nivel de comprensión logrado por los estudiantes a partir de las actividades de preparación de clase. La sesión continuará con la presentación del profesor enfocada en la retroalimentación de conceptos preparados por los estudiantes antes de la clase, así como a la presentación y desarrollo de los temas nuevos de la sesión, y al acompañamiento en la realización de un conjunto de ejercicios seleccionados para el desarrollo del tema de la sesión. En cada sesión se llevarán a cabo los Ejercicios de Clase que los estudiantes deberán desarrollar en grupos asignados por el profesor, con la ayuda del equipo docente del curso.

- **Después de la clase**

El curso, de forma unificada, cuenta con actividades que permiten evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante en los temas desarrollados durante la clase, y que sirven como mecanismo de refuerzo de los mismos, tales como sets de ejercicios, clases complementarias y bonos. Adicionalmente, en algunas sesiones se cuenta con videos de ejercicios resueltos.

El curso tiene un énfasis marcadamente práctico en el contexto de la ingeniería, por lo que este se ha estructurado conceptualmente en forma matricial, de tal forma que en una dimensión se encuentran los contenidos temáticos del curso y en la otra un conjunto de actividades transversales entre las que se encuentran *manipulación de datos, simulación y experimentación, uso de software, toma de decisiones bajo riesgo y análisis de casos de estudio*. Esta parte práctica del curso está complementada por el desarrollo de sets de

ejercicios diseñados por el equipo de trabajo del curso, y por la realización de talleres en computadores personales.

La participación activa y permanente de los estudiantes **antes, durante y después** de las sesiones de clase y en las sesiones complementarias, así como su trabajo permanente en la revisión de los conceptos teóricos cubiertos y en la solución de los ejercicios propuestos, constituyen un elemento fundamental en el desarrollo exitoso del curso.

V. Programa

Sesión 1 (Ene 22 y Ene 24): Presentación del curso e introducción general. Conceptos básicos de probabilidad: definición y propiedades de experimento aleatorio, espacio muestral y eventos. Definición de probabilidad. Lectura: texto guía páginas 35 a 44.

Complementaria 1 (Ene 27): Ejercicios sobre eventos, y cálculo de probabilidades.

Sesión 2 (Ene 29 y Ene 31): Técnicas de conteo y cálculo de probabilidades. Lectura: texto guía páginas 35 a 62. Probabilidad condicional e independencia de eventos. Teorema de Bayes. Árboles de probabilidad. Lectura: texto guía páginas 63 a 81.

Complementaria 2 (Feb 3): Ejercicios sobre Técnicas de Conteo, Probabilidades condicionales (Teorema de Bayes), árboles de probabilidad e independencia de eventos.

Sesión 3 (Feb 5 y Feb 7): Variables aleatorias Discretas: definición y propiedades. Función de probabilidad y función de distribución acumulada. Valor esperado y varianza. Lectura: texto guía páginas 81 a 87, 111 a 115, 119 a 123, 218 a 235.

Complementaria 3 (Feb 10): Ejercicios sobre variables aleatorias discretas, funciones de probabilidad, función de distribución acumulada, valor esperado, varianza y función generatriz de momentos.

Sesión 4 (Feb 12 y Feb 14): Distribuciones discretas de mayor aplicación: Bernoulli, Geométrica, Binomial, Binomial Negativa, Poisson. Lectura: texto guía páginas 143 a 170.

Complementaria 4 (Feb 17): Ejercicios sobre variables aleatorias con distribuciones discretas de mayor aplicación.

Sesión 5 (Feb 19 y Feb 21): Variables aleatorias Continuas: definición y propiedades. Función de densidad de probabilidad y función de distribución acumulada. Valor esperado y varianza. Lectura: texto guía páginas 87 a 94; 111 a 115, 119 a 123, 218 a 235. **Quiz Magistral 1.**

Complementaria 5 (Feb 24): Ejercicios sobre variables aleatorias continuas, funciones de densidad, funciones de distribución acumulada, valor esperado, varianza y función generatriz de momentos.

Sesión 6 (Feb 26 y Feb 28): Distribuciones continuas de mayor aplicación: Exponencial, Normal, Uniforme. Lectura: texto guía páginas 171 a 211.

Complementaria 6 (Mar 2): Ejercicios sobre variables aleatorias con distribuciones continuas de mayor aplicación.

Sesión 7 (Mar 4 y Mar 6): Variables aleatorias y distribuciones conjuntas discretas, definición y propiedades. Distribución de probabilidad conjunta discreta. Variables aleatorias y distribuciones conjuntas continuas. Función de densidad de probabilidad conjunta. Función de densidad marginal. Lectura: texto guía páginas 94 a 101.

PARCIAL 1 (Miércoles 4 de Marzo 6:30 p.m.) (Sesiones: 1 – 6)

Complementaria 7 (Mar 9): Ejercicios sobre variables aleatorias conjuntas discretas y continuas, función de probabilidad conjunta y función de probabilidad acumulada conjunta.

Sesión 8 (Mar 11 y Mar 13): Distribuciones condicionales. Independencia de variables aleatorias. Valor esperado de una función de varias variables aleatorias. Valor esperado condicional. Propiedades del valor esperado. Varianza. Covarianza. Correlación. Lecturas: texto guía páginas 101 a 110, 123 a 135.

SEMANA DE RECESO (Mar 16 – Mar 20)

Sesión 9 (Mar 25 y Mar 27): Suma de variables aleatorias independientes. Teorema del Límite Central. Lectura: texto guía páginas 221 a 224, 233 a 236. Distribuciones muestrales Chi-cuadrado, F y t. Uso de tablas. Lectura: texto guía páginas 237 a 263. **Quiz Magistral 2.**

Complementaria 8 (Mar 24-25 Reposición): Ejercicios sobre funciones condicionales e independencia de variables. Ejercicios sobre valor esperado, covarianza y correlación.

Complementaria 9 (Mar 30): Ejercicios sobre suma de variables aleatorias independientes y aplicaciones del Teorema del Límite Central. Ejercicios sobre distribuciones muestrales.

Sesión 10 (Abr 1 y Abr 3): Síntesis sobre Estadística Descriptiva y Análisis de percentiles. Lectura: texto guía páginas 1 a 35. Simulación de Monte Carlo. Estructuración y análisis de un problema de simulación probabilística en Crystal Ball. Interpretación de resultados y análisis de riesgo. Lectura: Evans, Statistics, Data Analysis and Decision Models, páginas 295 a 313.

SEMANA SANTA (Abr 6 – Abr 10)

Complementaria 10 (Abr 13): Taller sobre estadística descriptiva utilizando los archivos de datos de los casos de estudio. Ejemplo sobre simulación de Monte Carlo usando Crystal Ball.

Sesión 11 (Abr 15 y Abr 17): Estimación puntual. Estimadores: propiedades básicas. Lectura: texto guía páginas 264 a 268. Estimadores de Máxima Verosimilitud. Lectura: texto guía páginas 307 a 316.

Complementaria 11 (Abr 20): Ejercicios sobre propiedades de los estimadores y estimación por máxima verosimilitud. Ejercicios sobre distribuciones muestrales y uso de tablas.

Sesión 12 (Abr 22 y Abr 24): Construcción de intervalos de confianza. Intervalos de confianza para la media y para la diferencia de medias. Lectura: texto guía páginas 268 a 277, 285 a 296. Intervalos de confianza para la varianza y para la razón de dos varianzas.

PARCIAL 2 (Miércoles 22 Abr de Oct 6:30 p.m.) (Sesiones: 7 – 11)

Complementaria 12 (Abr 27): Ejercicios sobre construcción, cálculo e interpretación de intervalos de confianza para la diferencia de medias, para proporciones y para la razón de varianzas. Intervalos de confianza en SPSS.

Sesión 13 (Abr 29 y Abr 31): Hipótesis estadísticas. Definiciones básicas: región crítica, errores de tipo I y de tipo II. El concepto de P-value. Evaluación de una prueba estadística. Pruebas de hipótesis para parámetros poblacionales. Lectura: texto guía páginas 319 a 336.

Complementaria 13 (May 4): Ejercicios sobre evaluación de pruebas estadísticas, regiones críticas, errores tipo I y II, pruebas de hipótesis para parámetros poblacionales.

Sesión 14 (May 6 y May 8): Casos adicionales de Pruebas de Hipótesis y de Intervalos de Confianza. Prueba de Bondad de Ajuste Chi-Cuadrado. Lectura: texto guía páginas 336 a 354, 361 a 371 a 387.

Complementaria 14 (May 11): Ejercicios sobre pruebas de bondad de ajuste. Interpretación de salidas de Modelos de Regresión Lineal Simple usando SPSS.

Sesión 15 (May 13 y May 15): Regresión lineal simple: formulación del modelo; supuestos y propiedades; estimación de los parámetros e interpretación de los mismos; propiedades de los estimadores; pruebas de hipótesis. Lectura: Texto guía páginas 389 a 506.

Complementaria 15 (May 18): Interpretación de salidas de Modelos de Regresión Lineal Múltiple usando SPSS.

Sesión 16 (May 20 y May 22): Regresión lineal múltiple: formulación del modelo; supuestos y propiedades; estimación de los parámetros e interpretación de los mismos; propiedades de los estimadores; pruebas de hipótesis. Lectura: texto guía páginas 476 a 482. **Quiz Magistral 3.**

PARCIAL 3 (Programado por registro entre el 26 de Mayo y el 4 de Junio) (Sesiones 12 a 16)

VI. Sistema de evaluación y explicación del procedimiento para el cálculo de la nota final del curso

3 Parciales	65%
Actividades Magistrales	
Quices en Learning Catalytics	10%
Quices Magistrales	9%
Ejercicios en Clase	16%

La nota final del curso se obtendrá directamente del cálculo ponderado de sus notas, aproximado a dos cifras decimales. Es decir, si el cálculo de sus notas es 4.172, su nota definitiva será 4.17.

A lo largo del curso se propondrán algunas actividades que tendrán un bono, las cuales podrán desarrollar los estudiantes de manera voluntaria. Los estudiantes que obtengan el máximo puntaje posible en los bonos tendrán una bonificación de 0.5 puntos sobre 5 en los Quices Magistrales, y el resto de estudiantes una bonificación proporcional acorde con el puntaje total que hayan obtenido en los bonos.

Para que un estudiante apruebe el curso la nota final debe ser **superior o igual a 3.00.**

Reglas del curso

- Con el propósito de incentivar el aprendizaje colaborativo los Ejercicios de Clase se deberán realizar en grupos de 3 a 4 estudiantes. No obstante, cada estudiante individualmente deberá entregar la solución de los Ejercicios de Clase. La asignación se realizará aleatoriamente por el Equipo Docente y se cambiará cada 4 semanas.
- Los estudiantes pueden faltar un máximo de hasta 3 quices de Learnig Catalytics y ejercicios de clase durante el semestre sin excusa alguna, pues a cada estudiante no se le tendrán en cuenta las peores tres notas tanto de quices de Learnig Catalytics, como de ejercicios de clase. Después de las 3 primeras fallas, el estudiante deberá presentar las respectivas excusas, pues de lo contrario se le asignará una nota de cero en los quices y ejercicios de clase no presentados.
- Los estudiantes que deseen presentar un reclamo relacionado con las notas de las actividades magistrales y de los parciales deben hacerlo a través de los formatos que se encuentran publicados en Sicua dentro del plazo establecido en el Reglamento General de Estudiantes de Pregrado.
- Los quices de Learning Catalytics se realizan de forma presencial. Al estudiante que se le compruebe que ha presentado un quiz de Learning Catalytics sin estar en el salón de clase, habrá incurrido en un fraude que será tratado de acuerdo con el Reglamento General de Estudiantes de Pregrado de la Universidad.
- Cualquier sospecha de fraude será tratada de acuerdo con el reglamento de la Universidad.

Consideraciones Adicionales

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) deberá 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, usted puede contactar a:

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

VII. Bibliografía

Texto Guía

- Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L. y Ye, K. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias, Prentice Hall, Novena Edición, 2012.

Referencias Principales

- Ghahramani, Fundamentals of Probability, Prentice Hall, 2005.

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación. Reconocimiento como Universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964.

<http://industrial.uniandes.edu.co>

Reconocimiento personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949 Minjusticia **Departamento de Ingeniería Industrial**
Carrera 1 Este No. 19 A 40 Bogotá, Colombia Tel. (57.1) 3324320 | (57.1) 3394949 Ext. 2880 /2881

- Evans, Statistics, Data Analysis and Decision Models. Prentice Hall, 2007.
- Jaynes, Probability Theory: The Logic of Science, Cambridge, 2009.
- Navidi, Estadística para ingenieros y científicos, Mc Graw Hill, 2006.

Otras Referencias

- Devore, Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias, Thomson Learning, Séptima Edición, 2008.
- Castillo, Toma de Decisiones en las Empresas: Entre el Arte y la Técnica. Metodologías, Modelos y Herramientas. Ediciones Uniandes, 2017.
- Ross, A First Course in Probability, Prentice Hall, 1998.
- DeGroot, Probability and Statistics, Addison-Wesley, 1986.
- Meyer, Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas, Addison-Wesley, 1992.