

PROGRAMA DE CURSO
PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	CIENCIAS DE LA COMPUTACION				
Nombre del curso	Pensamiento Estadístico				
Nombre del curso en inglés	<i>Statistical Thinking</i>				
Código	CC6104		Créditos	6	
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	0	Trabajo personal 7
Carácter del curso	Obligatorio		Electivo	X	
Requisitos	CC5206/CC5205/MA3403/MA3401/EL3104/IN3141				

B. Propósito del curso:

El propósito de este curso es presentar a los y las estudiantes habilidades asociadas al pensamiento estadístico, esto es, una forma de pensamiento sistemático para describir fenómenos del “mundo real” tomando en cuenta su incertidumbre inherente y usando datos para la toma de decisiones.

El curso introduce los fundamentos del pensamiento estadístico, que son el análisis descriptivo de datos, la programación estadística en R y la teoría de probabilidades. Luego se enseñan las dos escuelas más importantes de la inferencia estadística: la inferencia frecuentista y la inferencia Bayesiana. Finalmente, se discuten temas avanzados como la evaluación de modelos usando teoría de información, modelos gráficos dirigidos para modelar dependencias condicionales entre variables y modelos multi-nivel.

El contexto del desarrollo de habilidades de aplicación metodológica será a través del planteamiento de métodos estadísticos y aplicaciones reales, con soluciones bien delimitadas respecto a su alcance y tamaño.

Desde el punto de vista teórico, el curso busca que los estudiantes sean capaces de leer literatura en inglés en el área. Desde el punto de vista práctico, se apunta a que los estudiantes sean capaces de implementar modelos estadísticos a problemas concretos utilizando entornos computacionales.

En resumen, se espera que los estudiantes desarrollen una metodología de trabajo que los lleve resolver problemas del mundo real usando datos y razonamiento estadístico.

Las competencias específicas (CE) y genéricas (CG) a las que tributa el curso son:

CE1: Analizar problemas computacionales, construir modelos, expresándolos en representaciones y lenguajes formales adecuados.

CE4: Extraer información relevante, utilizando el proceso de descubrimiento de conocimiento de datos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG2: Comunicación en inglés

Leer y escuchar de manera comprensiva en inglés variados tipos de textos e informaciones sobre temas concretos o abstractos, comunicando experiencias y opiniones, adecuándose a diferentes contextos de acuerdo a las características de la audiencia.

CG3: Compromiso ético

Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo

Ejecutar con su equipo, de forma estratégica, diversas actividades formativas propuestas, considerando la autogestión de sí mismo y la relación con el otro, asumiendo diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos y objetivos, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE1	RA1: Descompone, de forma irreductible, un modelo estadístico, reconociendo analíticamente, sus componentes principales y deduciendo sus datos de entrada y salida.
	RA2: Plantea y explica un modelo de solución, delimitado respecto a su alcance y tamaño, para problemas del mundo real, mediante la identificación de componentes principales con el fin de procesar la entrada y generar la salida deseada, usando técnicas específicas de estadística.
	RA3: Diseña e interpreta el significado de un experimento científico, según el área de aplicación correspondiente, con el fin de diseñar y presentar adecuadamente los resultados experimentales de una investigación empírica.
CE4	RA4: Implementa y ejecuta un programa computacional, según la tarea de inferencia estadística a resolver y el modelo propuesto, con el fin de obtener una solución ejecutable de dicho modelo.
	RA5: Evalúa la solución implementada, delimitada según alcance y tamaño, usando métricas de evaluación con el fin de validar y/o rectificar el modelo propuesto para el problema en cuestión.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1, CG4	RA6: Presenta de manera escrita propuestas de solución a problemas en estadística, a fin de explicar, de manera sintética y precisa, las soluciones propuestas por el equipo y su pertinencia.
CG2	RA7: Lee en inglés, de manera analítica y comprensiva, artículos científicos en estadística, a fin de relacionar dicha información y generar nuevos conocimientos aplicables a temas del pensamiento estadístico.
CG3, CG4	RA8: Realiza, con su equipo, las actividades comprometidas, de manera responsable y honesta en los plazos comprometidos, citando fuentes y referencias de donde se extrae la información, a fin de elaborar propuestas propias sin incurrir en plagio.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1-RA4-RA5-RA6-RA8	Fundamentos	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1.1. Introducción al pensamiento estadístico.</p> <p>a. ¿Qué se puede hacer con la estadística?</p> <p>b. Las grandes ideas de la estadística</p> <p>i. Aprender de datos</p> <p>ii. Agregación</p> <p>iii. Incertidumbre</p> <p>iv. Muestreo</p> <p>v. Causalidad</p> <p>1.2. Programación estadística en R</p> <p>a. Variables</p> <p>b. Funciones</p> <p>c. Vectores</p> <p>d. Listas</p> <p>e. Data.frames</p> <p>1.3 Estadística descriptiva</p> <p>a. Estadísticas de resumen</p> <p>i. Medidas de tendencia central</p> <p>ii. Medidas de dispersión</p> <p>iii. Percentiles</p> <p>iv. Correlaciones</p> <p>b. Visualización</p> <p>i. Scatterplots</p> <p>ii. Boxplots</p> <p>iii. Histogramas</p> <p>1.4 Probabilidades</p> <p>a. Experimento</p> <p>b. Espacio muestral</p> <p>c. Evento</p> <p>d. Variable aleatoria</p>		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Explica los fundamentos del pensamiento estadístico, considerando sus componentes principales. Manipula y visualiza conjuntos de datos usando el entorno de programación R. Reconoce de forma analítica las estadísticas de resumen y las técnicas básicas de visualización de datos. Describe y explica los fundamentos de la teoría de probabilidad. Lee de manera comprensiva diversos textos y artículos en inglés sobre estadística, determinando ideas principales aplicables a ejemplos que se le presentan. Programa, con su equipo, en R para resolver problemas probabilísticos, respetando obligaciones y acuerdos adquiridos como compromisos para el logro de la actividad. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio o copia respecto del análisis de datos. Produce un texto sobre donde reporta resultados de un problema de análisis descriptivo de datos, considerando a las diferentes audiencias posibles (especializada, no especializada, pares, académicos, entre otros) para una adecuada recepción del mensaje. 	

<ul style="list-style-type: none"> e. Función de masa de probabilidad. f. Función de densidad de probabilidad. g. La distribución Normal h. Probabilidad conjunta i. Probabilidad condicional j. Teorema de Bayes k. Probabilidades totales l. Esperanza m. Varianza n. Ley de los grandes números o. Teorema central del límite. 	
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1] Capítulo 1-5. [2] Capítulo 1. [3] Capítulos 1-7.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en Semanas
2	RA1-RA2-RA3-RA4-RA5-RA6-RA8	Inferencia Frecuentista	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Introducción a la inferencia estadística 2.2. Estimación puntual 2.3. Distribución muestral 2.4. Error estándar 2.5. Estimador de máxima verosimilitud. 2.6. Intervalo de confianza 2.7. Test de hipótesis <ul style="list-style-type: none"> a. Test de Wald b. Test de T c. P-valor 2.8. Diseño de experimentos 2.9. Regresión lineal <ul style="list-style-type: none"> a. Mínimos cuadrados b. Regresión lineal simple c. Regresión lineal múltiple 		<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce de forma analítica, ejemplos de problemas inferencia estadística. 2. Identifica aplicaciones de la inferencia estadística a problemas del mundo real y utiliza métodos pertinentes de inferencia frecuentista para resolverlos. 3. Describe los fundamentos de la inferencia frecuentista y la distribución muestral de un estimador. 4. Explica el funcionamiento de técnicas de estimación puntual. 5. Explica el mecanismo para calcular un intervalo de confianza. 6. Aplica test de hipótesis en la resolución de problemas de inferencia verificando que se cumplan todos los supuestos correspondientes. 7. Explica y utiliza el modelo de regresión lineal para modelos predictivos de salida continua. 8. Implementa métodos de inferencia frecuentista usando el entorno de trabajo R. 	

	<p>9. Respeta los acuerdos tomados con el equipo para la resolución de problemas de inferencia y las tareas que esta actividad conlleva.</p> <p>10. Trabaja en la resolución de problemas de inferencia frecuentista con su equipo de trabajo, planificando la actividad para cumplir a tiempo con los compromisos basándose en sus capacidades por el bien del equipo.</p> <p>11. Relaciona, jerarquiza e integra en sus escritos información proveniente de múltiples fuentes donde reporta resultados de problemas sobre inferencia frecuentista, usando reglas de citado correspondiente.</p>
Bibliografía de la unidad	<p>[1] Capítulo 6, 9, 10 y 13.</p> <p>[3] Capítulos 9, 10, 14 y 15.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en Semanas
3	RA1-RA2-RA3-RA4-RA5-RA6-RA7-RA8	Inferencia Bayesiana	5 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Introducción a la Inferencia Bayesiana.	<p>a. Distribución prior</p> <p>b. Distribución posterior</p> <p>c. Verosimilitud promedio</p> <p>d. Priors conjugados</p> <p>e. Aproximación cuadrática del posterior.</p> <p>f. MAP y su relación con el estimador de máxima verosimilitud.</p>	<p>E/lal estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reconoce y analiza problemas de inferencia donde es factible de utilizar el enfoque Bayesiano. 2. Explica la lógica de la inferencia Bayesiana y sus componentes principales: la distribución prior, la función verosimilitud, el posterior y la verosimilitud promedio. 3. Reconoce y utiliza herramientas disponibles para extraer información a partir de una distribución posterior en problemas de inferencia Bayesiana. 4. Extrae y aproxima una distribución posterior, usando el algoritmo MCMC. 	
3.2. Usando el Posterior	<p>a. Tomar muestras de un posterior.</p> <p>b. Intervalos de credibilidad</p> <p>c. Intervalo de densidad posterior mayor.</p> <p>d. Distribución posterior predictiva.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Implementa modelos Bayesianos para la resolución de problemas de inferencia estadística, usando el lenguaje de programación R. 6. Organiza con el equipo el quehacer para la resolución de problemas de inferencia bayesianos, cumpliendo las obligaciones y acuerdos de cada actividad. 7. Plantea a su equipo, de manera clara, precisa y constructiva, su posición acerca de cómo resolver tareas sobre modelos bayesianos para cumplir de forma efectiva la tarea emprendida. 	
3.3. Modelos lineales Bayesianos			

<p>3.4. MCMC: a. Algoritmo MCMC para extraer muestras de una distribución posterior.</p>	<p>8. Relaciona, jerarquiza e integra en sus escritos información proveniente de múltiples fuentes, según normas de citado correspondientes. 9. Plantea soluciones e ideas sobre inferencia Bayesiana, a través de una argumentación oral consistente que evidencia claridad, precisión y coherencia.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1] Capítulo 11 [2] Capítulos 2-5 y 9. [3] Capítulo 11.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA2-RA4-RA5-RA6-RA7-RA8	Tópicos Adicionales en Inferencia Estadística	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>4.1. Teoría de Información para la evaluación de modelos. a. Entropía b. Divergencia c. Criterio de información Akaike d. Deviance e. Criterio de información Bayesiano.</p> <p>4.2. Modelos gráficos probabilísticos a. Independencia condicional b. Grafos dirigidos acíclicos c. D-separación</p> <p>4.3 Modelos Multi-nivel a. Introducción a los modelos multi-nivel.</p>	<p>El/la estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explica los elementos fundamentales de la teoría de información para la evaluación de modelos estadísticos. 2. Modela las dependencias de un modelo multivariable, considerando la descripción de e un grafo dirigido acíclico 3. Analiza el funcionamiento de un grafo dirigido acíclico para la modelación de independencias condicionales. 4. Explica el funcionamiento de modelos multi-nivel interpretando su naturaleza jerárquica para la resolución de problemas complejos en inferencia estadística. 5. Determina las ventajas de usar modelos multi-nivel por sobre hacer agregación. 6. Implementa modelos multi-nivel Bayesianos usando el ambiente de trabajo R. 7. Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos para trabajar con eficiencia y eficacia en la resolución de problemas de inferencia estadística. 8. Plantea a su equipo, de manera clara, precisa y constructiva, su posición acerca de cómo resolver problemas en tópicos avanzados de inferencia estadística, para cumplir de forma efectiva la tarea emprendida en problemas de inferencia estadística. 		

	9. Plantea soluciones e ideas sobre modelos multi-nivel, a través de una argumentación oral consistente que evidencia claridad, precisión y coherencia.
Bibliografía de la unidad	[1] Capítulo 17. [2] Capítulos 6, 7 y 13.

E. Estrategias de enseñanzas:

La metodología de enseñanza y aprendizaje fomenta la participación del estudiante en el aula, las clases son principalmente:

- Clase expositiva, en donde el estudiante identifica los problemas fundamentales de la estadística, así como modelos y técnicas para abordarlos.
- Resolución de problemas. En cada unidad el estudiante es expuesto a librerías de programación que permiten implementar modelos de solución a problemas en estadística.

A lo anterior se le suman tareas individuales que deben ser desarrolladas con el computador y enviadas a través de U-cursos.

F. Estrategias de evaluación:

El curso tiene las siguientes instancias de evaluación:

Práctica:

- 5 tareas individuales que involucran preguntas teóricas, resolución de problemas aplicados y lectura de artículos en inglés.

Teórica:

- 1 Examen teórico.

La nota final se calcula así: 70% para la nota tareas y 30% para la nota del examen. Para aprobar el curso se debe tener una nota final igual o superior a 4.0.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- (1) Wasserman, L. (2013). All of statistics: a concise course in statistical inference. Springer Science & Business Media.
- (2) McElreath, R. (2020). Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan. CRC press.
- (3) Poldrack, R. (2020). Statistical Thinking for the 21st Century An open source textbook for statistics, with companions for R and Python. Disponible en: <https://statstinking21.org/>

Bibliografía Complementaria:

- (4) Matthew J. C. Crump Answering questions with data: <https://crumplab.github.io/statistics/>
- (5) Mine Çetinkaya-Rundel Introduction to Modern Statistics: <https://openintro-ims.netlify.app/index.html>

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera 2021
Elaborado por:	Felipe Bravo
Validado por:	Académico Par: Sergio Ochoa – Jefe Docente del DCC Validación CTD Computación 20/07/22.
Revisado por:	Área de Gestión Curricular, SGD