

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO**

PROGRAMAS

AÑO 2000

Cátedra de ESTADÍSTICA

Profesor Dr. SARANDON, Romiro



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

CÁTEDRA DE ESTADÍSTICA

"PROGRAMA DE ESTADÍSTICA"
(CARRERAS DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA)

AÑO 2000

COMPENDIO

1. METAS Y OBJETIVOS

El objetivo general del curso es iniciar al alumno en el campo de la estadística aplicada a la solución de problemas en las ciencias naturales. Esto implica la adquisición de un enfoque cuantitativo, empírico y objetivo de la realidad; el conocimiento de las operaciones y cálculos necesarios para el análisis cuali- y cuantitativo y el manejo de aquellos criterios subyacentes en la toma de decisiones estadísticas.

Luego del Curso se espera que el alumno:

1. tenga un panorama general de la materia (vocabulario, conceptos y bibliografía).
2. sepa observar la naturaleza con una perspectiva cuantitativa.
3. pueda comprender problemas y posibles enfoques metodológicos para la aplicación de la estadística a de interés para las ciencias naturales.
4. sepa cómo se realiza una investigación científica y cómo se aplica la estadística en ella.
5. desarrolle una actitud crítica de la información científica.
6. sepa cómo y cuándo aplicar las técnicas estadísticas de mayor uso en las ciencias naturales incluyendo: los supuestos y conceptos básicos de las técnicas; los criterios de selección de las diversas técnicas; y los mecanismos de aplicación de las técnicas estadísticas a la solución de problemas numéricos específicos.

2. CONTENIDO DE LA MATERIA

I. Unidad temática: Estadística descriptiva.

Objetivo: Iniciar al alumno en una visión cuantitativa de la realidad, en el manejo de datos y en las estrategias para la síntesis, descripción e interpretación de la información numérica y gráfica.

I.1. Introducción a la estadística: Aspectos básicos de la Estadística. Significado. Datos e información estadística. Métodos estadísticos. Uso de la Estadística en Biología y Geología. Recopilación de datos estadísticos. Elaboración de encuestas. Variables cualitativas y cuantitativas, discretas y continuas. Utilización de computadoras en Estadística.

I.2. Manejo de datos: Organización, clasificación, tabulación y presentación de datos. Tablas estadísticas, construcción. Distribuciones de frecuencias: absolutas, relativas, simples y acumuladas. Histograma y polígono de frecuencias. Gráficos: lineal, barras simples, acumuladas, comparativas, sector circular, de concentración, escalas natural, semilogarítmica y doble logarítmica.

I.3. Medidas de tendencia central y de dispersión: Medidas de tendencia central. Media aritmética, propiedades, ventajas e inconvenientes. Media geométrica. Media armónica. Mediana. Cálculo analítico y gráfico. Cuartiles, deciles y percentiles. Cálculo analítico y gráfico. Medidas de dispersión. Recorrido o rango. Desviación media. Varianza. Desviación estandar. Dispersión relativa. Medidas de asimetría y apuntamiento o kurtosis.

II. Unidad temática: Probabilidades y distribuciones teóricas

Objetivo: Iniciar al alumno en las bases teóricas y aplicaciones estadísticas de la teoría de probabilidades y de las distribuciones teóricas más importantes en las Ciencias Naturales.

II.1. Teoría de las probabilidades: Modelos matemáticos. Conjuntos. Experimentos no determinísticos. Espacio muestral. Sucesos. Concepto de probabilidad. Definiciones: clásica, frecuencial y axiomática. Probabilidad total y compuesta. Probabilidad condicional. Sucesos independientes. Teorema de Bayes. Diagrama de árbol.

II.2. Distribuciones de probabilidades: Variables aleatorias unidimensionales y sus funciones de probabilidad. Variables aleatorias



discretas y continuas. Funciones de distribución acumulativa. El valor esperado de una variable aleatoria. Propiedades del valor esperado. La varianza de una variable aleatoria. Propiedades de la varianza de una variable aleatoria.

II.3. Distribuciones discretas: El modelo Bernoulli. Pruebas repetidas. Distribución Binomial. Distribución multinomial. Distribución hipergeométrica. Distribución uniforme discreta. Distribución de Poisson. Relación entre modelos discretos. Esperanza y varianza de estas distribuciones.

II.4. Distribuciones continuas: Distribuciones continuas de probabilidad. Introducción. La distribución uniforme continua. Distribución normal. Propiedades de la distribución normal. Tabulación de la distribución normal. La distribución exponencial y la distribución gamma. Ajuste de distribuciones de probabilidad muestrales mediante distribuciones teóricas.

II.5. Distribuciones especiales: Distribución "t" de Student. Distribución Chi cuadrado. Distribución "F" de Snedecor. Relación entre estas distribuciones y la distribución normal. Uso y características de estas distribuciones. Uso de tablas. Distribuciones conjuntas de probabilidad. Distribución normal bidimensional.

III. Unidad temática: Muestreo e inferencia estadística

Objetivo: Iniciar al alumno en los fundamentos conceptuales y los procedimientos de muestreo y de inferencia estadística (estimación de parámetros, test de hipótesis).

III.1. Muestreo y distribuciones en el muestreo: Muestreo. Razones para el muestreo. Conceptos básicos y base teórica del muestreo. Tipos de muestreo. Muestreo aleatorio simple. Muestreo estratificado. Muestreo por conglomerados. Muestreo sistemático. Muestreo doble, múltiple y secuencial. Técnicas de muestreo. Uso de tablas de números aleatorios. Distribución de las medias muestrales. Distribución de las proporciones muestrales. Distribución de la diferencia de dos medias muestrales. Distribución de la diferencia de dos proporciones muestrales. Distribución del cociente de dos varianzas muestrales.

III.2. Estimación de parámetros: Terminología. Estimación de punto y estimación de intervalo. Estimación de la media poblacional a partir de una media muestral. Estimación de una proporción poblacional a partir de una proporción muestral. Determinación del tamaño adecuado de

una muestra. Estimación del intervalo de confianza para parámetros de la población.

III.3. Prueba de hipótesis: Decisiones estadísticas. Hipótesis estadísticas. Errores y riesgos de la prueba. Errores de Tipo I y de Tipo II. Nivel de significación. Procedimiento para la prueba de hipótesis. Reglas de decisión. Pruebas unilaterales y bilaterales. Efecto de las variaciones del nivel de significación y del tamaño de la muestra en el error de Tipo II. Comparación de la media muestral y la media poblacional. Diferencia entre dos medias muestrales. Diferencia entre una proporción muestral y una proporción poblacional. Diferencia entre dos proporciones. Observaciones apareadas. Pruebas de hipótesis de razón de varianzas. Prueba Chi-cuadrado para bondad de ajuste.

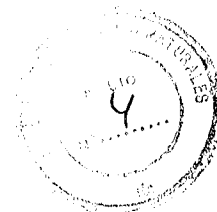
IV. Unidad temática: Métodos estadísticos

Objetivo: Iniciar al alumno en los fundamentos y procedimientos de aplicación de los métodos estadísticos más utilizados en la solución de problemas específicos.

IV.1. Análisis de la varianza: Las varianzas de muestreo y sus medias. Descomposición de la suma de cuadrados total y los grados de libertad. Análisis de la Varianza modelo I. Análisis de la Varianza modelo II. Análisis de la Varianza de Clasificación Simple. Comparación entre medias. Análisis de la Varianzas de Clasificación doble. Supuestos teóricos del Análisis de la Varianza. Test de comparaciones múltiples.

IV.2. Regresión y correlación: Regresión y Correlación Lineal. La recta de regresión de mínimos cuadrados. Error típico de estimación. Variación explicada y no explicada. Teorías muestrales de la correlación y de la regresión. Covarianza. Coeficiente de correlación. Correlación múltiple y parcial. Ecuaciones y planos de regresión. Coeficientes de correlación múltiples. Regresión no lineal. Uso de la regresión en el análisis de la varianza.

IV.3. Métodos diversos: Tablas de contingencia: construcción, aplicaciones, cálculo de frecuencias esperadas, test de hipótesis. Series temporales: Concepto, gráficos, estimación de tendencia, suavización, de variación estacional, cíclica e irregular. Estadística no paramétrica: test de signos, U-test de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, correlación de rangos de Spearman. Números índices: concepto, ejemplos, aplicaciones, cálculos con números índices.



3. REQUISITOS PARA APROBAR LA MATERIA

Tener aprobada Matemáticas (1er. año).

4. METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN

4.1. Metodología:

El desarrollo del curso abarca cuatro situaciones de enseñanza-aprendizaje diferentes: 1) Seminarios; 2) Talleres; 3) Trabajos prácticos especiales y 4) trabajo de investigación.

1) Seminarios (Teóricos): tienen una frecuencia semanal y están a cargo del Profesor. Incluye una exposición sistemática de los fundamentos conceptuales de las técnicas estadísticas a aplicar, y una discusión crítica de una aplicación del tema expuesto a un problema real.

2) Talleres (Trabajos prácticos): tienen una frecuencia semanal y están a cargo del Jefe de Trabajos Prácticos y de los Auxiliares Docentes. La actividad se orienta a la resolución de problemas específicos, siguiendo los lineamientos de la Guía de Trabajos Prácticos.

3) Trabajos prácticos especiales: tres días en los cuales se hace uso intensivo de programas de computación (genéricos o específicos) para la aplicación de la estadística a situaciones numéricas reales o experimentales.

4) Trabajo de investigación: cada alumno formando parte de un grupo de no más de 3, planifica, ejecuta y comunica (oralmente y por escrito) un trabajo de investigación orientado a la aplicación de distintas herramientas estadísticas a un problema o situación específica definida y elegida por cada grupo. Esto les da la oportunidad de profundizar distintos temas o incorporar nuevas estrategias de análisis de la información haciendo uso de herramientas modernas de procesamiento de datos (i.e., computadoras y software estadístico).

4.2. Evaluación:

- a) Para la aprobación de los Trabajos Prácticos se considera:
- la asistencia y predisposición para la resolución de los problemas específicos de los trabajos prácticos,
 - la aprobación del trabajo de investigación (exposición oral y escrita),

- la aprobación de los exámenes parciales (2 por año), con una nota superior a 4 (cuatro).
- b) Para la aprobación del curso se requerirá:
- la aprobación de los Trabajos Prácticos con una nota superior a 8 (ocho), o
 - la aprobación de los Trabajos Prácticos con una nota inferior a 8 (ocho) y la aprobación de un examen final.

5. DURACIÓN

El curso es de duración anual, dividido en dos partes y 4 unidades temáticas que se desarrollan de abril a noviembre, con una interrupción durante el receso de invierno (2 semanas). Cada semana prevé una actividad de seminario teórico (3 hs) y de taller de trabajo práctico (4 hs) o trabajo práctico especial.

Duración total neta (27 semanas).

Carga horaria semanal (seminarios y talleres) 7 hs/semana

Carga horaria total: $27 \times 7 = 189$ hs.

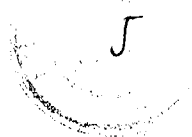
Seminarios (teóricos): Carga horaria: $27 \times 3 = 81$ hs. (42,86 %)

Talleres (incluye trabajos prácticos especiales y trabajo de investigación): Carga horaria: $24 \times 4 = 96$ hs. (50,79 %)

Evaluación (2 parciales y exposición oral trabajo de investigación):
Carga horaria: $3 \times 4 = 12$ hs. (6,35 %)

6. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Cochran, W. G. 1981. *Técnicas de muestreo*. CECSA, México, 513 págs.
- Cortada de Kohan, N. y J. M. Carro, 1968. *Estadística aplicada*. EUDEBA, Buenos Aires, 368 págs.
- Elliot, J. M. 1971. *Methods for the Statistical Analysis of Benthic Invertebrates*. Freshwater Biological Association, Scientific Publication N° 25.
- Li, Ch. Ch., 1969. *Introducción a la estadística experimental*. Ed. Omega, Barcelona, España, 496 págs.
- Merodio, J. C., 1985. *Métodos estadísticos en Geología*. Asociación Geológica Argentina.
- Meyer, P., 1973. *Probabilidades y aplicaciones estadísticas*. Fondo Educativo Interamericano, Washington, USA.
- Miller, R. L. and J. S. Kahn, 1967. *Statistical Analysis in the Geological Sciences*. Wiley & Sons, Inc., New York, 483 pgs.
- Pimental Gomes, F. 1978. *Curso de estadística experimental*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 323 págs.



- Pimentel Gomes, F. 1979. *Iniciación a la estadística experimental*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 211 pp.
- Rohlf, F. J. and R. R. Sokal, 1969. *Statistical Tables*. Freeman & Co., Sn Fco.
- Santaló, L. A. 1970. *Probabilidad e inferencia estadística*. Monografía No. 11, Depto. Asuntos Científicos, OEA, Washington, 133 pgs.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran, 1982. *Métodos estadísticos*. CECSA, México, 703 págs.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf, 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. (Traducción de la 1a. Ed. 1969) H. Blume Ed., Madrid, España, 832 págs.
- , 1981. *Biometry*. 2da. Ed., Freeman & Co., Sn. Fco., 859 pgs.
- , 1986. *Introducción a la bioestadística*. Ed. Reverté, Barcelona, España, 362 pags.
- Spiegel, M. R. 1997. *Estadística*. 3ra. Ed., McGraw Hill/Interamericana, España, 556 págs. (1a. Ed. 1970, Serie Schaum).
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie, 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill Interamericana, México, 622 pp.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis* (3th Ed.), Prentice Hall. New Jersey, USA, 662 pgs. + apéndices.

7. EQUIPO DOCENTE

Profesor Adjunto:	Dr. Ramiro SARANDÓN
Jefe de Trabajos Prácticos:	Dra. Marta ALPERÍN Lic. Gustavo BULUS
Ayudante Diplomado:	Lic. Fernando ARCHUBY Dr. Luis CASTRO Lic. Verónica GUERRERO BORGES Lic. Carlos SKORUPKA

Horarios:

Seminarios teóricos:	Lunes 11:00 a 13:00 hs.
Clases de consulta:	Lunes 14:00 hs.
Trabajos prácticos:	

Martes (8:30 a 12:30 hs.; 13:00 a 17:00 hs. y 17:00 a 21:00 hs).
Jueves (9:00 a 13:00 hs. y 17:00 a 21:00 hs).



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

**"PROGRAMA DE ESTADISTICA"
(CARRERAS DE BIOLOGIA Y GEOLOGIA)**

I. CONTENIDO GLOBAL DEL CURSO

El presente Programa corresponde al Curso de Estadística (2000) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM; UNLP). El curso está dirigido a estudiantes de grado de las Licenciaturas en Biología (Orientaciones Botánica, Ecología, Paleontología y Zoología), Geología y Geoquímica de la mencionada Facultad.

La Estadística se ha convertido en una herramienta básica esencial para el trabajo profesional, particularmente en la investigación científica, lo que ha motivado su inclusión en todas las carreras que se cursan en la Facultad de Ciencias Naturales. En este contexto, el curso es una introducción a la estadística para estudiantes que hayan tomado un curso anual de matemáticas (única correlativa de la materia en los planes de estudio de la FCNyM; UNLP), teniendo un énfasis en las estrategias para la aplicación de la Estadística en la solución de problemas reales en las Ciencias Naturales.

El curso de Estadística tiene por función brindar los conocimientos necesarios para la aplicación de las técnicas estadísticas básicas en la futura vida profesional. Se considera que este curso es útil tanto para los futuros egresados que se dediquen a la investigación científica, en alguna de las diversas áreas de las Ciencias Naturales, como para los que se dediquen a la práctica profesional en las áreas de administración o gestión de recursos naturales o ambientales en el ámbito privado o público.

El contenido global del curso abarca la Estadística descriptiva e inferencial, o exploratoria y confirmatoria como identifican las modernas tendencias de análisis de datos. Si bien es de carácter netamente aplicado, se complementa con aquellos elementos teóricos necesarios para elaborar estrategias para la toma, análisis e interpretación de datos, para la formulación de programas de muestreo y diseños experimentales, y para la selección de las técnicas estadísticas apropiadas para cada caso. Esto se

logra a través de distintas actividades que permiten al alumnado iniciarse en el enfoque cuantitativo de la realidad y adquirir habilidades para la formulación, análisis y resolución de problemas típicos de cada orientación.

A continuación se describen: los objetivos; el contenido; la metodología de enseñanza; el sistema de evaluación; la bibliografía esencial y opcional; la duración y cronograma de la materia y otros elementos que conforman el programa del curso de Estadística del año 2000.

2. METAS Y OBJETIVOS

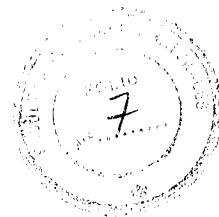
La Estadística tiene cada vez una mayor importancia en todas las áreas del conocimiento, ya que es una herramienta potente para el trabajo profesional en general y para la investigación científica en particular.

2.1. Generales:

El objetivo general del curso es iniciar al alumno en el campo de la estadística aplicada a la solución de problemas en las ciencias naturales. Esto implica la adquisición de un enfoque cuantitativo, empírico y objetivo de la realidad; el conocimiento de las operaciones y cálculos necesarios para el análisis cuali- y cuantitativo y el manejo de aquellos criterios subyacentes en la toma de decisiones estadísticas. A tal fin se intentan crear las condiciones de enseñanza que permita a los alumnos:

- procurar la búsqueda de rigurosidad científica;
- estimular el análisis crítico;
- desarrollar la imaginación y creatividad;
- estimular el desarrollo intelectual y ético de su personalidad;
- fomentar una actitud flexible y de apertura mental;
- efectuar una adecuada aplicación de las herramientas estadísticas a cada una de las áreas específicas de las ciencias naturales en las que se especializarán.
- adquirir los conocimientos básicos de la materia, que incluyen el manejo del vocabulario, de los conceptos más importantes, de la bibliografía, de las técnicas, etc.;
- conocer el beneficio que le reportará la aplicación de cada uno de los conceptos y técnicas adquiridas;

Se espera que luego del curso de estadística el alumno sepa cuándo aplicar cada técnica estadística, qué requisitos deben cumplir los datos, cómo son las operaciones de cálculo implícitas y cómo interpretar correctamente los resultados. Esta preparación permitirá al alumno hacer un uso eficiente de las tecnologías informáticas actualmente disponibles, así



como aprender nuevas técnicas específicas para la resolución de problemas novedosos en alguno de los campos inexplorados del conocimiento.

Luego del Curso se espera que el alumno:

1. tenga un panorama general de la materia, maneje el vocabulario, la simbología, los conceptos más importantes y la bibliografía básica.
2. sepa observar la naturaleza con una óptica o perspectiva cuantitativa.
3. pueda identificar y comprender problemas de interés para el profesional de las ciencias naturales y posibles enfoques metodológicos para la aplicación de la estadística a su trabajo.
4. tenga noción de como se realiza una investigación científica y de cómo y cuándo se aplica la estadística en ella.
5. desarrolle una actitud crítica de la información científica en base a las evidencias que la fundamentan.
6. sepa cómo y cuándo aplicar las técnicas estadísticas de mayor uso en las ciencias naturales; específicamente:
 - i) que conozca los supuestos subyacentes y los conceptos básicos de las técnicas estadísticas;
 - ii) que conozca los criterios de selección de las diversas técnicas; y
 - iii) que conozca los mecanismos generales de aplicación de las técnicas estadísticas a la solución de problemas numéricos específicos.

2.2. Específicos:

Unidad temática I: Estadística descriptiva: Iniciar al alumno en una visión cuantitativa de la realidad, en el manejo de datos y en las estrategias para la síntesis, descripción e interpretación de la información numérica y gráfica.

Unidad temática II: Probabilidades y distribuciones teóricas: Iniciar al alumno en las bases teóricas y aplicaciones estadísticas de la teoría de probabilidades y de las distribuciones teóricas más importantes en las Ciencias Naturales.

Unidad temática III: Muestreo e inferencia estadística: Iniciar al alumno en los fundamentos conceptuales y los procedimientos de muestreo y de inferencia estadística (estimación de parámetros, test de hipótesis).

Unidad temática IV: Métodos estadísticos: Iniciar al alumno en los fundamentos y procedimientos de aplicación de los métodos estadísticos más utilizados en la solución de problemas específicos.

3. CONTENIDO DE LA MATERIA

Los contenidos seleccionados guardan relación con los objetivos específicos definidos.

Unidad temática I: Estadística descriptiva.

- I.1. Introducción a la estadística
- I.2. Manejo de datos
- I.3. Medidas de tendencia central y de dispersión

Unidad temática II: Probabilidades y distribuciones teóricas

- II.1. Teoría de las probabilidades
- II.2. Distribuciones de probabilidades
- II.3. Distribuciones discretas
- II.4. Distribuciones continuas
- II.5. Distribuciones especiales

Unidad temática III: Muestreo e inferencia estadística

- III.1. Muestreo y distribuciones en el muestreo
- III.2. Estimación de parámetros
- III.3. Prueba de hipótesis

Unidad temática IV: Métodos estadísticos

- IV.1. Análisis de la varianza
- IV.2. Regresión y correlación
- IV.3. Métodos diversos

4. CONTENIDO A DESARROLLAR

Durante el curso de Estadística se desarrollan todos los contenidos seleccionados y listados en el punto anterior. Ellos son abarcados desde las clases teóricas (seminarios), que apuntan a desarrollar los conceptos y fundamentos de cada tema, y desde los trabajos prácticos (talleres) que apuntan a la aplicación de las herramientas para la solución de problemas prácticos específicos de cada orientación (i.e., geología, biología). Del mismo modo, en los trabajos prácticos especiales, en los cuales se entrena a los alumnos en el uso de computadoras y programas genéricos de manejo de datos (i.e., Excel), los alumnos retoman los ejercicios prácticos y los vuelven a procesar comparando los resultados obtenidos en una y otra instancia. Finalmente, durante el desarrollo de los trabajos de investigación cada alumno profundiza distintos temas o incorpora nuevas estrategias de



análisis de la información haciendo uso de herramientas modernas de procesamiento de datos (ie., computadoras y software estadístico).

Unidad temática I: Estadística descriptiva.

I.1. Introducción a la estadística

Aspectos básicos de la Estadística. Significado. Datos e información estadística. Métodos estadísticos. Uso de la Estadística en Biología y Geología. Recopilación de datos estadísticos. Elaboración de encuestas. Variables cualitativas y cuantitativas, discretas y continuas. Utilización de computadoras en Estadística.

I.2. Manejo de datos

Organización, clasificación, tabulación y presentación de datos. Tablas estadísticas, construcción. Distribuciones de frecuencias: absolutas, relativas, simples y acumuladas. Histograma y polígono de frecuencias. Gráficos: lineal, barras simples, acumuladas, comparativas, sector circular, de concentración, escalas natural, semilogarítmica y doble logarítmica.

I.3. Medidas de tendencia central y de dispersión

Medidas de tendencia central. Media aritmética, propiedades, ventajas e inconvenientes. Media geométrica. Media armónica. Mediana. Cálculo analítico y gráfico. Cuartiles, deciles y percentiles. Cálculo analítico y gráfico. Medidas de dispersión. Recorrido o rango. Desviación media. Varianza. Desviación estandar. Dispersión relativa. Medidas de asimetría y apuntamiento o kurtosis.

Unidad temática II: Probabilidades y distribuciones teóricas

II.1. Teoría de las probabilidades

Modelos matemáticos. Conjuntos. Experimentos no determinísticos. Espacio muestral. Sucesos. Concepto de probabilidad. Definiciones: clásica, frecuencial y axiomática. Probabilidad total y compuesta. Probabilidad condicional. Sucesos independientes. Teorema de Bayes. Diagrama de árbol.

II.2. Distribuciones de probabilidades

Variables aleatorias unidimensionales y sus funciones de probabilidad. Variables aleatorias discretas y continuas. Funciones de distribución acumulativa. El valor esperado de una variable aleatoria. Propiedades del

valor esperado. La varianza de una variable aleatoria. Propiedades de la varianza de una variable aleatoria.

II.3. Distribuciones discretas

El modelo Bernoulli. Pruebas repetidas. Distribución Binomial. Distribución multinomial. Distribución hipergeométrica. Distribución uniforme discreta. Distribución de Poisson. Relación entre modelos discretos. Esperanza y varianza de estas distribuciones.

II.4. Distribuciones continuas

Distribuciones continuas de probabilidad. Introducción. La distribución uniforme continua. Distribución normal. Propiedades de la distribución normal. Tabulación de la distribución normal. La distribución exponencial y la distribución gamma. Ajuste de distribuciones de probabilidad muestrales mediante distribuciones teóricas.

II.5. Distribuciones especiales

Distribución "t" de Student. Distribución Chi cuadrado. Distribución "F" de Snedecor. Relación entre estas distribuciones y la distribución normal. Uso y características de estas distribuciones. Uso de tablas. Distribuciones conjuntas de probabilidad. Distribución normal bidimensional.

Unidad temática III: Muestreo e inferencia estadística

III.1. Muestreo y distribuciones en el muestreo

Muestreo. Razones para el muestreo. Conceptos básicos y base teórica del muestreo. Tipos de muestreo. Muestreo aleatorio simple. Muestreo estratificado. Muestreo por conglomerados. Muestreo sistemático. Muestreo doble, múltiple y secuencial. Técnicas de muestreo. Uso de tablas de números aleatorios. Distribución de las medias muestrales. Distribución de las proporciones muestrales. Distribución de la diferencia de dos medias muestrales. Distribución de la diferencia de dos proporciones muestrales. Distribución del cociente de dos varianzas muestrales.

III.2. Estimación de parámetros

Terminología. Estimación de punto y estimación de intervalo. Estimación de la media poblacional a partir de una media muestral. Estimación de una proporción poblacional a partir de una proporción muestral. Determinación



del tamaño adecuado de una muestra. Estimación del intervalo de confianza para parámetros de la población.

III.3. Prueba de hipótesis

Decisiones estadísticas. Hipótesis estadísticas. Errores y riesgos de la prueba. Errores de Tipo I y de Tipo II. Nivel de significación. Procedimiento para la prueba de hipótesis. Reglas de decisión. Pruebas unilaterales y bilaterales. Efecto de las variaciones del nivel de significación y del tamaño de la muestra en el error de Tipo II. Comparación de la media muestral y la media poblacional. Diferencia entre dos medias muestrales. Diferencia entre una proporción muestral y una proporción poblacional. Diferencia entre dos proporciones. Observaciones apareadas. Pruebas de hipótesis de razón de varianzas. Prueba Chi-cuadrado para bondad de ajuste.

Unidad temática IV: Métodos estadísticos

IV.1. Análisis de la varianza

Las varianzas de muestreo y sus medias. Descomposición de la suma de cuadrados total y los grados de libertad. Análisis de la Varianza modelo I. Análisis de la Varianza modelo II. Análisis de la Varianza de Clasificación Simple. Comparación entre medias. Análisis de la Varianzas de Clasificación doble. Supuestos teóricos del Análisis de la Varianza. Test de comparaciones múltiples.

IV.2. Regresión y correlación

Regresión y Correlación Lineal. La recta de regresión de mínimos cuadrados. Error típico de estimación. Variación explicada y no explicada. Teorías muestrales de la correlación y de la regresión. Covarianza. Coeficiente de correlación. Correlación múltiple y parcial. Ecuaciones y planos de regresión. Coeficientes de correlación múltiples. Regresión no lineal. Uso de la regresión en el análisis de la varianza.

IV.3. Métodos diversos

Tablas de contingencia: construcción, aplicaciones, calculo de frecuencias esperadas, test de hipótesis. Series temporales: Concepto, gráficos, estimación de tendencia, suavización, de variación estacional, cíclica e irregular. Estadística no paramétrica: test de signos, U-test de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, correlación de rangos de Spearman. Números índices: concepto, ejemplos, aplicaciones, cálculos con números índices.

5. METODOLOGÍA

El desarrollo del curso abarca cuatro situaciones de enseñanza-aprendizaje diferentes: 1) Seminarios; 2) Talleres; 3) Trabajos prácticos especiales y 4) trabajo de investigación.

1) *Seminarios*: tienen una frecuencia semanal y están a cargo del Profesor. Contempla dos actividades distintas: a) una exposición sistemática de los fundamentos conceptuales de las técnicas estadísticas a aplicar, y b) una discusión crítica de una aplicación del tema expuesto a un problema real.

2) *Talleres*: tienen una frecuencia semanal y están a cargo del Jefe de Trabajos Prácticos y de los Auxiliares Docentes. La actividad se orienta a la resolución de problemas específicos, siguiendo los lineamientos de la Guía de Trabajos Prácticos.

3) *Trabajos prácticos especiales*: tres días en los cuales se hace uso intensivo de programas de computación (genéricos o específicos) para la aplicación de la estadística a situaciones numéricas reales o experimentales.

4) *Trabajo de investigación*: cada alumno formando parte de un grupo de no más de 3, planifica, ejecuta y comunica (oralmente y por escrito) un trabajo de investigación orientado a la aplicación de distintas herramientas estadísticas a un problema o situación específica definida y elegida por cada grupo. Esto les da la oportunidad de profundizar distintos temas o incorporar nuevas estrategias de análisis de la información haciendo uso de herramientas modernas de procesamiento de datos (ie., computadoras y software estadístico).

La mecánica general del curso se basa en el desarrollo de clases teóricas expositivas (seminarios) y sesiones de ejercitación práctica (talleres y trabajos prácticos especiales) sobre ejemplos generales y específicos de las ciencias naturales. En las prácticas con computadoras personales se muestran las etapas de interacción necesarias para realizar una rutina de análisis específico, incluyendo: entrada de datos, selección de la técnica, ejecución del programa, obtención de resultados (gráficos, tablas, estadísticos, etc.) y su posterior interpretación.

En todas las instancias de enseñanza-aprendizaje, se busca desarrollar métodos interactivos entre docente y alumno (y entre los alumnos entre sí) de modo de incentivar la reflexión, el pensamiento crítico, la participación y la síntesis. Esto se logra, a través de la discusión de los conceptos, de las técnicas aplicables a un conjunto definido de datos; de la lectura de trabajos científicos, y de la identificación de problemas y dudas



acerca de técnicas estadísticas aplicadas en ejemplos concretos a un cierto conjunto de datos en una situación real.

Por otro lado, la actividad de los talleres y del trabajo de investigación permite ejercitarse en la actividad profesional, ya sea para la realización de un proyecto, o en su comunicación (escrita u oral). Esto se logra a través de las sesiones anuales de exposición y discusión de trabajos realizados por los estudiantes. El ejercicio intelectual, a través de la discusión de datos, técnicas y métodos; y el desarrollo de trabajos prácticos especiales (de investigación, de manejo de programas estadísticos, etc.); y de otras actividades tales como búsqueda bibliográfica, planeamiento y ejecución de muestreos y de experimentos, discusión crítica, cálculos, graficación, interpretación, escritura, presentación de resultados, etc.; posibilitan al estudiante adquirir una práctica real útil para el futuro desempeño profesional en el campo de las Ciencias Naturales.

6. EVALUACIÓN

La evaluación se hace a través de los resultados logrados en las distintas actividades realizadas por los estudiantes.

a) Para la aprobación de los Trabajos Prácticos se considera:

- la asistencia y predisposición para la resolución de los problemas específicos de los trabajos prácticos,
- la aprobación del trabajo de investigación (exposición oral y escrita),
- la aprobación de los exámenes parciales (2 por año), con una nota superior a 4 (cuatro).

b) Para la aprobación del curso se requerirá:

- la aprobación de los Trabajos Prácticos con una nota superior a 8 (ocho), o
- la aprobación de los Trabajos Prácticos con una nota inferior a 8 (ocho) y la aprobación de un examen final.

7. BIBLIOGRAFÍA

Para el desarrollo del curso se cuenta con una Guía de Trabajos Prácticos que se renueva cada 2 años. El siguiente listado resume la bibliografía básica del curso (en su mayor parte disponible en las bibliotecas de la Facultad de Ciencias Naturales y de Ciencias Agrarias y Forestales).

7.1. Bibliografía básica:

- Cochran, W. G. 1981. Técnicas de muestreo. CECSA, México, 513 págs.
- Legendre, L. y P. Legendre, 1983. Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 419 pags.
- Li, Ch. Ch., 1969. Introducción a la estadística experimental. Ed. Omega, Barcelona, España, 496 págs.
- Pimentel Gomes, F. 1979. Iniciación a la estadística experimental. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, 211 pp.
- Pimentel Gomes, F. 1978. Curso de estadística experimental. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 323 págs.
- Rohlf, F. J. and R. R. Sokal; 1969. Statistical Tables. Freeman & Co., Sn Fco.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf, 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. (Traducción de la 1a. Ed. 1969) H. Blume Ed., Madrid, España, 832 págs.
- , 1981. Biometry. 2da. Ed., Freeman & Co., Sn. Fco., 859 pgs.
- , 1986. Introducción a la bioestadística. Ed. Reverté, Barcelona, España, 362 pags.
- Snedecor, G. W. y W. G. Cochran, 1982. Métodos estadísticos. CECSA, México, 703 págs.
- Spiegel, M. R. 1991. Estadística. 2 da. Edición, Mc Graw Hill/Interamericana, España, 556 págs. (1a. Ed. 1970, Serie Schaum).
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie, 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill Interamericana, México, 622 pp.

7.2. Bibliografía complementaria

A. General:

- Azorin Poch, F., 1969. Curso de muestreo y aplicaciones. Ed. Aguilar, Madrid.
- Beaver, R. y W. Mendenhall, 1972. Introducción a la probabilidad y la estadística. Guía programada Centro Regional de Ayuda Técnica, AID, Ed. Herrero Hnos., México, 408 pg.
- Cantatore, de Frank, N. M. Manual de estadística aplicada. Ed. Hemisferio Sur, Bs. As., Tomo I (1980): 395 pp.; Tomo II (1983): 315 pp.
- Cappelletti, C. A. 1972. Elementos de estadística con aplicación a la agronomía. Cesarini Hnos. Ed., Bs. As., 236 pp.
- Cortada de Kohan, N. y J. M. Carro, 1968. Estadística aplicada. EUDEBA, Buenos Aires, 368 págs.
- Chao, L., 1985. Introducción a la estadística. Ed. CECSA, México.



- Gmurman, V. E. 1974. Teoría de las probabilidades y estadística matemática. Editorial MIR, Moscú, 388 págs.
- Kazmier, L. 1993. Estadística aplicada. Ed. Mc Graw Hill, México.
- Li, Ch. Ch., 1969. Introducción a la estadística experimental. Ediciones Omega, Barcelona.
- Meyer, P., 1973. Probabilidades y aplicaciones estadísticas. Fondo Educativo Interamericano, Washington, USA.
- Santaló, L. A. 1970. Probabilidad e inferencia estadística. Monografía No. 11, Depto. Asuntos Científicos, OEA, Washington, 133 pgs. .
- Stern, R. A. and N. B. Stern, 1983. Principios de procesamiento de datos. Ed. Limusa, México, 726 págs.
- Toranzos, F. 1982. Teoría estadística y aplicaciones. Ed. Kapelutz, Buenos Aires, R. Argentina.

B. Biología

- Bailey, N. T. J. 1993. Statistical Methods in Biology (2nd. Ed.). Cambridge University Press, Gr.Br.
- Campbell, R. 1994. Statistics for Biologists (3rd. Ed.), Cambridge University Press, Gr.Br.
- Elliot, J. M. 1971. Methods for the Statistical Analysis of Benthic Invertebrates. Freshwater Biological Association, Scientific Publication N° 25.
- Freese, F. 1970. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. Centro Regional de Ayuda Técnica, Manual de Agricultura No. 317, México, 102 pgs.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. primer on methods and computing J. Wiley & Sons, New York, 337 pags.
- Parker, R. E., 1993. Introductory Statistics for Biology (2nd. Ed.), Cambridge University Press, Gr.Br. 1993.
- Pielou, E. C., 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley Interscience, New York.
- Remington, R. y A. Schork, 1974. Estadística biométrica y sanitaria. Prentice, Madrid.
- Renshaw, E., 1993. Modelling Biological Populations in Space and Time, Cambridge University Press, Great Britain.
- Reyment, R. y K. G. Joreskog, 1993. Applied Factor Analysis in the Natural Sciences. Cambridge University Press, UK.

C. Geología

- Harbaugh, J. W. and G. Bonham-Carter, 1970. Computer Simulation in Geology. Wiley Intersciences/John Wiley & Sons. Inc., New York, 575 pgs.

- Koch, G. S. 1970. Statistical Analysis of Geological Data. Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- Merodio, J. C., 1985. Métodos estadísticos en Geología. Asociación Geológica Argentina.
- Merriam, D. F. (Ed.) 1970. Geostatistics. A Colloquium. Computer Applications in the Earth Sciences. Plenum Press, New York, 177 pgs.
- Miller, R. L. and J. S. Kahn, 1967. Statistical Analysis in the Geological Sciences. Wiley & Sons, Inc., New York, 483 pgs.
- Romanova, M. A. y O. V. Sarmanov. 1970. Topics in Mathematical Geology. Consultants Bureau, New York, 281 pgs.

D. Programas de computación de utilidad en estadística

Planillas de cálculo: 123 Lotus, Quattro, QPro, EXCEL.

Graficadores: HG (Harvard Graphic), 3D, SIGMAPLOT.

Específicos:

- BIOM-pc. Statistical Programs for Biologists. Version 2. Applied Biostatistics Inc.
- BMDP, Biomedical Statistical Software.
- MSUSTAT, Montana State University, v.3.00.
- NTSYS-pc. Numerical Taxonomy System. Version 1.7. Applied Biostatistics Inc.
- SAS, Statistical Analysis System, SAS Institute, Inc.,
- SPSS, Statistical Package for the Social Sciences.
- SYSTAT, The System for Statistics, SYSTAT, Inc.
- STATGRAF, Statistical Graphics System.
- STATISTICA, Stat soft, Inc. 1993. Rel.4.3

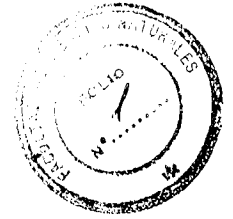
8. DURACIÓN

El curso es de duración anual, dividido en dos partes y 4 unidades temáticas que se desarrollan de abril a noviembre, con una interrupción durante el receso de invierno (2 semanas). Cada semana prevee una actividad de seminario teórico (3 hs) y de taller de trabajo práctico (4 hs) o trabajo práctico especial.

Duración total neta (27 semanas).

Carga horaria semanal (seminarios y talleres) 7 hs/semana

Carga horaria total: $27 \times 7 = 189$ hs.



La Plata, 30 de mayo de 2000

Señor Decano de la
Facultad de
Ciencias Naturales y Museo
Dr. M. CABALLE

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud.
a fin de adjuntarle el "**Programa de Estadística (Año 2000)**".

Sin más, lo saludo a Ud. con mi
más distinguida consideración.

Dr. Ramiro SARANDON

Profesor Adjunto Ordinario (A cargo)
Cátedra de Estadística
Facultad de Ciencias Naturales y Museo
UNLP - 1900 La Plata



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO

Calle: 122 y 60 - 1900 - La Plata - Argentina

SECRETARÍA ACADÉMICA, 22 de junio de 2000

Pase a consideración del Consejo Consultivo Departamental de Geología y Geoquímica. Cumplido pase a la Comisión de Enseñanza.

Dra. MARIA LAURA de WYSIECKI
Secretaria de Asuntos Académicos

El Consejo Consultivo Departamental de Geología y Geoquímica no tiene observaciones ni sugerencias que formular al Programa presentado, recomendando por lo tanto su aprobación.

La Plata, 26 de Junio de 2000