

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

CARRERA: Posgrado y/o Doctorado

PLAN DE ESTUDIO AÑO: 2011

CUATRIMESTRE: segundo

CODIGO DE CARRERA:

MATERIA: *Técnicas de Análisis aplicadas al estudio de la variabilidad del sistema climático*

CARACTER DE LA MATERIA: Posgrado y doctorado

PUNTAJE PROPUESTO: 5 puntos

DURACION: cuatrimestral

HORAS DE CLASE SEMANAL: Teóricas/Seminarios:4

Prácticas:2

Laboratorio:2

TOTAL DE HORAS:8

CARGA HORARIA TOTAL:128

ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Graduados en Lic. En Cs. de la Atmósfera, Lic. En Oceanografía , Lic. En Cs. Físicas, Ingenieros.

FORMA DE EVALUACION: Exámenes parciales sobre los temas desarrollados, exposición de trabajos y/o informe escrito sobre temas específicos. Examen final oral e informe.

1. Fundamentos:

Este curso pretende aportar los conocimientos básicos de los métodos estadísticos multivariados que permitirán extraer la información esencial subyacente en bases de datos con un gran volumen de información que comprende el tiempo, el espacio, y distintas variables del sistema atmósfera- océano. Estas técnicas son actualmente esenciales para analizar tanto la información empírica como las salidas de los modelados numéricos del sistema. Permiten determinar tanto las características de los tipos subyacentes como las variabilidades temporales y espaciales involucradas. Por ello este curso es muy importante en la formación de posgrado para los estudiantes interesados en hacer investigaciones tanto en el área de Ciencias de la Atmósfera como en Oceanografía.

2. Propósitos:

- Proveer a los estudiantes elementos teóricos para comprender cuales son las principales técnicas multivariadas utilizadas actualmente para el estudio del sistema atmósfera-océano, y sus diversas aplicaciones acorde con los objetivos determinados de investigación.
- Favorecer el discernimiento tanto del diverso significado de los resultados obtenidos por la aplicación cada una de ellas, como del planteo de la técnica más adecuada para un objetivo previamente determinado.
- Promover el análisis crítico de resultados previamente obtenidos por otros autores.
- Generar experiencias de trabajo en grupo
- Favorecer la discusión científica

3. Objetivos:

- Adquirir herramientas conceptuales para aplicar analizar e interpretar cada una de las técnicas de análisis multivariado más frecuentemente utilizadas en la literatura para la investigación de el sistema atmósfera-oceano a partir de datos empíricos y de salidas de la simulación numérica.
- Analizar la sensibilidad de las diversas técnicas frente a los objetivos previamente planteados.
- Conocer cada una de las variantes teóricas posibles de la aplicación de las diversas técnicas presentadas en el curso.
- Generar la capacidad de plantear una problemática, diseñar la base de datos adecuada a la misma, discernir la técnica multivariada que mejor resulta el objetivo, analizar los datos para luego discutir los resultados e implementar un informe sobre el trabajo realizado.
- Desarrollar actitudes de indagación reflexiva y crítica respecto de la utilización de cada una de estas técnicas.

4. Contenidos

1. Métodos de clasificación objetivos. Variables versus observaciones. Modos de descomposición: 1) Modo-R versus Modo-Q 2) Modo-P versus Modo-O y 3) Modo-T versus Modo-S. Aplicación al análisis de variabilidad atmosférica y climática. Análisis en escala climático-sinóptica en campos de variables geofísicas y en series de observaciones aerológicas como sondeos. Planteo de un objetivo de estudio y confección de la matriz de datos de entrada. Concepto de PLASMODE. Diseño de PLASMODES para estudios cuyo objetivo responde al T-Modo versus para los que responden al S-Modo. Confección de matrices para diversos objetivos de estudio acorde a Modos pre-determinados. Métodos clasificación, determinación de grupos y áreas. Análisis de correlación: método de Lund, aplicación a tipificación de mapas sinópticos y determinación de áreas homogéneas. Variabilidad del resultado de acuerdo con el coeficiente de correlación límite. Composición. Métodos de encadenamiento simple (“linkage”): método de McQuitti. Aplicación de las metodologías a clasificación y tipificación de variables climáticas. Discusión de sus ventajas y desventajas en la obtención de patrones o tipos y en la determinación de fluctuaciones o variabilidad climática. Sensibilidad al tamaño de las muestras, al área de estudio y a la densidad del enrejado de datos utilizado.
2. Método de autovectores y autovalores. Representación geométrica. Ecuación característica. Funciones ortogonales empíricas. Análisis por componentes principales. Antecedentes en Ciencias de la Atmósfera - Fundamentos y conceptos básicos del Análisis por Componentes Principales. Formulación matemática. Algunos conceptos. Propiedades y aplicación de Singular Value Decomposition (SVD) al calculo de las Componentes Principales. Algunas propiedades de las Componentes Principales, su implicancia en el estudio de variables y campos meteorológicos. Modos de organizar los datos de entradas y su relación con las diversas aplicaciones del Análisis de Componentes Principales al estudio del clima. Patrones especiales y temporales. Análisis de anomalías. Determinación de áreas de coherencia espacial. Técnica del Modo_T versus Modo_S.
3. Componentes principales obtenidas de la matriz de correlación o de la matriz de covarianza. Ventajas y desventajas de matrices de entrada de correlación y de covarianza. Identificación e interpretación de las componentes de puntaje (“component scores”), de las componentes de peso (“component loadings”) y de los autovalores y porcentajes de varianza explicada por cada componente. Característica flip-flop de los patrones. Varianza explicada por el patrón directo y por el inverso. Aplicación a diversos modos de

la matriz de entrada en especial al Modo_T y Modo_S. Interpretación de los resultados. Patrones espaciales ó temporales. Análisis de anomalías climáticas y determinación de áreas de coherencia espacial.

4. Componentes Principales y procesos al azar. Determinación del número de componentes con información significativamente distinta del ruido. Diagramas de LEV. Testeo de significancia a partir del valor el autovalor, a partir de las componentes de peso, y otros. Aplicación al análisis espacio-temporal de variables del sistema climático. Interpretación física de los resultados.
5. Sensibilidad del análisis de componentes principales a diversas características de los datos: distribuciones espaciales de la información (redes) regulares e irregulares. Cambios en la forma o densidad de la red de información. Sensibilidad de la matriz de similitud de correlación o covarianza a cambios de gradiente, cambios espaciales de la varianza, o de intensidad de los sistemas sinópticos. Cambios en la frecuencia de ocurrencia de los patrones espaciales (situaciones sinópticas) determinadas. Efectos de las Componentes Principales al variar el tamaño de la muestra – Comparación entre los métodos de correlación, encadenamiento simple y Componentes Principales para Modo_T y para Modo_S.
6. Autovectores “degenerados”. Determinación del error en los autovalores a partir del test de North. Concepto de estructura simple. Aspectos técnicos de la estructura simple. Representación gráfica de estructura simple. Pairwise. Aplicaciones meteorológicas/climatológicas. Búsqueda de mejor interpretación de los resultados. Concepto y aplicación de “hiperplano”. Hiperplano en la determinación de estructura simple. Hiperplano en la determinación de las “reales” component score provenientes de “ruido”.
7. Funciones Ortogonales Empíricas (EOFs). Antecedentes, algunas aplicaciones. Comparación con el ACP. Funciones Ortogonales Empíricas Extendidas. Patrones de Secuencias Principales. Aplicación al estudio y determinación tipos de secuencias temporales de campos de variables climáticas. Especial aplicación en climatología-sinóptica.
8. Rotación de las Componentes Principales. ¿Cuántas componentes retener? Rotación ortogonal. Quartimax (simplificar filas o variables). Varimax (simplificar columnas y factores). La solución Varimax. Otras transformaciones: rotación oblicua. Aplicación del Coeficiente de Congruencia para determinar el número de componentes a retener. Aplicación para determinar la solución que mejor ajusta a la física de los datos analizados.
9. Otras aplicaciones: SSA (Singular Spectrum Analysis) su aplicación al estudio de variabilidad climática a partir de series temporales. Determinación de Regímenes de Tiempo (Weather regime), aplicando combinación de ACP y método de “clusters”. Análisis de Correlación Canónica, aplicación a campos de diversas variables climáticas.

5. Modalidad de evaluación:

La evaluación del presente curso constará de tres partes: por un lado se observará el desempeño del estudiante durante los trabajos prácticos en los cuales realizará experimentos con cada una de las técnicas que le fueran presentadas en las clases teóricas, discutirá los resultados obtenidos y los comparará con los presentados por los otros alumnos para bases de datos diferentes. Para aprobar los trabajos prácticos deberá presentar un informe final

escrito defendiendo las técnicas escogidas para resolver el objetivo planteado, detallando los resultados obtenidos, realizando inferencias y sacando conclusiones de los mismos. También deberá preparar un seminario sobre algún tópico teórico en base trabajos de investigación en los cuales se hayan aplicado en particular la técnica sobre la cual tendrá que realizar la exposición. Por último los estudiantes deberán rendir un examen final oral.

Para aprobar el presente curso se requiere que los alumnos demuestren que conocen los contenidos teóricos, que poseen habilidades para trabajar con las técnicas multivariadas presentadas en el curso, diseñar objetivos concretos de investigación, resolverlos y además que son capaces de comunicar dichos resultados en forma escrita.

6. Recursos

Los estudiantes tendrán a su disposición el laboratorio de Computación del DCAO, se les proveerá del paquete Matlab y se les enseñará a diseñar la aplicación de las técnicas multivariadas a partir del empleo del mismo.

7. Bibliografía

1. Barri, R.G. and A.H. Peny: "Sinoptic Climatology Methods and applications. Mathuen & Co. Ltd. London, pp 55.
2. Green, P.E. (1978). "Analyzing Multivariate Dates" The Dryden Press, USA, pp 519.
3. Davis, J.C. (1973). "Statistics and data analysis in geology". John Wiley & Sons. New York, pp 550.
4. Cooley and Lohnes (1971): "Multivariate data analysis". John Wiley & Sons. New York.
5. Harman, H.H. (1967): "Modern Factor Analysis". The University of Chicago Press. USA, pp 474.
6. Cattell R.B. (1978): "The Scientific use of Factor Analysis in Behavioral and Life Sciences". Plenum press, pp, 617
7. Reyment R. and K.G. Joreskog (1996): "Applied Factor Analysis in the Natural Sciences" Cambridge Univ. Press, pp371
8. Artículos de revistas periódicas: "Journal of Climatology, Journal of applied Meteorology, Monthly Weather Review y otras.

