55

1000-39694/2000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

PROGRAMAS

AÑO 2000

Cátedra de OCEANOGRAFIA FISICA

Profesor Dr. POUSA, Jorge

MATERIA: OCEANOGRAFÍA FÍSICA (OPTATIVA)

1. Contenido global del curso y fundamentación de la inserción de la materia en el diseño curricular vigente, en relación a su articulación con otras asignaturas.

Este es un curso de *oceanografía física* de carácter introductorio.

La oceanografía es el estudio científico de los mares y los océanos que cubren alrededor del 70% de la superficie terrestre. Su finalidad es comprender y revelar los diferentes aspectos del océano mundial: propiedades, comportamiento, interacción con la atmósfera y la corteza subyacente, forma y estructura de las cuencas oceánicas, y seres vivos que en él habitan.

Si bien la oceanografía tiene por objeto el estudio de todo el medio marino, clásicamente se la ha dividido en *oceanografía física* y *oceanografía biológica*. Sucesivos progresos científicos y tecnológicos dieron luego origen a la química, meteorología, geología y geofísica marinas. Pero si se tienen en cuenta sólo las ramas clásicas, es posible decir que la *oceanografía física* involucra la descripción geométrica de las cuencas oceánicas, las propiedades físicas y químicas del medio y su distribución geográfica, los movimientos del océano y el intercambio de energía entre éste y la atmósfera.

La inserción de esta asignatura en el diseño curricular vigente radica en el hecho de que ella proporciona los conocimientos básicos para quienes deseen emprender estudios de oceanografía biológica y/o geología marina, esta última particularmente en su vertiente costera.

La geomorfología y la sedimentología han hecho importantes contribuciones a la geología costera. La primera de ellas centra su interés en reconocer, describir y clasificar los distintos tipos de costas, intentando, al mismo tiempo, entender su evolución en el tiempo. Tales estudios de base ayudan a proponer políticas racionales para el manejo de los recursos costeros.

La sedimentología, por su parte, se ha ocupado de estudiar los sedimentos de las playas para establecer, entre otras cosas, las propiedades estadísticas de la distribución del tamaño de grano, sus variaciones a través de la playa, grado de redondez y forma, estructura de los depósitos sedimentarios, utilización de trazadores para determinar fuentes de sedimentos y el transporte de éstos, tanto a lo largo de la costa como en dirección normal a ella, a causa de diversos fenómenos vinculados con la mecánica de olas.

Finalmente, la oceanografía biológica está necesariamente ligada a la oceanografía física. No se concibe un biólogo desinteresado de la física del medio donde se manifiesta la vida que él estudia; pero rápidamente se descubre que la distribución de la vida en el mar modifica las propiedades del medio, actúa sobre los aparatos de estudio físico y aclara diversos aspectos de los movimientos del mar. Por tanto, es necesaria una estrecha relación entre estas dos disciplinas.

2. Metas y objetivos generales que se espera alcance el alumno al finalizar toda la materia, y específicos en cada unidad temática.

Dado el carácter necesariamente introductorio de esta materia, sus objetivos apuntan a que el alumno incorpore los conocimientos básicos que le permitan comprender la naturaleza y funcionamiento de un medio tan vasto como el océano mundial.

Puesto que la oceanografía física consiste en la aplicación de la física y las matemáticas al estudio del océano mundial, esta asignatura constituye una oportunidad para que el alumno aproveche su aspecto formativo e inductor del razonamiento y del sentido crítico, sin descuidar, claro está, la parte informativa que de por sí tiene la materia. Quizás el mayor aporte que esta asignatura introductoria pueda hacer a la formación del alumno de ciencias naturales radique, justamente, en su carácter formativo.

3. Contenidos de la materia presentados en unidades temáticas y fundamentación de la selección de los mismos.

Semestre I

Unidad Temática 1

Introducción. Utilidad práctica de la oceanografía. El trabajo en el mar. El dato oceanográfico: métodos para su obtención. Condiciones fundamentales de las técnicas de observación. El buque de investigación. La estación oceanográfica.

Unidad Temática 2

Distribución de la tierra y el mar. La plataforma continental. Las grandes profundidades oceánicas. Características del agua de mar. Salinidad y cloronidad: métodos para su determinación. Temperatura: su medición y uso. Cálculo de la densidad. Transmisión del sonido y la luz en el agua de mar.

Unidad Temática 3

El calentamiento de los océanos. Procesos de enfriamiento. Ecuación de balance de calor. Evaporación. Variaciones diurnas y estacionales. Convergencias y divergencias. Modelo oceánico de tres capas. Variaciones superficiales de la salinidad. Diagramas verticales de temperatura y salinidad. Estabilidad. Diagrama T-S. Agua tipo. Masa de agua. Procesos de mezcla. Profundidad de núcleo de un agua tipo. Surgencias. Cuencas oceánicas. Cuencas de concentración y de dilución.

Unidad Temática 4

Circulación general oceánica: su relación con los vientos dominantes. Gravedad y gradiente de presión. Fuerza centrífuga y fuerza de Coriolis. Altura dinámica. Cálculo de la corriente geostrófica. Fuerzas de fricción. Ecuaciones del movimiento. Espiral de Ekman.

Comentario

Tras un breve panorama de los objetivos de la oceanografía física y de las formas en que ésta obtiene los datos de campo, se enfoca el estudio del océano mundial, de sus propiedades físicas básicas (salinidad, temperatura, densidad, etc.) y de la distribución superficial y en profundidad de dichas propiedades. Por último, se aborda el problema de la circulación oceánica y el cálculo de las corrientes geostróficas, en el que se aplican los conceptos vistos en las unidades temáticas previas. La selección de estos temas se fundamenta en el objetivo de conseguir que al término de esta primera parte el alumno tenga un conocimiento general del océano mundial.

Semestre II

Unidad Temática 5

Clasificación de las ondas en el mar. Áreas de aplicación práctica. Definiciones básicas. Teorías de olas. Olas de viento. Mar de leva. Olas en aguas poco profundas. Refracción. Difracción. Reflexión. Rompientes. Corrientes paralelas a la costa. Ondas internas. Seiches. Predicción del estado del mar.

Unidad Temática 6

Fuerzas generadoras de la marea. Teoría de equilibrio. Teoría dinámica. Constantes armónicas. Predicción de la marea. Corrientes de marea. Variaciones del nivel del mar.

Unidad Temática 7

Procesos costeros. Costas rocosas y arenosas. Acción de las olas sobre las costas. Parámetro escalar de la rompiente y su relación morfodinámica con las playas disipativas y reflectivas. Las ondas de borde y la configuración de la costa. Ecuaciones para el cálculo del transporte de sedimentos.

Unidad Temática 8

Estuarios: clasificación. Circulación estuarina. Corrientes en estuarios. Tipos de estuarios. Origen y sedimentos. Lagunas costeras.

Unidad Temática 9

Instrumental oceanográfico. Termómetros. CTD. Mareógrafios. Correntómetros. Olígrafos. Observaciones satelitales.

Comentario

En esta segunda parte del programa se entra en el estudio de dos fenómenos que revisten particular interés para la oceanografía costera y para todas aquellas actividades que se desarrollan en el entorno de la costa: las olas y las mareas. Se consideran luego los procesos costeros como una consecuencia de la acción de tales fenómenos, y se concluye

con una descripción de dos aspectos costeros: los estuarios y las lagunas costeras. La última unidad temática resume las características y fines de los principales tipos de instrumentos usados en oceanografía. Todo el material que compone esta seguinda parte se ha seleccionado teniendo en cuenta las aplicaciones más inmediatas que de la oceanografía física puedan hacer aquellos alumnos de ciencias naturales que se orienten hacia alguna disciplina conexa.

4. Contenidos a desarrollar, según unidades temáticas, en teórico, T.P. y otras modalidades desarrolladas por la cátedra: seminarios, salidas al campo, visitas, monografías, trabajos de investigación, etc.

Puesto que las clases son de índole teórico-práctica, todos los contenidos temáticos se desarrollan como una unidad, estò es, sin una separación neta entre la teoría y la práctica. Tan pronto como lo permite el estudio de la teoría, se van introduciendo los ejercicios neceasrios para que el alumno logre fijar los conceptos adquiridos inmediatamente antes.

5. Metodología a utilizar en las diferentes actividades de la materia y su fundamentación.

Se procura desarrollar la materia en forma de seminarios. El material bibliográfico esencial es provisto por la cátedra, sin perjuicio de que el alumno pueda consultar cualquier otro material, esté o no en al lista bibliográfica. Se intenta estimular la discusión en clase de los distintos temas, en el convencimiento de que el intercambio de ideas es la mejor manera de comprender conceptos que, por su naturaleza física y matemática, presentan cierto grado de abstracción. Para ello es necesario que el alumno venga a clase habiendo leído previamente los fundamentos del tema en el material provisto por la cátedra.

6. Formas y tipo de evaluación

La forma de evaluación es la clásica: para aprobar el curso se requiere rendir satisfactoriamente dos exámenes parciales, uno a mediados de año y el otro al finalizar los trabajos prácticos. Ambos tienen recuperatorios. Existe además un examen final.

Sin embargo, son muy importantes el interés y la participación del alumno durante todo el curso, en especial ante cualquier circunstancia en la que un resultado dudoso de un parcial no alcance para decidir si el alumno aprueba o no tal o cual segmento de la materia.

7. Bibliografía a utilizar.

a) Libros

Dean, R.G. and R.A. Dalrymple, (1984). *Water wave Mechanics for Engineers and Scientists*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., U.S.A., 353 p.

Doodson, A.T. and H.D. Warburg, (1961). *Admiralty Manual of Tides*. Hydrographic Department, Admiralty, London, U.K., 270 p.

Finkl, C. W., Jnr. (Editor), 1994. *Coastal Hazards: Perception, Susceptibility and Mitigation. Journal of Coastal Research (S.I. No. 12)*, The Coastal Education and Research Foundation, Charlottesville, Virginia, and Fort Lauderdale, Florida, U.S.A., 372 p.

Ingmanson, D.E. and W.J. Wallace, (1985). Oceanography: An Introduction. Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA, U.S.A., 530 p.

Kinsman, B., (1965). *Wind Waves*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., U.S.A., 676 p.

Komar, P.D., (1976). Beach Processes and Sedimentation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., U.S.A., 429 p.

Neumann G. and W.J. Pierson Jr., (1966). *Principles of Physical Oceanography*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., U.S.A., 545 p.

Panzarini, R.N., (1967). *Compendio de Oceanografía Física*. Instituto de Publicaciones Navales, Buenos Aires, 350 p.

Pickard, G.L. and W.J. Emery, (1982). *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction.* (SI) Enlarged Edition, Pergamon Press, Oxford, U.K., 249 p.

Pond, S. and G.L. Pickard, (1983). *Introductory Dynamical Oceanography*. Pergamon Press, Oxford, U.K., 329 p.

Pugh, D.T., (1987). Tides, Surges and Mean Sea-Level. John Wiley & Sons, U.K., 472 p.

Sorensen, R.M., (1993). *Basic Wave Mechanics for Coastal and Ocean Engineers*. John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y., U.S.A., 284 p.

Sverdrup, H.U.; M.W. Johnson, and R.H. Fleming, (1942). *The Oceans. Their Physics, Chemistry and General Biology*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA, 1060 p.

The Open University, (1989). *Oceanography (Vol. 4). Waves, Tides, and Shallow-Water Processes*. Pergamon Press, Oxford, U.K., 187 p.

Thurman, H.V., (1985). *Introductory Oceanography*. Charles E. Merrill Publishing Company, Columbus, Ohio, U.S.A., 503 p.

Wallace, W.J. and C. Phleger, (1979). *Field Guide and Laboratory Manual for Oceanography: An Introduction.* Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA, U.S.A., 245 p.

b) Trabajos en revistas especializadas y congresos

Caruso, H.A. and J.L. Pousa, (1990). Beach Evolution in the Vicinity of a Submerged Bar. *Journal of Coastal Research*, 6 (3): 587-596.

Caruso, H.A. and J.L. Pousa, (1992). Length of Wave Records: A Numerical Model to Simulate its Influence upon Frequency Distribution of Wave Heights and Periods. *Journal of Coastal Research*, 8 (2): 340-346.

Lanfredi, N.W.; J.L. Pousa; C.A. Mazio, and W.C. Dragani, (1992). Wave-Power potential Along the Coast of the Province of Buenos Aires, Argentina. *Energy*, 17 (11): 997-1006.

Lanfredi, N.W.; J.L. Pousa; F.J. Caviglia; L.R. Martins; S.R. Dillenburg, y E.E. Toldo Jr., (1994). Dinámica Sedimentaria de las Bocas de las Lagunas costeras Mar Chiquita (Argentina) y Los Patos (Brasil). *Notas Técnicas*, No. 7: 50-63, CECO/IG/UFRGS, Porto Alegre, R.S., Brasil.

Lanfredi, N.W.; J.L. Pousa, and E.E.D'Onofrio, (1998). Sea-Level Rise and Related Potential Hazards on the Argentine Coast. *Journal of Coastal Research*, 14 (1): 47-60

Pousa, J.L.; W.C. Dragani; N.W. Lanfredi, y C.A. Mazio, (1995). La Energía Oceánica en el Atlántico Sudoccidental; Posibilidades e Impacto Ambiental. *Thalassas*, 11: 59-72.

Schnack, E.J.; J.L. Fasano; N.W. Lanfredi, and J.L. Pousa, (1990). Impacts of Sea-Level Rise on the Argentine Coast. *In*: J.G. Titus (Ed.) *Changing Climate and the Coast*, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change from the Miami Conference on Adaptive Responses to Sea-Level Rise and Other Impacts of Global Climate Change, Vol. 2: 363-384.

Schnack, E.J.; J.L. Pousa, and F.I. Isla, (1998). Erosive Processes on the Sandy Coastline of Argentina. Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft (VSAG), Band 20, S.: 133-136.

c) Publicaciones técnicas

Coastal Engineering Research Center (CERC), (1984). Shore Protection Manual. Department of the Army, Waterways Experimental Station, Corps of Engineers, Vicksburg, Mississippi, U.S.A., Vols I & II.

Dragani, W.C.; F.J. Caviglia; C.A. Mazio; J.L. Pousa, J.O. Speroni, (1995). Estudio de Corrientes Generadas por Olas en Playas del Partido de la Costa (Pcia. de Buenos Aires). Informe Técnico N° 91/95, Departamento de Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, 26 p.

Schneider, C., (1981). The Littoral Environment Observation (LEO) Data Collection Program. *Coastal Engineering Technical Aid N° 81-5*, CERC, U.S. Army, Corps of Engineers, Fort Belvoir, VA, U.S.A., 23 p.

Servicio de Hidrografía Naval, (2000). Tablas de Marea. Publicación H-610, 505 p.

d) Trabajos de divulgación

Behrman, D., (1984). *Asalto a lo Desconocido - La Expedición Internacional al Océano Indico (1959-1965).* Serba/UNESCO, Barcelona, España, 216 p.

Lanfredi, N.W., (1989). La Erosión Costera. *Boletín Informativo Techint N° 258*, 36 p.

Lanfredi, N.W., (1991). La Investigación Oceánica y los Recursos del Mar. *Boletín Informativo Techint N° 265*, 36 p.

Mazio, C.A.; W.C. Dragani; J.L. Pousa, y N.W. Lanfredi, (1993). Las Olas como un Recurso Energético Renovable. *Realidad Energética-Revista Técnica Informativa (Recursos Naturales y Minería)*, Año 11, N° 50: 24-35.

e) Guías de trabajos prácticos

Düing, W; P. Duncan, and J. Meincke, (1971). *Study Questions in Physical Oceanography*. University of Miami, Sea Grant Program Special Publication.

Enfield, D.B., (1976). *Manual de Prácticas de Oceanografía Física.* Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador.

Pipkin, B.W.; D.S. Gorsline; R.E. Casey, and D.E. Hammond, (1976). *Laboratory Exercises in Oceanography*, California, U.S.A.

Pousa, J.L., (1991). *Oceanografía Física: Guía de Trabajos Prácticos.* Inédita.

Se dispone además en el Laboratorio de Oceanografía Costera de las colecciones de dos revistas y un periódico de la especialidad desde los años que se indican a continuación. Tales publicaciones pertenecen al Laboratorio.

1. *Journal of Coastal Research*: desde 1988 y continúa (Revista).
2. *Shore & Beach*: desde 1996 y continúa. (Revista)
3. *EOS, Transactions AGU*: desde 1988 y continúa. (Periódico)

8. Duración de la materia y cronograma con la distribución del tiempo para cada actividad.

La materia es anual y es optativa. Las clases son teórico-prácticas y se desarrollan dos veces por semana. No es posible establecer un cronograma estricto de la distribución de tiempos entre las partes teórica y práctica, porque ambas se hallan lo suficientemente imbricadas como para que el alumno advierta la estrecha vinculación entre una y otra. Hay horarios de consulta establecidos de común acuerdo con los alumnos.

9. Autoevaluación periódica

Se contemplará la posibilidad de estructurar algún tipo de autoevaluación de la cátedra al finalizar el curso.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO
Calle: 122 y 60 - 1900 - La Plata - Argentina

15

SECRETARÍA ACADÉMICA, 24 de mayo 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO
Calle: 122 y 60 - 1900 - La Plata -Argentina

16

SECRETARIA DE ASUNTOS ACADEMICOS, 3 de junio de 2002

Notifiquese al Sr. Prof. Dr. Jorge Pousa del dictamen de la Comisión de Enseñanza que antecede. Cumplido vuelva a la mencionada Comisión.

Lic. MARIA ANTONIA LUIS
Secretaria Asuntos Académicos
Fac. Cs. Naturales y Museo