



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 26/07/2021

Ref. Expte. N° 3132/2019

## VISTO

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo (DOC8800113)** para el año 2021,

## CONSIDERANDO

- Lo actuado por la Comisión de Doctorado,
- Lo actuado por la Comisión de Posgrado,
- Lo actuado por la Comisión de Presupuesto y Administración,
- Lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada en el día de la fecha,
- En uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

### EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

#### RESUELVE:

**ARTÍCULO 1°:** Aprobar el dictado del curso de posgrado **Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo (DOC8800113)** de 60 horas de duración, que será dictado por el Dr. Enrique Rodríguez con la colaboración de los Dres. Inés O'Farrel y Daniel Medesani, y el Lic. Rubén Lombardo.

**ARTÍCULO 2°:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo (DOC8800113)**, para su dictado del 2 al 13 de Agosto de 2021.

**ARTÍCULO 3°:** Aprobar un puntaje máximo de tres (3) puntos para la Carrera del Doctorado.

**ARTÍCULO 4°:** Establecer un arancel de \$2000 (pesos dos mil) estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N° 2852/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

**ARTÍCULO 5°:** Disponer que de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 6°:** Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, archívese.

## RESOLUCIÓN CD N.º 1203

  
Dr. PABLO J. GROISMAN  
Secretario Adjunto de Posgrado  
FCEyN - USA

  
Dr. JUAN CARLOS REBORADA  
DECANO

**Formulario para la presentación de Cursos de Posgrado/Doctorado – Res. CD2819/18 - ANEXO 1**

**Información académica**

Año de presentación (\*) 2021

--

1-a-

<b>Departamento docente que inicia el trámite:</b>
DBBE
<b>Nombre del curso:</b>
Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo
<b>Nombre, Cargo y Título del docente responsable:</b>
Dr. Enrique M. Rodríguez, Profesor Titular DE
<b>En caso de dictarse en paralelo con una materia de grado, nombre de la misma:</b>
<b>Nombre y Título de los docentes que colaboran con el dictado del curso (*) (*):</b>
Dra. Inés O'Farrell, Dr. Daniel Medesani, Lic. Rubén Lombardo
<b>Fecha propuesta para el primer dictado luego de la aprobación:</b>
2 al 13 de Agosto de 2021

<b>Duración:</b>
------------------

Duración total en horas	60
Duración en semanas	2

<b>Distribución carga horaria:</b>
------------------------------------

Horas de clases teóricas semanales	20
Horas de clases de problemas semanales	
Horas de trabajos de laboratorio semanales	
Horas de trabajo de campo semanales	
Horas de seminarios semanales	10

<b>Forma de evaluación:</b>
Presentación de un proyecto original de investigación en la temática ambiental
<b>Lugar propuesto para el dictado (departamento, laboratorio, campo, etc.):</b>
DBBE

<b>Puntaje propuesto para la carrera de doctorado:</b>	3 puntos
--	----------

<b>Número de alumnos:</b>	Mínimo: 10	Máximo: 40
---------------------------	------------	------------

<b>Audiencia a quien está dirigido el curso:</b>
Biólogos, Químicos, y otros profesionales afines o interesados en la temática ambiental

**Necesidades materiales del curso:**

Acceso a gabinete de computación  
Insumos de computación  
Impresión de material didáctico

1-b-

**Programa analítico del curso con Bibliografía (puede adjuntarse en hojas separadas):**

UNIDAD 1. Concepto de contaminante ambiental. Ingreso y dinámica de contaminantes en cuerpos de agua; factores físicos y químicos asociados que modifican su toxicidad. Tipos principales de contaminantes de origen antrópico: plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, otros tipos. Orígenes y fuentes de emisión. Estadísticas mundiales y regionales de aplicación y vertido. Niveles ambientales de contaminantes, ejemplos. Niveles de acción: organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Concepto de toxicidad letal y subletal, ejemplos de efectos subletales de distintos contaminantes. Nociones sobre toxicocinética, toxicodinámica y biotransformación. Nociones sobre bioacumulación y biomagnificación.

UNIDAD 2. Evaluación y diagnóstico de la contaminación en ambientes acuáticos: parámetros físicos, químicos y biológicos de referencia, autodepuración de los sistemas, asociaciones bioindicadoras y/o tolerantes, tipos de respuesta de la biota al *stress* ambiental, índices ecológicos. Estudios de caso. Niveles guía de calidad de agua.

UNIDAD 3. Bioensayos multiespecíficos. Especies indicadoras y especies tolerantes. Desarrollo experimental de bioensayos de evaluación de calidad de agua (contaminación-eutroficación): análisis e interpretación de resultados. Bioensayos de campo. Floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas.

UNIDAD 4. Bioensayos monoespecíficos. Metodología para el estudio en laboratorio de la toxicidad de contaminantes en organismos acuáticos. Condiciones ambientales a ser mantenidas. Determinación de los efectos letales. Parámetros de toxicidad letal: cálculo de la CL50 e intervalos de confianza. Curvas de toxicidad, umbral de toxicidad incipiente. Comparaciones intra e interespecíficas, metodología.

UNIDAD 5. Efectos subletales: niveles de estudio, diseños experimentales, variables fisiológicas de interés. Parámetros de toxicidad crónica: NOEC, LOEC, otros estimadores. Concentraciones de seguridad y niveles guía. Concepto de evaluación de riesgo. Extrapolación a condiciones de campo. Toxicidad conjunta: concepto, diseños experimentales, metodología de análisis, interpretación de resultados.

UNIDAD 6. Biomarcadores: concepto y requisitos. Biomarcadores de exposición y de efecto. Especies centinelas. Biomarcadores bioquímicos y moleculares: enzimas detoxificantes, metalotioneínas, otras proteínas. Biomarcadores genéticos, ejemplos. Biomarcadores histológicos y anatómicos: principales patologías y tipo de lesiones en tejido branquial, hepático y otros. Biomarcadores inmunológicos. Efectos sobre el desarrollo embrionario y larval. Biomarcadores fisiológicos, en el contexto del síndrome general de adaptación. Desorganización endocrina: concepto, mecanismos de acción y ejemplos en invertebrados y vertebrados acuáticos. Métodos *in vitro* para la detección de desorganizadores endocrinos.

UNIDAD 7: Manejo de recursos hídricos. Enfoque sistémico de la teoría de decisiones. Estudio de caso. Modelos matemáticos de calidad de aguas. Optimización con objetivos múltiples. Depuración de aguas residuales. Técnicas de análisis multivariado y aplicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- Abel, P.D., 1998. *Water Pollution Biology*. Taylor & Francis Inc., London, 286 pp.
- Aliferis, K.A., Jabaji, S., 2011. Metabolomics – A robust bioanalytical approach for the discovery of the modes-of-action of pesticides: A review. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100: 105–117.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewaters*, 18th Ed. American Public Health Association, Washington D.C. 1200 pp.
- Au, D.W.T., 2004. The application of histo-cytopathological biomarkers in marine pollution monitoring: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 48: 817–834.
- Belfiore, N.M., Anderson, S.L., 2001. Effects of contaminants on genetic patterns in aquatic organisms: a review. *Mutation Research*, 489: 97–122.
- Beyer, J., Petersen, K., Song, Y., Ruus, A., Grung, M., Bakke, T., Tollefsen, K.E., 2014. Environmental risk assessment of combined effects in aquatic ecotoxicology: A discussion paper. *Marine Environmental Research*, 96: 81-91.
- Callaghan, N.I., MacCormack, T.J., 2017. Ecophysiological perspectives on engineered nanomaterial toxicity in fish and crustaceans. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 193C: 30–41.
- Calow, P. y G.F. Petts, 1994. *The Rivers Handbook*. Hydrological and ecological principles. Blackwell Sc., Oxford, 523 pp.
- Campbell, C.G., Borglin, S.E., Green, F.B., Grayson, A., Wozei, E., Stringfellow, T., 2006. Biologically directed environmental monitoring, fate, and transport of estrogenic endocrine disrupting compounds in water: a review. *Chemosphere*, 65: 1265-1280.
- EPA, 2012. *Water Quality Standards Handbook*, 2nd ed. US EPA. <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/handbook>, 8/7/2013.
- Fenske, C., Daeschlein, G., Gunther, B., Knauer, A., Rudolph, P., Schwahn, C., Adriane, V., von Woedtke, T., Rossberg, H., Julich, W.D., Kramer, A., 2006. Comparison of different biological methods for the assessment of ecotoxicological risk. *Int. J. Hyg. Environ.-Health*, 209: 275–284.
- Finney, D.J., 1971. *Probit analysis*, 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge University Press, 333 pp.
- Huggett, R.J.; Kimerle, R.A.; Mehrle, P.M.; Bergman, H.L., 1992. *Biomarkers. Biochemical, Physiological and Histological Markers of Anthropogenic Stress*. SETAC Publications, Lewis Publishers, 347 pp.
- Huisman J., Matthijs H.C.P., Visser P.V. 2005. *Harmful Cyanobacteria*. Aquatic Ecology Series, Springer, Dordrecht, 241 pp.
- Kalff, J. 2003. *Limnology Inland water ecosystems*. Prentice Hall, New Jersey, 592 pp.ç
- Kibenge, F.S.B., Baldisserotto, B., Sie\_Maen Chong, R. (eds.) , 2021. *Aquaculture Toxicology*. Academic Press, Londres, 233 pp.
- Kiyama, R., Wada-Kiyama, Y, 2015. Estrogenic endocrine disruptors: Molecular mechanisms of action. *Environment International*, 83:11–40.
- Lushchak, V.I., 2016. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic Toxicology*, 101: 13–30.
- Marking, L.L., 1977. Method for assesing additive toxicity of chemical mixtures. En: Mayer, F.L. y Hamelink, J.L. (eds), *Aquatic toxicology and hazard evaluation (ASTM) STP 634*. American Society for Testing and Materials
- Mao, H., Wang, D.H., Yang, W.X., 2012. The involvement of metallothionein in the development of aquatic invertebrate. *Aquatic Toxicology*, 110-111: 208-213
- McKinlay, R., Plant, J.A., Bell, J.N.B., Voulvoulis, N., 2008. Endocrine disrupting pesticides: Implications for risk assessment. *Environment International*, 34: 168-183.
- Palmer, M.D., 2001. *Water Quality Modeling*. The International Bank for Reconstruction and Development / THE WORLD BANK. Washington, 157 pp.
- Pironti, C., Ricciardi, M., Proto, A., Bianco, P.M., Montano L., Mott, O., 2021. Endocrine-disrupting compounds: an overview on their occurrence in the aquatic environment and human exposure. *Water*, 13: 1347.
- Rahman, M.A., Hasegawa, H., Lima, R.P., 2012. Bioaccumulation, biotransformation and trophic transfer of arsenic in the aquatic food chain. *Environmental Research*, 116: 118–135.

- Relyea, R. Hoverman, J., 2006. Assessing the ecology in ecotoxicology: a review and synthesis in freshwater systems. *Ecology Letters*, 9: 1157–1171.
- Rodríguez, E.M., Medesani, D.A., Fingerman, M., 2007. Endocrine disruption in crustaceans due to pollutants: a review. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 146A: 661-671.
- Santos, L.H.M.L.M., Araujo, A.N., Fachini, A., Pena, A., Delerue-Matos, C., Montenegro, M.C.B.S.M., 2010. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. *Journal of Hazardous Materials*, 175: 45–95
- Shubert, L.E. 1984. *Algae as ecological indicators*. Academic Press, 434 pp.
- Sibley, P.K., Hanson, M.L., 2011. Ecological Impacts of Organic Chemicals on Freshwater Ecosystems. En: *Ecological Impacts of Toxic Chemicals*, Eds. Sánchez-Bayo, F., van den Brink, P. J., Mann, R.M., pp. 138-164
- Tom, M., Auslander, M., 2005. Transcript and protein environmental biomarkers in fish – a review. *Chemosphere*, 59: 155-162.
- UNESCO, 2006. *Water a shared responsibility*. The United Nations World Water Development. Report 2. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: New York, 584 pp.
- Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, P.E., 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 13: 57-150.
- Weltje, L., Simpson, P., Gross, M., Crane, M., Wheeler, J.R., 2013. Comparative acute and chronic sensitivity of fish and amphibians: a critical review of data. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32: 984–994.

1-c-

**Actividades prácticas propuestas (puede adjuntarse en hojas separadas):**

Consisten en la elaboración, por parte de los estudiantes, de un Proyecto de Investigación destinado a evaluar la toxicidad y/o desequilibrios ambientales causados por uno o más agentes contaminantes sobre especies, poblaciones y/o ecosistemas acuáticos.

La elaboración del Proyecto deberá llevarse a cabo durante el período de duración del curso, al cabo del cual deberá presentarse por escrito, y ser expuesto oralmente ante los docentes y demás alumnos del curso, a fin de facilitar no sólo la evaluación de cada alumno, sino también la interacción mutua entre todos los participantes del curso.

El Proyecto deberá comprender las siguientes secciones:

Introducción: detallando la información previa mas relevante y actualizada sobre la temática que aborda el proyecto.

Objetivos e hipótesis: deberá puntualizarse el objetivo general y los objetivos específicos que persigue el Proyecto. Si correspondiese, deberán explicitarse las hipótesis que serían puestas a prueba.

Metodología: deben detallarse no sólo los materiales a utilizarse, sino también el diseño experimental u observacional que se llevaría a cabo, en el contexto de las hipótesis y objetivos planteados. Debe incluirse en esta sección una descripción precisa de los métodos de análisis, estadísticos o de otro tipo, que se emplearían.

Resultados esperados: deberán graficarse o tabularse los resultados teóricos de los experimentos u observaciones, a fin corroborar las hipótesis planteadas o validar los modelos propuestos. Eventualmente podrán plantearse hipótesis o modelos alternativos.

Bibliografía: referenciando aquellos trabajos citados a lo largo de todo el texto.

(\*) Todos los cursos tendrán una validez de 5 años

(\*)(\*) Las actualizaciones de los docentes colaboradores son informados por la Dirección departamental al inicio de cada dictado del curso

Firma Subcomisión  
Doctorado

Firma del docente  
responsable



E-mail y teléfono del docente responsable

[enrique@bg.fcen.uba.ar](mailto:enrique@bg.fcen.uba.ar)

5285-8588 (laboral)

3533-9220 (particular)

# Solicitud de Financiación

Año de presentación (\*) 2021

---

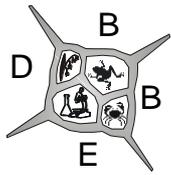
Departamento docente que inicia el trámite:
DBBE
Nombre del curso:
Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo
Nombre y Título del docente responsable:
Dr. Enrique M. Rodríguez, Profesor Titular DE

Costo propuesto del curso por alumno (*):
Arancel (100%)= \$2000

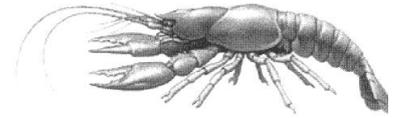
Justificación del monto propuesto:
Insumos de computación Impresión de material didáctico

(\*) Las excepciones aplicables para cada alumno serán consistentes con la reglamentación del Consejo Directivo que regula los aranceles y excepciones (Res. CD 1072/19).

## LABORATORIO DE FISILOGIA ANIMAL COMPARADA



Depto. de Biodiversidad y Biología Experimental  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires



Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 4 de Junio de 2021

Sra. Directora  
DBBE-FCEyN  
Dra. Ana Menéndez

Tengo el agrado de dirigirme a usted con el objeto de informar mi intención de dictar el curso de postgrado “Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo” durante la primera quincena de Agosto del corriente año, tal como se detalla en formulario actualizado que acompaña esta nota. El curso será dictado sin modificaciones de programa o plantel docente. En cuanto al arancel, propongo llevarlo a \$ 2000 por estudiantes, con los descuentos y excepciones vigentes para los cursos de postgrado de la FCEyN. En el formulario mencionado se justifica el nuevo arancel solicitado.

Atentamente

Dr. Enrique M. Rodríguez  
Profesor Titular DE, DBBE

*Dirección postal:* Ciudad Universitaria, Pab. II, 1428 Cap. Fed.  
*TE:* 4576-3300 interno 210  
*Fax:* 4576-3384  
*E-mail:* enrique@bg.fcen.uba.ar





Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expte. N° 481.645/2004

Buenos Aires, 24 ABR 2017

**VISTO**

la nota a fojas 96 de la Dra. Ana B. Menendez, Directora del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **CONTAMINACIÓN DE SISTEMAS ACUÁTICOS: EVALUACIÓN Y MANEJO**, que será dictado del 26 de junio al 7 de julio de 2017 por el Dr. Enrique M. Rodríguez con la colaboración de la Dra. Inés O'Farrel, el Dr. Daniel Medesani y el Lic. Rubén Lombardo,

la Resolución CD 1377/2000

**CONSIDERANDO:**

- lo actuado por la Comisión de Doctorado,
- lo actuado por la Comisión de Posgrado,
- lo actuado por la Comisión de Presupuesto y Administración,
- lo actuado por este cuerpo en Sesión Ordinaria realizada en el día de la fecha,
- en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo N° 113° del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
RESUELVE:**

**Artículo 1°:** Autorizar el dictado del curso de posgrado **CONTAMINACIÓN DE SISTEMAS ACUÁTICOS: EVALUACIÓN Y MANEJO** de 60 horas de duración cuyo programa fue aprobado por Resolución CD 1377/2000.

**Artículo 2°:** Ratificar un puntaje máximo de tres (3) puntos para la Carrera de Doctorado.

**Artículo 3°:** Aprobar un arancel de 800 módulos para estudiantes de grado y graduados de Universidades Nacionales públicas, de 1000 módulos para estudiantes de grado y postgrado de universidades privadas o extranjeras y de 1200 módulos para profesionales autónomos o de empresas privadas. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

**Artículo 4°:** Comuníquese a la Dirección del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Dirección de Alumnos y a la Secretaría de Posgrado. Cumplido archívese.

Resolución CD N°

0772

SP/ga/28/03/2017

Dr. PABLO J. PAZOS  
Secretario Adjunto de Posgrado  
FCEyN - UBA

Dr. JUAN CARLOS REBORADA  
DECANO