

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO

PROGRAMAS

AÑO 2016

Cátedra de QUÍMICA AMBIENTAL CONTAMINACIÓN Y CICLOS BIÓGENOS
QUÍMICOS. -

Profesor DR. COLOMBO, JUAN CARLOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

ASIGNATURA: Química Ambiental Contaminación y Ciclos Biogeoquímicos

TIPO DE REGIMEN:

SEMESTRAL

Se dicta en el

2do. Semestre

CARGA HORARIA SEMANAL:

Trabajos Prácticos:	4 hs/sem
Teóricos:	4 hs/sem
Teórico/Práctico:	hs/sem
Total	8 hs/sem

CARGA HORARIA TOTAL: 128 HORAS

MODALIDAD DE CURSADA:

Régimen tradicional ☒

Régimen especial ☐

PROFESOR TITULAR/PROFESOR A CARGO: Dr. Juan Carlos Colombo

E-mail de contacto: colombo@fcnym.unlp.edu.ar

Otra información (Página web/otros): laqab@fcnym.unlp.edu.ar

Materia de las carreras:

Obligatoria

Optativa

Licenciatura en Biología orientación Botánica

X

Licenciatura en Biología orientación Ecología

X

Licenciatura en Biología orientación Paleontología

Licenciatura en Biología orientación Zoología

X

Licenciatura en Antropología

Licenciatura en Geología

X

Licenciatura en Geoquímica

X



2.- CONTENIDO GLOBAL DEL CURSO Y FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA.

La materia es una introducción al estudio de la distribución ambiental y dinámica de contaminantes y compuestos naturales (materia orgánica, carbono, nitrógeno, elementos traza). Se estudian las propiedades de los compuestos y los factores ambientales que regulan su comportamiento, su origen, distribución, transporte, degradación y destino final en las distintas fases o compartimentos ambientales (material particulado y fase vapor en aire, fase disuelta, particulada suspendida y sedimentos en agua, biota, y suelos).

La principal contribución del curso es que representa una interface entre la química, especialmente analítica, y el ambiente, presentando y efectuando demostraciones de métodos analíticos potentes para estudios ecológicos. Los aportes más importantes en relación con las otras disciplinas de la carrera de Ecología se pueden dividir en dos grandes líneas: una de carácter aplicado, relacionada con el monitoreo y evaluación de la calidad o degradación del ambiente, y la otra, vinculada a la investigación básica, referida al ciclo biogeoquímico de especies químicas importantes por sus efectos o rol en el funcionamiento global del ecosistema.

3.- OBJETIVOS.

3.1.- OBJETIVOS GENERALES.

- a- Destacar el aspecto dinámico e interdisciplinario de los problemas de contaminación ambiental.
- b- Estudiar los principios básicos que determinan la repartición ambiental de especies químicas y su biodisponibilidad para los seres vivos.
- c- Discutir las ventajas y desventajas de las distintas aproximaciones y modelos utilizados en los estudios de química ambiental y biogeoquímica.
- d- Reforzar la percepción de los contaminantes no como compuestos "extraños" que circulan de manera más o menos independiente, sino como moléculas o elementos integrados a los complejos procesos y ciclos naturales de la materia.
- e- Estudiar la distribución global de algunos compuestos antropogénicos y su relación con el ciclo biogeoquímico de los elementos mayores.
- f- Realizar demostraciones y proveer adiestramiento en distintas técnicas de monitoreo ambiental y en el uso de métodos analíticos para la determinación de contaminantes.

3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a. conocer y aplicar metodologías de muestreo para diferentes matrices ambientales, técnicas de procesamiento de las muestras colectadas, métodos analíticos para la determinación de contaminantes orgánicos e inorgánicos, técnicas básicas de análisis de datos;
- b. desarrollar la capacidad crítica para evaluar las distintas metodologías utilizadas de acuerdo con los objetivos planteados;
- c. interpretar los resultados mediante la formulación de explicaciones acerca de las observaciones relevantes realizadas;
- d. producir informes escritos con formato científico.



4.-CONTENIDOS.

1- Introducción. Se presenta la naturaleza del problema originado por la producción masiva de sustancias químicas, su clasificación, objetivos y campo de aplicación de la química ambiental y biogeoquímica y nociones sobre control y legislación de la contaminación.

-Era química y contaminación.

-Contaminantes convencionales, microcontaminantes, conservativos y no conservativos, contaminantes prioritarios.

-Orígenes y cantidades de sustancias producidas y descargadas al ambiente.

-Química ambiental y biogeoquímica.

-Control y legislación de la contaminación.

2- Estructura y propiedades de los contaminantes. Se aborda el estudio de las distintas características moleculares que afectan el comportamiento ambiental del producto, incluyendo las técnicas y métodos de medición y estimación.

-Peso, volumen y superficie molecular.

-Persistencia.

-Polaridad.

-Punto de ebullición y presión de vapor.

-Solubilidad en agua.

-Constante de Henry.

-Lipofiliidad, coeficiente de reparto en el carbono orgánico y octanol-agua. Definición, significado y técnicas de medición o estimación de los parámetros.

-Relaciones cuantitativas estructura-propiedad, propiedad-propiedad y estructura-actividad.

3- Procesos ambientales. Trata sobre los distintos factores y procesos que intervienen en la distribución de un compuesto en el ambiente.

-Procesos de carga (fuentes puntuales, difusas y deposición atmosférica).

-Especiación (equilibrio ácido-base, potencial redox, adsorción, complejación).

-Procesos de transporte (disolución-precipitación, volatilización de aguas y suelos, infiltración, sedimentación).

-Procesos de transformación (hidrólisis, fotólisis, biodegradación).

-Procesos de bioacumulación (bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación) en organismos acuáticos, acumulación en vegetación terrestre. Mecanismos y modelos. Significado y rol de cada proceso en la distribución ambiental de contaminantes. Técnicas de medición, estimación y modelización.

4- Técnicas de monitoreo ambiental. Se abordan distintas estrategias y métodos de trabajo para evaluar la contaminación en aire y aguas.

-Monitoreo químico (muestreo, análisis convencionales, digestión, extracción, purificación y cuantificación de contaminantes por cromatografía gaseosa de alta resolución y espectrometría de absorción atómica).

-Monitoreo biológico (organismos centinela, requisitos y características, bivalvos y otros invertebrados en el medio acuático, plantas vasculares y líquenes en aire).



5- Modelos. Trata sobre los distintos modelos, desde experimentales de laboratorio y campo matemáticos para estudiar la distribución ambiental de contaminantes.

- Modelos de laboratorio (micro y mesocosmos).
- Modelos matemáticos (de compartimentos múltiples, reparto en equilibrio y fugacidad).
- Estudios de campo (orígenes, distribución y destino ambiental de hidrocarburos, organohalogenados y metales pesados).

6- Ciclos biogeoquímicos y distribución de contaminantes. Se estudia la circulación global de ciertos compuestos y su relación con el ciclo de los elementos mayores; p.ej.: el carbono.

- Distribución global de contaminantes (rutas y procesos de transporte global, sumideros, atmósfera, océanos, continentes y biota).
- Ciclo del carbono (rutas, flujos, reservorios, alteraciones antrópicas e interacciones con el ciclo de otros elementos mayores).

5.- LISTA DE TRABAJOS PRACTICOS.

1- Repaso de nociones de química

- Definiciones, unidades de concentración y peso, problemas.
- Material de laboratorio, manejo y procedimiento de limpieza.
- Parámetros físico-químicos, definiciones y técnicas de análisis.
- Elementos de muestreo (botellas, dragas y "corers", muestreadores de aire de alto volumen, muestreadores pasivos de aire).
- Sondas ambientales (calibración de electrodos, medición de oxígeno disuelto, conductividad, turbidez, temperatura y pH).
- Preparación de la campaña de muestreo.

2- Campaña de muestreo

- Salida al Río de la Plata para la medición *in situ* de parámetros físico-químicos mediante sondas ambientales, y muestreo de: agua, material particulado en suspensión, sedimentos y organismos.

3- Análisis de datos de la campaña de muestreo

- Compilación de datos de temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez.
- Diagramación del primer informe.

4- Procesamiento de muestras I - Muestras de agua

- Filtración/centrifugación de muestras de agua.
- Determinación de la demanda química de oxígeno y carbono orgánico disuelto.
- Extracción de compuestos orgánicos.

5- Procesamiento de muestras II - Muestras de sedimento

- Determinación del contenido de humedad, materia orgánica y granulometría de los sedimentos.
- Extracción de compuestos orgánicos y metales pesados de los sedimentos.

6- Primer informe escrito (preliminar)

- El objetivo del trabajo es realizar una interpretación de los resultados utilizando el formato de un trabajo científico.



-Estará basado en los datos de temperatura, O_2 disuelto, conductividad y turbidez medidos en tiempo real con sondas ambientales portátiles durante la campaña de muestreo. Complementariamente también se incorporarán las determinaciones físico-químicas realizadas en el laboratorio (DQO; contenido de humedad, materia orgánica y composición granulométrica de los sedimentos; concentración y contenido de materia orgánica del MPS).
-El informe será elaborado en forma individual o en grupos de no más de 3 estudiantes.

7- **Primer examen parcial**

8- Procesamiento de muestras III – Muestras de organismos

-Extracción de compuestos orgánicos y metales pesados de los organismos.

9- Procesamiento de muestras IV

-Purificación y fraccionamiento de los extractos orgánicos.
-Centrifugación y dilución de extractos de metales.

10- Análisis de compuestos orgánicos I y II

-Cromatografía gaseosa, principios teóricos y operación del equipo.
-Análisis de extractos para la determinación de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, bifenilos policlorados y plaguicidas clorados.

11- Análisis de metales pesados I y II

-Espectrometría de absorción atómica, principios y operación del equipo.
-Análisis de extractos para la determinación de cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y cinc (Zn).

12- Quimiometría I

-Depuración y ordenamiento de datos en hojas de cálculo.
-Cuantificación.

13- Quimiometría II

-Análisis estadísticos e interpretación de resultados.
-Diagramación del segundo informe.

14- Modelización

-Evaluación teórica y calibración con datos empíricos de un modelo de Fugacidad I para determinar el reparto ambiental de algunos compuestos orgánicos (hidrocarburos alifáticos, lindano, clordano, DDT, bifenilos policlorados).

15- Segundo informe escrito (final)

-El objetivo del trabajo es realizar una interpretación de los resultados utilizando el formato de un trabajo científico.
-Estará basado en los datos de concentraciones de los contaminantes orgánicos y metales pesados en los compartimientos ambientales analizados.
-El informe será elaborado en forma individual o en grupos de no más de 3 estudiantes.

16- **Segundo examen parcial**

17- **Presentación oral del informe final**



6.- OTRAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA CÁTEDRA. (Seminarios, salidas de campo, viajes de campaña, aunque éstas se encuentren sujetas a posibilidades económicas, visitas, monografías, trabajos de investigación, extensión, etc.)

Las actividades de campo propuestas en los Trabajos Prácticos de la asignatura tienen como objetivo que los estudiantes conozcan y ejerciten técnicas: 1- de monitoreo con mediciones *in situ*; 2- de muestreo para distintos compartimientos ambientales; 3- de procesamiento y análisis químico de las muestras obtenidas.

La campaña de muestreo tendrá una duración de aproximadamente 6-8 horas, se desarrollará en áreas con impacto antrópico contrastante sobre la ribera del Río de la Plata y sus arroyos tributarios, y será planificada detalladamente con los estudiantes (ej.: determinación del área y de las estaciones de muestreo, identificación de las matrices ambientales a muestrear, presentación y manipulación del instrumental de muestreo, definición de parámetros a medir, conservación de las muestras e introducción al procesamiento de las muestras a coleccionar).

En cada estación se realizarán mediciones de pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y turbiedad mediante una sonda portátil y se coleccionarán muestras de aguas y sedimentos. Posteriormente, en los Trabajos Prácticos siguientes se procesarán las muestras coleccionadas (ej.: separación, determinación de parámetros físico-químicos, granulometría, digestión ácida, extracciones con solventes orgánicos, purificación y fraccionamiento de los extractos) para caracterizarlas y determinar mediante distintas metodologías analíticas los contaminantes orgánicos e inorgánicos (ej.: hidrocarburos/organoclorados-Cromatografía Gaseosa; metales pesados-Espectrometría de Absorción Atómica).

Durante la cursada se elaborarán 2 (dos) informes escritos con formato científico. El primer informe, que incluirá las determinaciones de parámetros realizadas en el campo y la caracterización inicial de las muestras, servirá de introducción para el segundo informe, en el que se realizará un análisis detallado de todos los datos producidos. Las pautas para la elaboración de los informes escritos (depuración y organización de los datos en hojas de cálculo, graficación, análisis estadísticos, interpretación de resultados, diagramación de los informes) se discutirán en clase.

7.- METODOLOGÍA.

Los teóricos incluirán presentaciones Power Point, bibliografía actualizada y demostraciones con instrumental o computadora sobre temas particulares. Se pretende introducir al alumno a la temática y darle los conocimientos teóricos indispensables para abordar los trabajos prácticos logrando una adecuada integración de la información.

Los trabajos prácticos comprenderán explicaciones de las experiencias y análisis programados, salidas al terreno para muestreo y mediciones de parámetros *in situ*, y prácticas de laboratorio donde se analizarán las muestras coleccionadas. El objetivo de estos trabajos es que el alumno tome contacto directo y ejercite las distintas técnicas, y tenga el incentivo de poder realizar: a- el muestreo, b- los análisis químicos, c- el tratamiento de los datos, d- la interpretación de resultados y hasta e- la modelización de los mismos.

8.- RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES.

Recursos Didácticos

Se dispone de un cañón proyector para el dictado de clases.

Equipamiento de Laboratorio

Balanzas granatarias



Balanzas analíticas

Centrífugas

Material de vidrio (pipetas aforadas y graduadas, erlenmeyers, vasos de precipitado, probetas, etc.)

Pipetas automáticas

Campanas extractoras (extracción orgánicos, extracciones ácidas)

Planchas y mantos calefactores

Heladeras y freezers

Equipamiento de Muestreo

Sondas Ambientales Multiparamétricas (pH, O₂ dis., Turbidez; Temperatura, Conductividad)

Draga tipo van Veen (muestreo de sedimentos)

Botellas tipo Niskin (muestreo de aguas)

Equipamiento Analítico

Espectrofotómetros UV-Visible

Cromatógrafos de gases con distintos detectores (ECD, FID, Espectrómetro de Masas)

Espectrómetro de Absorción Atómica (Llama y Horno de Grafito)

Analizador Elemental C/N

Espectrómetro IR

9.- FORMAS Y TIPOS DE EVALUACIÓN.

La evaluación se efectúa mediante dos exámenes parciales que abordan la temática desarrollada en teóricos y prácticos, la presentación de dos informes escritos personales o grupales con formato de publicación científica sobre las determinaciones de parámetros realizadas *in situ* durante la campaña de muestreo, la caracterización inicial de las muestras y el análisis detallado de todos los datos producidos, la presentación oral del informe final y nota de concepto general del desempeño del alumno.

10.- BIBLIOGRAFÍA.

10.1.- BIBLIOGRAFÍA GENERAL.

Siendo la disciplina de Química Ambiental relativamente reciente, la bibliografía no es frecuente en las bibliotecas tradicionales. Por ello, la documentación utilizada (libros o trabajos específicos) es aportada por la Cátedra. La misma se encuentra en revistas especializadas como: *Environmental Science & Technology*, *Chemosphere*; *Environmental Toxicology and Chemistry*; *Environmental Pollution*; *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*; *Geochimica Cosmochimica Acta*; *Water Research*; *Limnology & Oceanography*; *Science of Total Environment*.

Publicaciones de los docentes de la Cátedra

1989; Autores: Colombo, J.C.; E. Pelletier; C. Brochu; M. Khalil and J. A. Catoggio. Título: Determination of hydrocarbon sources using n-alkane and polyaromatic hydrocarbon distribution indexes. Case study: Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 23: 888-894.

1990; Autores: Colombo, J.C.; M.F. Khalil; M. Arnac; A.C. Horth and J.A. Catoggio. Título: Distribution of chlorinated pesticides and individual polychlorinated biphenyls in biotic and abiotic compartments of the Río de la Plata, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 24: 498-505.



- 1995; Autores: Colombo, J.C.; C. Bilos; M. Campanaro; M.J. Rodríguez Presa and J.A. Catoggio. Título: Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides by the Asiatic Clam *Corbicula fluminea*. Its use as sentinel organism in the Río de la Plata estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 29: 914-927.
- 1996; Autores: Colombo, J.C., M. Cabello and A.M. Arambarri. Título: Biodegradation of aliphatic and aromatic hydrocarbons by natural soil microflora and pure cultures of imperfect and lignolitic fungi. *Environmental Pollution*, 94: 355-362.
- 1997; Autores: Colombo, J.C.; C. Brochu; C. Bilos, P. Landoni and S. Moore. Título: Long-term accumulation of individual PCBs, dioxins, furans and trace metals in Asiatic Clams from the Río de la Plata estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 31: 3551-3557.
- 1998; Autores: Bilos, C.; J.C. Colombo and M.J. Rodríguez Presa. Título: Trace metals in suspended particles, sediments and Asiatic Clams (*Corbicula fluminea*) of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Environmental Pollution*; 99 (1): 1-11.
- 1999; Autores: Colombo, J.C.; P. Landoni and C. Bilos. Título: Sources, distribution and variability of airborne particles and hydrocarbons in La Plata area, Argentina. *Environmental Pollution*; 104: 305-314.
- 2000; Autores: Colombo, J.C.; C. Bilos, M. Remes Lenicov, D. Colautti, P. Landoni and C. Brochu. Título: Detritivorous fish contamination in the Río de la Plata estuary. A critical accumulation pathway in the cycle of anthropogenic compounds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*; 57 (6): 1139-1150.
- 2001; Autores: Bilos, C.; J.C. Colombo, C.N. Skorupka and M.J. Rodríguez Presa. Título: Sources, distribution and variability of airborne trace metals in La Plata City area, Argentina. *Environmental Pollution*; 111: 149-158.
- 2001; Autores: Cataldo, D., J.C. Colombo, D. Boltovskoy, C. Bilos and P. Landoni. Título: Environmental toxicity assessment in the Paraná River delta (Argentina): simultaneous evaluation of selected pollutants and mortality rates of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) early juveniles. *Environmental Pollution*; 112: 379-389.
- 2005; Autores: Colombo, J.C.; A. Barreda; C. Bilos; N.E. Cappelletti; S.O. Demichelis; P. Landoni; M.C. Migoya; C.N. Skorupka and G. Suarez. Título: Oil spill in the Río de la Plata estuary, Argentina. 1. Biogeochemical assessment of waters, sediments and biota. *Environmental Pollution*; 134: 277-289.
- 2005; Autores: Colombo, J.C.; A. Barreda; C. Bilos; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya and C.N. Skorupka. Título: Oil spill in the Río de la Plata estuary, Argentina. 2- Hydrocarbon disappearance rates in sediments and soils. *Environmental Pollution*; 134: 267-276.
- 2005; Autores: Colombo, J.C.; A. Barreda; M.C. Migoya and C.N. Skorupka. Título: Vertical fluxes and accumulation of PCBs in coastal sediments of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Chemosphere*; (61) 1345-1357.
- 2005; Autores: Colombo, J. C.; N.E. Cappelletti; J. Laschi; M.C. Migoya; E.D. Speranza and C.N. Skorupka. Título: Sources, vertical fluxes and accumulation of aliphatic hydrocarbons in coastal sediments of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*, 39, 8227-8234.
- 2006; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; J. Laschi; M.C. Migoya; E.D. Speranza and C.N. Skorupka. Título: Sources, Vertical Fluxes, and Equivalent Toxicity of Aromatic Hydrocarbons in Coastal Sediments of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; (40) 734-740.
- 2007; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; E.D. Speranza; M.C. Migoya. Título: Vertical fluxes and organic composition of settling material from the sewage impacted Buenos Aires coastal area, Argentina. *Organic Geochemistry* (38):1941-1952.
- 2007; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya and E.D. Speranza. Título: Bioaccumulation of anthropogenic contaminants by detritivorous fish in the Río de la Plata estuary. 1-Aliphatic hydrocarbons. *Chemosphere* (68) 11: 2128-2135.



- 2007; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya and E.D. Speranza. Título: Bioaccumulation of anthropogenic contaminants by detritivorous fish in the Río de la Plata estuary: 2-Polychlorinated biphenyls". *Chemosphere* (69) 8: 1253-1260.
- 2009; Autores: Bilos, C.; J.C. Colombo, C.N. Skorupka, S.O. Demichelis and L.M. Tatone. Título: Size-related trace metals bioaccumulation in Asiatic Clams (*Corbicula fluminea*) from the Río de la Plata estuary, Argentina. *International Journal of Environment and Health*; 3 (4): 390-409.
- 2009; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos, C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Vertical fluxes and accumulation of trace metals in superficial sediments of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*; 83 (6): 913-919.
- 2011; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; W. Williamson; M.C. Migoya; E.D. Speranza; J. Sericano and D.C.G. Muir. Título: Risk ranking of multiple-POPs in detritivorous fish from the Río de la Plata. *Chemosphere* (83):882-889.
- 2012; Autores: Speranza, E.D.; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya; L.M. Tatone and J.C. Colombo. Título: Migratory behavior of dominant detritivorous fish (*Prochilodus lineatus*) evaluated by multivariate biochemical and pollutant data in the Paraná-Río de la Plata Basin. *Journal of Fish Biology* (81) 848-865. 2013; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos, C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Trace metals in settling particles from the sewage impacted Buenos Aires coastal area in the Río de la Plata estuary, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*; 90 (3):318-322.
- 2013; Autores: Speranza, E.D.; L.M. Tatone; N.E. Cappelletti and J.C. Colombo. Título: Cost-benefit of feeding on anthropogenic organic matter: lipid changes in a detritivorous fish (*Prochilodus lineatus*). *Ichthyological Research* (60) 334-342.
- 2014; Autores: Cappelletti, N.E.; C.N. Skorupka; M.C. Migoya; L.M. Tatone; M.J. Astoviza and J.C. Colombo. Título: Behavior of dioxin like PCBs and PBDEs during early diagenesis of organic matter in settling material and bottom sediments from the sewage impacted Buenos Aires' coastal area, Argentina". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 93; 388-392.
- 2015; Autores: Colombo, J.C.; C.N. Skorupka, C. Bilos, L.M. Tatone, N.E. Cappelletti, M.C. Migoya, E.D. Speranza and M.J. Astoviza. Título: Seasonal and inter-annual variability of water quality in the Uruguay River, Argentina. *Hydrological Sciences Journal*; 60 (6): 1155-1163.
- 2015; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos, C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Trace metal behavior along fluvio-marine gradients in the Samborombón Bay, outer Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*; 96: 27-33.
- 2015; Autores: Cappelletti, N.E.; E.D. Speranza; L.M. Tatone; M.J. Astoviza; M.C. Migoya and J.C. Colombo. Título: Bioaccumulation of dioxin like PCBs and PBDEs by detritus-feeding fish in the Río de la Plata estuary, Argentina". *Environmental Science and Technology Research*. 22 (9): 7093-7100.
- 2016; Autores: Astoviza, M.J.; N. Cappelletti; C. Bilos; M.C. Migoya and J.C. Colombo. Título: Massive airborne Endosulfan inputs related to intensive agriculture in Argentina's Pampa. *Chemosphere*; 144: 1459-1466.
- 2016; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos; C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Comparative approach for trace metal risk evaluation in settling particles from the Uruguay River, Argentina: enrichment factors, sediment quality guidelines and metal speciation. *Environmental Earth Sciences*; 75: 575. DOI 10.1007/s12665-016-5265-6.

Bibliografía general

- APHA-AWWA-WPCF, 1992. Métodos para el análisis de aguas potables y residuales. 17ma Edición, Ediciones Díaz de Santos.
- Arbuckle, W.B. 1983. Estimating activity coefficients for use in calculating environmental parameters. *Environ. Sci. Technol.*, 17: 537-542.



- Baird, C. 2001. Química Ambiental. Editorial Reverté S.A. 622 p.
- Baker, J.E., Capel, P.D and Eisenreich, S.J. 1986. Influence of colloids on sediment-water partition coefficients of polychlorobiphenyl congeners in natural waters. *Environ. Sci. Technol.*, 20: 1136-1143.
- Banerjee, S. 1985. Calculating of water solubility of organic compounds with UNIFAC-derived parameters. *Environ. Sci. Technol.*, 19: 369-370.
- Berner R.A. 1980. Early Diagenesis: A Theoretical Approach. Princeton University Press, Princeton, NY, 241 p.
- Boden, T.A., Kaiser, D.P., Sepanski, R.J. and Stoss, F.W. 1994. Trends '93 : A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center. Publ. N° ORNL/CDIAC-65, 984 p.
- Boelsterli, U.A.; 2007. Mechanistic Toxicology: The Molecular Basis of How Chemicals Disrupt Biological Targets. CRC Press, 399 p.
- Brereton, R.G.; 2007. Applied Chemometrics for Scientists. John Wiley & Sons Ltd., 379 p.
- Brezonik, P.L. 1990. Principles of linear free-energy and structure activity relationships and their applications to the fate of chemicals in aquatic systems. En "Aquatic Chemical Kinetics" (Stumm, W., Ed.). John Wiley & Sons.
- Brown, L.R. 1995. State of the World. Worldwatch Institute. W.W. Norton, Nueva York, 255 p.
- Brownawell, B.I. and Farrington, J.W. 1986. Biogeochemistry of PCBs in interstitial waters of a coastal marine sediment. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 50: 157-169.
- Brujin, J., Busser, F., Seiner, W. and Hermens, J. 1989. Determination of octanol/water partition coefficients for hydrophobic organic chemicals with the "slow-stirring" method. *Environ. Toxicol. & Chem.*, 8: 499- 512. Brunner, S., Homung, E., Santi, H., Wolff, E. and Piringer, O.G. 1990. Henry's law constants for polychlorinated biphenyls: experimental determination and structure-property relationships. *Environ. Sci. Technol.*, 24: 1751-1754.
- Burgess, R.M., McKinney, R.A. and Brown, W.A. 1996. Enrichment of marine sediment colloids with polychlorinated biphenyls : trends resulting from PCB solubility and chlorination. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 2556-2566.
- Burton, J.D. and Liss, P.S. 1976. Estuarine Chemistry. Academic Press, London, New York, San Francisco, 229 p.
- Butler, G.C. (Ed.). 1978. Principles of Ecotoxicology, SCOPE 12. John Wiley & Sons, 349 p.
- Carter, C. W. and Suffet, I.H. 1982. Binding of DDT to dissolved humic materials. *Environ. Sci. Technol.*, 16:735-740.
- Catoggio, J.A. 1993. Impacto Ambiental y sus Consecuencias: Patología del Ambiente. En "Elementos de Política Ambiental" (Goin, F. y Gofii, R., Eds.). Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, 938 p.
- Chameides, W.L. and Perdue, E.M. 1997. Biogeochemical Cycles: A Computer-Interactive Study of Earth System Science and Global Change. Oxford University Press Inc., 224 p.
- Chessells, M., Hawker, D.W. and Connell, Des W. 1991. Critical evaluation of the measurement of the 1-octanol/water partition coefficient of hydrophobic compounds. *Chemosphere*, 22:1175-1190.
- Chiou, C.T. and Schmedding, D.W. 1981. Measurement and interrelation of octanol-water partition coefficient and water solubility of organic chemicals. En "Test protocols for Environmental Fate & Movement of Toxicants". Association Official Analytical Chemists, 28-42.
- Chiou, C.T., Kile, D.E., Brinton, T.I., Malcolm, R. L. and Leenheer, J.A. 1987. A comparison of water solubility enhancements of organic solutes by aquatic humic materials and commercial humic acids. *Environ. Sci. Technol.*, 21: 1231-1234.
- Chiou, C.T., Porter, P.E. and Schmedding, D.W. 1983. Partition equilibria of nonionic organic compounds between soil organic matter and water. *Environ. Sci. Technol.*, 17: 227-231.



- Chiou, C.T., Schmedding, D.W. and Manes, M. 1982. Partitioning of organic compounds in octanol-water systems. *Environ. Sci. Technol.*, 16: 4-10.
- Connell, D.W. (Ed.). 1990. *Bioaccumulation of Xenobiotic Compounds*. CRC Press, Inc., 219 p.
- Dallinger, R. and Rainbow, P.S. 1993. *Ecotoxicology of Metals in Invertebrates*. SETAC Special Publications Series. Lewis Publishers, 461 p.
- Dannenfelser, R-M, Paric, M., White, M. and Yalkowsky, S.H. 1991. A compilation of some physico-chemical properties for chlorobenzenes. *Chemosphere*, 23: 141-165.
- Dickhut, R.M., Andren, A.W. and Armstrong, D.E. 1986. Aqueous solubilities of six polychlorinated biphenyl congeners at for temperatures. *Environ. Sci. Technol.*, 20: 807-810.
- Dickson, T.R.; 1994. *Química. Enfoque Ecológico*. Limusa. Noriega Editores, México, 406 p.
- Estrada Oyuela, R.A. y Zeballos de Sisto, M.C. 1993. *Evolución Reciente del Derecho Ambiental Internacional*. A.Z. editora S.A., Buenos Aires, 352 p.
- Farrington, J.W. 1989. Bioaccumulation of hydrophobic organic pollutant compounds. En "Ecotoxicology: Problems and Approaches" (Eds. Levin, S.A., Harwell, M.A., Kelly, J.R. and Kimball, K.D.). Springer-Verlag.
- Farrington, J.W. et al. (Eds.). 2001. *A Risk-Management Strategy for PCB- Contaminated Sediments*. National Academy Press, Washington, D.C., 432 p.
- Farris, J.L. and van Hassel, J.H. (Eds.). 2007. *Freshwater Bivalve Ecotoxicology*. Setac Publications, CRC Press, Taylor & Francis Group, 375 p.
- Folk, R.L. 1980. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Company. Texas 78703; 184 p.
- Foreman, W.T. and Bidleman, T.F. 1985. Vapor pressure estimates of individual polychlorinated biphenyls and commercial fluids using gas chromatographic retention data. *J. Chromatogr.*, 330: 203-216.
- Förstner, U. and Wittmann, G.T.W. (Eds.). 1983. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. 2nd Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, NY, Tokyo, 486 p.
- Gobas, F.A.P.C. 1991. A thermodynamic analysis of quantitative structure-activity relationships for hydrophobic organic chemicals. *The Science of the Total Environ.*, 109: 89-104.
- Grathwohl, P. 1990. Influence of organic matter from soils and sediments from various origins on the sorption of some chlorinated aliphatic hydrocarbons: implications on Koc correlations. *Environ. Sci. Technol.* 24: 1687-1693.
- Gustafsson, O. and Gschwend, P.M. 1997. Aquatic colloids: concepts, definitions and current challenges. *Limnol. Oceanogr.*, 42: 519-528.
- Haky, J.E. and Leja, B. 1986. Evaluation of octanol-water partition coefficients using capillary gas chromatography with cold on-column injection. *Anal. Letters*, 19: 123-124.
- Hansch, C. and Leo, A. 1995. *Exploring QSAR – Fundamentals and Applications in Chemistry and Biology*. ACS Professional Reference Book, American Chemical Society, Washington D.C., 557 p.
- Hansch, C.; Leo, A. and Hoekman, D. 1995. *Exploring QSAR – Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants*. ACS Professional Reference Book, American Chemical Society, Washington D.C., 348 p.
- Harner, T and Mackay, D. 1995. Measurement of octanol-air partition coefficients for chlorobenzenes, PCBs and DDT. *Environ. Sci. Technol.*, 29:1599-1606.
- Harris, D.C. 2007. *Análisis Químico Cuantitativo*; 3ra Ed., Editorial Reverté S.A., Barcelona, España; 744 p.
- Harwell, C.C. 1989. Regulatory framework for ecotoxicology. En "Ecotoxicology: Problems and Approaches" (Eds. Levin, S.A., Harwell, M.A., Kelly, J.R. and Kimball, K.D.). Springer-Verlag.



- Hawker, D.W. 1990. The partition mechanism. En "Bioaccumulation of Xenobiotic Compounds" (Ed. Connell, D.W.), CRC Press, Inc., 219 p.
- Hawker, D.W. and Connell, Des. W. 1988. Octanol-water partition coefficients of polychlorinated biphenyl congeners. *Environ. Sci. Technol.* 22: 382-387.
- Health Council of the Netherlands. 1992. Risk of dangerous substances exported to developing countries. Publ. 92/2E.
- Hinckley, D.A., y Bidleman, T.F., Foreman, W.T. and Tuschall, J.R. 1990. Determination of vapor pressures for nonpolar and semipolar organic compounds from gas chromatographic retention data. *J. Chem. & Eng. Data* 35: 232-237.
- Holland, H.D. and Turekian, k.K. (Executive Eds.). 2005. *Treatise on Geochemistry Volume 5. Surface and Ground Water, Weathering, and Soils.* Drever, J.I (Ed.), Elsevier Ltd., 626 p.
- Holland, H.D. and Turekian, k.K. (Executive Eds.). 2006. *Treatise on Geochemistry Volume 8. Biogeochemistry.* Schlesinger, W.H. (Ed.), Elsevier Ltd., 702 p.
- Holland, H.D. and Turekian, k.K. (Executive Eds.). 2007. *Treatise on Geochemistry Volume 9. Environmental Geochemistry.* Sherwood Lollar, B. (Ed.), Elsevier Ltd., 630 p.
- Schultz, H.D. and Zabel, M. (Eds.). 2006. *Marine Geochemistry.* 2nd revised, updated and extended edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 547 p.
- Hunchak-Kariouk, K., Schweitzer, L. and Suffet, I.H. 1997. Partitioning of 2,2',4,4'-tetrachlorobiphenyl by the dissolved organic matter in oxic and anoxic porewaters. *Environ. Sci. & Technol.*, 31: 639-645.
- Hutzinger, O. and Roof, A.A.M. 1980. Hydrocarbons and halogenated hydrocarbons in the aquatic environment: some thoughts on the philosophy and practice of environmental analytical chemistry. En "International Symposium on the Analysis of Hydrocarbons and Halogenated Hydrocarbons" (Eds. Afghan, B.K. and Mackay, D.). Plenum Press.
- Hutzinger, O., Safe, S. and Zitko, V. 1983. *The Chemistry of PCB's* R.E. Krieger Publishing Company, Florida.
- Illman, D.L. 1993. New initiatives take aim at safety performance of chemical industry. *Chemical & Eng. News*, 29: 12-38.
- Kan, A.T. and Tomson, M.B. 1996. UNIFAC prediction of aqueous and nonaqueous solubilities of chemicals with environmental interest. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 1369-1376.
- Kimbrough, R.D. and Jensen, A.A. (Eds.) 1989. *Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products.* Elsevier Science Publishers B.V., 518 p.
- Klaassen, C.D. (Ed.); 2008. *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons.* 7th Edition. MacGraw Hill. 1309 p.
- Kucklick, J.R., Hinckley, D.A. and Bidleman, T.F. 1991. Determination of Henry's constants for hexachlorocyclohexanes in distilled water and artificial seawater as a function of temperature. *Mar. Chem.* 34: 197-209.
- Landrum, P.F., Nihart, S.R., Eadie, B.J. and Gardner, W.S. 1984. Reverse-phase separation method for determining pollutant binding to Aldrich humic acid and dissolved organic carbon of natural waters. *Environ. Sci. Technol.*, 18: 187-192.
- Leo, A.J. 1991. Calculating the hydrophobicity of chlorinated hydrocarbon solutes. *The Sci. Total Environ.* 109/110: 121-130.
- Li, A., Doucette, W.J. and Andren, A.W. 1992. Solubility of polychlorinated biphenyls in binary water/ organic solvent systems. *Chemosphere* 24: 1347-1360.
- Löngren, R. 1992. *International Approaches to Chemicals Control – A Historical Overview.* Kernl, Stockholm, Sweden, 512 p.
- Lyman, W.J.; Reehl, W.F. and Rosenblatt, D.H. 1982. *Handbook of Chemical Property Estimation Methods*; MacGraw Hill; NY.
- Lyman, W.J., Reehl, W.F. and Rosenblatt, D.H. 1990. *Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Environmental Behavior of Organic Compounds.* American Chemical Society, Washington.



- Mackay, D., Bobra, A., Chan, D.W. and Shiu, W.Y. 1982. Vapor pressure correlations for low-volatility environmental chemicals. *Environ. Sci. Technol.* 16: 645-649.
- Maltoni, C. and Selikoff, I.J. 1988. Living in a chemical world. Occupational and environmental significance of industrial carcinogens. *Annals New York Academy of Sciences*, vol. 534, 1045p.
- Maruya, K.A., Risebrough, R.W. and Home, A.J. 1996. Partitioning of polynuclear aromatic hydrocarbons between sediments from San Francisco Bay and their porewaters. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 2942-2947.
- McKerney, K. 1997. Compilation of the U.S. Environmental Protection Agency's Water Quality Criteria for the Priority Toxic Pollutants. Alaska Department of Environmental Conservation, Air and Water Division. Juneau, Alaska.
- Means, J.C. and Wijayarathne, R. 1982. Role of natural colloids in the transport of hydrophobic pollutants. *Science*, 215: 968-970.
- Means, J.C., Wood, S.G., Hassett, J.J. and Banwart, W.L. 1982. Sorption of amino- and carboxy-substituted polynuclear aromatic hydrocarbons by sediments and soils. *Environ. Sci. Technol.*, 16: 93-98.
- Miller, M.M., Wasik, S.P., Huang, G.L., Shiu, W.Y. and Mackay, D. 1985. Relationships between octanol-water partition coefficient and aqueous solubility. *Environ. Sci. Technol.*, 19: 522-529.
- Mills, W.B., Porcella, D.B., Unga, M.J., Gherini, S.A., Summers, K.V., Molk, L., Rupp, G.L., Bowie, G.L. and Haith, D.A. 1985. Water Quality Assessment: A Screening Procedure for Toxic and Conventional Pollutants in Surface and Ground Water - Part Y. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia.
- Moretón, J. 1996. Contaminación del Aire en la Argentina: Aspectos generales, legislación y situación en Capital federal y Provincia de Buenos Aires. Ediciones Universo, 127 p.
- Murphy, E.M., Zachara, J.M. and Smith, S.C. 1990. Influence of mineral-bound humic substances on the sorption of hydrophobic organic compounds. *Environ. Sci. Technol.* 24: 1507-1516.
- Nelson, P. 1997. Index to EPA Test Methods. EPA New England Region 1, Library Boston, MA USA.
- Noegrohati, S. and Hammers, W.E. 1992. Regression models for octanol-water partition coefficients, and for bioconcentration in fish. *Toxicol. Environ. Chem.*, 34: 155-173.
- Nriagu, J.O. 1989. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature*, 338: 47-49.
- Raiswell, R.W., Brimblecombe, P., Dent, D.L. and Liss, P.S. 1983. Química Ambiental. Ediciones Omega S.A., 209 p.
- Rambler, M.B., Margulis, L. and Fester, R. (Eds.). 1989. Global Ecology: Towards a Science of the Biosphere. Academic Press, 184 p.
- Recursos Mundiales 1992-1993. World Resources Institute. Oxford University Press, 435 p.
- Richards, D.J. and Shieh, W.K. 1986. Biological fate of organic priority pollutants in the aquatic environment. *Wat. Res.*, 20: 1077-1090.
- Rubinson, K.A. y Robinson, J.F. 2001. Análisis Instrumental. Pearson Educación S.A., Madrid, España; 847 p.
- Salomons, W. and Förstner, U. 1984. Metals in the Hydrocycle. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg; 349 p.
- Salomons, W., Förstner, U. and Mader, P (Eds.). 1995. Heavy metals: problems and solutions. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg; 412 p.
- Sans Fonfría, R. y Ribas, J.P. 1989. Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos. MARCOMBO S.A., 145 p.
- Saporta, G. 1990. Probabilités Analyse des Données et Statistique. Éditions Technip, 493 p.
- Sarmiento, J.L. and Sundquist, E.T. 1992. Revised budget for the oceanic uptake of anthropogenic carbon dioxide. *Nature*, 356: 589-593.

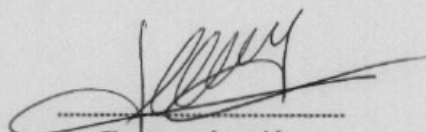


- Sarmiento, J.L. and Gruber, N. 2006. *Ocean Biogeochemical Dynamics*. Princeton University Press, 503 p.
- Schulze, I. and Colby, M. 1995. A conceptual framework to support development and use of environmental information in decision-making. U.S.EPA, ESID, 42 p.
- Seoánez Calvo, M. 1996. *Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural y Continental*. Coedición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 701 p.
- Spiro, T.G. and Stigliani, W.M. 2005. *Química Medioambiental*. 2da Edición. Pearson Prentice Hall, 504 p.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. 1984. *A Practical Handbook of Sea Water Analysis*. Fisheries Research Board of Canada, Minister of Supply and Services, Canada, 310 p.
- The Forum of Scientific Excellence. 1990. *List of Lists of Worldwide Hazardous Chemicals and Pollutants*. J.B. Lippincott Company, Philadelphia.
- Timbrell, J. 2000. *Principles of Biochemical Toxicology*. 3rd Edition. Taylor & Francis Group, London and New York, 394 p.
- Trabalka, J.R. and Reichle, D.E. 1986. *The Changing Carbon Cycle. A Global Analysis*. Springer-Verlag New York, 591 p.
- Turekian, K.K. (Ed.). 2010. *Marine Chemistry and Geochemistry. A derivative of Encyclopedia of Ocean Sciences*, 2nd Edition. Academic Press, 631 p.
- U.S. Department of Health and Human Services. 1982. *Third Annual Report of Carcinogens*. 327 p.
- UNEP. 2002. *Global Environment Outlook 3: Past, present and future perspectives*. Earthscan Publications Ltd., 446 p.
- Ure, A.M. and Davidson, C.M. (Eds.). 2002. *Chemical Speciation in the Environment*. 2nd Edition. Blackwell Science, 452 p.
- Wark, K. y Warner, C.F. 1994. *Contaminación del Aire. Origen y Control*. Limusa, S.A., 650 p.
- Wedepohl, K.H. (Executive Editor); 1969. *Handbook of Geochemistry I y II-1*. Correns, C.W.; Shaw, D.M.; Turekian, K.K. and Zemann, J. (Editorial Board), Springer-Verlag Berlin, 440 p.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 2000. *Limnological Analyses*. 3rd Edition. Springer, NY, USA. 429 p.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*. 3rd Edition. Academic Press, San Diego, California, USA, 1006 p.
- Wilkinson, C.F. 1987. Being more realistic about chemical carcinogenesis. *Series on Cancer Risk Assessment. Environ. Sci. Technol.*, p. 3-7.
- World Bank Document, 1995. *Argentina Managing Environmental Pollution: Issues and Options*. Report N° 14070-AR, 126 p.
- World Meteorological Organization (WMO) 1994. *Scientific Assessment of Ozone Depletion : 1994. Global Ozone Research and Monitoring Project - Report N° 37*. NOAA, NASA, UNEP, WMO.
- World Meteorological Organization (WMO). 1994. *Scientific Assessment of Ozone Depletion. Global Ozone Research and Monitoring Project - Report N° 37*. NOAA, NASA, UNEP, WMO.
- Zar, J.H. 1996. *Bioestatistical Analysis*. 3rd Edition. Prentice Hall, UK. 121 p.
- Zeballos de Sisto, M.C. 1994. *Dos décadas de Legislación Ambiental en la Argentina*. A.Z. Editora S.A., Buenos Aires, 656 p.

**11.- CRONOGRAMA.**

ACTIVIDAD			SEMANA	SEMESTRE
TP	TEÓRICO	OTROS (Detallar)		
Nº 1	1		1	2 do. Semestre
Nº 1	1		2	
Nº 2. Salida de campo			3	
Nº 3 / Nº 4	2		4	
Nº 4	2		5	
Nº 4	2		6	
Nº 5	2		7	
Nº 5 / Nº 6	3		8	
Nº 7. Primer examen parcial			9	
Nº 8	3		10	
Nº 9	3		11	
Nº 10	4		12	
Nº 11	5		13	
Nº 12 / Nº 13	6		14	
Nº 14 / Nº 15	6		15	
Nº 16. Segundo examen parcial			16	
Nº 17. Presentación oral del informe final				

La Plata, 30 de nov. de 2016


Firma y aclaración

PARA USO DE LA SECRETARIA ACADEMICA

Fecha de aprobación:/...../..... Nro de Resolución:

Fecha de entrada en vigencia/...../.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

ASIGNATURA: Química Ambiental Contaminación y Ciclos Biogeoquímicos

TIPO DE REGIMEN:

SEMESTRAL

Se dicta en el

2do. Semestre

CARGA HORARIA SEMANAL:

Trabajos Prácticos:	4 hs/sem
Teóricos:	4 hs/sem
Teórico/Práctico:	hs/sem
Total	8 hs/sem

CARGA HORARIA TOTAL:

128 HORAS

MODALIDAD DE CURSADA:

Régimen tradicional ☒
Régimen especial ☐

PROFESOR TITULAR/PROFESOR A CARGO: Dr. Juan Carlos Colombo

E-mail de contacto: colombo@fcnym.unlp.edu.ar

Otra información (Página web/otros): laqab@fcnym.unlp.edu.ar



2.- CONTENIDO GLOBAL DEL CURSO Y FUNDAMENTACIÓN DE LA ASIGNATURA.

La materia es una introducción al estudio de la distribución ambiental y dinámica de contaminantes y compuestos naturales (materia orgánica, carbono, nitrógeno, elementos traza). Se estudian las propiedades de los compuestos y los factores ambientales que regulan su comportamiento, su origen, distribución, transporte, degradación y destino final en las distintas fases o compartimentos ambientales (material particulado y fase vapor en aire, fase disuelta, particulada suspendida y sedimentos en agua, biota, y suelos).

La principal contribución del curso es que representa una interface entre la química, especialmente analítica, y el ambiente, presentando y efectuando demostraciones de métodos analíticos potentes para estudios ecológicos. Los aportes más importantes en relación con las otras disciplinas de la carrera de Ecología se pueden dividir en dos grandes líneas: una de carácter aplicado, relacionada con el monitoreo y evaluación de la calidad o degradación del ambiente, y la otra, vinculada a la investigación básica, referida al ciclo biogeoquímico de especies químicas importantes por sus efectos o rol en el funcionamiento global del ecosistema.

3.- OBJETIVOS.

3.1.- OBJETIVOS GENERALES.

- a- Destacar el aspecto dinámico e interdisciplinario de los problemas de contaminación ambiental.
- b- Estudiar los principios básicos que determinan la repartición ambiental de especies químicas y su biodisponibilidad para los seres vivos.
- c- Discutir las ventajas y desventajas de las distintas aproximaciones y modelos utilizados en los estudios de química ambiental y biogeoquímica.
- d- Reforzar la percepción de los contaminantes no como compuestos "extraños" que circulan de manera más o menos independiente, sino como moléculas o elementos integrados a los complejos procesos y ciclos naturales de la materia.
- e- Estudiar la distribución global de algunos compuestos antropogénicos y su relación con el ciclo biogeoquímico de los elementos mayores.
- f- Realizar demostraciones y proveer adiestramiento en distintas técnicas de monitoreo ambiental y en el uso de métodos analíticos para la determinación de contaminantes.

3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a. conocer y aplicar metodologías de muestreo para diferentes matrices ambientales, técnicas de procesamiento de las muestras colectadas, métodos analíticos para la determinación de contaminantes orgánicos e inorgánicos, técnicas básicas de análisis de datos;
- b. desarrollar la capacidad crítica para evaluar las distintas metodologías utilizadas de acuerdo con los objetivos planteados;
- c. interpretar los resultados mediante la formulación de explicaciones acerca de las observaciones relevantes realizadas;
- d. producir informes escritos con formato científico.



4.-CONTENIDOS.

1- Introducción. Se presenta la naturaleza del problema originado por la producción masiva de sustancias químicas, su clasificación, objetivos y campo de aplicación de la química ambiental y biogeoquímica y nociones sobre control y legislación de la contaminación.

-Era química y contaminación.

-Contaminantes convencionales, microcontaminantes, conservativos y no conservativos, contaminantes prioritarios.

-Orígenes y cantidades de sustancias producidas y descargadas al ambiente.

-Química ambiental y biogeoquímica.

-Control y legislación de la contaminación.

2- Estructura y propiedades de los contaminantes. Se aborda el estudio de las distintas características moleculares que afectan el comportamiento ambiental del producto, incluyendo las técnicas y métodos de medición y estimación.

-Peso, volumen y superficie molecular.

-Persistencia.

-Polaridad.

-Punto de ebullición y presión de vapor.

-Solubilidad en agua.

-Constante de Henry.

-Lipofilicidad, coeficiente de reparto en el carbono orgánico y octanol-agua. Definición, significado y técnicas de medición o estimación de los parámetros.

-Relaciones cuantitativas estructura-propiedad, propiedad-propiedad y estructura-actividad.

3- Procesos ambientales. Trata sobre los distintos factores y procesos que intervienen en la distribución de un compuesto en el ambiente.

-Procesos de carga (fuentes puntuales, difusas y deposición atmosférica).

-Especiación (equilibrio ácido-base, potencial redox, adsorción, complejación).

-Procesos de transporte (disolución-precipitación, volatilización de aguas y suelos, infiltración, sedimentación).

-Procesos de transformación (hidrólisis, fotólisis, biodegradación).

-Procesos de bioacumulación (bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación) en organismos acuáticos, acumulación en vegetación terrestre. Mecanismos y modelos. Significado y rol de cada proceso en la distribución ambiental de contaminantes. Técnicas de medición, estimación y modelización.

4- Técnicas de monitoreo ambiental. Se abordan distintas estrategias y métodos de trabajo para evaluar la contaminación en aire y aguas.

-Monitoreo químico (muestreo, análisis convencionales, digestión, extracción, purificación y cuantificación de contaminantes por cromatografía gaseosa de alta resolución y espectrometría de absorción atómica).

-Monitoreo biológico (organismos centinela, requisitos y características, bivalvos y otros invertebrados en el medio acuático, plantas vasculares y líquenes en aire).



5- Modelos. Trata sobre los distintos modelos, desde experimentales de laboratorio y campo matemáticos para estudiar la distribución ambiental de contaminantes.

- Modelos de laboratorio (micro y mesocosmos).
- Modelos matemáticos (de compartimentos múltiples, reparto en equilibrio y fugacidad).
- Estudios de campo (orígenes, distribución y destino ambiental de hidrocarburos, organohalogenados y metales pesados).

6- Ciclos biogeoquímicos y distribución de contaminantes. Se estudia la circulación global de ciertos compuestos y su relación con el ciclo de los elementos mayores; p.ej.: el carbono.

- Distribución global de contaminantes (rutas y procesos de transporte global, sumideros, atmósfera, océanos, continentes y biota).
- Ciclo del carbono (rutas, flujos, reservorios, alteraciones antrópicas e interacciones con el ciclo de otros elementos mayores).

5.- LISTA DE TRABAJOS PRACTICOS.

1- Repaso de nociones de química

- Definiciones, unidades de concentración y peso, problemas.
- Material de laboratorio, manejo y procedimiento de limpieza.
- Parámetros físico-químicos, definiciones y técnicas de análisis.
- Elementos de muestreo (botellas, dragas y "corers", muestreadores de aire de alto volumen, muestreadores pasivos de aire).
- Sondas ambientales (calibración de electrodos, medición de oxígeno disuelto, conductividad, turbidez, temperatura y pH).
- Preparación de la campaña de muestreo.

2- Campaña de muestreo

- Salida al Río de la Plata para la medición *in situ* de parámetros físico-químicos mediante sondas ambientales, y muestreo de: agua, material particulado en suspensión, sedimentos y organismos.

3- Análisis de datos de la campaña de muestreo

- Compilación de datos de temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez.
- Diagramación del primer informe.

4- Procesamiento de muestras I - Muestras de agua

- Filtración/centrifugación de muestras de agua.
- Determinación de la demanda química de oxígeno y carbono orgánico disuelto.
- Extracción de compuestos orgánicos.

5- Procesamiento de muestras II - Muestras de sedimento

- Determinación del contenido de humedad, materia orgánica y granulometría de los sedimentos.
- Extracción de compuestos orgánicos y metales pesados de los sedimentos.

6- Primer informe escrito (preliminar)

- El objetivo del trabajo es realizar una interpretación de los resultados utilizando el formato de un trabajo científico.



-Estará basado en los datos de temperatura, O_2 disuelto, conductividad y turbidez medidos en tiempo real con sondas ambientales portátiles durante la campaña de muestreo. Complementariamente también se incorporarán las determinaciones físico-químicas realizadas en el laboratorio (DQO; contenido de humedad, materia orgánica y composición granulométrica de los sedimentos; concentración y contenido de materia orgánica del MPS).
-El informe será elaborado en forma individual o en grupos de no más de 3 estudiantes.

7- **Primer examen parcial**

8- Procesamiento de muestras III – Muestras de organismos

-Extracción de compuestos orgánicos y metales pesados de los organismos.

9- Procesamiento de muestras IV

-Purificación y fraccionamiento de los extractos orgánicos.

-Centrifugación y dilución de extractos de metales.

10- Análisis de compuestos orgánicos I y II

-Cromatografía gaseosa, principios teóricos y operación del equipo.

-Análisis de extractos para la determinación de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, bifenilos policlorados y plaguicidas clorados.

11- Análisis de metales pesados I y II

-Espectrometría de absorción atómica, principios y operación del equipo.

-Análisis de extractos para la determinación de cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y cinc (Zn).

12- Quimiometría I

-Depuración y ordenamiento de datos en hojas de cálculo.

-Cuantificación.

13- Quimiometría II

-Análisis estadísticos e interpretación de resultados.

-Diagramación del segundo informe.

14- Modelización

-Evaluación teórica y calibración con datos empíricos de un modelo de Fugacidad I para determinar el reparto ambiental de algunos compuestos orgánicos (hidrocarburos alifáticos, lindano, clordano, DDT, bifenilos policlorados).

15- Segundo informe escrito (final)

-El objetivo del trabajo es realizar una interpretación de los resultados utilizando el formato de un trabajo científico.

-Estará basado en los datos de concentraciones de los contaminantes orgánicos y metales pesados en los compartimientos ambientales analizados.

-El informe será elaborado en forma individual o en grupos de no más de 3 estudiantes.

16- **Segundo examen parcial**

17- **Presentación oral del informe final**



6.- OTRAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA CÁTEDRA. (Seminarios, salidas de campo, viajes de campaña, aunque éstas se encuentren sujetas a posibilidades económicas, visitas, monografías, trabajos de investigación, extensión, etc.)

Las actividades de campo propuestas en los Trabajos Prácticos de la asignatura tienen como objetivo que los estudiantes conozcan y ejerciten técnicas: 1- de monitoreo con mediciones in situ; 2- de muestreo para distintos compartimientos ambientales; 3- de procesamiento y análisis químico de las muestras obtenidas.

La campaña de muestreo tendrá una duración de aproximadamente 6-8 horas, se desarrollará en áreas con impacto antrópico contrastante sobre la ribera del Río de la Plata y sus arroyos tributarios, y será planificada detalladamente con los estudiantes (ej.: determinación del área y de las estaciones de muestreo, identificación de las matrices ambientales a muestrear, presentación y manipulación del instrumental de muestreo, definición de parámetros a medir, conservación de las muestras e introducción al procesamiento de las muestras a coleccionar).

En cada estación se realizarán mediciones de pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y turbiedad mediante una sonda portátil y se coleccionarán muestras de aguas y sedimentos. Posteriormente, en los Trabajos Prácticos siguientes se procesarán las muestras coleccionadas (ej.: separación, determinación de parámetros físico-químicos, granulometría, digestión ácida, extracciones con solventes orgánicos, purificación y fraccionamiento de los extractos) para caracterizarlas y determinar mediante distintas metodologías analíticas los contaminantes orgánicos e inorgánicos (ej.: hidrocarburos/organoclorados-Cromatografía Gaseosa; metales pesados-Espectrometría de Absorción Atómica).

Durante la cursada se elaborarán 2 (dos) informes escritos con formato científico. El primer informe, que incluirá las determinaciones de parámetros realizadas en el campo y la caracterización inicial de las muestras, servirá de introducción para el segundo informe, en el que se realizará un análisis detallado de todos los datos producidos. Las pautas para la elaboración de los informes escritos (depuración y organización de los datos en hojas de cálculo, graficación, análisis estadísticos, interpretación de resultados, diagramación de los informes) se discutirán en clase.

7.- METODOLOGÍA.

Los teóricos incluirán presentaciones Power Point, bibliografía actualizada y demostraciones con instrumental o computadora sobre temas particulares. Se pretende introducir al alumno a la temática y darle los conocimientos teóricos indispensables para abordar los trabajos prácticos logrando una adecuada integración de la información.

Los trabajos prácticos comprenderán explicaciones de las experiencias y análisis programados, salidas al terreno para muestreo y mediciones de parámetros *in situ*, y prácticas de laboratorio donde se analizarán las muestras coleccionadas. El objetivo de estos trabajos es que el alumno tome contacto directo y ejercite las distintas técnicas, y tenga el incentivo de poder realizar: a- el muestreo, b- los análisis químicos, c- el tratamiento de los datos, d- la interpretación de resultados y hasta e- la modelización de los mismos.

8.- RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES.

Recursos Didácticos

Se dispone de un cañón proyector para el dictado de clases.

Equipamiento de Laboratorio

Balanzas granatarias



Balanzas analíticas
Centrífugas
Material de vidrio (pipetas aforadas y graduadas, erlenmeyers, vasos de precipitado, probetas, etc.)
Pipetas automáticas
Campanas extractoras (extracción orgánicos, extracciones ácidas)
Planchas y mantos calefactores
Heladeras y freezers

Equipamiento de Muestreo

Sondas Ambientales Multiparamétricas (pH, O₂ dis., Turbidez; Temperatura, Conductividad)
Draga tipo van Veen (muestreo de sedimentos)
Botellas tipo Niskin (muestreo de aguas)

Equipamiento Analítico

Espectrofotómetro UV-Visible
Cromatógrafos de gases con distintos detectores (ECD, FID, Espectrómetro de Masas)
Espectrómetro de Absorción Atómica (Llama y Horno de Grafito)
Analizador Elemental C/N
Espectrómetro IR

9.- FORMAS Y TIPOS DE EVALUACIÓN.

La nota de aprobación y las modalidades de recuperación de las evaluaciones parciales serán realizadas de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Trabajos Prácticos vigente.

10.- BIBLIOGRAFÍA.

10.1.- BIBLIOGRAFÍA GENERAL.

Siendo la disciplina de Química Ambiental relativamente reciente, la bibliografía no es frecuente en las bibliotecas tradicionales. Por ello, la documentación utilizada (libros o trabajos específicos) es aportada por la Cátedra. La misma se encuentra en revistas especializadas como: *Environmental Science & Technology*, *Chemosphere*; *Environmental Toxicology and Chemistry*; *Environmental Pollution*; *Archives of Environmental Contamination & Toxicology*; *Geochimica Cosmochimica Acta*; *Water Research*; *Limnology & Oceanography*; *Science of Total Environment*.

Publicaciones de los docentes de la Cátedra

1989; Autores: Colombo, J.C.; E. Pelletier; C. Brochu; M. Khalil and J. A. Catoggio. Título: Determination of hydrocarbon sources using n-alkane and polyaromatic hydrocarbon distribution indexes. Case study: Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 23: 888-894.

1990; Autores: Colombo, J.C.; M.F. Khalil; M. Arnac; A.C. Horth and J.A. Catoggio. Título: Distribution of chlorinated pesticides and individual polychlorinated biphenyls in biotic and abiotic compartments of the Río de la Plata, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 24: 498-505.

1995; Autores: Colombo, J.C.; C. Bilos; M. Campanaro; M.J. Rodríguez Presa and J.A. Catoggio. Título: Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides by the Asiatic Clam *Corbicula fluminea*. Its use as sentinel organism in the Río de la Plata estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 29: 914-927.



- 1996; Autores: Colombo, J.C., M. Cabello and A.M. Arambarri. Título: Biodegradation of aliphatic and aromatic hydrocarbons by natural soil microflora and pure cultures of imperfect and lignolitic fungi. *Environmental Pollution*, 94: 355-362.
- 1997; Autores: Colombo, J.C.; C. Brochu; C. Bilos, P. Landoni and S. Moore. Título: Long-term accumulation of individual PCBs, dioxins, furans and trace metals in Asiatic Clams from the Río de la Plata estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; 31: 3551-3557.
- 1998; Autores: Bilos, C.; J.C. Colombo and M.J. Rodríguez Presa. Título: Trace metals in suspended particles, sediments and Asiatic Clams (*Corbicula fluminea*) of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Environmental Pollution*; 99 (1): 1-11.
- 1999; Autores: Colombo, J.C.; P. Landoni and C. Bilos. Título: Sources, distribution and variability of airborne particles and hydrocarbons in La Plata area, Argentina. *Environmental Pollution*; 104: 305-314.
- 2000; Autores: Colombo, J.C.; C. Bilos, M. Remes Lenicov, D. Colautti, P. Landoni and C. Brochu. Título: Detritivorous fish contamination in the Río de la Plata estuary. A critical accumulation pathway in the cycle of anthropogenic compounds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*; 57 (6): 1139-1150.
- 2001; Autores: Bilos, C.; J.C. Colombo, C.N. Skorupka and M.J. Rodríguez Presa. Título: Sources, distribution and variability of airborne trace metals in La Plata City area, Argentina. *Environmental Pollution*; 111: 149-158.
- 2001; Autores: Cataldo, D., J.C. Colombo, D. Boltovskoy, C. Bilos and P. Landoni. Título: Environmental toxicity assessment in the Paraná River delta (Argentina): simultaneous evaluation of selected pollutants and mortality rates of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) early juveniles. *Environmental Pollution*; 112: 379-389.
- 2005; Autores: Colombo, J.C.; A. Barreda; C. Bilos; N.E. Cappelletti; S.O. Demichelis; P. Landoni; M.C. Migoya; C.N. Skorupka and G. Suarez. Título: Oil spill in the Río de la Plata estuary, Argentina. 1. Biogeochemical assessment of waters, sediments and biota. *Environmental Pollution*; 134: 277-289.
- 2005; Autores: Colombo, J.C.; A. Barreda; C. Bilos; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya and C.N. Skorupka. Título: Oil spill in the Río de la Plata estuary, Argentina. 2- Hydrocarbon disappearance rates in sediments and soils. *Environmental Pollution*; 134: 267-276.
- 2005; Autores: Colombo, J.C.; A. Barreda; M.C. Migoya and C.N. Skorupka. Título: Vertical fluxes and accumulation of PCBs in coastal sediments of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Chemosphere*; (61) 1345-1357.
- 2005; Autores: Colombo, J. C.; N.E. Cappelletti; J. Laschi; M.C. Migoya; E.D. Speranza and C.N. Skorupka. Título: Sources, vertical fluxes and accumulation of aliphatic hydrocarbons in coastal sediments of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*, 39, 8227-8234.
- 2006; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; J. Laschi; M.C. Migoya; E.D. Speranza and C.N. Skorupka. Título: Sources, Vertical Fluxes, and Equivalent Toxicity of Aromatic Hydrocarbons in Coastal Sediments of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Environmental Science and Technology*; (40) 734-740.
- 2007; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; E.D. Speranza; M.C. Migoya. Título: Vertical fluxes and organic composition of settling material from the sewage impacted Buenos Aires coastal area, Argentina. *Organic Geochemistry* (38):1941-1952.
- 2007; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya and E.D. Speranza. Título: Bioaccumulation of anthropogenic contaminants by detritivorous fish in the Río de la Plata estuary: 1-Aliphatic hydrocarbons. *Chemosphere* (68) 11: 2128-2135.
- 2007; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya and E.D. Speranza. Título: Bioaccumulation of anthropogenic contaminants by detritivorous fish in the Río de la Plata estuary: 2-Polychlorinated biphenyls. *Chemosphere* (69) 8: 1253-1260.



- 2009; Autores: Bilos, C.; J.C. Colombo, C.N. Skorupka, S.O. Demichelis and L.M. Tatone. Título: Size-related trace metals bioaccumulation in Asiatic Clams (*Corbicula fluminea*) from the Río de la Plata estuary, Argentina. *International Journal of Environment and Health*; 3 (4): 390-409.
- 2009; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos, C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Vertical fluxes and accumulation of trace metals in superficial sediments of the Río de la Plata estuary, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*; 83 (6): 913-919.
- 2011; Autores: Colombo, J.C.; N.E. Cappelletti; W. Williamson; M.C. Migoya; E.D. Speranza; J. Sericano and D.C.G. Muir. Título: Risk ranking of multiple-POPs in detritivorous fish from the Río de la Plata. *Chemosphere* (83):882-889.
- 2012; Autores: Speranza, E.D.; N.E. Cappelletti; M.C. Migoya; L.M. Tatone and J.C. Colombo. Título: Migratory behavior of dominant detritivorous fish (*Prochilodus lineatus*) evaluated by multivariate biochemical and pollutant data in the Paraná-Río de la Plata Basin. *Journal of Fish Biology* (81) 848-865. 2013; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos, C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Trace metals in settling particles from the sewage impacted Buenos Aires coastal area in the Río de la Plata estuary, Argentina. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*; 90 (3):318-322.
- 2013; Autores: Speranza, E.D.; L.M. Tatone; N.E. Cappelletti and J.C. Colombo. Título: Cost-benefit of feeding on anthropogenic organic matter: lipid changes in a detritivorous fish (*Prochilodus lineatus*). *Ichthyological Research* (60) 334-342.
- 2014; Autores: Cappelletti, N.E.; C.N. Skorupka; M.C. Migoya; L.M. Tatone; M.J. Astoviza and J.C. Colombo. Título: Behavior of dioxin like PCBs and PBDEs during early diagenesis of organic matter in settling material and bottom sediments from the sewage impacted Buenos Aires' coastal area, Argentina". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 93; 388-392.
- 2015; Autores: Colombo, J.C.; C.N. Skorupka, C. Bilos, L.M. Tatone, N.E. Cappelletti, M.C. Migoya, E.D. Speranza and M.J. Astoviza. Título: Seasonal and inter-annual variability of water quality in the Uruguay River, Argentina. *Hydrological Sciences Journal*; 60 (6): 1155-1163.
- 2015; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos, C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Trace metal behavior along fluvio-marine gradients in the Samborombón Bay, outer Río de la Plata estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*; 96: 27-33.
- 2015; Autores: Cappelletti, N.E.; E.D. Speranza; L.M. Tatone; M.J. Astoviza; M.C. Migoya and J.C. Colombo. Título: Bioaccumulation of dioxin like PCBs and PBDEs by detritus-feeding fish in the Río de la Plata estuary, Argentina". *Environmental Science and Technology Research*. 22 (9): 7093-7100.
- 2016; Autores: Astoviza, M.J.; N. Cappelletti; C. Bilos; M.C. Migoya and J.C. Colombo. Título: Massive airborne Endosulfan inputs related to intensive agriculture in Argentina's Pampa. *Chemosphere*; 144: 1459-1466.
- 2016; Autores: Tatone, L.M.; C. Bilos; C.N. Skorupka and J.C. Colombo. Título: Comparative approach for trace metal risk evaluation in settling particles from the Uruguay River, Argentina: enrichment factors, sediment quality guidelines and metal speciation. *Environmental Earth Sciences*; 75: 575. DOI 10.1007/s12665-016-5265-6.

Bibliografía general

- APHA-AWWA-WPCF, 1992. Métodos para el análisis de aguas potables y residuales. 17ma Edición, Ediciones Díaz de Santos.
- Arbuckle, W.B. 1983. Estimating activity coefficients for use in calculating environmental parameters. *Environ. Sci. Technol.*, 17: 537-542.
- Baird, C. 2001. *Química Ambiental*. Editorial Reverté S.A. 622 p.



- Baker, J.E., Capel, P.D and Eisenreich, S.J. 1986. Influence of colloids on sediment-water partition coefficients of polychlorobiphenyl congeners in natural waters. *Environ. Sci. Technol.*, 20: 1136-1143.
- Banerjee, S. 1985. Calculating of water solubility of organic compounds with UNIFAC-derived parameters. *Environ. Sci. Technol.*, 19: 369-370.
- Berner R.A. 1980. *Early Diagenesis: A Theoretical Approach*. Princeton University Press, Princeton, NY, 241 p.
- Boden, T.A., Kaiser, D.P., Sepanski, R.J. and Stoss, F.W. 1994. Trends '93 : A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center. Publ. N° ORNL/CDIAC-65, 984 p.
- Boelsterli, U.A.; 2007. *Mechanistic Toxicology: The Molecular Basis of How Chemicals Disrupt Biological Targets*. CRC Press, 399 p.
- Brereton, R.G.; 2007. *Applied Chemometrics for Scientists*. John Wiley & Sons Ltd., 379 p.
- Brezonik, P.L. 1990. Principles of linear free-energy and structure activity relationships and their applications to the fate of chemicals in aquatic systems. En "Aquatic Chemical Kinetics" (Stumm, W., Ed.). John Wiley & Sons.
- Brown, L.R. 1995. *State of the World*. Worldwatch Institute. W.W. Norton, Nueva York, 255 p.
- Brownawell, B.I. and Farrington, J.W. 1986. Biogeochemistry of PCBs in interstitial waters of a coastal marine sediment. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 50: 157-169.
- Bruijn, J., Busser, F., Seiner, W. and Hermens, J. 1989. Determination of octanol/water partition coefficients for hydrophobic organic chemicals with the "slow-stirring" method. *Environ. Toxicol. & Chem.*, 8: 499- 512. Brunner, S., Hornung, E., Santi, H., Wolff, E. and Piringer, O.G. 1990. Henry's law constants for polychlorinated biphenyls: experimental determination and structure-property relationships. *Environ. Sci. Technol.*, 24: 1751-1754.
- Burgess, R.M., McKinney, R.A. and Brown, W.A. 1996. Enrichment of marine sediment colloids with polychlorinated biphenyls : trends resulting from PCB solubility and chlorination. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 2556-2566.
- Burton, J.D. and Liss, P.S. 1976. *Estuarine Chemistry*. Academic Press, London, New York, San Francisco, 229 p.
- Butler, G.C. (Ed.). 1978. *Principles of Ecotoxicology*, SCOPE 12. John Wiley & Sons, 349 p.
- Carter, C. W. and Suffet, I.H. 1982. Binding of DDT to dissolved humic materials. *Environ. Sci. Technol.*, 16:735-740.
- Catoggio, J.A. 1993. Impacto Ambiental y sus Consecuencias: Patología del Ambiente. En "Elementos de Política Ambiental" (Goin, F. y Goñi, R., Eds.). Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, 938 p.
- Chameides, W.L. and Perdue, E.M. 1997. *Biogeochemical Cycles: A Computer-Interactive Study of Earth System Science and Global Change*. Oxford University Press Inc., 224 p.
- Chessells, M., Hawker, D.W. and Connell, Des W. 1991. Critical evaluation of the measurement of the 1-octanol/water partition coefficient of hydrophobic compounds. *Chemosphere*, 22:1175-1190.
- Chiou, C.T. and Schmedding, D.W. 1981. Measurement and interrelation of octanol-water partition coefficient and water solubility of organic chemicals. En "Test protocols for Environmental Fate & Movement of Toxicants". Association Official Analytical Chemists, 28-42.
- Chiou, C.T., Kile, D.E., Brinton, T.I., Malcolm, R. L. and Leenheer, J.A. 1987. A comparison of water solubility enhancements of organic solutes by aquatic humic materials and commercial humic acids. *Environ. Sci. Technol.*, 21: 1231-1234.
- Chiou, C.T., Porter, P.E. and Schmedding, D.W. 1983. Partition equilibria of nonionic organic compounds between soil organic matter and water. *Environ. Sci. Technol.*, 17: 227-231.
- Chiou, C.T., Schmedding, D.W. and Manes, M. 1982. Partitioning of organic compounds in octanol-water systems. *Environ. Sci. Technol.*, 16: 4-10.



- Connell, D.W. (Ed.). 1990. Bioaccumulation of Xenobiotic Compunds. CRC Press, Inc., 219 p.
- Dallinger, R. and Rainbow, P.S. 1993. Ecotoxicology of Metals in Invertebrates. SETAC Special Publications Series. Lewis Publishers, 461 p.
- Dannenfelter, R-M, Paric, M., White, M. and Yalkowsky, S.H. 1991. A compilation of some physico-chemical properties for chlorobenzenes. Chemosphere, 23: 141-165.
- Dickhut, R.M., Andren, A.W. and Armstrong, D.E. 1986. Aqueous solubilities of six polychlorinated biphenyl congeners at for temperatures. Environ. Sci. Technol., 20: 807-810.
- Dickson, T.R.; 1994. Química. Enfoque Ecológico. Limusa. Noriega Editores, México, 406 p.
- Estrada Oyuela, R.A. y Zeballos de Sisto, M.C. 1993. Evolución Reciente del Derecho Ambiental Internacional. A.Z. editora S.A., Buenos Aires, 352 p.
- Farrington, J.W. 1989. Bioaccumulation of hydrophobic organic pollutant compounds. En "Ecotoxicology: Problems and Approaches" (Eds. Levin, S.A., Harwell, M.A., Kelly, J.R. and Kimball, K.D.). Springer-Verlag.
- Farrington, J.W. et al. (Eds.). 2001. A Risk-Management Strategy for PCB- Contaminated Sediments. National Academy Press, Washington, D.C., 432 p.
- Farris, J.L. and van Hassel, J.H. (Eds.). 2007. Freshwater Bivalve Ecotoxicology. Setac Publications, CRC Press, Taylor & Francis Group, 375 p.
- Folk, R.L. 1980. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company. Texas 78703; 184 p.
- Foreman, W.T. and Bidleman, T.F. 1985. Vapor pressure estimates of individual polychlorinated biphenyls and commercial fluids using gas chromatographic retention data. J. Chromatogr., 330: 203-216.
- Förstner, U. and Wittmann, G.T.W. (Eds.). 1983. Metal Pollution in the Aquatic Environment. 2nd Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, NY, Tokyo, 486 p.
- Gobas, F.A.P.C. 1991. A thermodynamic analysis of quantitative structure-activity relationships for hydrophobic organic chemicals. The Science of the Total Environ., 109: 89-104.
- Grathwohl, P. 1990. Influence of organic matter from soils and sediments from various origins on the sorption of some chlorinated aliphatic hydrocarbons: implications on Koc correlations. Environ. Sci. Technol. 24: 1687-1693.
- Gustafsson, O. and Gschwend, P.M. 1997. Aquatic colloids: concepts, definitions and current challenges. Limnol. Oceanogr., 42: 519-528.
- Haky, J.E. and Leja, B. 1986. Evaluation of octanol-water partition coefficients using capillary gas chromatography with cold on-column injection. Anal. Letters, 19: 123-124.
- Hansch, C. and Leo, A. 1995. Exploring QSAR – Fundamentals and Applications in Chemistry and Biology. ACS Professional Reference Book, American Chemical Society, Washington D.C., 557 p.
- Hansch, C.; Leo, A. and Hoekman, D. 1995. Exploring QSAR – Hydrophobic, Electronic, and Steric Constants. ACS Professional Reference Book, American Chemical Society, Washington D.C., 348 p.
- Harner, T. and Mackay, D. 1995. Measurement of octanol-air partition coefficients for chlorobenzenes, PCBs and DDT. Environ. Sci. Technol., 29:1599-1606.
- Harris, D.C. 2007. Análisis Químico Cuantitativo; 3ra Ed., Editorial Reverté S.A., Barcelona, España; 744 p.
- Harwell, C.C. 1989. Regulatory framework for ecotoxicology. En "Ecotoxicology: Problems and Approaches" (Eds. Levin, S.A., Harwell, M.A., Kelly, J.R. and Kimball, K.D.). Springer-Verlag.
- Hawker, D.W. 1990. The partition mechanism. En "Bioaccumulation of Xenobiotic Compounds" (Ed. Connell, D.W.), CRC Press, Inc., 219 p.
- Hawker, D.W. and Connell, Des. W. 1988. Octanol-water partition coefficients of polychlorinated biphenyl congeners. Environ. Sci. Technol. 22: 382-387.



- Health Council of the Netherlands. 1992. Risk of dangerous substances exported to developing countries. Publ. 92/2E.
- Hinckley, D.A., y Bidleman, T.F., Foreman, W.T. and Tuschall, J.R. 1990. Determination of vapor pressures for nonpolar and semipolar organic compounds from gas chromatographic retention data. *J. Chem. & Eng. Data* 35: 232-237.
- Holland, H.D. and Turekian, k.K. (Executive Eds.). 2005. *Treatise on Geochemistry Volume 5. Surface and Ground Water, Weathering, and Soils*. Drever, J.I (Ed.), Elsevier Ltd., 626 p.
- Holland, H.D. and Turekian, k.K. (Executive Eds.). 2006. *Treatise on Geochemistry Volume 8. Biogeochemistry*. Schlesinger, W.H. (Ed.), Elsevier Ltd., 702 p.
- Holland, H.D. and Turekian, k.K. (Executive Eds.). 2007. *Treatise on Geochemistry Volume 9. Environmental Geochemistry*. Sherwood Lollar, B. (Ed.), Elsevier Ltd., 630 p.
- Schulz, H.D. and Zabel, M. (Eds.). 2006. *Marine Geochemistry*. 2nd revised, updated and extended edition. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 547 p.
- Hunchak-Kariouk, K., Schweitzer, L. and Suffet, I.H. 1997. Partitioning of 2,2',4,4'-tetrachlorobiphenyl by the dissolved organic matter in oxic and anoxic porewaters. *Environ. Sci. & Technol.*, 31: 639-645.
- Hutzinger, O. and Roof, A.A.M. 1980. Hydrocarbons and halogenated hydrocarbons in the aquatic environment: some thoughts on the philosophy and practice of environmental analytical chemistry. En "International Symposium on the Analysis of Hydrocarbons and Halogenated Hydrocarbons" (Eds. Afghan, B.K. and Mackay, D.). Plenum Press.
- Hutzinger, O., Safe, S. and Zitko, V. 1983. *The Chemistry of PCB's* R.E. Krieger Publishing Company, Florida.
- Illman, D.L. 1993. New initiatives take aim at safety performance of chemical industry. *Chemical & Eng. News*, 29: 12-38.
- Kan, A.T. and Tomson, M.B. 1996. UNIFAC prediction of aqueous and nonaqueous solubilities of chemicals with environmental interest. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 1369-1376.
- Kimbrough, R.D. and Jensen, A.A. (Eds.) 1989. *Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxins and related products*. Elsevier Science Publishers B.V., 518 p.
- Klaassen, C.D. (Ed.); 2008. *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. 7th Edition. MacGraw Hill. 1309 p.
- Kucklick, J.R., Hinckley, D.A. and Bidleman, T.F. 1991. Determination of Henry's constants for hexachlorocyclohexanes in distilled water and artificial seawater as a function of temperature. *Mar. Chem.* 34: 197-209.
- Landrum, P.F., Nihart, S.R., Eadle, B.J. and Gardner, W.S. 1984. Reverse-phase separation method for determining pollutant binding to Aldrich humic acid and dissolved organic carbon of natural waters. *Environ. Sci. Technol.*, 18: 187-192.
- Leo, A.J. 1991. Calculating the hydrophobicity of chlorinated hydrocarbon solutes. *The Sci. Total Environ.* 109/110: 121-130.
- Li, A., Doucette, W.J. and Andren, A.W. 1992. Solubility of polychlorinated biphenyls in binary water/ organic solvent systems. *Chemosphere* 24: 1347-1360.
- Löngren, R. 1992. *International Approaches to Chemicals Control – A Historical Overview*. Keml, Stockholm, Sweden, 512 p.
- Lyman, W.J.; Reehl, W.F. and Rosenblatt, D.H. 1982. *Handbook of Chemical Property Estimation Methods*; MacGraw Hill; NY.
- Lyman, W.J., Reehl, W.F. and Rosenblatt, D.H. 1990. *Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Environmental Behavior of Organic Compounds*. American Chemical Society, Washington.
- Mackay, D., Bobra, A., Chan, D.W. and Shiu, W.Y. 1982. Vapor pressure correlations for low-volatility environmental chemicals. *Environ. Sci. Technol.* 16: 645-649.
- Maltoni, C. and Selikoff, I.J. 1988. Living in a chemical world. Occupational and environmental significance of industrial carcinogens. *Annals New York Academy of Sciences*, vol. 534, 1045p.



- Maruya, K.A., Risebrough, R.W. and Home, A.J. 1996. Partitioning of polynuclear aromatic hydrocarbons between sediments from San Francisco Bay and their porewaters. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 2942-2947.
- McKerney, K. 1997. Compilation of the U.S. Environmental Protection Agency's Water Quality Criteria for the Priority Toxic Pollutants. Alaska Department of Environmental Conservation, Air and Water Division. Juneau, Alaska.
- Means, J.C. and Wijayarathne, R. 1982. Role of natural colloids in the transport of hydrophobic pollutants. *Science*, 215: 968-970.
- Means, J.C., Wood, S.G., Hassett, J.J. and Banwart, W.L. 1982. Sorption of amino- and carboxy-substituted polynuclear aromatic hydrocarbons by sediments and soils. *Environ. Sci. Technol.*, 16: 93-98.
- Miller, M.M., Wasik, S.P., Huang, G.L., Shiu, W.Y. and Mackay, D. 1985. Relationships between octanol-water partition coefficient and aqueous solubility. *Environ. Sci. Technol.*, 19: 522-529.
- Mills, W.B., Porcella, D.B., Unger, M.J., Gherini, S.A., Summers, K.V., Molk, L., Rupp, G.L., Bowie, G.L. and Haith, D.A. 1985. Water Quality Assessment: A Screening Procedure for Toxic and Conventional Pollutants in Surface and Ground Water - Part Y. Environmental Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia.
- Moretón, J. 1996. Contaminación del Aire en la Argentina: Aspectos generales, legislación y situación en Capital federal y Provincia de Buenos Aires. Ediciones Universo, 127 p.
- Murphy, E.M., Zachara, J.M. and Smith, S.C. 1990. Influence of mineral-bound humic substances on the sorption of hydrophobic organic compounds. *Environ. Sci. Technol.* 24: 1507-1516.
- Nelson, P. 1997. Index to EPA Test Methods. EPA New England Region 1, Library Boston, MA USA.
- Noegrohati, S. and Hammers, W.E. 1992. Regression models for octanol-water partition coefficients, and for bioconcentration in fish. *Toxicol. Environ. Chem.*, 34: 155-173.
- Nriagu, J.O. 1989. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature*, 338: 47-49.
- Raiswell, R.W., Brimblecombe, P., Dent, D.L. and Liss, P.S. 1983. Química Ambiental. Ediciones Omega S.A., 209 p.
- Rambler, M.B., Margulis, L. and Fester, R. (Eds.). 1989. Global Ecology: Towards a Science of the Biosphere. Academic Press, 184 p.
- Recursos Mundiales 1992-1993. World Resources Institute. Oxford University Press, 435 p.
- Richards, D.J. and Shieh, W.K. 1986. Biological fate of organic priority pollutants in the aquatic environment. *Wat. Res.*, 20: 1077-1090.
- Rubinson, K.A. y Robinson, J.F. 2001. Análisis Instrumental. Pearson Educación S.A., Madrid, España; 847 p.
- Salomons, W. and Förstner, U. 1984. Metals in the Hydrocycle. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg; 349 p.
- Salomons, W., Förstner, U. and Mader, P. (Eds.). 1995. Heavy metals: problems and solutions. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg; 412 p.
- Sans Fonfria, R. y Ribas, J.P. 1989. Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos. MARCOMBO S.A., 145 p.
- Saporta, G. 1990. Probabilités Analyse des Données et Statistique. Éditions Technip, 493 p.
- Sarmiento, J.L. and Sundquist, E.T. 1992. Revised budget for the oceanic uptake of anthropogenic carbon dioxide. *Nature*, 356: 589-593.
- Sarmiento, J.L. and Gruber, N. 2006. Ocean Biogeochemical Dynamics. Princeton University Press, 503 p.
- Schulze, I. and Colby, M. 1995. A conceptual framework to support development and use of environmental information in decision-making. U.S.EPA, ESID, 42 p.



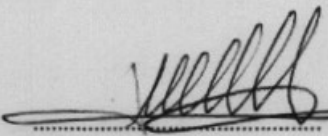
- Seoánez Calvo, M. 1996. Ingeniería del Medio Ambiente Aplicada al Medio Natural y Continental. Coedición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 701 p.
- Spiro, T.G. and Stigliani, W.M. 2005. Química Medioambiental. 2da Edición. Pearson Prentice Hall, 504 p.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. 1984. A Practical Handbook of Sea Water Analysis. Fisheries Research Board of Canada, Minister of Supply and Services, Canada, 310 p.
- The Forum of Scientific Excellence. 1990. List of Lists of Worldwide Hazardous Chemicals and Pollutants. J.B. Lippincott Company, Philadelphia.
- Timbrell, J. 2000. Principles of Biochemical Toxicology. 3rd Edition. Taylor & Francis Group, London and New York, 394 p.
- Trabalka, J.R. and Reichle, D.E. 1986. The Changing Carbon Cycle. A Global Analysis. Springer-Verlag New York, 591 p.
- Turekian, K.K. (Ed.). 2010. Marine Chemistry and Geochemistry. A derivative of Encyclopedia of Ocean Sciences, 2nd Edition. Academic Press, 631 p.
- U.S. Department of Health and Human Services. 1982. Third Annual Report of Carcinogens. 327 p.
- UNEP. 2002. Global Environment Outlook 3: Past, present and future perspectives. Earthscan Publications Ltd., 446 p.
- Ure, A.M. and Davidson, C.M. (Eds.). 2002. Chemical Speciation in the Environment. 2nd Edition. Blackwell Science, 452 p.
- Wark, K. y Warner, C.F. 1994. Contaminación del Aire. Origen y Control. Limusa S.A., 650 p.
- Wedepohl, K.H. (Executive Editor); 1969. Handbook of Geochemistry I y II-1. Correns, C.W.; Shaw, D.M.; Turekian, K.K. and Zemann, J. (Editorial Board), Springer-Verlag Berlin, 440 p.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E. 2000. Limnological Analyses. 3rd Edition. Springer, NY, USA. 429 p.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. 3rd Edition. Academic Press, San Diego, California, USA, 1006 p.
- Wilkinson, C.F. 1987. Being more realistic about chemical carcinogenesis. Series on Cancer Risk Assessment. Environ. Sci. Technol., p. 3-7.
- World Bank Document, 1995. Argentina Managing Environmental Pollution: Issues and Options. Report N° 14070-AR, 126 p.
- World Meteorological Organization (WMO) 1994. Scientific Assessment of Ozone Depletion : 1994. Global Ozone Research and Monitoring Project - Report N° 37. NOAA, NASA, UNEP, WMO.
- World Meteorological Organization (WMO). 1994. Scientific Assessment of Ozone Depletion. Global Ozone Research and Monitoring Project - Report N° 37. NOAA, NASA, UNEP, WMO.
- Zar, J.H. 1996. Bioestatistical Analysis. 3rd Edition. Prentice Hall, UK. 121 p.
- Zeballos de Sisto, M.C. 1994. Dos décadas de Legislación Ambiental en la Argentina. A.Z. Editora S.A., Buenos Aires, 656 p.



11.- CRONOGRAMA.

ACTIVIDAD			SEMANA	SEMESTRE
TP	TEÓRICO	OTROS (Detallar)		
N° 1	1		1	2 do. Semestre
N° 1	1		2	
N° 2. Salida de campo			3	
N° 3 / N° 4	2		4	
N° 4	2		5	
N° 4	2		6	
N° 5	2		7	
N° 5 / N° 6	3		8	
N° 7. Primer examen parcial			9	
N° 8	3		10	
N° 9	3		11	
N° 10	4		12	
N° 11	5		13	
N° 12 / N° 13	6		14	
N° 14 / N° 15	6		15	
N° 16. Segundo examen parcial			16	
N° 17. Presentación oral del informe final				

La Plata, 21 de junio de 2017.


Firma y aclaración
Dr. JUAN C. COLOMBO
QUIMICA AMBIENTAL
FAC. CS. NAT. Y MUSEO U.N.L.P.

PARA USO DE LA SECRETARIA ACADEMICA

Fecha de aprobación: 14/07/2017 Nro de Resolución: CD 114/17

Fecha de entrada en vigencia 01/08/2017