

Programa: Química Ambiental

Segundo semestre de 2011

Docente a cargo: Dra. Anita Zalts. Colabora la Dra. Diana Vullo

Presentación

El Curso de Química Ambiental del SCU

Se trata de una materia del segundo semestre del primer año del SCU, correspondiente a la carrera de Licenciatura en Ecología Urbana. Tiene 17 semanas de duración, con una carga horaria de 6 horas semanales. Es correlativa del Primer Ciclo Universitario (mención en Ciencias Exactas).

Este curso de Química Ambiental tiene por propósito brindar a los estudiantes una formación inicial en la dinámica de los compuestos químicos, tanto naturales como de origen antropogénico, en el medio ambiente. Este enfoque requiere comenzar con una introducción a los diversos procesos físicos y químicos que son responsables de las transformaciones y de las interacciones entre los entornos agua - aire - suelo - biota. En particular, se estudiarán algunos casos concretos de transformaciones, debidas tanto a factores abióticos como los que involucren biotransformaciones. Estos conocimientos, junto con la presentación de algunos modelos que describan el movimiento y transporte de la materia en los diferentes entornos, permitirán estimar el destino de las diferentes sustancias en el medio ambiente, posibilitando la modelización y predicción de la evolución de los contaminantes en el medio ambiente. El curso incluye tópicos de toxicología ambiental, la evaluación riesgo - beneficio, el funcionamiento de plantas de tratamiento de líquidos cloacales y la discusión de algunas metodologías de remediación de sitios contaminados.

En la medida de lo posible, los ejemplos seleccionados para la fijación de conceptos constituyen además en sí mismos problemas de interés en los campos específicos de los futuros profesionales, así como de actualidad en temáticas de interés social.

El curso de Química Ambiental está estructurado sobre la base de clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio, estas últimas de asistencia obligatoria.

Objetivos

Se espera que al finalizar la materia los alumnos estén en condiciones de:

- Identificar los cambios químicos que tienen lugar en algunos procesos complejos de relevancia ambiental.
- Reconocer la existencia de ciclos naturales, la relevancia geográfica y espacial de los fenómenos químicos, fenómenos químicos asociados al cambio global.
- Interpretar algunas formas de transporte de la materia en el medio ambiente y su importancia en el planteo de modelos.
- Interpretar los fenómenos químicos aplicando modelos termodinámicos y cinéticos.
- Reconocer la importancia de los procesos que ocurren en las interfases aire – agua – suelo – biota.
- Identificar reacciones químicas relevantes (ácido –base, rédox, formación de complejos, solubilidad) en la dinámica de las diferentes especies químicas en el medio ambiente.
- Interpretar y valorar la información toxicológica de posibles contaminantes y sus efectos en la salud de la comunidad.
- Evaluar opciones de remediación de sitios contaminados.
- Leer e interpretar literatura científica (publicaciones periódicas), además de normas, notas periodísticas y/o de divulgación, etc, relacionadas con cuestiones de química ambiental.

Metodología y actividades

- ⇒ Presentación de conceptos generales y ejemplos seleccionados por los docentes, en clases teórico-prácticas.
- ⇒ Análisis de situaciones - problema en las clases.
- ⇒ Análisis y discusión de situaciones problema, resolución de guías de problemas y lectura de artículos científicos por los alumnos, en forma individual y/o en grupos, dentro y fuera del horario de clases.
- ⇒ Discusión con los docentes en forma individual (consultas) o colectiva de las situaciones problema y de ejercicios, en horario de clase y en horarios adicionales de consultas.
- ⇒ Ejecución de trabajos prácticos de laboratorio (en horario de clase) sobre la base de guías de trabajos prácticos. La ejecución de los trabajos prácticos de laboratorio podrá ser grupal o individual.
- ⇒ Presentación de informes de los trabajos prácticos de laboratorio.
- ⇒ Preparación de seminarios por parte de los alumnos basados en la lectura e interpretación de artículos científicos relacionados con los tópicos tratados en el curso. Este trabajo se realizará bajo la guía y supervisión de los docentes. Los trabajos se expondrán oralmente durante las clases.

Evaluación y acreditación

El control del grado de progreso individual se efectuará a través de dos exámenes parciales y de los informes de los prácticos de laboratorio.

Además, los estudiantes deberán exponer oralmente trabajos de seminario sobre artículos publicados en alguna revista científica de primer nivel, vinculados con la temática de la asignatura. Estos artículos han sido preseleccionados por las docentes; los estudiantes podrán elegir el que sea de su interés. Se realizarán las exposiciones orales en horario de clase. Los temas tratados en los seminarios no se incluyen en los exámenes parciales, pero sí en el examen final.

Para aprobar la materia, los estudiantes deberán rendir un examen final. Estarán habilitados para rendir examen final aquellos alumnos que hayan obtenido una nota mínima de 4 (cuatro) en cada uno de los exámenes parciales, hayan aprobado cada uno de los informes correspondientes a los prácticos de laboratorio y hayan expuesto los artículos seleccionados en las clases de seminario. Los parciales no aprobados (nota inferior a 4) podrán ser recuperados, habiendo un recuperatorio por parcial.

Los estudiantes que no hayan alcanzado la condición de **regular** y deseen optar por rendir un examen **libre**, deberán aprobar las siguientes tres instancias: un examen experimental de laboratorio, un examen práctico de problemas y un examen teórico. La no aprobación de alguna de las tres instancias conducirá a la no aprobación de la materia. Los alumnos que deseen rendir con esta modalidad, deberán comunicarlo a la coordinación de la materia un mínimo de 7 días corridos previos a la fecha de examen, ya que se cada una de las instancias requiere una preparación especial.

Contenidos Mínimos (Plan de Estudios) Química Ambiental

Ciclos naturales: Ejemplificación utilizando el ciclo del carbono. Procesos: Solubilidad de gases en agua. Volatilización. Interfase aire – agua. Partición solvente orgánico – agua. Bioconcentración. La química ácido – base del sistema CO_2 - HCO_3^- - CO_3^{2-} en aguas naturales. Los metales, el pH y el aire: procesos de óxido-reducción. Disolución de sólidos. Solubilización de sales poco solubles en agua. Caso de las sales de plomo. Formación de complejos. Adsorción / desorción: interacción sólido/solución acuosa. Transformaciones abióticas. Biotransformaciones y biodegradación. Mecanismos de transporte y modelado: en la atmósfera, en las aguas superficiales y subterráneas, en

el suelo. Efecto de los coloides en el transporte de contaminantes. Interacción procesos industriales – medioambiente, desde el punto de vista químico. Toxicología ambiental. Mecanismos de acción. Exposición y riesgo. Microbiología de aguas y salud pública. Evaluación de la eficiencia de una planta de tratamiento. Remediación de sitios contaminados. Biorremediación a escala industrial.

ANEXO:

QUÍMICA AMBIENTAL - PROGRAMA ANALÍTICO

Dinámica de los compuestos químicos en el medio ambiente

1.- Procesos y transformaciones en el medio ambiente

1.1.- Introducción a la Química Ambiental. Modelo termodinámico (sistemas cerrados) y modelo cinético (sistemas abiertos y continuos).

1.2.- Ciclos biogeoquímicos naturales. El ciclo hidrológico.

Química de la atmósfera

1.3.- Estructura termal y química de la atmósfera. Transporte de materia, Circulación. Modelos para el cambio climático global.

1.4.- Química atmosférica: reacciones fotoquímicas y sus consecuencias. Ozono, CO, metano, SO₂ y NO_x. Efecto invernadero. Análisis y muestreo de gases, empleo de sondas, tubos pasivos, sensores. Material particulado: origen, características, efectos sobre la salud y el medio ambiente. Fotoquímica troposférica: Smog y lluvia ácida.

Química del agua – Interfase aire - agua

1.5.- La química ácido – base del sistema CO₂ - HCO₃⁻ - CO₃⁼ en aguas naturales. Alcalinidad.

1.6.- Interfase aire – agua: solubilidad de los gases en agua. Ley de Henry. Volatilización. Lluvia y niebla: composición química, características.

Química del agua – Interfase sólido – agua

1.7.- Disolución y formación de sólidos. Solubilización de sales poco solubles en agua. Efecto de la fuerza iónica y del pH. Caso de las sales de calcio (carbonato y sulfato de calcio). Composición química de aguas de ríos y de aguas subterráneas.

1.8.- Formación de complejos: complejantes naturales (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) y antrópicos en medios acuáticos y suelo.

1.9.- Interfase sólido – agua: Adsorción / desorción. Isotermas de Langmuir y de Freundlich. Minerales: arcillas

Interfase agua – aire – suelo

1.10.- Los metales, el pH y el aire: procesos de óxido-reducción. Potencial (V o ε) vs pH. Predominio de especies químicas en solución. Perfil de distribución de especies en el mar y en lagos.

1.11.- Transporte de materia en el suelo. Modelos de transporte. El agua en el subsuelo.

1.12.- Transporte en las aguas superficiales: flujos e intercambios aire-agua-sedimentos.

Interfase líquido - líquido

1.13.- Solubilidad de compuestos orgánicos en agua: influencia del tamaño molecular, la temperatura y la presencia de sales. Partición solvente orgánico – agua. Extracción. Bioconcentración. Ko/w.

Biotransformaciones

1.14.- Bioacumulación y biomagnificación. Biotransformación y biodegradación, nociones generales.

1.15.- Ejemplos de aplicación: a) el mercurio en aguas naturales; b) ciclo del nitrógeno; c) biodegradación de compuestos xenobióticos e hidrocarburos d) interacciones entre compuestos inorgánicos y microorganismos.

2.- Algunos problemas ambientales y sus aspectos toxicológicos - Remediación

2.1.- Introducción a la toxicología ambiental. Relación dosis – respuesta. Exposición y riesgo. Relación costo – beneficio.

2.2.- Microbiología de aguas y salud pública. Tratamiento de potabilización de aguas.

2.3.- Remediación de sitios contaminados. Uso de reacciones fotoquímicas en la detoxificación de aguas. Biorremediación a escala industrial: tratamiento de efluentes. Concepto de ciclo de vida aplicado a procesos de remediación.

Bibliografía sugerida

Se recomienda el siguiente libro, que cubre la mayor parte de los temas de la asignatura:

- VanLoon, G.W., y S.J. Duffy; **Environmental Chemistry, A Global Perspective**. Oxford University Press, 2000.

y el siguiente libro que abarca los temas relacionados con la Microbiología Ambiental:

- Hurst, C.J., **Manual of Environmental Microbiology**. American Society of Microbiology Press, (1996).

Otros libros sobre Química Ambiental y temas afines, que podrán consultarse para algunos temas en particular:

- Baird, Colin, **Química Ambiental**. Ed. Reverté S.A., (2001).
- Crosby, D.G., **Environmental Toxicology and Chemistry**. Oxford University Press, (1998).
- Evangelou, V.P., **Environmental Soil and Water Chemistry, Principles and Applications**, J. Wiley & Sons, (1998).
- Logan, B.E., **Environmental Transport Processes**, J. Wiley & Sons (1999).
- Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M., Imboden, D.M., **Environmental Organic Chemistry, Illustrative Examples, Problems and Case Studies**. J. Wiley & Sons, (1995).
- Stumm, W., Morgan, J., **Aquatic Chemistry**. Willey Interscience, (1996).
- Warneck, P., **Chemistry of the Natural Atmosphere**, 2 ed, International Geophysics Series, Vol 71, Academic Press (2000).
- Bailey, R.A., H.M. Clark, J.P. Ferris, S. Krause, R.L. Strong, **Chemistry of the Environment**, Elsevier, 2 edición, (2002).
- Seinfeld, J. H. y S.N. Pandis; **Atmospheric Chemistry and Physics, From Air Pollution to Climate Change**; John Wiley & Sons, (1998).
- Sparks, D.L.; **Environmental Soil Chemistry**, Academic Press, 2 edición, (2003).
- Demain, A., **Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology**. American Society of Microbiology (1999).
- Madigan, M., **Brock, Biología de los Microorganismos**, Decima Edición, Prentice Hall, 2004.
- Prescott, L., **Microbiology**, Sixth Edition, Mc Graw Hill Higher Education, 2005.
- Atlas, Ronald M.; Bartha, Richard; Guerrero, Ricardo. **Ecología microbiana y microbiología ambiental**. 1ª Edición Madrid: Prentice Hall, 2002.

Para el laboratorio:

- Clesceri, L.S., A.E. Greenberg y A.D. Eaton (Editores) APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WEF (Water Environment Federation) **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20ª edición, (1993).
- Sparks, D.L. (Editor). SSSA (Soil Science Society of America) Book Series:5. **Methods of Soil Analysis, Part 3 – Chemical Methods**, (1996).

Artículos (disponibles a través de la Biblioteca Electrónica del MINCyT):

- Pacel, H.W., L.M. Valdes, A.R. Joyner, M.F. Piehler, M.E. Lebo; **Solving Problems Resulting from Solutions: Evolution of a Dual Nutrient Management Strategy for the Eutrophying Neuse River Estuary, North Carolina.** *Environ. Sci. & Technol.*, 38, 3068-3073 (2004).
- Dentener, F y otros, **The global Atmospheric Environment for the Next Generation,** *Environ. Sci. & Technol.*, 2006, 3586-3594.
- Weschler, Charles J., **Changes in indoor pollutants since the 1950s,** *Atmospheric Environment*, 43, 153-169, (2009).
- Meharg, A.A. y A Raab; **Getting to the bottom of arsenic standards and guidelines;** *Environ. Sci. & Technol.*, 44, 4395-4399 (2010).
- Prosun Bhattacharya, Mattias Claesson, Jochen Bundschuh, Ondra Sracek, Jens Fagerberg, Gunnar Jacks, Raul A. Martin, Angel del R. Storniolo, Juan M. Thir **Distribution and mobility of arsenic in the Río Dulce alluvial aquifers in Santiago del Estero Province, Argentina;** *Science of the Total Environment* 358 (2006) 97– 120.
- Voorspoels, S., Covaci, A., Jaspers, V., Neels, H. y Schepens, P., **Biomagnification of PBDEs in three small terrestrial food chains,** *Environ. Sci. Technol.*, 41, 411-416, (2007).
- Sodre, FF y M.T. Grassi; **Changes in Copper Speciation and Geochemical Fate in Freshwaters following Sewage Discharges,** *Water, Air, Soil Pollut*, en prensa, (2006).
- Rieger, P.G., Meier, H.M., Gerle, M., Vogt, U. Groth, T. y Knackmuss, H.J.; **Xenobiotics in the environment: present and future strategies to obviate the problem of biological persistence.** *Journal of Biotechnology*, 94:101-103 (2002).
- Verstraete, W.; **Environmental biotechnology for sustainability.** *Journal of Biotechnology*, 94: 93-100 (2002).
- Cases, I y de Lorenzo, V., **Genetically modified organisms for the environment: stories of success and failure and what we have learned from them.** *International Microbiology*, 8: 213-222 (2005).
- Prpich, G., Adams, R. y Daugulis, A., **Ex situ bioremediation of phenol contaminated soil using polymer beads.** *Biotechnology Letters* 28(24): 2027-2031 (2006).
- Ashbolt, N.J.; **Risk analysis of drinking water microbial contamination versus disinfection by-products.** *Toxicology*, 198: 255-262 (2004).
- Allen, M., Edberg, S. y Reasoner, D.; **Heterotrophic plate count bacteria- what is their significance in drinking water?** *International Journal of Food Microbiology*, 922: 265-274 (2004).

Trabajos de seminario

El objeto de esta actividad es acercar a los estudiantes a la interpretación y utilización de bibliografía especializada mediante el análisis de artículos científicos. Se pretende ejercitar la capacidad de comprensión de las ideas fundamentales expresadas en los trabajos, interpretar la metodología aplicada y extraer y presentar conclusiones. Se realizarán exposiciones orales de los trabajos.

Laboratorio

Se realizarán prácticas de laboratorio relacionadas con los temas tratados en las clases.

- 1) Determinación del pH y de la acidez del suelo. Influencia de la actividad de las soluciones.
- 2) Determinación de NO₂ en aire empleando tubos pasivos

- 3) Adsorción (Empleo de Tierras de diatomeas como adsorbentes para retener Cristal Violeta a partir de soluciones acuosas).
- 4) Aislamiento de microorganismos degradadores de hidrocarburos.

Dra. Anita Zalts
Segundo semestre 2011