

Programa de Química II

PRESENTACIÓN

Los cursos de Química en el Primer Ciclo Universitario

Los cursos de *Química I, II y III* corresponden a las menciones en Ciencias Exactas y Tecnología del Primer Ciclo Universitario. En ese sentido, constituyen parte de la formación básica y general de los Diplomados Universitarios en Estudios Generales en las menciones señaladas. Además, y con diferentes grados de obligatoriedad, deben ser de utilidad para la formación de los Profesores de Matemática y de Física, de los Licenciados en Ecología Urbana y en Urbanismo y de los Ingenieros Industriales. El propósito general de los mismos es el de presentar a los futuros profesionales un panorama de algunos aspectos básicos de la química, de forma tal que:

i) los Profesores de Física y Matemática puedan desarrollar la docencia en su campo específico con un conocimiento de los fundamentos y tendencias actuales en otras ramas de la ciencia; que puedan también vincular los principios generales de sus campos de especialización con los ejemplos de aplicación en áreas tales como procesos de interés tecnológico, industrial, biológico, ambiental.

ii) los Licenciados en Ecología Urbana estén en condiciones de decidir, asesorar, formar recursos humanos, formular e implementar estrategias en temas urbanos tales como el uso de los recursos renovables y no renovables, el tratamiento de residuos, la instalación de plantas industriales, el desarrollo de tecnologías alternativas, con una sólida formación básica en los aspectos químicos subyacentes a estos problemas. No se trata de formar químicos ambientalistas, pero sí LEU capaces de interactuar con estos. Un tipo de formación similar, aunque luego será aplicada a situaciones algo diferentes, se pretende dar a los Lic. Urbanismo.

iii) los Ingenieros Industriales puedan encarar el estudio de los procesos industriales y fabriles, de la organización de las plantas industriales, de los materiales y ensayos, de la gestión de calidad, y aún de los escenarios técnico-productivos futuros, conociendo los conceptos de composición, estructura y transformación química inherentes a muchos de ellos.

En este contexto, la enseñanza de la química se ha estructurado en tres cursos: el de *Química I*, que tiene lugar durante el segundo semestre del primer año, el de *Química II*, que se desarrolla durante el primer semestre del segundo año y el de *Química III* (materia optativa, en función de la orientación que el estudiante pretenda darle a su formación), correspondiente al tercer año (en algunos casos, pueden ser cursados a contrasemestre). El primero apunta fundamentalmente a los aspectos básicos de la Química General (estructura de la materia, reacciones y equilibrios químicos), con algunos elementos de termodinámica elemental y química analítica. El segundo implica la aplicación de estos conceptos fundamentales al estudio descriptivo y la racionalización de fenómenos y sistemas tanto de la Química Inorgánica (características esenciales de algunos compuestos químicos de interés y métodos de obtención y procesos industriales significativos) como de la Química Orgánica (grupos funcionales, propiedades, reactividad y obtención de compuestos). El curso de *Química III* contiene

tópicos elementales de Química Macromolecular, Química Biológica y Toxicología, presentando además una introducción a la Química Analítica (inorgánica, orgánica y microbiológica) estructurada en torno al análisis de casos concretos. Quedan excluidas de esta presentación la Bromatología, Fisicoquímica, Operaciones Unitarias y Procesos y Radioquímica. La condensación de los conceptos de química necesarios para el logro de los propósitos detallados conlleva un esfuerzo por parte de estudiantes (y docentes) para llevar adelante con éxito cursos de esta carga de contenidos.

El Curso de Química II del PCU

Se trata de una materia correspondiente al primer semestre del segundo año del PCU, de 17 semanas de duración, con una carga horaria de 8 horas semanales (136 horas totales). Puede ser cursada por todos los alumnos que hayan obtenido la condición de Regular en *Química I*. La regularidad en *Química II* es imprescindible para el cursado de *Química III*.

El cursado de *Química II* se ha estructurado en turnos teórico-prácticos, que incluyen presentación y análisis de conceptos teóricos, aplicación a problemas específicos, experimentos demostrativos o semidemostrativos y prácticas de laboratorio en comisiones, estas últimas (4 a lo largo de todo el curso) de asistencia obligatoria.

Como se señaló precedentemente, el curso de *Química II* tiene por propósito presentar a los estudiantes un panorama general de los compuestos químicos de aparición frecuente, enfatizando en la interpretación de comportamientos químicos y fisicoquímicos en términos de modelos apropiados, la racionalización de tendencias y predicción de reactividades y propiedades y el análisis de las características salientes de sistemas químicos de interés tecnológico, industrial, ambiental o social. Los contenidos de *Química I* (fundamentos de estructura y reactividad) se utilizan activamente en este proceso de descripción/interpretación/predicción. A su vez, el conocimiento de los sistemas químicos objeto de estudio en *Química II* permitirá a los estudiantes comprender los efectos ambientales y métodos de análisis de los mismos, así como su integración en sistemas biológicos y su aparición en procesos productivos, temas que constituyen el tronco de *Química III* o se tratan en materias posteriores del PCU y del SCU.

El curso de *Química II* está estructurado en dos bloques: *Sistemas Químicos Inorgánicos* (estructura, reactividad, relevancia tecnológica y ambiental de algunos compuestos de los elementos representativos y de transición, tendencias, metalurgias y procesos biogeoquímicos de algunos elementos) y *Sistemas Químicos Orgánicos* (estructura, reactividad y propiedades de compuestos carbonados con distintos grupos funcionales, introducción a las espectroscopías características). Se incluye una primera bolilla correspondiente al estudio de los equilibrios redox y electroquímica, que completa el panorama de equilibrios vistos en *Química I* y permite un mejor abordaje del estudio de propiedades de compuestos inorgánicos. 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.

OBJETIVOS GENERALES

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

- Describir con precisión los cambios observados en un experimento, interpretarlos en términos de reacción química y/o de los modelos adecuados.
- Interpretar propiedades moleculares en términos de estructura electrónica y enlace químico.
- Vincular la naturaleza y estructura de los compuestos químicos con sus propiedades físicas y químicas macroscópicas.
- Reconocer tendencias en las propiedades químicas y físicas de diversos compuestos orgánicos e inorgánicos, interpretar estas tendencias en términos de modelos adecuados.
- Describir los aspectos químicos característicos de diversos compuestos orgánicos e inorgánicos.
- Montar aparatos sencillos de laboratorio para operaciones elementales.
- Describir la información contenida en diagramas bidimensionales, utilizarla para la resolución de situaciones específicas.
- Identificar situaciones de interés industrial o ambiental cuyos aspectos problemáticos puedan ser parcialmente encarados con conceptos de composición y equilibrio químico.
- Explicar los fundamentos de los métodos de obtención en laboratorio, y a escala industrial, de productos químicos representativos.
- Analizar las estrategias generales y características de algunas etapas particulares de procesos de producción de sustancias químicas.
- Identificar los cambios químicos que tienen lugar en algunos procesos complejos de relevancia ambiental.
- Reconocer e interpretar la distribución de algunos elementos y compuestos en ambientes naturales.

UNIDADES DE CONTENIDO

Contenidos Conceptuales:

Igualación y espontaneidad de reacciones de óxido reducción.

Pilas y electrólisis.

Estructura electrónica de moléculas en términos de orbitales y enlace de valencia.

Influencia de la estructura electrónica sobre las características químicas.

Estructura molecular y supramolecular, influencia sobre las propiedades físicas.

Tendencias en las propiedades físicas y químicas de compuestos orgánicos e inorgánicos.

Interpretación de la absorción de luz por moléculas en términos de orbitales.

Reactividad redox del H_2 , influencia del pH.

Métodos de obtención industrial de compuestos de interés: hidrógeno, agua pesada, oxígeno, nitrógeno, azufre, ácidos nítrico y fosfórico, metales alcalinos y alcalinotérreos, metales de transición, silicio, etileno, derivados de petróleo, ácido acético, acetato de etilo.

Acidez, basicidad y anfoterismo de óxidos.

Usos corrientes de compuestos de metales alcalinos y alcalinotérreos.

Estados de oxidación comunes de los elementos representativos; efecto de “par inerte”

Estados de oxidación más comunes y más estables de los metales de transición

Influencia del pH y de la formación de complejos sobre el potencial redox de una especie.

Nomenclatura de los compuestos de coordinación y de compuestos orgánicos.

Estabilidad y labilidad de compuestos de coordinación.

Transiciones electrónicas *d-d* y espectros de absorción.

Aplicaciones industriales y tecnológicas de compuestos de coordinación.

Consecuencia de los equilibrios acoplados potencial/pH y potencial/complejos sobre ciertos procesos industriales (latonado, etc) y sobre la contaminación de aguas.

Distribución de especies químicas en distintos ambientes terrestres.

Transformaciones naturales de elementos y compuestos; ciclos y procesos biogeoquímicos.

Grupos funcionales característicos en compuestos orgánicos.

Reacciones características de compuestos con distintos grupos funcionales, aplicaciones a la obtención y a la caracterización de compuestos.

Mecanismos de reacciones de sustitución nucleofílica y electrofílica.

Mecanismos de reacciones de adición y eliminación.

Reacciones químicas en procesos industriales, biológicos, ambientales, de laboratorio: escala, relevancia, problemáticas características.

Contenidos Procedimentales:

Interpretación y predicción de comportamientos químicos en función de la estructura electrónica y molecular.

Análisis de propiedades físicas en base a la naturaleza química y la estructura molecular y supramolecular del sistema en estudio.

Identificación de especies químicas en base al desarrollo de una señal visible frente al agregado de reactivos químicos.

Interpretación de variaciones de color o estado físico en términos de cambio químico.

Predicción del carácter ácido o básico, oxidante o reductor, de soluciones acuosas de sales de metales de transición.

Descripción de las diferentes etapas involucradas en la obtención de compuestos representativos; fundamentación elemental de la elección de reactivos y condiciones de reacción.

Descripción del cambio químico a través del formalismo de ecuaciones químicas.

Análisis de la influencia de variables intrínsecas y externas sobre la distribución de productos de las reacciones.

Aplicación de informaciones contenidas en diagramas bidimensionales al análisis de situaciones.

Contenidos Actitudinales:

Interés en la caracterización de productos naturales y/o de aplicación industrial.

Valoración del trabajo experimental.

Interés en problemas y desafíos característicos de procesos naturales, tecnológicos, de interés social.

Pulcritud en el trabajo experimental.

Tareas compartidas y repartidas en el trabajo experimental e intelectual.

Búsqueda de información bibliográfica en fuentes diversas.

Análisis de problemas de diferente grado de complejidad.

Reconocimiento del valor de los diagnósticos precisos previos a la elaboración de estrategias.

Los contenidos enunciados se desarrollan a través de los temas detallados en el Programa Analítico, que se adjunta como Anexo.

METODOLOGIA Y ACTIVIDADES

Presentación de conceptos generales y ejemplos seleccionados por parte de los docentes.

Análisis de situaciones-problema por los docentes.

Análisis y resolución de guías de problemas por los alumnos, en forma individual y/o en grupos, dentro y fuera del horario de clases.

Demostraciones experimentales a cargo de los docentes.

Discusión con los docentes en forma individual (consultas) o colectiva de los problemas resueltos, en horarios de clase, y en horarios adicionales de consultas.

Ejecución de prácticos de laboratorio (en horarios de clases) en grupos de 2 personas, en base a guías de trabajo y a indicaciones de los docentes.

Presentación de informes de los prácticos de laboratorio.

Lectura de bibliografía por parte de los alumnos, en horarios extra-clases, en base a las recomendaciones de los docentes (ver ítem bibliografía).

(en el anexo se presenta, junto con el programa analítico, un cronograma de actividades)

EVALUACION Y ACREDITACION

Las guías de problemas tienen una doble finalidad: por un lado, constituyen la ejercitación que permite fijar los conceptos analizados en clase, en base al trabajo personal; por otro lado, dan una referencia al estudiante acerca del grado de progreso que está realizando, en la medida en que logra resolver (con las consultas pertinentes) los problemas de cada serie. Las consultas sobre los problemas permitirá a los docentes tener una idea acerca del grado de avance y las dificultades generales registrados por el curso. Las series de problemas incluyen ejercicios que van integrando los conceptos desarrollados en cada bloque; además, en ciertos casos se incluyen series integradoras.

El control del grado de progreso individual se efectuará a través de dos exámenes parciales (uno por cada bloque), y de los informes de los prácticos de laboratorio. Los informes deberán ser entregados al comienzo de la clase siguiente a

aquella en que se realizó el práctico, y podrán ser aprobados, devueltos a los estudiantes para corrección de algunos aspectos de los mismos, o considerados insuficientes; en este último caso, deberá realizarse nuevamente el práctico. No podrá faltarse a más de dos trabajos prácticos durante la cursada.

Para aprobar la materia los estudiantes deberán rendir un examen final. ***Estarán habilitados para rendir examen final aquellos alumnos que hayan aprobado cada uno de los exámenes parciales y cada uno de los informes correspondientes a los prácticos de laboratorio.*** Los parciales no aprobados podrán ser recuperados, habiendo un recuperatorio por parcial, así como una fecha para la recuperación de Trabajos prácticos.

Los alumnos que se presenten en condición de libres deberán aprobar tres instancias de evaluación, correspondientes a los conocimientos examinados en la cursada regular en los parciales, en los laboratorios (incluye la realización de una práctica) y en el examen final de la materia. Aquellos alumnos que decidan presentarse bajo esta modalidad, deberán informar a la encargada de área en fecha previa a los exámenes a fin de poder preparar las distintas instancias de evaluación

BIBLIOGRAFÍA

El programa del curso fue establecido en base a los criterios generales detallados. No existe un texto acorde al enfoque y desarrollo escogidos que incluya todos los tópicos correspondientes a *Química II*. Para el estudio de muchos aspectos descriptivos de los “Sistemas Químicos Inorgánicos” los capítulos de química inorgánica de los siguientes libros son adecuados:

Química Raymond Chang 4º, 5º o 6º Ed. Mc Graw Hill	Química General K. Whitten, K. Gailey, R. Davis Mc Graw Hill	Química: la ciencia central T. H. Brown, L. Bursten y cols. Prentice Hall
---	---	--

Muchos de los aspectos termodinámicos de las reacciones redox (diagramas de Latimer, Pourbaix, Ellingham) pueden encontrarse en:

Química Inorgánica Descriptiva
G. Rayner Canham
Pearson Prentice-Hall

Aquellos que deseen profundizar sus conocimientos en Química Inorgánica más allá de lo planteado en este curso, o consultar tópicos específicos, podrán consultar textos tales como:

Química Inorgánica Básica F. A. Cotton, G. Wilkinson Ed. Limusa	Química General P. W. Atkins Ed. Omega
Química Inorgánica Coordinación P.W. Atkins, D. Shriver, H. Langford Ed. Reverté	Química de los Compuestos de F. Basolo, R. Johnson Ed. Reverté.

Los docentes del área estamos trabajando en la elaboración de un libro que cubra los tópicos del módulo de Química Orgánica; las versiones preliminares del mismo están a disposición de los estudiantes para su consulta como guía. Como complemento, algunos temas específicos pueden ser consultados en el libro:

Química Orgánica
K. P. Vollhardt, N. Schore
Ed. Omega

Otros libros que pueden ser consultados en la UByD son:

Química Orgánica (tomos 1 y 2) Allinger, Cava, De Jonhg, Johnson, Label, Stevens Editorial Reverté.	Química Orgánica Hart & Hart Ed. Mc Graw Hill
Química Orgánica Fundamental Moderna L. F. Fieser, M. Fieser	Química Orgánica Roger W. Griffin Jr.

Editorial Reverté

Editorial Reverté.

ANEXO: PROGRAMA ANALÍTICO Y CRONOGRAMA PARA QUÍMICA II

Capítulo 1: *Equilibrios redox y electroquímica.* (Semana 1).

- 1.1. Reacciones de óxido-reducción. Tendencia a la reducción y potencial de reducción.
- 1.2. Espontaneidad de reacciones redox.
- 1.3. Celdas galvánicas. Pilas.
- 1.4. Efecto de la concentración sobre los potenciales de reducción. Ecuación de Nernst. Dependencia de la FEM con las concentraciones. Celdas de concentración.
- 1.5. Electrólisis. Electrólisis en disolución. Electrodeposición.

Bloque I: Sistemas Químicos Inorgánicos

Capítulo 2: *Química de elementos representativos y equilibrios combinados.* (Sem. 2,3 y 4).

- 2.1. Hidrógeno y oxígeno: isótopos, fuentes naturales, obtención y uso industrial de los elementos. Reacciones redox, influencia del pH, diagrama de Pourbaix del agua. Corrosión. Compuestos principales: óxidos, peróxidos, superóxidos, agua, agua oxigenada, ozono, agua pesada. Rol del oxígeno en entornos naturales.
- 2.2. Halógenos y calcógenos. Tendencias generales: alotropía, atomicidad, estados de oxidación comunes, estado físico de los elementos y sus compuestos. Reactividad: aniones monoatómicos y solubilidad de sales, radicales libres y consumo de ozono, química redox y diagramas de Latimer. Óxidos, ácidos y oxoácidos: uniones químicas, geometrías moleculares, fuerza de ácidos. Obtención industrial y usos de algunas sustancias importantes: azufre, ácido sulfúrico, cloro y método cloro-sosa.
- 2.3. Grupos del Nitrógeno, el Carbono y el Boro: Estado físico de los elementos, alotropía y atomicidad, estados de oxidación frecuentes. Óxidos: estructuras moleculares y reacciones con agua, carácter anfótero. Oxoaniones y oxoácidos, poder oxidante y pH. Obtención, usos y características de algunas sustancias importantes: diamante, grafito, silicio, silicatos, fósforo, amoníaco (proceso Haber), ácido nítrico (proceso Ostwald). Óxidos de nitrógeno y smog atmosférico.

Capítulo 3: *Compuestos de coordinación y equilibrio de formación de complejos.* (Semana 5).

- 3.1. Compuestos de coordinación. Fundamentos: estructura, nomenclatura, estabilidad. Reacciones de intercambio de ligandos. Equilibrios de formación de complejos.
- 3.2. Compuestos de coordinación. Propiedades y aplicaciones: color, rol en sistemas biológicos, utilización en procesos industriales (catálisis, ablandamiento de aguas, purificación, acabado de metales), medicina y análisis químico. Equilibrios combinados.

Capítulo 4: *Metales representativos y de transición* (Semana 6).

4.1. Metales alcalinos y alcalino térreos. Características físicas y químicas, tendencias periódicas. Configuraciones electrónicas. Estados de oxidación. Compuestos de uso frecuente (cal, yeso, mármol, etc.). Aguas duras y ablandamiento.

4.2. Metales de transición. Características físicas y químicas, tendencias periódicas. Configuraciones electrónicas. Estados de oxidación. Hidrólisis de cationes. Propiedades redox. Equilibrios acoplados redox/pH, redox/precipitación: Diagramas de Pourbaix.

Capítulo 5: Metalurgia (Semana 7).

3.1. Obtención de elementos metálicos a partir de sus minerales: enriquecimiento, tostación, reducción y purificación. Métodos de reducción en relación a la electronegatividad. Diagramas de Ellingham. Casos particulares: obtención de hierro en altos hornos; obtención y purificación de cromo, cobre, níquel y aluminio (Hall-Héroult) en base al uso previsto.

3.3. Metales alcalinos y alcalino-térreos. Propiedades físicas y químicas.

Capítulo 6: Procesos biogeoquímicos de elementos importantes. (Semana 8).

5.1. Agentes y medios relevantes. Diagramas de Pourbaix del agua y química de elementos en medios acuosos naturales y artificiales. Reservorios y flujos.

5.2. Ciclos naturales del oxígeno, carbono, nitrógeno, azufre, calcio. Interconexiones.

5.3. Rol humano: contaminación, prevención, reparación. Casos típicos: ozono y lluvia ácida.

Bloque II: Sistemas Químicos Orgánicos

Capítulo 7: Conceptos básicos de la Química Orgánica. (Semanas 9 y 10).

6.1. Objeto de la Química Orgánica.

6.2. Formas de representar una molécula. El átomo de carbono: estructura electrónica.

6.3. Concepto de grupo funcional.

6.4. Concepto de reactividad. Tipos de reacciones.

6.5. Propiedades físicas.

6.6. Estructura molecular: isomería.

Capítulo 8: Hidrocarburos: alcanos, alquenos, alquinos e hidrocarburos aromáticos. (Semana 11).

7.1. Grupo funcional: centros de reactividad. Dobles enlaces, triples enlaces, sistemas aromáticos.

7.2. Cadenas lineales y cadenas ramificadas. Nomenclatura.

7.3. Reacciones de los alcanos. Conceptos generales de reactividad y casos paradigmáticos:

-Conversión del petróleo: pirólisis y función de los catalizadores.

-Cloración del metano: el mecanismo de los radicales en cadena.

7.4. Reacciones de alquenos y alquinos:

-Adición electrofílica: hidrogenación, halogenación, adición de agua.

7.5. Reacciones de los hidrocarburos aromáticos:

-Sustitución electrofílica aromática: halogenación, sulfonación, nitración.

Capítulo 9: Compuestos halogenados. (Semana 12).

- 8.1. Nomenclatura. Isómeros: isómeros estructurales, geométricos, estereoisómeros. Moléculas con centro estereogénico. Actividad óptica.
- 8.2. Propiedades físicas.
- 8.3. Reacciones de los haloalcanos. Reacciones nucleofílicas:
 - Sustitución uni y bimolecular
 - Eliminación uni y bimolecular
 - Competencia entre la sustitución y la eliminación.
- 8.4. Reacciones de los compuestos orgánicos halogenados: sustitución nucleofílica aromática.

Capítulo 10: Alcoholes y éteres. (Semana 13).

- 9.1. Nomenclatura.
- 9.2. Obtención industrial: química del CO y del etileno.
- 9.3. Síntesis de alcoholes por sustitución nucleofílica.
- 9.4. Oxido-reducción: relación entre alcoholes y compuestos carbonílicos.
- 9.5. Reacciones: Sustitución y eliminación de alcoholes.
- 9.6. Fenol. Aplicaciones.
- 9.7. Eteres: nomenclatura y síntesis.

Capítulo 11: Aldehídos y cetonas. (Semana 14).

- 10.1. Nomenclatura. Estructura electrónica del grupo carbonilo.
- 10.2. Obtención a partir de alcoholes.
- 10.3. Propiedades físicas.
- 10.4. Reacciones: adición nucleofílica al grupo carbonilo: de alcoholes, amoníaco, cianuro.

Capítulo 12: Aminas. (Semana 15).

- 11.1. Nomenclatura. Estructura. Basicidad.
- 11.2. Método de obtención a partir del NH₃.
- 11.3. Aminas de importancia industrial: anilina. Colorante.
- 11.4. Reacciones: las aminas como nucleófilos.
 - Reacción frente a los haloalcanos.
 - Reacción frente al grupo carbonilo.

Capítulo 13: Ácidos carboxílicos y sus derivados. (Semanas 16 y 17).

- 12.1. Nomenclatura. Estructura del grupo carboxilo. Acidez.
- 12.2. Métodos de obtención: oxidación de alcoholes y aldehídos.
- 12.3. Derivados de los ácidos carboxílicos: cloruro de ácido, anhídridos, ésteres, amidas. Orden de reactividad. Transformación entre los distintos derivados carboxílicos.
- 12.4. Aplicación industrial: ácido acético.

Trabajos Prácticos:

- 1) Obtención de fosfato disódico y de sulfato de calcio (4º semana)
- 2) Hidrólisis de cationes (5º semana)
- 3) Miscibilidad de líquidos (9º semana)
- 4) Extracción de trimiristina a partir de nuez moscada (12º semana)
- 5) Síntesis de acetato de etilo (16º semana)
- 6) Síntesis de ácido mirístico (17º semana)

Experimentos demostrativos o semidemostrativos:

Electroquímica: pilas y electrólisis – Corrosión - Obtención de H_2 - Oxidos ácidos y básicos

Equilibrios combinados del ion Ag^+ en solución acuosa - Latonado de piezas metálicas - Viscosidad de líquidos – Bromación - Ensayo de Tollens - Test de iodoformo de caracterización de metil cetonas

Exámenes parciales:

- 1^{er} parcial (correspondiente al módulo de Sistemas Inorgánicos): 8ª semana
2^{do} parcial (correspondiente al módulo de Sistemas Orgánicos): 17ª semana.