

**PROGRAMACIÓN DE UN CURSO BÁSICO DE QUÍMICA ORGÁNICA PARA
NIVEL UNIVERSITARIO**

**PROGRAM FOR A BASIC COURSE OF ORGANIC CHEMISTRY AT
UNIVERSITARY LEVEL**

M. Gabriela Lorenzo, Mercedes Blanco, Ana María Reverdito y Alejandra Salerno

Departamento de Química Orgánica, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.
Junín 956 (1113). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.

E-mail: glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen

Se presenta una nueva programación de un primer curso universitario de Química Orgánica para las carreras de Farmacia y Bioquímica que incorpora prácticas de laboratorio, así como un estudio sobre la problemática de la evaluación. La selección, articulación y secuencia de contenidos conceptuales y procedimentales, se basó en encuestas a profesores, análisis de programas y relevo de libros de texto. Se determinaron como contenidos estructurantes, las propiedades físicas y químicas y su relación con la estructura molecular, la estabilidad de moléculas e intermediarios, los modelos de representación gráfica, para los cuales se incluyeron ejemplos representativos en la enseñanza (biomoléculas, fármacos). Se determinó que con una frecuencia de evaluación quincenal se obtienen los mejores rendimientos académicos. La nueva propuesta incluye como actividades obligatorias, clases de resolución de problemas y trabajos prácticos de laboratorio, con instancias independientes de evaluación.

Palabras clave: Currículum, química orgánica, universidad, evaluación.

Abstract.

A programming for a freshmen course of Organic Chemistry of Pharmacy and Biochemistry is presented. Student learning assessment also was included. On the basis of opinions of professors, training curriculum, and textbooks assessment a selection, linkage and the best sequence of conceptual and procedural contents were carried out. Physical and chemical properties and their relation with molecular structure, molecule and intermediaries stability, and graphical representation models were determined like main contents. Representative examples in education about them were included (biomolecules, drugs). The best academic yields were obtained with a frequency of twice a month quiz. The new proposal includes like obligatory activities, resolution of problems and lab training, with free instances of evaluation.

Key words: curriculum, organic chemistry, university, assessment.

Introducción

Una reforma de los planes de estudio acorde con las exigencias para una universidad del siglo XXI, requiere un plan de acción complejo y multidimensional que contemple la evaluación de los planes en vigencia, las demandas de la sociedad, la evolución de las disciplinas y las características de los estudiantes. Respondiendo al planteo de reforma curricular propuesto por la Universidad de Buenos Aires (UBA) fue necesaria una revisión detallada del primer curso de Química Orgánica (QO) correspondiente al cuarto semestre para ambas carreras (En la UBA, el primer año corresponde al Ciclo Básico Común (CBC) que se imparte en sedes independientes de cada Facultad. Por lo tanto, si bien QO I pertenece al cuarto cuatrimestre de las carreras, en la práctica, puede considerarse en el segundo cuatrimestre del primer año de curso en la FFyB). En el ámbito de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (FFyB), al igual que en otras facultades de Ciencias Médicas (Scimone y Scimone, 1996), la QO constituye una materia fundamental para la formación de farmacéuticos y bioquímicos ya que sienta las bases para el aprendizaje de las disciplinas del ciclo superior y es requerida para el desempeño en la industria alimenticia, los estudios genéticos, el cuidado del medio ambiente o la salud humana. Por ello, el primer curso de QO

debe iniciar al estudiante en el conocimiento general de estructuras orgánicas comunes a un sin número de compuestos de interés biológico y/o farmacológico.

En general, los cursos básicos de QO suelen ubicarse a continuación de Química General e Inorgánica. Sin embargo, los conocimientos previos de los estudiantes son incompletos y resultan insuficientes, ya sea porque en Argentina la enseñanza de la química en el nivel secundario no centra la atención en la QO, o porque se dan por supuestos los contenidos de Química General (Blanco et al., 1998; Ochiai, 1988).

La problemática de la enseñanza de la química en el nivel universitario no tiene fronteras; en diferentes países surgen dificultades comunes tales como una elevada matrícula estudiantil, bajos presupuestos, sobrecarga de contenidos, infraestructura inadecuada o recursos insuficientes (Barberá y Valdés, 1996; De Jong, 1996, 1998; Insausti, 1997; Insausti y Merino, 2000). En nuestro caso, la asignatura carece de prácticas de laboratorio desde la implementación del Plan de Estudios 1987, y consiste en clases magistrales (lectures) y de resolución de ejercicios (TP). Además, el primer curso de QO resulta difícil para una gran mayoría de los alumnos, como bien describe Katz (1996) diciendo que posee una “mala reputación de proporciones míticas” (pág. 440). Nuestro curso de QO I no escapa a esta opinión, quizá debido a los rendimientos académicos poco satisfactorios de los alumnos. Por ejemplo, en el año 2000, de 717 estudiantes inscritos aprobaron los TP 484 (67.5 %) y solamente 42 alumnos (5.9 %) pudieron aprobarla por examen en primera instancia.

Las dificultades de aprendizaje de los estudiantes pueden atribuirse a factores propios tales como los conocimientos y experiencias previos que posean, la metodología de estudio, el shock cultural que ocasiona su incorporación al nivel universitario (Kirkwood y Symington, 1996) previamente reportados también por nuestro grupo (Blanco et al., 1998), y a las características complejas de la QO (Lorenzo y Schapira, 2000), la sobrecarga de contenidos y su presentación de forma fragmentada.

Generalmente los contenidos a enseñar están restringidos a los criterios utilizados por los libros de texto básicos considerados como los “únicos posibles” y por lo tanto, condicionan la selección y la secuencia con que deben ser enseñados (Goldish, 1988). Esta sobrevaloración del libro de texto encierra una concepción positivista del aprendizaje que debe cambiarse, ya que obstaculiza los procesos de enseñanza

y de aprendizaje.

Se presenta una propuesta de programación para un primer curso de QO destinado a las carreras de Farmacia y Bioquímica desde una visión constructivista del aprendizaje.

Metodología

Tomando en cuenta los resultados de investigaciones previas, concernientes al perfil del alumnado (Blanco et al., 1998) y a la propuesta de prácticas de laboratorio que son esenciales para este tipo de carreras (Lorenzo et al., 2001) se estableció el marco teórico para la reforma y se completó el estudio con A) la selección, secuencia y articulación de contenidos y B) la evaluación de los aprendizajes.

A) Selección de contenidos: a) Se evaluaron los requerimientos de QO para las asignaturas de los ciclos superiores a través de un cuestionario abierto y voluntario a profesores de Química Biológica, Química Medicinal, Bromatología y Nutrición, Farmacotecnia y Farmacología. b) Se analizaron diversos planes de estudio y programas de QO básica de otras universidades en carreras afines (Universidades Complutense de Madrid, de Salamanca, de Sevilla) (Lorenzo et al., 1999) y estudios sobre reformas curriculares centradas en QO (Universidad de Michigan) (Coppola et al., 1997; Ege et al., 1997). c) Se realizó un relevo de los libros de texto de QO en cuanto a la concepción pedagógico- didáctica, año de edición, procedencia, selección, secuencia y relevancia relativa dada a los diferentes contenidos y orientación hacia la práctica profesional en el área de salud. B) Evaluación de los aprendizajes: Se implementó un estudio diacrónico correspondiente a cuatro períodos académicos distintos, con el fin de establecer la frecuencia de evaluación más apropiada en función del mejor rendimiento académico de los alumnos (Lorenzo et al., 1998). Se diseñó un estudio descriptivo ex post facto retrospectivo, con grupo único, para lo cual se seleccionó una muestra representativa de 370 alumnos por muestreo aleatorio sistemático de una población de 3792. Se evaluó el rendimiento académico de los alumnos medido como el número de evaluaciones aprobadas. Las variables independientes correspondieron al número total de evaluaciones (13, 8, 6 y 4), horario de los cursos (mañana, tarde y noche) y materia correlativa anterior, Química General e Inorgánica, aprobada (si / no).

Resultados y discusión

A) *Selección, secuencia y articulación de contenidos*: Se estableció un **marco teórico** que sustentara la nueva programación, para lo cual se analizaron los documentos oficiales para la reforma emanados por la UBA (ver Documentos en referencias). En ellos se adopta una concepción constructivista del currículo y de los contenidos (Coll et al., 1994), desde los conceptuales o informativos hasta las estrategias cognitivas, las actitudes, valores y las destrezas de todo tipo. También se tuvieron en cuenta los contenidos mínimos recomendados por el Ente Coordinador de Unidades Académicas de Farmacia y Bioquímica (ECUAFYB).

Si bien la QO podría imaginarse como una ciencia dura, e impartirse de igual manera para estudiantes de distintas carreras universitarias, su enseñanza en FF y B debe estar adecuadamente orientada a las incumbencias profesionales específicas. Por tratarse de carreras interdisciplinarias, la formación del alumno se basa en la aplicación de distintas áreas científicas como la biología, la química, la física, la farmacología y la bioquímica. Por ello, la **selección** de contenidos se realizó tratando de cumplir con el *qué* y el *para qué* enseñar, considerando como núcleos estructurantes de la disciplina a aquellos que resultan necesarios para entender los fenómenos químicos y proyectarlos hacia moléculas más complejas, considerando los requerimientos específicos para el área de salud. Se articularon entre sí teniendo en cuenta un criterio didáctico que considera las posibilidades de aprendizaje de los alumnos, una complejidad creciente y una profundización de los contenidos fundamentales (Lloréns, 1991) para evitar impartir saberes fragmentados e inconexos.

CUADRO 1: SELECCIÓN Y ARTICULACIÓN DE CONTENIDOS

ESTRUCTURA	Enlace C-C Grupos funcionales Familias Nomenclatura Isomería Constitucional
------------	---

	Estereoisomería, quiralidad			
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	PF, PE, solubilidad			
	Polaridad	Cinética		
	Efectos electrónicos y estéricos	Redox		
	Acidez y basicidad	Fotólisis		
	Polimorfismo	Hidrólisis		
ANÁLISIS ORGÁNICO	Espectroscopia (RMN, IR, UV, EM)	Caracterización	Métodos físicos Métodos químicos	
TRABAJO DE LABORATORIO	Técnicas de purificación (destilación, extracción, recristalización, sublimación)	Determinación de constantes físicas Reacciones de caracterización Cromatografía	Interpretación de espectros Diferenciación Identificación de compuestos	Aplicación de técnicas e instrumentos Procedimientos: búsqueda bibliográfica, interpretación de datos, elaboración de informes Actitudes en el laboratorio: orden para el trabajo, trabajo en equipo, normas de seguridad, manipuleo de químicos.
	ESTRUCTURA	PROP. FÍS. Y QCAS	ANÁLISIS ORGÁNICO	TRABAJO DE LABORATORIO

Para la selección de los **contenidos conceptuales** se tuvieron en cuenta los resultados de la encuesta a profesores, el análisis de programas y de los libros de texto. Asimismo, se realizaron reuniones conjuntas con los profesores de otras asignaturas del Ciclo Común como Química General e Inorgánica, Física y Química Analítica Instrumental, para una correcta selección y articulación de los contenidos (Cuadro 1).

Para el análisis de programas se aceptó que cada institución adhiriera a una determinada concepción educativa que se refleja especialmente en el modelo de currículo que adopta (Díaz Barriga, 1985). En particular, el programa de QO vigente responde a una concepción enciclopedista de la enseñanza, una visión memorística del aprendizaje, enmarcado por el paradigma positivista sobre la producción del conocimiento científico (Chalmers, 1995; Darós, 1996) representado por un extenso temario de contenidos, exclusivamente de tipo conceptuales. El relevo de los principales libros de texto puso de manifiesto que la mayoría utilizan el criterio de grupo funcional para la secuencia de los contenidos, enfatizando en la reactividad química, más adecuado para un profesional químico que para uno del área de salud. Además, a pesar de las modificaciones introducidas en las últimas ediciones, la exposición de contenidos se apoya en un argumento autoritario de verdad, desvirtuando la naturaleza y construcción del

conocimiento científico.

Del conjunto de los análisis realizados surgen como contenidos estructurantes, las propiedades físicas y químicas y su relación con la estructura molecular, la estabilidad de moléculas e intermediarios, los modelos de representación gráfica de estructuras moleculares, la diferenciación de distintos grupos funcionales, los procesos de óxido-reducción y las propiedades ácido-base fundamentalmente para el manejo (empleo, conservación, almacenamiento y descarte) de los compuestos orgánicos.

Consecuentemente se consideró la integración con contenidos específicos de las ciencias biológicas y farmacológicas para un abordaje espiralado que favorecería un aprendizaje significativo. Más allá de la continuidad con QO II y QO III, para los núcleos conceptuales básicos tales como reacciones de óxido-reducción, análisis configuracional y conformacional o bases espectroscópicas para el análisis de compuestos orgánicos, se incluyeron ejemplos representativos en la enseñanza (biomoléculas, fármacos) que posteriormente serán retomados con mayor nivel de profundidad por las asignaturas pertinentes.

Teniendo en cuenta que actualmente la materia no tiene trabajos prácticos de laboratorio, la selección de **contenidos procedimentales** para el nuevo programa encaró la incorporación de prácticas experimentales y la retroalimentación continua con los contenidos conceptuales. Si bien las ciencias se fundamentan en la observación, la experimentación y la medición, para evitar falencias en el aprendizaje es importante realizar una cuidadosa integración entre la teoría y las prácticas de laboratorio (Celman, 1994). Las investigaciones realizadas por nuestro grupo sobre los trabajos prácticos, señalan la conveniencia de clasificar los contenidos procedimentales en dos grandes categorías: a) *sensoriomotores* que implican actividades motrices y el empleo de los sentidos para las determinaciones organolépticas (armado de aparatos, determinación de constantes, preparación de reactivos, reconocimiento de cambios durante un fenómeno químico); y, b) *intelectuales* que implican una actividad cognitiva como la formulación de hipótesis o resolución de problemas (Lorenzo et al., 2001). Es decir que el trabajo de laboratorio es una actividad compleja que exige simultaneidad de procesos cognitivos, motores y perceptivos para llevar adelante una determinada tarea. La estrategia didáctica propuesta para el abordaje de estos contenidos incluye, en una primera parte, experiencias de laboratorio que permitan la adquisición de habilidades motrices y sensoriomotoras (cuadro 1); y, en una segunda parte, la integración teoría-práctica a través del

trabajo con miniproyectos (Hadden, Johnstone, 1990 a y b; Cárdenas y Montealegre, 2001). Estos consisten en el planteamiento de problemas inherentes a la actividad profesional para resolverse en pequeños grupos (hasta cuatro integrantes) en cada sesión de TP de alrededor de tres horas de duración.

Ejemplo de miniproyecto: Ud. dispone de una gradilla conteniendo 5 tubos con sustancias desconocidas. En el laboratorio encontrará los reactivos de caracterización que ha estudiado durante el curso. Reúnase con tres compañeros: a) diseñe un plan que le permita diferenciar cada uno de los compuestos. Ud. dispone de material bibliográfico para consultas. Recorra a su docente ante las dudas que surjan durante el trabajo. b) A continuación su docente le entregará información sobre las sustancias y sus espectros (IR, RMN). Proponga una estructura probable para cada una de ellas argumentando su decisión.

B) Evaluación de los aprendizajes: Tanto para los profesores como para los alumnos la evaluación suele presentarse como un problema. Para los educadores el momento de acreditar los aprendizajes de los alumnos representa una dificultad, especialmente cuando se atiende a grupos numerosos. Muchas veces por tratarse de evaluaciones sumativas (Míguez y Cacéres, 2001) las instancias de evaluación son pocas y difícilmente recuperables cuando el alumno falla. Tampoco es recomendable agobiar al alumno ni al docente con instancias de evaluación tan seguidas que distraigan los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

El reglamento de la Facultad establece como condición de aprobación el 75% de las actividades obligatorias, y una vez alcanzada tal condición, un examen final o dos parciales promocionales formalizados durante el período cuatrimestral de clases. De todos modos, cada equipo de docentes establece cuáles serán aquellas “actividades obligatorias” durante el curso. Para QO I, según el plan vigente, se fijan como actividades obligatorias la asistencia a un 75% de las clases de resolución de Problemas (14 clases) y la aprobación del 75% de las evaluaciones escritas que pueden variar en número de un año a otro. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos por medio de la evaluación diacrónica realizada, donde se muestran los porcentajes de aprobación de los trabajos prácticos en una primera instancia de examen (% Ap. inicial) y a posteriori de haber pasado exámenes de recuperación (% Ap. total).

Grupo	Año	N° alumnos matriculados	N° alumnos muestra	N° EV.	% Ap. inicial	% Ap. total	% M	% T	% N
1	1992	1080	105	13	41.0	61.0	70.0	62.5	51.4
2	1994	957	93	6	64.5	71.0	78.7	53.5	78.1
3	1995	855	84	8	55.9	67.8	54.3	77.3	77.7
4	1997	900	88	4	47.7	72.7	74.3	71.0	72.7

EV: Evaluaciones; Ap.: Aprobados; M, T y N: Aprobados turnos mañana, tarde y noche.

Considerando el porcentaje total de aprobados, no se evidencian diferencias entre 4 y 6 exámenes. Sin embargo, el mejor rendimiento académico se obtuvo con un total de seis evaluaciones distribuidas quincenalmente, donde el porcentaje de aprobación inicial ascendió al 64.5%. Esto indicaría que a los estudiantes les favorece un estudio fragmentado con un ritmo medianamente exigente de exámenes (aproximadamente clase por medio). Esto pone de manifiesto un patrón de actitud de bajo nivel de autocontrol sobre el propio estudio que requiere de imposiciones externas para ser llevado a cabo, lo cual implica además, ciertas dificultades de adaptación al sistema universitario. No se observaron diferencias importantes entre los porcentajes de aprobación considerando los distintos horarios de las clases. Del mismo modo, el 59% de los alumnos que aprobaron QOI tenían aprobado el examen final de Química General e Inorgánica, lo que evidencia los requerimientos de los contenidos de esta asignatura como necesarios para el aprendizaje de QO.

Conclusiones e implicaciones didácticas

En el cuadro 2 se detallan los principales propósitos y objetivos de la nueva programación, que incluyen tanto el aprendizaje de conceptos como de procedimientos. Esta considera como actividades obligatorias, catorce clases de resolución de problemas y catorce trabajos prácticos de laboratorio, con una frecuencia semanal. Las primeras contemplan seis instancias de evaluación escrita de acuerdo con los resultados de

la investigación presentada.

CUADRO 2. NUEVA PROGRAMACIÓN

Propósitos:

- Crear unidades didácticas para el trabajo en las distintas áreas científicas contemplando los contenidos procedimentales y una buena articulación y secuencia con los contenidos conceptuales específicos de la disciplina.
- Plantear actividades de laboratorio que estimulen el interés y motiven al alumno hacia la práctica y los problemas propios de la disciplina.
- Presentar a los alumnos conflictos prácticos que les permitan abordar el conocimiento científico y desarrollar a partir de ahí, actitudes científicas tales como la observación, la creatividad y el pensamiento crítico.

Objetivos:

- Lograr que los alumnos comprendan y aprendan los conceptos a partir de los procedimientos y que logren vincular la observación, la experimentación, la medición y la teoría.
- Reconocimiento de los distintos grupos funcionales y sus propiedades desde un punto de vista teórico y práctico.
- Destreza en el uso de las representaciones gráficas de estructuras tridimensionales de moléculas orgánicas.
- Interpretación de los factores que afectan a la estabilidad de las moléculas orgánicas.
- Reconocimiento de la relación entre la estructura molecular con su disposición espacial y las propiedades químicas que de ello derivan.
- Identificación de posibles centros reactivos de una molécula dada.
- Comprensión genuina de los conceptos básicos de la QO y de su interrelación con los correspondientes a otras áreas científicas.
- Habilidad en el armado de aparatos, medición de constantes, consultas bibliográficas.
- Habilidad para interpretar datos, formular hipótesis y elaborar conclusiones como respuesta a un problema teórico o práctico.

Con respecto a las prácticas de laboratorio, se propone una evaluación procesal continua que contemple el desenvolvimiento individual de cada uno de los estudiantes en forma integral (habilidades motrices, actitud frente al trabajo en el laboratorio, capacidad para resolver los problemas de la práctica). Y además, el desarrollo eficaz de los miniproyectos en el que se incluyen, conjuntamente con lo ya mencionado, las

habilidades interpersonales para el trabajo en equipo.

La programación propuesta es un intento de superar un modelo viejo y desactualizado por otro que considera al currículo como un proyecto, que responde a los conocimientos actuales sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje, a las demandas de una sociedad en desarrollo, a la necesidad de inserción en los mercados mundiales y al avance de la ciencia y de la tecnología. A través del desarrollo de esta nueva propuesta, se construirá el conocimiento disciplinar específico y al mismo tiempo se desarrollará en los estudiantes un espíritu crítico que les permitirá desempeñarse como profesionales capaces de enfrentarse a situaciones conflictivas. Obviamente, no puede seguir considerándose a la química ni a las clases de química, como un cuerpo de información factual para ser asimilado sin ningún análisis crítico, por lo que resulta necesario continuar investigando sobre el diseño de actividades y la elaboración de nuevos materiales didácticos de acuerdo con las nuevas metodologías de clases.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto UBACyT B 048 (2001-2002) *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas en la FF y B.*

Bibliografía

Barberá O., Valdés P. “El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión”. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 [3], 365-379, 1996.

Blanco M., Caterina C., Dal Maso M., Hedrera M., Lorenzo G., Orelli L., Reverdito M., Salerno A., Krichesky G. “La Formación de nuevos docentes como una alternativa a la masividad estudiantil en

cursos universitarios de Química Orgánica”. *Información Tecnológica*, 9 [6], 199-203, 1998.

Cárdenas F., Montealegre R. “Miniproyectos como apoyo a la enseñanza de la química general a nivel universitario”. *Journal of Science Education*, 2 [2], 100-102, 2001.

Celman, S. “La tensión teoría práctica en la educación superior”. *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 5 [III], 56-62, 1994.

Chalmers, A., *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (trad. Cast.) Siglo XXI, Madrid, 1995.

Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E., *Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*, Santillana, Aula XXI, Buenos Aires, 1994.

Coppola, B., Ege, S. y Lawton, R. “The University of Michigan undergraduate curriculum 2. Instructional strategies and assessment”. *Journal of Chemical Education*, 74 [1], 84-94, 1997.

Darós, W. R. “Ciencia y teoría curricular”. *Enseñanza de las ciencias*, 14 [1], 63-73, 1996.

De Jong, O. “La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques”. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 [3], 279-288, 1996.

De Jong, O. "Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: Dilemas y soluciones". *Enseñanza de las Ciencias*, 16 [2], 305-314, 1998.

Díaz Barriga, A., *Didáctica y currículum*, Nuevo mar, México, 1985.

Documentos: - Programa para la Reforma de la Universidad de Buenos Aires. *Algunos conceptos extraídos de los documentos base de las reuniones de Colón (1995) y Mar del Plata (1996) sobre Reforma Curricular*. 1996. - Secretaría de Políticas Universitarias: *La política universitaria del Gobierno Nacional, Ministerio de Cultura y Educación*, 1997. - ECUAFYB (Ente Coordinador de Unidades Académicas de Farmacia y Bioquímica). *Compatibilización de los contenidos mínimos comunes de las carreras de Farmacia y Bioquímica dictadas en las Unidades Académicas que forman parte del Ente* (Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay). 1995.

Ege, S., Coppola, B., Lawton, R. "The University of Michigan undergraduate curriculum 1. Philosophy, curriculum, and the nature of change". *Journal of Chemical Education*, 74 [1], 74-83. 1997

Goldish, D. M., "Let's talk about the organic chemistry course". *Journal of Chemical Education*, 65 [7], 603-604, 1988.

Hadden B., Johnstone A. H. "Mini-projects: An Introduction to the World of Science". *Chemeda. Australian Journal of Chemical Education* [27], 39-45, 1990a.

Hadden B., Johnstone A. *Practical problems solving for standard grade chemistry*. Center of Science Education University of Glasgow. Scotland, p 2-29, 1990b.

Insausti, M. J. “Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad”. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 [1], 123-130, 1997.

Insausti, M. J., Merino, M. “Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química”. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5 [2], 2000.

Katz, M. “Teaching Organic Chemistry via Student-Directed Learning. A technique that promotes independence and responsibility in the students”. *Journal of Chemical Education*, 73 [5], 440-445, 1996.

Kirkwood, V., Symington, D. “Lecturer perceptions student difficulties in a first year chemistry course”. *Journal of Chemical Education*, 73 [4], 339-343, 1996.

Lloréns, J. A., *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*, Visor, Madrid, 1991.

Lorenzo, M. G., Blanco, M., Salerno, A. y Schapira, C. *Sistemas de acreditación y rendimiento académico: Un estudio diacrónico*. XXIII Congreso Latinoamericano de Química. Puerto Rico. Julio 1998.

Lorenzo, M. G., Schapira, C., *Comprender la química en la universidad: Algo más que fórmulas*, *Información Tecnológica*, 11 [5], 89-94, 2000.

Lorenzo, M. G., Reverdito, A. M., Perillo, I., Salerno, A. “Los contenidos procedimentales en el laboratorio de química orgánica para la formación docente”. *Journal of Science Education*, 2 [2] 102-105, 2001.

Lorenzo, M. G., Salerno, A., Reverdito, A., Blanco, M., Alesso, N., Robinsohn, A., Perillo, I., Schapira, C. B. *Propuesta de una reforma curricular. IV Conferencia Panamericana de Educación Farmacéutica*. Santiago. Chile. Noviembre 1999.

Míguez, M., Cáceres, S. “El docente como investigador en el aula: una experiencia del aprendizaje activo”, *Journal of Science Education*, 2 [2], 96-99, 2001.

Ochiai, E. I. “Organic chemistry in high school”, *Journal of Chemical Education*, 65 [7], 604-605, 1988.

Scimone, A., Scimone, A. “The importance of undergraduate general and organic chemistry to the study of Biochemistry in Medical School”. *Journal of Chemical Education*, 73 [12], 1153- 1156, 1996.