



# educación Química

www.educacionquimica.info



## DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

### Uso de seminarios experimentales como apoyo al primer curso teórico de Química orgánica



M. Laura Lavaggi<sup>a</sup>, Marcos Couto<sup>a</sup>, Natalia Ríos<sup>a</sup>, Mariana Ingold<sup>a</sup>,  
Fiorela Croce<sup>a</sup>, Guzmán Álvarez<sup>a</sup>, Mauricio Cabrera<sup>a</sup>, Virginia López<sup>a,b</sup>,  
Hugo Cerecetto<sup>a,c,\*</sup> y Mercedes González<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Grupo de Química Medicinal, Instituto de Química Biológica, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>b</sup> Departamento de Química Orgánica, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>c</sup> Área de Radiofarmacia, Centro de Investigaciones Nucleares, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

Recibido el 4 de abril de 2014; aceptado el 20 de octubre de 2014

Disponible en Internet el 12 de junio de 2015

#### PALABRAS CLAVE

Química orgánica;  
Seminarios experimentales;  
Reacciones vistas;  
Pruebas visuales;  
Experimentos sencillos;  
Experimentos reproducibles;  
Aprendizaje significativo

**Resumen** Nuestro primer curso de Química orgánica, donde se presentan los principales grupos funcionales, sus propiedades fisicoquímicas y sus síntesis, poseía un contenido estrictamente teórico. Por este motivo, en muchas temáticas, especialmente propiedades físicas y propiedades ácido-base de los compuestos orgánicos y reacciones de reconocimientos de grupos funcionales los estudiantes no conseguían traspasar la barrera del aprendizaje significativo. Por eso, como forma de complementar y fortalecer la instancia de adquisición de conocimientos, decidimos implementar una serie de seminarios experimentales sencillos y atractivos. La asistencia a los mismos y la realización de pequeñas pruebas individuales y experimentales fueron incluidas como exigencia para aprobar el curso. Tanto los resultados de las pruebas experimentales como los de las pruebas teóricas indicaron una mejoría en el aprendizaje significativo de la temática respecto a años anteriores. Por otro lado, el grado de satisfacción y aceptación por parte de los estudiantes de este tipo de sistema fue muy alto.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [hcerecetto@cin.edu.uy](mailto:hcerecetto@cin.edu.uy) (H. Cerecetto).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**KEYWORDS**

Organic chemistry;  
Experimental seminars;  
Colorful reactions;  
Visual tests;  
Simple experiments;  
Reproducible experiments;  
Meaningful learning

**Using experimental seminars to support the first theoretical course of Organic chemistry**

**Abstract** Our first Organic chemistry course, where the main functional groups, their physico-chemical properties and their syntheses are presented, has a strictly theoretical exposure. For this reason, in many subjects, especially physical properties and acid-base properties of organic compounds and functional groups identification reactions, students fail to pass the barrier of meaningful learning. Thus, as a way to complement and strengthen the students' knowledge acquisition, we proposed to implement a series of simple and attractive experimental seminars. Attendance to them and completion of small experimental individual quizzes were included as a requirement to pass the course. Both the results of experimental and theoretical quizzes indicated an improvement in meaningful learning of the subject compared to previous years. On the other hand, the degree of satisfaction and acceptance of students for this modality was very high.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

**Introducción**

Las licenciaturas en Bioquímica (LBioq), en Biología (LBiol), en Biología Humana (LBiolH) y en Recursos Naturales (LRN) de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República en Uruguay poseen en su primer año, en el segundo cuatrimestre de sus mallas curriculares, el primer curso de Química orgánica. En este curso, que tiene una duración de 16 semanas, se introducen los principales grupos funcionales de Química orgánica, exponiendo sus procedimientos de preparación, sus propiedades fisicoquímicas y su dependencia con la estructura estereoelectrónica.

El contenido curricular, tradicionalmente, se presenta en 2 clases teóricas semanales que se complementan con una clase semanal de ejercicios de aplicación de los conceptos desarrollados en el teórico. Ambas instancias son expositivas, donde el docente responsable de las mismas presenta en 2h, con ayuda de pizarra y presentaciones electrónicas, la temática de cada clase. El curso se complementa con un importante número de libros de consulta (<http://organica.fcien.edu.uy/>) y además está apoyado con material preparado por los docentes, administrado a través del *Entorno Virtual de Aprendizaje* de nuestra Universidad (<http://eva.universidad.edu.uy/>), espacio gestionado con la herramienta de software Libre Moodle (<http://moodle.org/>).

El curso de Química orgánica, en el contexto de la Facultad de Ciencias, tiene las siguientes características: i) es un curso masivo, con un promedio de 100 estudiantes por cada docente; ii) en muchos casos es considerado por los estudiantes, especialmente los estudiantes de LBiol y LBiolH, un mero requerimiento crediticio más que una instancia de formación y aprendizaje; iii) temporalmente coincide con otras asignaturas de alta exigencia académica, a saber, Física, Matemática, Biología y Química analítica. Por estos motivos, en cada edición los docentes hemos intentado incorporar «atractivos» que faciliten la instancia enseñanza-aprendizaje. Las aproximaciones didáctico-pedagógicas abordadas han estado orientadas mayormente hacia la mejor comprensión de ciertos temas de

la asignatura, estereoquímica orgánica (Boiani et al., 2004; Buccino et al., 2005; Buccino et al., 2008) y hacia la evaluación continua como forma de asegurar el seguimiento de la asignatura durante las 16 semanas curriculares (Lavaggi, Czerwonogora, González y Cerecetto, 2011). Sin embargo, ciertos contenidos temáticos siguen siendo un escollo en el proceso del aprendizaje significativo de la asignatura. Así, ha sido evidenciado por los docentes del curso, y de asignaturas posteriores de los diferentes planes de estudios, que no existe transferencia del aprendizaje en temas tales como: 1) interacciones intermoleculares y su relación con la solubilidad; 2) reactividad y su uso para el reconocimiento de grupos funcionales; y 3) propiedades ácido-base de compuestos orgánicos.

Por otro lado, otro tema coyuntural de los estudiantes de las LBioq, LBiol, LBiolH y LRN de nuestra Institución es que durante el primer año curricular no realizan, o lo hacen mínimamente, trabajo en laboratorios químicos. Por ejemplo, en la LBioq durante el primer año los estudiantes cursan 9 asignaturas, a saber: Química general, Física I, Matemática I, Introducción a la biología, Química orgánica I, Química analítica, Física II, Laboratorio de física y matemática II, de las cuales únicamente Química analítica les aporta una aproximación al laboratorio químico. Por tal motivo, se evidencian en los estudiantes falencias en el trabajo experimental y en el manejo en el laboratorio durante el segundo año de las distintas licenciaturas, cuando los estudiantes se enfrentan a asignaturas como Laboratorio de bioquímica, Laboratorio de fisicoquímica biológica, Laboratorio de enzimología, o el propio Laboratorio de química orgánica.

Al aunar ambas situaciones, la necesidad de complementar y fortalecer la instancia de adquisición de conocimientos y la de acercar al estudiante a un laboratorio químico durante el primer año de licenciatura, decidimos implementar seminarios experimentales de Química orgánica (seQO) en nuestro primer curso teórico de la asignatura. Para que los mismos fuesen de aplicación a un curso masivo, se pensó en una serie de actividades que fuesen atractivas, sencillas y reproducibles por estudiantes inexpertos. Además, dado que este curso de Química orgánica se dicta en un contexto

particular, en una malla curricular de 2 licenciaturas de ciencias de la vida, se decidió que los experimentos de los seQO tuviesen ciertos contenidos en temas de bioorgánica.

## Desarrollo

### Puesta a punto de los seminarios experimentales de Química orgánica

Como primera etapa, se propusieron más de 20 experimentos diferentes para ser aplicados como actividades de los seQO (Vogel, 1970; Shriner et al., 1987; Pavia, Lampman, Kriz y Engel, 1999). Estos experimentos fueron evaluados en diferentes aspectos para seleccionar los mejores de cada seminario. Así se estudió: 1) El tiempo necesario para llevar a cabo cada actividad, eligiendo un tiempo máximo de ejecución para cada experimento de 15 min; 2) La reproducibilidad de cada experimento, considerando una práctica reproducible aquella que condujese al mismo resultado al menos 3 veces sin ambigüedad de interpretación; 3) El nivel de dificultad experimental y teórica de cada actividad, intentando por un lado un acompañamiento conceptual con el contenido teórico de la asignatura (Wade, 2011; Bruice, 2008), y por otro, un incremento en la dificultad de manipulación experimental con el avance de los seminarios; 4) La minimización del impacto ambiental y la maximización de la seguridad individual y grupal en el laboratorio, intentando encontrar procesos y reactivos ambientalmente amigables y de mínima peligrosidad. De esta forma resultaron 13 ejercicios prácticos que cumplen con la mayoría de los 4 puntos indicados anteriormente (tabla 1).

### Carga horaria y distribución interna y en el cuatrimestre de los seminarios experimentales de Química orgánica

De acuerdo a los ejercicios prácticos seleccionados (tabla 1) se planteó realizar durante el cuatrimestre un número total de 4 seQO con una duración de 2 h cada uno y distribuidos equidistantemente a lo largo de las 16 semanas de clases según se indica en la tabla 2. Durante las 2 h de cada seQO la planificación de la clase dependió del contenido del seminario y fue realizada según se muestra en la tabla 3. En los seQO 2 y seQO 4, de la quinta y decimocuarta semanas del cuatrimestre, respectivamente, se realizaron pequeñas pruebas experimentales individuales y calificables del contenido temático de los 2 seQO precedentes (tablas 2 y 3). En estas pruebas (ver ejemplos en fig. 1) se le entregaba a cada estudiante uno o 2 tubos con un compuesto desconocido que debía ser identificado por un ensayo simple, en general por una reacción de coloración o un proceso de solubilización.

### Otras características de los seminarios experimentales de Química orgánica

La asistencia a los seQO no fue obligatoria. Un total de 6 horarios diferentes de seQO estuvieron disponibles para que los estudiantes pudiesen inscribirse. Los horarios fueron organizados de tal forma que, en promedio, 16 estudiantes trabajaron en un laboratorio atendidos por un docente (fig. 2a y b). Los docentes tuvieron un papel fundamental, no solo en las explicativas iniciales de la clase, sino especialmente como guías de los estudiantes en cada uno de los

**Tabla 1** Lista de actividades seleccionadas para ser realizadas en los seQO y los aspectos teóricos asociados a las mismas

Ejercicio práctico	Temática teórica involucrada
1- Estudios de la miscibilidad de los líquidos orgánicos <i>n</i> -hexano, tolueno, 1-hexanol y etanol con agua	Interacciones intermoleculares (interacciones de van der Waals, interacciones por enlace de hidrógeno, interacciones polares)
2- Solubilidades de colesterol y de sacarosa en distintos disolventes orgánicos ( <i>n</i> -hexano, tolueno y 1-hexanol) y agua	
3- Extracción de clorofila y $\beta$ -caroteno a partir de material vegetal (espinaca y zanahoria)	
4- Estudio de la decoloración de una disolución de Br <sub>2</sub> /CCl <sub>4</sub> por aceite de oliva y por grasa vacuna	Reactividad de alquenos
5- Reacción de fenol y de ácido benzoico con Br <sub>2</sub> /FeCl <sub>3</sub> . Comparación con la reacción entre aceite de oliva y Br <sub>2</sub> /CCl <sub>4</sub>	Reactividad de compuestos aromáticos
6- Reacción de etanol y de <i>t</i> -butanol con HCl (c)	Sustitución nucleofílica en alcoholes
7- Reacción de etanol, isopropanol o <i>t</i> -butanol con CrO <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Oxidación de alcoholes
8- Ensayo de Tollens para glucosa	Reacciones de reconocimiento de aldehídos y cetonas
9- Ensayo de Brady (2,4-dinitrofenilhidrazina) para 4-metil-2-pentanona y para formaldehído	
10- Ensayo de iodoformo (I <sub>2</sub> /KI, NaOH) para acetona	
11- Reacción de etanol y de ácido acético con disolución acuosa saturada de NaHCO <sub>3</sub>	Propiedades ácido-base de compuestos orgánicos
12- Solubilidad de $\beta$ -naftol en disolución acuosa saturada de NaHCO <sub>3</sub> , en disolución acuosa diluida de NaOH y en agua	
13- Solubilidad de cafeína en disolución acuosa diluida de HCl y en agua	

**Tabla 2** Algunas características de los seQO

Seminario	Ubicación en el cuatrimestre	Ejercicios prácticos realizados <sup>a</sup>	Otras actividades
seQO 1	Cuarta semana	1 y 2	-
seQO 2	Quinta semana	3 y 4	Realización de la primera prueba experimental
seQO 3	Décima semana	5, 6, 7, 11, 12 y 13	-
seQO 4	Decimocuarta semana	8, 9, 10	Realización de la segunda prueba experimental

<sup>a</sup> Según tabla 1.

**Tabla 3** Diagramación de los seQO

Seminario	Explicativa de las prácticas a desarrollar	Desarrollo de las prácticas	Discusión de resultados	Prueba experimental
seQO 1	30 min <sup>a</sup>	1 h	30 min	-
seQO 2	15 min	45 min	30 min	30 min
seQO 3	15 min	1 h	45 min	-
seQO 4	15 min	45 min	30 min	30 min

<sup>a</sup> Además incluye una explicativa sobre «seguridad en el laboratorio de química orgánica».

experimentos y para actuar como moderadores en las discusiones grupales al finalizar cada uno de los experimentos (tabla 3) (fig. 2c y d).

La semana previa a cada seQO fueron facilitados a los estudiantes, en el aula virtual de nuestro curso (<http://eva.universidad.edu.uy/>), los protocolos de los experimentos a desarrollar durante el seminario. Estos protocolos fueron, además, acompañados por un breve resumen del marco teórico de la propuesta. (Ver ejemplo del protocolo correspondiente al *Seminario experimental 4* en la sección Anexo).

## Resultados

La propuesta de seQO se ha llevado a cabo en 3 generaciones consecutivas, años 2011-2013, de estudiantes de las LBioq, LBiol, LBiolH y LRN de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República en Uruguay, cursando aproximadamente 600 estudiantes, con total éxito en cuanto a su ejecución y desarrollo, aceptación estudiantil y resultados en cuanto a las mejoras en el aprendizaje de la asignatura. Para conocer la aceptación estudiantil se realizó una encuesta de opinión y en cuanto al aprendizaje significativo fue analizado comparando los resultados estudiantiles en las preguntas específicas, de las temáticas de los seQO y de las pruebas teóricas del curso.

## Satisfacción estudiantil

Para cumplir con esta etapa, al finalizar el curso se habilitó en el aula virtual de nuestro curso (<http://eva.universidad.edu.uy/>) una encuesta, utilizando la herramienta Moodle disponible para tal fin. Esta consulta, que fue anónima y obligatoria para la totalidad de la población estudiantil, contó con preguntas cerradas y preguntas

abiertas (fig. 3a). Casi la mitad (el 46%) de los estudiantes al comienzo de los seQO no habían realizado trabajos experimentales en Química orgánica (fig. 3b), mientras que el 66% de los estudiantes que ya habían realizado laboratorios de este tipo, lo habían hecho trabajando en grupo; siendo solamente el 10% de los estudiantes los que habían realizado trabajo experimental individual en Química orgánica, o sea tan solo un 5.4% del total de la población estudiantil poseían una historia previa en las propuestas de los seQO.

Respecto a los seQO, el 87% de los estudiantes realizó la totalidad de los seminarios (4), y el 96% realizó 3 o más (fig. 3c). En referencia al material de estudio para estos laboratorios, casi el 96% de ellos consideró que el mismo fue entre «muy adecuado» y «adecuado» (fig. 3d), mientras que el 96% de los estudiantes calificó los protocolos experimentales (guías utilizadas durante el horario del laboratorio) entre «muy adecuadas» y «adecuadas» (fig. 3e).

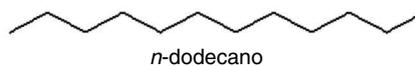
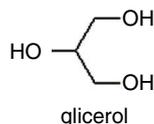
En cuanto a la adquisición de conocimientos, solamente el 10.7% de los estudiantes (fig. 4a) consideró que los seQO no le permitieron adquirir alguna destreza en el trabajo en el laboratorio. Si bien, por el tipo de experimentos que fueron propuestos en los seQO, este no era el principal objetivo de las actividades, fue importante que el 89.3% de los estudiantes considerasen que habían adquirido destrezas en el laboratorio ya que esto es la base de la generación de confianza en el desarrollo de trabajos experimentales futuros. Por otro lado, solamente el 2.8% (fig. 4b) de los alumnos consideraron que los seQO no le fueron útiles para fijar los conceptos desarrollados en las clases teóricas, considerando el 85.4% de los estudiantes que los mismos les fueron provechosos.

Por otro lado, se les dejó a los estudiantes espacios de respuestas abiertas a las siguientes propuestas: «Indique las principales ventajas de los seQO» e «Indique las principales desventajas de los seQO» (tabla 4). Las respuestas a esta

a

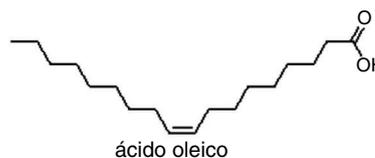
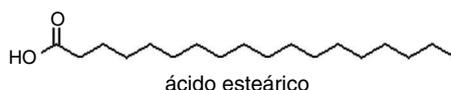
### Prueba seminarios experimentales 1 y 2

1) Determine experimentalmente si en el tubo (D) el líquido que está contenido es glicerol o *n*-dodecano:



Explique brevemente que prueba usó.

2) Indique en que tubo, (E) ó (F), hay una disolución clorofórmica de ácido esteárico o una disolución clorofórmica de ácido oleico:

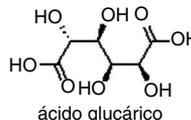
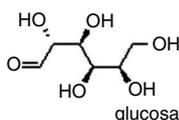


Explique brevemente que prueba usó.

b

### Prueba seminarios experimentales 3 y 4

1) Se han perdido las etiquetas de dos frascos, (A) y (B), donde hay disoluciones de glucosa, en uno de ellos, y ácido glucárico, en el otro:



1.1) Determine experimentalmente, utilizando una única reacción para cada frasco, en cuál hay una disolución de glucosa y en cuál una disolución de ácido glucárico.

Frasco	contiene .....
(A)	
(B)	

1.2) Formule (del otro lado de la página) las reacciones que utilizó para determinar los contenidos de cada frasco.

**Figura 1** Ejemplos de pruebas experimentales de los seQO. En la prueba de los seQO 1 y 2 (a) se pretende que el estudiante reconozca el líquido contenido en el tubo (D) por pruebas de solubilidad (disolventes disponibles: *n*-hexano, etanol y agua), mientras que para los tubos (E) y (F) se pretende que el estudiante realice el ensayo de decoloración de disolución de  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ . En la prueba de los seQO 3 y 4 (b) se pretende que el alumno identifique cada compuesto, contenidos en los tubos (A) y (B), realizando pruebas de solubilidad con disolución acuosa saturada de  $\text{NaHCO}_3$  (observación desprendimiento de  $\text{CO}_2$ ) o reacciones con reactivo de Brady (2,4-dinitrofenilhidracina) (observando la aparición de precipitado amarillo/naranja de la hidrazona).

última pregunta han servido de insumo en los años siguientes para realizar ajustes al desarrollo y logística del curso (ver notas a pie de [tabla 4](#)).

#### Mejora en el aprendizaje de la asignatura

Como forma de conocer si los estudiantes mejoraron el aprendizaje en aquellos temas propios de los seQO se compararon los resultados obtenidos, en las 2 pruebas parciales que se realizan en el cuatrimestre, en las preguntas que

involucraban dichos temas ([fig. 5](#)). Para las generaciones previas a la aplicación de los seQO, el 35% de los estudiantes contestaban correctamente las preguntas en cuestión, sin embargo a partir de la implementación de los seminarios este porcentaje se duplicó (70% de respuestas correctas en la generación 2013).

Adicionalmente, en las pruebas parciales de los años en los que se realizaron los seQO los enunciados de los problemas relacionados con los mismos pudieron ser, gráficamente, más próximos a la realidad (ver ejemplos del año 2010 y 2013



**Figura 2** Estudiantes realizando experimentos en mesa de trabajo (a) o en campana de extracción (b). Participación de los docentes: guiando el análisis de los experimentos (c) o moderando una discusión de resultados (d).

en la [fig. 5](#)), ya que el estudiante ha estado en contacto con experimentos de laboratorio y por ende las propuestas pudieron ser más explicativas con imágenes que el estudiante es capaz de entender.

## Discusión y conclusiones

En este momento los docentes de química plantean sobre sus prácticas docentes aspectos alejados del trabajo experimental por parte del estudiante, como: i) que es costoso enseñar química y por ende la disciplina debe ser inventada por los profesores para beneficio del discípulo ([Izquierdo Aymerich, 2004](#)); ii) el método expositivo del docente es el preferido para afectar la transferencia de conocimientos hacia los estudiantes y los trabajos prácticos pueden tener bajo impacto en la comprensión de ciertos aspectos químicos ([Thompson y Soyibo, 2002](#)); iii) para favorecer el aprendizaje significativo y mejorar la motivación estudiantil hacia la disciplina se debe hacer uso de las (tecnologías de la información y de la comunicación y los entornos virtuales de aprendizaje ([Giordan y Gois, 2009](#)).

Sin embargo, no son menores las corrientes que apoyan y promueven, aún hoy en día, el uso de prácticas docentes relacionadas con trabajos de laboratorio. En estas actividades de aprendizaje se interactúa con modelos, materiales y equipamientos con el objeto de entender la teoría involucrada en dichos procesos ([Hodson, 1994](#); [Hofstein y Lunetta, 2004](#)). Estas prácticas han tenido diferentes características, desde el aprendizaje por observación, pasando por la observación-inferencia-predicción, o llegando al enfoque experimental-investigativo ([Toplis y Allen, 2012](#)).

En esta línea de pensamiento hemos implementado en nuestro primer curso de Química orgánica, un curso históricamente con contenido estrictamente teórico, una serie de seminarios experimentales económicos, sencillos y atractivos. Los principales objetivos de la realización de estos seminarios fueron alcanzar un fin cognitivo y un fin afectivo ([Wellington, 1998](#)). Según la opinión estudiantil y los resultados en el aprendizaje el fin cognitivo parece haber sido alcanzado, logrando fijar los conocimientos teóricos previamente adquiridos y clarificándolos. Por la asistencia estudiantil y las opiniones de los estudiantes en las preguntas abiertas el fin afectivo también parece haber sido

a

eva.universidad.edu.uy/mod/quiz/attempt.php?attempt=91844

seQD

**Pregunta 8**  
Sin finalizar  
Puntúa como 1,00  
Marcar pregunta  
Editar pregunta

Considera que los protocolos que describían los experimentos realizados en los Talleres Experimentales fueron

Seleccione una:

a. Muy adecuados

b. Adecuados

c. Parcialmente insuficientes

d. Insuficientes

Comprobar

**Pregunta 9**  
Sin responder aún  
Puntúa como 1,00  
Marcar pregunta  
Editar pregunta

Indique las principales **ventajas** de los Talleres Experimentales.

Fuente Tamaño Párrafo

B I U ABC X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>

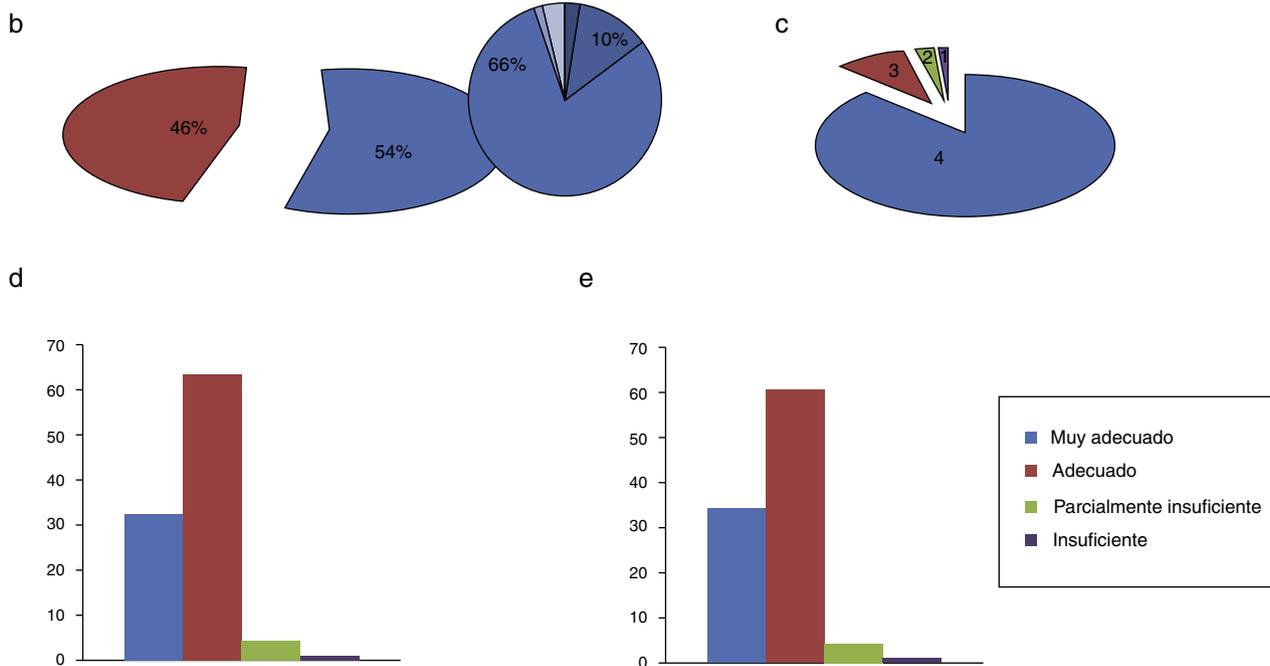
Ruta: p

**Pregunta 10**  
Sin responder aún  
Puntúa como 1,00  
Marcar pregunta  
Editar pregunta

Indique las principales **desventajas** de los Talleres Experimentales.

Fuente Tamaño Párrafo

B I U ABC X<sub>1</sub> X<sub>2</sub>



**Figura 3** Encuesta según la visualiza el estudiante en-línea, mostrando preguntas cerradas y abiertas (a); antecedentes de los estudiantes en el trabajo en laboratorios de Química orgánica (rojo: sin antecedentes; azul: con antecedentes), dentro de los estudiantes con antecedentes el 66% ha trabajado en grupos y tan solo el 10% en forma individual (b); cerca del 96% de los estudiantes asistieron a 3 o más seQO (c); opinión sobre el material escrito para llevar a cabo los seQO: fundamentos teóricos (d) y protocolos experimentales (e).

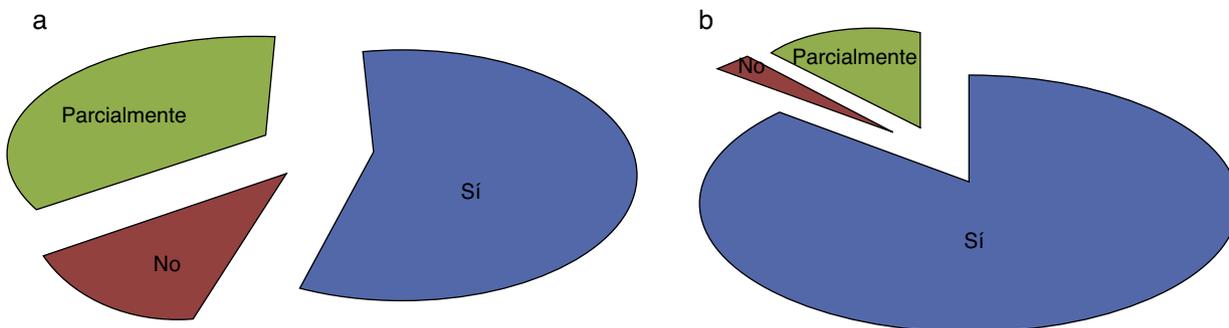


Figura 4 El 89.3% de los estudiantes estuvieron de acuerdo o parcialmente de acuerdo en que los seQO les brindaron destrezas en el trabajo en el laboratorio (a), mientras que el 97.2% consideraron que les permitieron fijar los conceptos desarrollados en las clases teóricas (b).

**a**

QUÍMICA ORGÁNICA  
FACULTAD DE CIENCIAS

NOMBRE \_\_\_\_\_  
LICENCIATURA \_\_\_\_\_  
CEDULA DE IDENTIDAD \_\_\_\_\_

05 DE OCTUBRE DE 2010

Página 1 de 4

**PRIMER PARCIAL QUÍMICA II / QUÍMICA ORGÁNICA I – FILA A**

1) (Total: 12 puntos) 1.1) (2 puntos) Ordene los siguientes compuestos en orden creciente, de menos a más, por su solubilidad en agua.

(A)

(B)

(C)

(D)

Respuesta:

Menos soluble < < < Más soluble

QUÍMICA ORGÁNICA  
FACULTAD DE CIENCIAS

NOMBRE \_\_\_\_\_  
LICENCIATURA \_\_\_\_\_  
CEDULA DE IDENTIDAD \_\_\_\_\_

2 DE DICIEMBRE DE 2010

Página 1 de 4

**SEGUNDO PARCIAL QUÍMICA II / QUÍMICA ORGÁNICA I – FILA A**

1) (Total 15 puntos) 1.1) (9 puntos) Proponga una estructura acorde con cada una de las siguientes informaciones

	RESPUESTA
a) El compuesto de fórmula general $C_5H_{10}O_2$ - es O.A., - no desprende $CO_2$ al ser tratado con solución acuosa de $NaHCO_3$ , - da positiva la reacción de iodoformo.	
b) El compuesto de fórmula general $C_7H_9N_2$ - es O.A., - no es básico, porque no se disuelve en HCl (d), - puede prepararse por reacción de un haluro de alquilo con exceso de KCN.	
c) El compuesto de fórmula general $C_7H_9N$ - es O.I., - es básico, porque se disuelve en HCl (d), - decolora $Br_2/CCl_4$ , pero no desprende $H_2$ al ser tratado con Na.	

**b**

QUÍMICA ORGÁNICA  
FACULTAD DE CIENCIAS

NOMBRE \_\_\_\_\_  
LICENCIATURA \_\_\_\_\_  
CEDULA DE IDENTIDAD \_\_\_\_\_

09 DE OCTUBRE DE 2013

Página 1 de 4

**PRIMER PARCIAL QUÍMICA II / QUÍMICA ORGÁNICA I – FILA A (35 puntos en TOTAL)**

2.5- (2 puntos) Se dispone de 10 mL de los líquidos orgánicos *n*-octano (PM= 114.14) y 1,1,3,3-tetrafluoropropano (PM= 116.0), pero se desconoce en qué matraz está cada uno ((A) o (B)). Para determinar que contiene cada matraz se agregan 10 mL de agua destilada. En el matraz (A) se forma una única fase, en el matraz (B) se forman dos fases. Indique y explique claramente qué sustancia se encuentra en cada matraz.

(A)

(B)

+ 10 mL  $H_2O$

(A)

(B)

Respuesta:

QUÍMICA ORGÁNICA  
FACULTAD DE CIENCIAS

NOMBRE \_\_\_\_\_  
LICENCIATURA \_\_\_\_\_  
CEDULA DE IDENTIDAD \_\_\_\_\_

28 DE NOVIEMBRE DE 2013

Página 1 de 4

**SEGUNDO PARCIAL QUÍMICA II / QUÍMICA ORGÁNICA I – FILA A (50 puntos en TOTAL)**

3) (Total: 11 puntos) 3.1- (8 puntos) Se dispone de los siguientes compuestos: *tert*-butanol, 1-pentanol, fenol, ácido propanoico, 2S-metilbutanal y 3-metilbutanal pero se desconoce en qué frasco está cada uno ((A), (B), (C), (D), (E) o (F)). Para determinar que contiene cada frasco, se toma una muestra de cada uno y se someten a los siguientes ensayos:

Ensayo 1) Solubilidad en hidróxido de sodio;  
Ensayo 2) Reacción con bicarbonato de sodio;  
Ensayo 3) Reacción de Tollens;  
Ensayo 4) Determinación del poder rotatorio específico

Obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:

Ensayo 1	↓	↓	↓	↓	↓	↓
solubilización	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)
Ensayo 2	↓	↓	↓	↓	↓	↓
desprendimiento de $CO_2$ :	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Ensayo 3	↓	↓	↓	↓	↓	↓
espejo de plata	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)
Ensayo 4	↓	↓	↓	↓	↓	↓
desvío de la luz polarizada	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)

Así, el contenido de cuatro (4) frascos pudo ser determinado. Indique y explique claramente que sustancia (formúlela) se encuentra en cada frasco de los que se pudo determinar el contenido.

Explicación

Figura 5 Ejemplos de preguntas, en las 2 pruebas parciales del cuatrimestre, que involucran conceptos de los seQO. En (a) preguntas del año 2010, donde no se aplicaban seQO; en (b) preguntas del año 2013, donde se estaban aplicando los seQO.

**Tabla 4** Ejemplos (generación 2011, primera generación de desarrollo de la propuesta de seQO) de respuestas a las preguntas abiertas

Estudiante	Ventajas	Desventajas
1	<i>Ayuda a entender mejor los conceptos y que no sea solo teórico sino que puedes ver lo que pasa realmente</i>	<i>No le veo desventajas</i>
2	<i>Te da nociones generales de cómo trabajar en un laboratorio</i>	<i>Más tiempo de estudio para la materia que debería verse traducido en un aumento en la cantidad de créditos que se obtienen por exonerarla o salvar el examen<sup>a</sup></i>
3	<i>La ventaja es que se podía ver las reacciones porque en el teórico se ven como moléculas flotando... Pero cuando ERES tú el que mezcla las sustancias es otra cosa</i>	<i>Quizás más que una desventaja del seminario experimental sería del curso por el hecho de que me parecieron pocos los seminarios ya que en todo el semestre fueron 4<sup>b</sup>, tal vez debería realizarse algún seminario más y quitar alguna clase teórica o ejercicios porque realmente ayuda bastante a visualizar y entender mejor los temas dados, por lo menos eso fue lo que me dejó a mi</i>
4	<i>Me pareció una instancia muy interesante, yo hice el curso el año pasado y esta actividad fue muy buena para entender mejor los temas. Me parecieron pocas actividades, yo pondría una cada 15 días</i>	<i>Ninguna</i>
5	<i>La principal ventaja es poder ver realmente lo que estudiamos teóricamente, lo cual es útil para fijar lo que aprendimos. Otra ventaja es que estaban bien preparados y se contaba con todos los reactivos necesarios</i>	<i>Ninguna</i>
6	<i>Las principales ventajas son que permiten el manejo y el acercamiento al laboratorio y a sus instrumentos, lo que permite acostumbrarse al manejo y ver empíricamente lo visto en teórico y ejercicios, ayudando a entender mejor las cosas creo yo. Además también sirve como una forma de repaso y aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo del curso</i>	<i>Tal vez algunos temas se daban muy sobre el día del laboratorio (yo estaba en el grupo de los lunes al mediodía) y no se llegaba a asimilar todo, aunque igual se entendían<sup>c</sup></i>
7	<i>Quedan más claros los conceptos; ayuda, te queda más el qué hiciste y para qué, el qué pasó cuando agregaste una cosa o mezclaste con otra, por qué pasó eso, etc.</i>	<i>En mi opinión no tiene desventajas, yo cursé el año pasado Química orgánica y este año recurrí y me pareció muy bueno el hecho de que agregaran clases prácticas</i>
8	<i>Es bueno tener prácticas y empezar a manipular materiales y sustancias en el laboratorio. No importaba el número de personas en los grupos, todos podíamos participar, hacer algo</i>	<i>No encuentro desventajas</i>
9	<i>Buena disponibilidad de horarios. Al estudiarlo quizás que uno no lo entiende tanto, pero al experimentar y poner en práctica uno saca las conclusiones por la propia experiencia entonces queda más entendido un tema. Tener la posibilidad de llevar a cabo las reacciones que escribes en un papel, y corroborar que se cumplen. No es lo mismo escribirlo o leerlo, que hacerlo y verlo nosotros mismos. Creo que de esta forma las ideas se fijan mejor en la cabeza</i>	<i>Éramos muchos, y no siempre todos teníamos la oportunidad de manipular el material, y tampoco el profesor podía estar 100% a nuestra disposición<sup>d</sup>. De todas maneras creo que las pruebas de los talleres ayudaban a que uno mismo hiciera las cosas y se sacara toda duda</i>

<sup>a</sup> Este tipo de comentarios ha llevado a que actualmente se estudie la adecuación crediticia de la asignatura en las distintas licenciaturas.

<sup>b</sup> Este tipo de comentarios ha llevado a que se esté estudiando la implementación, en el año 2014, de al menos 2 seQO más en el cuatrimestre.

<sup>c</sup> Este tipo de comentarios ha llevado a una mejor planificación, en los cursos 2012 y 2013, de los temas dictados en los teóricos y prácticos de ejercicios, de tal forma que en la semana previa al seQO ya estuviese explicado el tema en cuestión.

<sup>d</sup> Este tipo de comentarios llevó, en los cursos 2012 y 2013, a un aumento de la relación docente/estudiante.

alcanzado, logrando motivar y promover el entusiasmo del alumnado hacia la actividad y por ende hacia la disciplina.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.eq.2015.05.005](https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.005).

## Referencias

- Boiani, M., Buccino, P., Cerecetto, H., González, M., López, V., Saenz, P., et al. (2004). Molecular modeling as didactic tool for the first course of organic chemistry. *Educación Química*, 15, 349–352.
- Bruice, P. Y. (2008). *Química orgánica*. México: Pearson-Prentice Hall.
- Buccino, P., Boiani, M., Cerecetto, H., Gerpe, A., González, M., Lavaggi, M. L., et al. (2005). Uso de simulaciones tridimensionales en formato electrónico en cursos de Química orgánica para licenciaturas de biociencias. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 80–86.
- Buccino, P., Lavaggi, M. L., Castro, D., López, V., González, M., Cerecetto, H., et al. (2008). Química orgánica 3D: Desarrollo de simulaciones interactivas y su uso en clase, en la red y en discos compactos. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 190–196.
- Giordan, M. y Gois, J. (2009). Entornos virtuales de aprendizaje en química: Una revisión de la literatura. *Educación Química*, 20, 301–303.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299–313.
- Hofstein, A. y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, 28–54.
- Izquierdo Aymerich, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: Contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92, 115–136.
- Lavaggi, M. L., Czerwonogora, A., González, M. y Cerecetto, H. (2011). Evaluación continua en un curso de grado de Química orgánica a través de la plataforma Moodle. *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, 269–274.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. y Engel, R. G. (1999). *Introduction to organic laboratory techniques: A microscale approach*. New York, US: Saunders College Publishing.
- Shriner, R. L., Fuson, R. C. y Curtin, D. Y. (1987). *Identificación sistemática de compuestos orgánicos*. México D.F., México: Limusa.
- Thompson, J. y Soyibo, K. (2002). Effects of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th graders' attitudes to chemistry and understanding of electrolysis. *Research in Science & Technological Education*, 20, 25–37.
- Toplis, R. y Allen, M. (2012). I do and I understand? Practical work and laboratory use in United Kingdom schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8, 3–9.
- Vogel, A. I. (1970). *Elementary practical Organic chemistry, part III: Quantitative organic analysis*. London, Great Britain: Longmans.
- Wade, L. G. (2011). *Química orgánica*. México: Pearson.
- Wellington, J. (1998). Practical work in science: Time for a reappraisal. En J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science: Which way now?* London: Routledge.