

Implementación de seminarios integradores en la química orgánica para su vinculación con la especialidad farmacéutica

Implementation of integrative seminars in organic chemistry for its continuation with the pharmaceutical specialty

Mayda Esther Guerra-Ortiz^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3291-546X>

Departamento de Química. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Oriente.
Santiago de Cuba. Cuba

*Autor para correspondencia. correo electrónico: maydaguerra@uo.edu.cu

RESUMEN

La enseñanza de la Química Orgánica para la carrera de Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de Oriente se sustenta en relaciones intradisciplinarias e interdisciplinarias con base en su principio rector: relación estructura-propiedades-aplicaciones. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos de la implementación de seminarios integradores en la Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II para una mayor contribución en la formación del profesional farmacéutico. Se emplearon los métodos: histórico-lógico, enfoque de sistema, análisis-síntesis, inductivo-deductivo y criterio de especialistas. Se muestran habilidades relacionadas con la profesión, expresadas en los programas analíticos de cada asignatura, su correspondencia con los seminarios y los resultados alcanzados con este tipo de clase durante los cursos 2018-2019 y 2019-2020. Se logró la integración de los contenidos de las Química

Orgánica Farmacéutica I y II, así como con otras asignaturas de la carrera, demostrándose la vinculación estrecha entre la Química Orgánica y la especialidad farmacéutica.

Palabras clave: química orgánica; seminarios; profesional farmacéutico; interdisciplinariedad; formación profesional.

ABSTRACT

The teaching of the Organic Chemistry for the career of Pharmaceutical Sciences of the Universidad de Oriente is sustained in relationships interdisciplinary and interdisciplinary con it bases on its principle rector: relationship structure-property-applications. The present work shows the results obtained of implementation of integrative seminars in the Pharmaceutical Organic Chemistry I and Chemistry Organic Pharmacist II for a bigger contribution in the pharmaceutical professional's formation. The methods were used: historical-logical, system focus, analysis-synthesis, inductive-deductive and specialist criterion. Abilities related with the profession are shown, expressed in the analytic programs of each subject, their correspondence with the seminars and the results reached with this class type during the courses 2018-2019 and 2019-2020. The integration of the contents of the Pharmaceutical Organic Chemistry was achieved I and II, as well as with other subjects of the career, being demonstrated the narrow linking between the Organic Chemistry and the pharmaceutical specialty.

Keywords: organic chemistry; seminars; pharmaceutical professional; interdisciplinary; professional formation.

Recibido: 2/10/2020

Aprobado: 10/1/2021

Introducción

El sector farmacéutico ocupa un lugar preponderante en el panorama actual a nivel mundial, lo que radica en la importancia vital que posee y es uno de los más estrictamente regulados, a partir de la necesidad de garantizar la calidad, seguridad y eficacia de los productos de interés para la salud, en este sentido debe considerarse entonces, como elemento clave, la formación de este profesional.

A juicio de Henríquez Rodríguez ⁽¹⁾ formar profesionales de alta competencia que se distingan por un profundo y amplio conocimiento en la rama de las Ciencias Farmacéuticas constituye tarea de orden prioritario. La función de las universidades en la formación académica y educación moral de los profesionales farmacéuticos, así como su creciente responsabilidad con la educación posgraduada y la investigación científica e innovación tecnológica, exigen la incorporación de conocimientos, habilidades y valores que les permitan cumplir a plenitud sus obligaciones y responsabilidades sociales.

Según el Ministerio de Educación Superior de Cuba ⁽²⁾ el Licenciado en Ciencias Farmacéuticas es un graduado de perfil amplio, que debe contribuir al desarrollo socioeconómico del país y al mejoramiento de la salud a través de su actividad en los servicios farmacéuticos y en el diseño, desarrollo, producción y control de medicamentos, suplementos, diagnosticadores y cosméticos. Por lo que constituye una necesidad el ahondar en la formación continuada del farmacéutico como uno de los principales retos de esta profesión, lo que significa aplicar e integrar los conocimientos adquiridos durante sus estudios universitarios.

La interdisciplinariedad puede considerarse como un principio pedagógico muy importante en la formación profesional. Espinoza Freire ⁽³⁾ refiere que los alumnos con una educación más interdisciplinar están mejor capacitados para enfrentarse a problemas que trascienden los límites de una disciplina concreta pudiendo así detectar, analizar y solucionar problemas nuevos que nunca antes han afrontado.

La concepción del aprendizaje de la Química Orgánica en el ámbito de la carrera de Ciencias Farmacéuticas en la Universidad de Oriente se sustenta precisamente en el principio interdisciplinar profesional con tres implicaciones didácticas. La primera considera las relaciones intradisciplinarias entre las asignaturas que la conforman, como son: la Química Medicinal, el

Análisis Estructural Farmacéutico y la Farmacognosia y Química de Productos Naturales. La segunda reconoce las relaciones interdisciplinarias con disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión, dentro de las que se encuentran asignaturas como: Bioquímica, Producción de Medicamentos, Elementos de Estereoquímica y Diseño de Fármacos (figura 1). La tercera implicación didáctica está referida a los marcos integradores que facilitan la estructuración del proceso de resolución de problemas, aplicando los conceptos, leyes y principios de la Química Orgánica, teniendo como principio rector la relación estructura-propiedades-aplicaciones y que son necesarios para el aprendizaje de las disciplinas de la especialidad.

Esta premisa metodológica permite estructurar los niveles del conocimiento por los que debe transitar el proceso de enseñanza aprendizaje, y buscar en los contextos de aprendizaje de las disciplinas del perfil profesional las situaciones problemáticas para formular y resolver los problemas en los diferentes temas de la Química Orgánica.

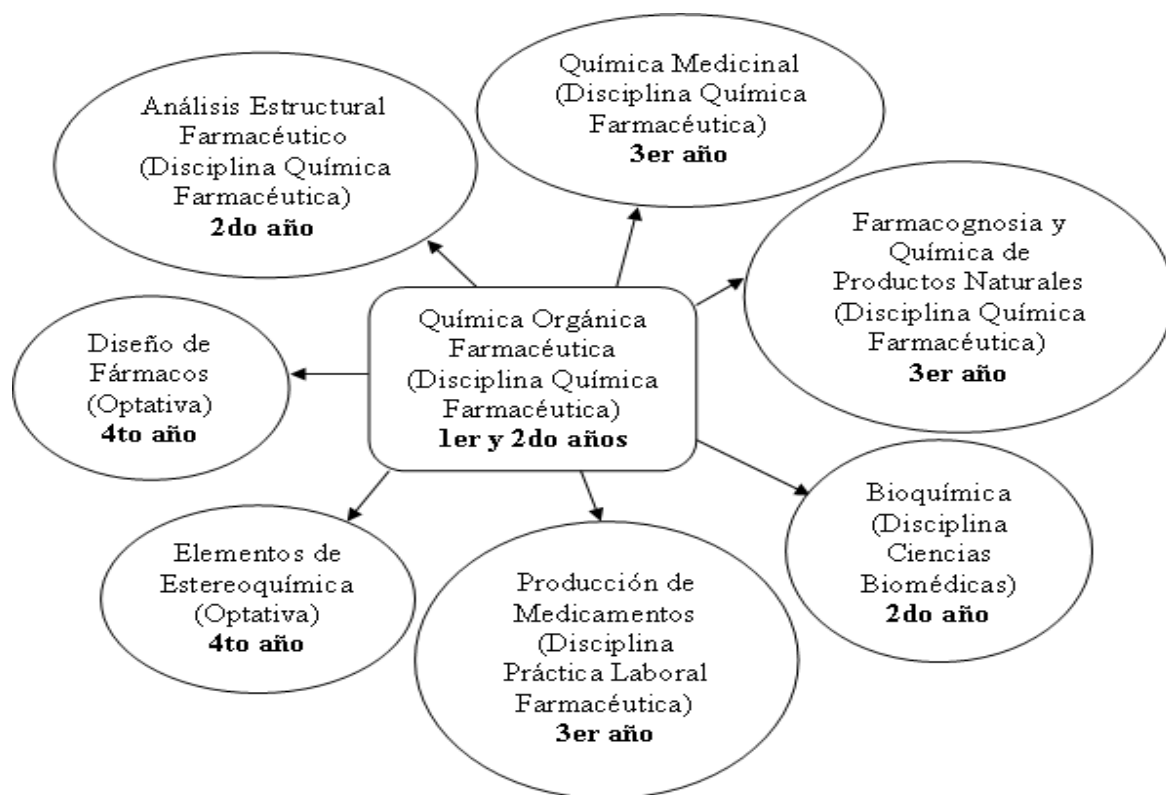


Fig. 1- Vinculación de la Química Orgánica Farmacéutica con otras asignaturas de la carrera de Ciencias Farmacéuticas

Dentro de los elementos que establece la Junta de Acreditación Nacional ⁽⁴⁾ y que evalúan la calidad de la formación del profesional en los años académicos se encuentran los resultados cuantitativos y cualitativos de los ejercicios evaluativos integradores, los que verifican el cumplimiento de los objetivos tanto educativos como instructivos. Considerándose en este sentido la capacidad de adaptación de los estudiantes a distintas tareas dentro de su campo de acción, el dominio de los fundamentos básicos propios de la carrera y contenidos vinculados específicamente a la profesión, integración y aplicación de los contenidos aprendidos en las diferentes disciplinas en función de la solución de problemas.

Tal y como plantean Velázquez y colaboradores ⁽⁵⁾ la integración de los conceptos y leyes de la Química Orgánica constituye una problemática para los estudiantes que reciben esta materia. Los estudios realizados por el colectivo de profesores de esta disciplina demostraron que los estudiantes de las carreras de Biología, Química y Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de Oriente no desarrollan un aprendizaje efectivo en la Química Orgánica. Esto se debe a que carecen de un pensamiento lógico que les permita la generalización y aplicación de los conceptos fundamentales en el estudio de las sustancias y su relación estructura-propiedades-aplicación, para posteriormente aplicarlos a la solución de problemas dentro de la propia disciplina de Química Orgánica y en otras asignaturas de sus respectivas especialidades. Según estos autores, lo anterior está dado por la utilización de métodos en el proceso de enseñanza-aprendizaje que no estimulan la actividad cognoscitiva y no desarrollan en ellos un pensamiento lógico.

La presente investigación parte de la problemática particular que presentan los estudiantes de la carrera de Ciencias Farmacéuticas en cuanto a la pobre integración de conocimientos dentro de la propia Química Orgánica, así como, con otras asignaturas de la especialidad, por lo que se hace necesario lograr una mayor vinculación de esta disciplina con dicha profesión. El trabajo que se presenta tiene como objetivo la implementación de un sistema de seminarios integradores en las asignaturas Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II que permita una mayor contribución de las mismas a la formación del Licenciado en Ciencias Farmacéuticas.

El tema que aquí se trata posee actualidad dada la necesidad de desarrollar al estudiante en el contexto de su actividad profesional, motivándolo por la carrera desde los primeros años, al resolver problemas del objeto de su profesión con un enfoque intra e interdisciplinario.

Fundamentación teórica

Si bien es habitual relacionar los nuevos medicamentos con los avances de la medicina, la casi totalidad de estas sustancias que nos permiten afrontar enfermedades y mejorar nuestra calidad de vida tienen su origen y gran parte de su desarrollo, en la química. Como ciencia central que es, la química se conecta con otras disciplinas, en particular con la biología y a través de ella con la medicina.

La química tiene un rol central en el descubrimiento, desarrollo y producción de medicamentos; específicamente, la química medicinal o química terapéutica se ocupa del diseño y producción de compuestos que puedan ser usados en medicina para la prevención, tratamiento o cura de enfermedades en humanos y animales y del estudio de las drogas existentes, sus propiedades biológicas y las relaciones entre su actividad y estructura.⁽⁶⁾

La primera etapa en la génesis de un medicamento es el descubrimiento y allí la química hace un aporte fundamental en la identificación y producción de nuevas sustancias activas con orígenes diversos. Una segunda etapa lleva a la modificación de esas sustancias activas para mejorar sus características, hacerlos más activos, disminuir su toxicidad, mejorar la forma en que el organismo los puede absorber y también la forma en que puede eliminarlos una vez que han cumplido su función. Aquí confluyen distintos aspectos de la biología con las armas con que cuenta la química, para realizar modificaciones en las moléculas hasta obtener una con las propiedades deseadas. Finalmente, la química se ocupa de desarrollar e implementar los procesos por los cuales esa sustancia puede ser producida en cantidad suficiente para llegar a los pacientes y también los métodos para el control de calidad del producto.

Una etapa paralela, debe ocuparse de hacer esa síntesis química eficiente, evitando generar residuos peligrosos y cuando estos son inevitables, proveer la metodología para convertirlos en inocuos para el medio ambiente.⁽⁶⁾

Escobar y colaboradores ⁽⁷⁾ manifiestan que una de las vías para el desarrollo de la formación laboral en los estudiantes de la carrera de Ciencias Farmacéuticas está dada en la vinculación del contenido de las asignaturas de la especialidad, así como con la actividad práctica. Lo cual

significa que la formación de este estudiante debe estar dirigida al logro eficiente de la integración entre los conocimientos recibidos por las diferentes disciplinas que conforman el plan de estudio. Los nexos interdisciplinarios se establecen no solo entre los sistemas de conocimientos de una disciplina y otra, sino también como vínculos que pueden crearse entre los modos de actuación, formas de pensar, cualidades, valores y puntos de vista que potencian las diferentes asignaturas y actividades del currículo.

Estimular estrategias de aprendizaje para el desarrollo aplicando el principio de la interdisciplinariedad ha sido centro de atención de muchos investigadores. Vizcaíno y Otero ⁽⁸⁾ reconocen que acercarse al proceso de enseñanza-aprendizaje, desde el enfoque interdisciplinario es una necesidad producto del impacto social de la ciencia. Fernández de Alaiza ⁽⁹⁾ considera imprescindible tener en cuenta las relaciones interdisciplinarias que se establecen a través de los nodos cognitivos, considerados como aquellos contenidos de un tema de una disciplina o asignatura, que incluye conocimientos, habilidades y los valores asociados a él, que sirven de base a un proceso de articulación interdisciplinaria en una carrera universitaria dada, para lograr la formación más completa del egresado.

De acuerdo con Torres Miranda ⁽¹⁰⁾ y González y colaboradores ⁽¹¹⁾ la enseñanza problémica con el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), y los modernos medios de enseñanza juegan un papel importante en el proceso de enseñanza aprendizaje. Reconocen que ello contribuye a la formación integral con un enfoque interdisciplinario, que aporta una metodología activa y que prepara al estudiante hacia la integración docente-asistencial-investigativa. A la vez, se desarrollan habilidades para polemizar, organizar, defender puntos de vista, criticar con fundamentos científicos y proponer soluciones.

El método fundamental de enseñanza, basado en la solución de problemas y la educación en el trabajo como forma fundamental de organización de la enseñanza, que utiliza como escenarios docentes los propios del Sistema Nacional de Salud en los cuales se desempeñan los profesionales graduados, permite que los estudiantes se apropien del sistema de conocimientos y habilidades necesarios y suficientes para lograr la competencia y el desempeño como futuros profesionales, tal y como se ha evidenciado en los últimos años.⁽¹²⁾ Por su parte, Puig Vázquez y col. ⁽¹³⁾ plantean que desarrollar un tema empleando el método de enseñanza problémica con un enfoque integrador, lo convierte en un "instrumento" docente esencial para desplegar la estrategia

sanitaria actual, contribuyendo al proceso de formación de un profesional comprometido con los problemas de salud de la sociedad cubana actual desde una visión preventiva.

Desde el punto de vista de Casals Hung y García López ⁽¹⁴⁾ la enseñanza problémica se estructura mediante la integración de las actividades reproductiva, productiva y creadora del estudiante. Conciben el conocimiento como un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento que conducen a la creatividad, ya que se le propone al alumno situaciones problémicas que lo conduzcan a la construcción del conocimiento y al desarrollo de sus habilidades de pensamiento básicas y superiores.

En la educación superior se debe prestar atención al estudio y divulgación de las características, enfoque y métodos de la enseñanza problémica y, sin absolutizarla, aplicar consecuentemente todo lo que haga más productiva nuestra manera de enseñar, que propicie situaciones docentes en las que el estudiante se enfrente a problemas, a situaciones que exijan de él un esfuerzo intelectual y una activación del razonamiento, según Ortiz Ocaña.⁽¹⁵⁾

En la búsqueda parcial, uno de los principales métodos problémicos, la solución requiere una búsqueda independiente y es aplicable durante la preparación de los estudiantes para los seminarios, como refieren Pentón Velázquez y col. ⁽¹⁶⁾ Este método, en el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas, se caracteriza por la solución de problemas cercanos a la profesión de manera independiente por parte de los estudiantes, en los cuales el profesor organiza la participación de éstos para la realización de la tarea docente. La conclusión de la búsqueda parcial se realiza por el profesor durante la conversación heurística y los debates profesionales que sostiene con los estudiantes.

Según lo reglamentado para el trabajo docente y metodológico ⁽¹⁷⁾ en las universidades cubanas, el seminario es el tipo de clase que tiene como objetivos fundamentales que los estudiantes consoliden, amplíen, profundicen, discutan, integren y generalicen los contenidos orientados; aborden la resolución de tareas docentes mediante la utilización de los métodos propios de la rama del saber y de la investigación científica; desarrollen su expresión oral, el ordenamiento lógico de los contenidos y las habilidades en la utilización de las diferentes fuentes del conocimiento. Por lo anteriormente expuesto, en esta investigación se escogieron precisamente los seminarios para lograr, a través de un problema, la integración entre la Química Orgánica Farmacéutica I y la Química Orgánica Farmacéutica II. Así como, la vinculación con otras

asignaturas de la especialidad, como son la Química Medicinal, el Análisis Estructural Farmacéutico, Farmacognosia y Química de Productos Naturales y Elementos de Estereoquímica

Materiales y métodos

Métodos teóricos: Histórico-lógico: su uso proporcionó la determinación de los referentes teóricos del tema y su estado actual en el tratamiento de la literatura consultada, así como el establecimiento de los conceptos esenciales. **Enfoque de sistema:** permitió el análisis del estado actual del sistema de conocimientos de las asignaturas Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II para la carrera de Ciencias Farmacéuticas, la necesidad de la revisión de literatura actualizada y de artículos científicos. **Análisis y síntesis:** se utilizó en el estudio de las fuentes de información y de los referentes para la fundamentación teórica del trabajo: Análisis del Modelo del Profesional Farmacéutico, Plan de Estudio “E” y Programas de las asignaturas Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II. **Inductivo–deductivo:** posibilitó arribar a generalizaciones a partir del desenvolvimiento del estudiante con el desarrollo del trabajo.

Métodos empíricos: Criterio de especialistas: se consideraron las opiniones de profesionales de los departamentos de Química y Farmacia de la facultad de Ciencias Naturales y Exactas de la Universidad de Oriente, así se logró la validación de los programas analíticos de las asignaturas Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II.

Resultados y discusión

La Química Orgánica Farmacéutica se encuentra ubicada en el currículo base formando parte de la disciplina Química Farmacéutica en el actual plan de estudio (“E”) de la carrera de Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de Oriente, con la distribución que se muestra en la tabla 1.⁽¹⁸⁾

Esta disciplina abarca los aspectos básicos estructurales de las funciones orgánicas, las principales reacciones donde ellas pueden participar y sus mecanismos de reacción, así como los aspectos estereoquímicos que deben tenerse en cuenta en las mismas. Incluye también los métodos espectroscópicos de caracterización y los aspectos químicos generales de los productos naturales de interés farmacéutico. Además, se estudian las características estructurales de los principales grupos de fármacos relacionando sus propiedades más significativas con los efectos biológicos.⁽²⁾

Tabla 1- Distribución por semestres y horas de las asignaturas de la disciplina Química Farmacéutica.

Asignatura	Currículo	Ubicación	Total de horas
Química Orgánica Farmacéutica I	Básico	1er año /2do semestre	80
Química Orgánica Farmacéutica II	Básico	2do año /1er semestre	80
Análisis Estructural Farmacéutico	Propio	2do año /2do semestre	50
Farmacognosia y Química de los Productos Naturales	Propio	3er año/1er semestre	60
Química Medicinal	Básico	3er año/2do semestre	80

La Química Orgánica Farmacéutica I es la primera asignatura que se imparte de la disciplina, por lo que inicia los conocimientos de la química de los compuestos del carbono abarcando los aspectos básicos estructurales de las funciones orgánicas, las principales reacciones donde ellas pueden participar y sus mecanismos de reacción. El estudiante después de cursar la parte teórica de esta asignatura, así como de la Orgánica Farmacéutica II, se apropia de los elementos químico-estructurales básicos de los compuestos orgánicos, estando en condiciones de establecer relaciones entre las estructuras de los grupos funcionales de los compuestos orgánicos estudiados y sus propiedades químicas y físicas, aspectos que le permiten analizar las propiedades de los mismos como fármacos. Todo lo anterior permite que los estudiantes puedan aplicar e integrar estos conocimientos con los de asignaturas de esta disciplina como la Química Medicinal Análisis Estructural Farmacéutico, Farmacognosia y Química de Productos Naturales y de otras disciplinas como Introducción a las Ciencias Farmacéuticas, Diseño de Fármacos, Elementos de Estereoquímica, entre otras.

La Química Orgánica Farmacéutica I comprende el estudio de estereoisómeros, hidrocarburos alifáticos y aromáticos, compuestos heterociclos, haluros de alquilo y arilo, alcoholes, fenoles y

éteres. La Química Orgánica Farmacéutica II estudia las propiedades de aldehídos y cetonas, ácidos carboxílicos y derivados funcionales, compuestos orgánicos del azufre fundamentalmente ácidos sulfónicos y derivados, aminas, sales de diazonio, amino ácidos y péptidos y finalmente carbohidratos.

Desde el curso 2016-2017 se aplicó una estrategia didáctica para dar cumplimiento al objetivo de vincular al máximo las Química Orgánica Farmacéutica I y II con la profesión farmacéutica, para lo cual se partió desde la misma concepción de sus programas analíticos, respondiendo a los objetivos y sistema de habilidades de la disciplina Química Farmacéutica, donde se encuentran ubicadas. La aplicación de dicha estrategia se concretó en la motivación de las conferencias, ejercicios integradores en clases prácticas y prácticas de laboratorio, así como los materiales confeccionados para el autoestudio colocados en la plataforma Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). Con la implementación del Plan de Estudio “E” en el curso 2018-2019 se mantuvo la ejecución de esta estrategia didáctica incorporando la realización de seminarios, los cuales se concibieron de acuerdo a las habilidades declaradas en los programas analíticos de cada una de las asignaturas antes mencionadas y que responden a la relación asignatura-profesión, las mismas se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2- Habilidades relacionadas con la especialidad farmacéutica plasmadas en el programa analítico de la asignatura Química Orgánica Farmacéutica I.

Tema	Habilidad
Tema 1: Conceptos básicos de la Química Orgánica	Identificar centros quirales en moléculas de fármacos.
	Representar enantiómeros y diastereómeros de moléculas de fármacos que presenten centros quirales.
	Averiguar cuál estereoisómero de un fármaco presenta la actividad terapéutica.
Tema 2: Hidrocarburos	Indagar la correlación que existe entre las conformaciones de alcanos y cicloalcanos y de isómeros geométricos en alquenos con la actividad farmacéutica.
	Predecir el comportamiento químico de fármacos que tengan en sus estructuras dobles enlaces carbono-carbono y anillos bencénicos.
	Escribir las ecuaciones químicas de las reacciones características de hidrocarburos alifáticos y aromáticos.
Tema 3: Introducción a la química de los heterociclos	Buscar la vinculación que existe entre los heterociclos alifáticos y aromáticos con la actividad farmacéutica.
	Identificar en moléculas de fármacos la existencia de anillos de heterociclos.
Tema 4: Derivados halogenados	Distinguir en moléculas de fármacos la presencia de halógenos enlazados a carbono

	alifático o aromático.
	Pronosticar las propiedades químicas de fármacos que presenten átomos de halógenos.
	Expresar a través de ecuaciones químicas las reacciones de haluros de alquilo y de arilo.
Tema 5: Compuestos hidroxílicos y derivados	Indagar acerca de la relación que existe entre las estructuras de los alcoholes, éteres y fenoles con la actividad farmacéutica.
	Reconocer en moléculas de fármacos la presencia de los grupos funcionales de alcoholes, éteres y fenoles.
	Proponer el comportamiento químico de fármacos que presenten en sus estructuras los grupos funcionales de alcoholes, éteres y fenoles.
	Formular las ecuaciones químicas de las reacciones características de los alcoholes, éteres y fenoles.

En este trabajo se presenta el sistema de seminarios implementado y los resultados de su aplicación en las Química Orgánica Farmacéutica I y II en los cursos 2018-2019 y 2019-2020 para el primer y segundo año de la carrera. Este sistema está conformado por dos seminarios (uno en cada asignatura) relacionados entre sí y que contribuyen a un mismo objetivo dentro de la Química Orgánica para farmacéuticos. Su vínculo radica en que el seminario de la Química Orgánica Farmacéutica II abarca contenidos de la Orgánica I y tiene un mayor grado de complejidad en cuanto a la estructura de los fármacos objeto de estudio. Para la concepción de los mismos se tuvo en cuenta, como objetivo general, el que los estudiantes relacionaran los conocimientos adquiridos referentes a las funciones de las familias de compuestos orgánicos estudiadas, estereoisomería y propiedades químicas con la estructura y comportamiento químico de fármacos. En la Química Orgánica Farmacéutica I solo se consideraron los grupos funcionales estudiados en esta asignatura, mientras que en la Química Orgánica Farmacéutica II se integraron los de la Orgánica I, seminarios que se desarrollaron al final de la impartición de cada asignatura.

Tabla 3- Habilidades vinculadas con la especialidad farmacéutica declaradas en el programa analítico de la asignatura Química Orgánica Farmacéutica II.

Tema	Habilidad
Tema 1: Compuestos carbonílicos	Reconocer en moléculas de fármacos la presencia del grupo carbonilo de aldehídos y cetonas.
	Predecir el comportamiento químico de fármacos que posean en sus estructuras grupo carbonilo de aldehídos y cetonas.
	Formular las ecuaciones químicas de las reacciones que efectúan los compuestos

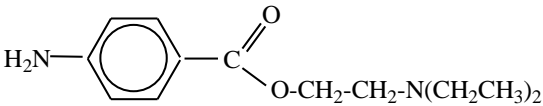
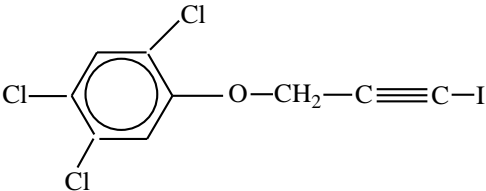
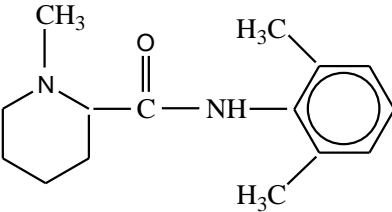
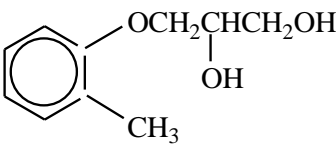
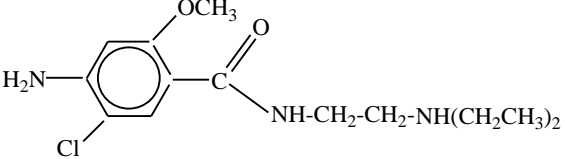
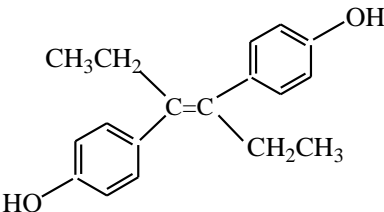
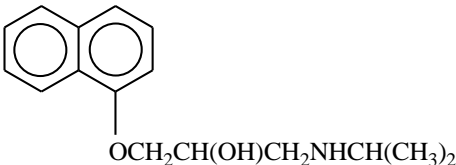
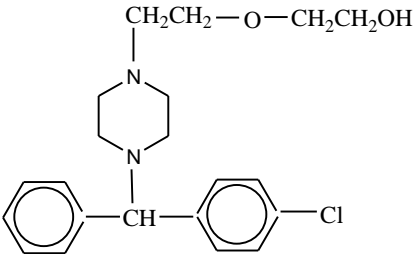
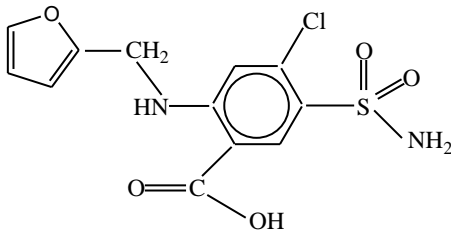
	carbonílicos.
Tema 2: Ácidos carboxílicos y derivados	Distinguir en moléculas de fármacos la presencia de los grupos funcionales de ácidos carboxílicos, amidas y ésteres.
	Pronosticar el comportamiento químico de fármacos que presenten las funciones de ácidos carboxílicos, amidas y ésteres.
	Representar a través de ecuaciones las reacciones químicas que llevan a efecto los ácidos carboxílicos y sus derivados.
Tema 3: Compuestos orgánicos del azufre	Identificar en moléculas de fármacos la existencia de los grupos funcionales de las sulfonamidas.
	Predecir las propiedades químicas de fármacos que contengan el grupo funcional de las sulfonamidas.
	Expresar a través de ecuaciones las reacciones químicas que efectúan las sulfonamidas.
Tema 4: Compuestos orgánicos nitrogenados	Reconocer en moléculas de fármacos la presencia de los grupos funcionales de las aminas, tanto alifáticas como aromáticas.
	Pronosticar el comportamiento químico de fármacos que presenten en sus estructuras grupos amino.
	Formular las ecuaciones de las reacciones químicas fundamentales de las aminas alifáticas y aromáticas.

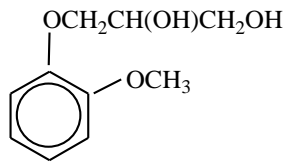
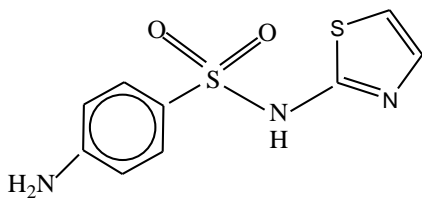
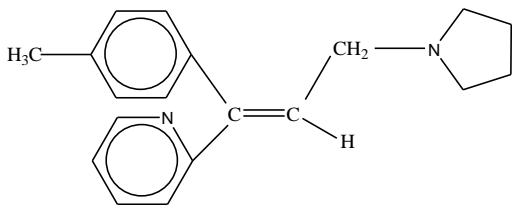
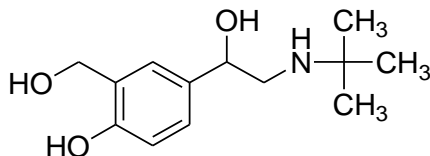
En cada grupo de estudiantes se organizaron equipos con dos o tres integrantes dependiendo de la matrícula y a cada equipo se le dio el nombre de un fármaco, en inglés, para:

- Buscar la fórmula estructural de la molécula.
- Indagar sobre su acción farmacológica y formas de presentación del fármaco.
- Reconocer en la estructura de la molécula del fármaco los grupos funcionales que la componen y la existencia de centros quirales.
- Representar los estereoisómeros cis y trans (en caso de existir dobles enlaces $C=C$) o R y S (si la molécula presenta centro quiral) y averiguar cuál de ellos posee la acción farmacéutica.
- Predecir los tipos de reacciones químicas que puede llevar a efecto el fármaco según los grupos funcionales presentes en su estructura.
- Escribir, a manera de ejemplo, una ecuación química para cada tipo de reacción planteada.
- Investigar en la composición del medicamento la forma química en la que se comercializa el mismo.

En la tabla 4 se muestran algunos ejemplos de los fármacos objeto de estudio en los seminarios, de un total para la Química Orgánica Farmacéutica I de 9 fármacos y para la Química Orgánica Farmacéutica II de 11 fármacos, la gran mayoría de ellos se encuentran reportados en los textos de Kar ⁽¹⁹⁾, Vardanyan y Hruby ⁽²⁰⁾, Silverman y Holladay ⁽²¹⁾ y Lednicer y Mitscher. ⁽²²⁾

Tabla 4- Algunos ejemplos de fármacos objeto de estudio en los seminarios de las asignaturas Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II.

Química Orgánica Farmacéutica I	Química Orgánica Farmacéutica II
<p>Fluroxeno (anestésico general)</p> $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{-O-CH=CH}_2$	<p>Procaína (anestésico local)</p> 
<p>Haloprogina (antifúngico)</p> 	<p>Mepivacaína (anestésico local)</p> 
<p>Mefenesina (relajante muscular)</p> 	<p>Metoclopramida (tratamiento de náuseas y vómitos)</p> 
<p><i>trans</i>-Dietilestilbestrol (carcinoma mamario y prostático)</p> 	<p>Propanolol (RS) (antihipertensivo, antiaritmico)</p> 
<p>Hidroxicina (RS) (antihistamínico, antiemético, ansiolítico)</p> 	<p>Furosemda (diurético)</p> 

<p>Guaifenesina (RS) (expectorante)</p> 	<p>Sulfatiazol (antibiótico)</p> 
<p>Tripolidina (E) (antihistamínico)</p> 	<p>Salbutamol (RS) (asma bronquial)</p> 

Se confeccionaron guías metodológicas para la preparación de los seminarios las que se encuentran en la plataforma Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA). Los métodos utilizados por los estudiantes fueron la búsqueda bibliográfica, tanto en textos de la especialidad como en internet, las entrevistas con especialistas en el tema y la búsqueda del prospecto del fármaco bien en farmacias o con familiares que tengan indicado dicho medicamento. Los libros de textos se encuentran escritos en idioma inglés y para la confección del trabajo escrito se emplearon procesadores de texto. La evaluación se realizó a través de la exposición en clase del trabajo realizado, donde se tuvieron en cuenta el contenido, la coherencia, el grado de cumplimiento de los objetivos, la exposición, respuestas a las preguntas del profesor, el trabajo en equipo y la calidad del trabajo escrito presentado.

En cada asignatura se realizó un seminario integrador después de haber impartido las propiedades de las familias de compuestos orgánicos incluidas en este tipo de evaluación. Los resultados alcanzados se catalogan de buenos, para la Química Orgánica Farmacéutica I en el primer año del curso 2018-2019 se logró el 73,33% de aprobados (22 aprobados de un total de 30 estudiantes), resultado que se considera adecuado si se tiene en cuenta el año académico y el grado de integración que tenían implícitos los seminarios. En la Química Orgánica Farmacéutica II en el segundo año del curso 2019-2020 los estudiantes demostraron un mayor dominio de los contenidos asignados en los seminarios, se obtuvo un 87% de aprobados (20 aprobados de un total de 23 estudiantes), lo cual es lógico pues ya tenían como base los fundamentos y principios de la Química Orgánica Farmacéutica I. Dentro de las principales dificultades que presentaron los

estudiantes se puede citar el relacionar el posible comportamiento químico del fármaco según algunos grupos funcionales presentes en la molécula, tales son los casos de la formación de sales de las aminas y la hidrólisis de ésteres, de amidas y de sulfonamidas.

Los seminarios resultaron de gran motivación para los estudiantes, en esto incidió que la mayoría de los fármacos asignados a ellos son compuestos polifuncionales cuyos grupos funcionales responden a los estudiados en las Química Orgánica Farmacéutica I y II, poniéndose de manifiesto la relación estructura-propiedad. Algunos de esos fármacos, como la Guaifenesina, Salbutamol, Hidroxicina y Propanolol son medicamentos que se utilizan en su forma racémica (R,S), el Dietilestilbestrol y la Tripolidina en forma de sus isómeros geométricos trans, comprobándose así la importancia de la estereoisomería en la actividad farmacéutica. Por otra parte, muchos de ellos visitaron farmacias para investigar en los prospectos correspondientes a sus fármacos la forma química en que son suministrados. Otros lo hicieron por revisión en internet, de esta manera corroboraron la importancia de las sales orgánicas nitrogenadas, tales son los casos de la Procaína, la Mepivacaína, el Propanolol y la Metoclopramida que se administran en forma de sus clorhidratos y el Salbutamol como sulfato. En su totalidad, los estudiantes ampliaron los aspectos a indagar e hicieron alusión a la farmacocinética y mecanismos de acción de sus medicamentos. Algunos abordaron cuestiones históricas y en la mayoría de los casos reportaron si el fármaco actualmente está en uso o no, en qué año fue retirado del mercado y las causas. De esta manera los estudiantes se enfrentaron a la búsqueda de nuevos conceptos lo que posibilitó la autogestión del aprendizaje.

Con los seminarios se contribuyó al perfeccionamiento de la expresión oral y escrita de los estudiantes, al ordenamiento lógico de los contenidos y se incidió en la consolidación de habilidades relacionadas con la utilización de diferentes fuentes del conocimiento, así como se incentivó la participación activa tanto individual como colectiva, en torno a la búsqueda de soluciones a problemas cercanos a su actuación como profesional.

El actuar en las dos asignaturas objeto de investigación permitió al estudiante motivarse más por su aprendizaje próximos a sus intereses y cotidianidad; comprensión en cuanto a aplicabilidad, utilidad, beneficios del conocimiento y comprensión de problemas sociales, en integración con contenidos disciplinares, en concordancia con lo planteado por Parga y Piñeros.⁽²³⁾

La Química Orgánica es la rama de la Química en que es más fácil relacionar la estructura con las propiedades de las sustancias. Si se observa la fórmula estructural de un compuesto orgánico pueden deducirse, y explicarse muchas de sus propiedades, lo cual pudo ser corroborado por los estudiantes con la ejecución de los seminarios. De esta manera, el estudiante después de haber cursado las dos asignaturas pertenecientes a la Química Orgánica Farmacéutica está dotado de los conocimientos necesarios para dominar determinadas habilidades de asignaturas posteriores de la carrera ^(2; 18), como:

- ✓ el Análisis Estructural Farmacéutico en cuanto a la identificación y caracterización de compuestos orgánicos mediante el análisis integral de espectros que les permita proponer una estructura química concreta,
- ✓ la Química Medicinal en lo que se refiere al reconocimiento de las características estructurales de los principales grupos de fármacos (mayoritariamente de naturaleza orgánica) relacionando sus propiedades con los efectos biológicos distintivos de cada grupo basándose en la relación estructura-actividad biológica y teniendo en cuenta las representaciones tridimensionales de la estructura de la molécula del fármaco,
- ✓ Farmacognosia y Química de Productos Naturales en lo que concierne a la clasificación de los principales grupos o subgrupos de productos naturales según su estructura, explicando las propiedades químicas que los caracterizan,
- ✓ Diseño de Fármacos en la que tendrá un conocimiento adecuado en cuanto a la estructura y propiedades químicas derivadas de cualquier sustancia lo que contribuirá al diseño de nuevos fármacos con potencial actividad farmacológica mediante programas computacionales,
- ✓ Elementos de Estereoquímica en la que se le facilitará reconocer las relaciones estereoisoméricas que existen entre pares de compuestos orgánicos, la quiralidad y sus tipos mediante la utilización de los elementos de simetría, las implicaciones energéticas que implican los diferentes conformeros y su relación con su estabilidad y abundancia relativa en el equilibrio conformacional. Así como, entender el empleo compuestos estereoisoméricos puros (enantiómeros y diasterómeros) y mezclas racémicas como fármacos.

Lo anterior significa que el estudiante está preparado para predecir, tomando como base las características estructurales, las propiedades químicas de los fármacos, así como de otras estructuras relacionadas que determinan la actividad y uso de los mismos en el sistema primario de salud.

Conclusiones

El sistema de seminarios implementado en las asignaturas Química Orgánica Farmacéutica I y Química Orgánica Farmacéutica II para la carrera de Ciencias Farmacéuticas: Tiene un carácter integrador y con su aplicación se obtuvieron resultados satisfactorios, demostrado por la motivación despertada en los estudiantes y los resultados cuantitativos alcanzados. Permitió que los estudiantes se enfrentaran a la búsqueda de nuevos conceptos, lo que posibilitó la autogestión del aprendizaje y realizaran la revisión de información científica en función de la ejecución de tareas relacionadas con la actividad farmacéutica. Logró que los estudiantes profundizaran, integraran y generalizaran los contenidos de las Química Orgánica Farmacéutica I y II, así como con otras asignaturas de la profesión, lo que puso de manifiesto la vinculación estrecha que existe entre la Química Orgánica y la especialidad farmacéutica.

Referencias bibliográficas

1. HENRÍQUES-RODRÍGUEZ, R. D. “Bioética en la formación del profesional farmacéutico”. *Revista Cubana de Farmacia* [en línea], 2006, **40** (3) [fecha de consulta: 3 de febrero de 2020]. ISSN 1561-2988. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152006000300010
2. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Centro Rector Universidad de la Habana. Carrera Ciencias Farmacéuticas. Plan de estudio “E”, 2017.
3. ESPINOZA-FREIRE, Eudaldo, E. Capítulo I. La interdisciplinariedad. En: *La interdisciplinariedad en el proceso docente educativo del profesional en educación*. Editorial “Universo Sur”, 2018, pp. 10-40. ISBN: 978-959-257-516-5. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/327545071_La_interdisciplinariedad_en_el_proceso_docente_educativo_del_profesional_en_educacion/link/5b9535da4585153a53122c01/
4. JUNTA DE ACREDITACIÓN NACIONAL. Sistema de Evaluación y Acreditación de Carreras Universitarias (SEA-CU), 2014. República de Cuba.
5. VELÁZQUEZ-REVILLA, L. M.; REVILLA-PUENTES, J. A.; GUERRA-ORTIZ, M. E. “Confeción de mapas conceptuales para la enseñanza de la Química Orgánica”. *Revista Cubana de Química*. 2018, **30** (3), 539-558. ISSN: 2224-5421. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=2224-542120180003&Ing=es&nrm=iso
6. BURTON. G. Química y Salud [en línea] [fecha de consulta: 4 de febrero de 2020]. Disponible en: https://www.ancefn.org.ar/user/files/QUIMICA_Y_SALUD.pdf
7. ESCOBAR-LORENZO, R.; PÉREZ-VALLEJO, J. R. “La química general como contribución a la formación laboral del ingeniero agrónomo”. *Revista Cubana de Química*. 2015, **27** (1), 87-109. ISSN 2224-5421. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s2224-54212015000100007&script=sci_pdf&tlng=es
8. VIZCAÍNO-ESCOBAR, A. E.; OTERO, R. I. “Enseñar-aprender para el desarrollo: la interdisciplinariedad como una alternativa de solución”. *Psicología para América Latina* [en línea] 2008, (14), [fecha de consulta: 12 de marzo de 2020]. ISSN: 1870-350X. Disponible en:
http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-350X2008000300014&lng=pt&nrm=iso

9. FERNÁNDEZ DE ALAIZA, B. *La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación en la Ingeniería en Automática en la República de Cuba*. Tesis de doctorado en Ciencias Pedagógicas. La Habana. Cuba, 2001.
10. TORRES-MIRANDA, T. “La enseñanza problémica y el desarrollo de la creatividad desde la Historia en la formación de profesionales de la Educación”. VARONA. 2009, (48-49), 60-66. ISSN: 0864-196X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360636904009.pdf>
11. GONZÁLEZ-CAPDEVILA, O.; GONZÁLEZ-FRANCO, M.; COBAS-VILCHES, M. E. “Estrategia curricular para la formación de habilidades investigativas en el médico general básico”. *Revista Edumecentro*. 2011, **3** (1), 55-63. ISSN-e: 2077-2874. Disponible en: http://edumecentro.vcl.sld.cu/index.php?option=com_content&task=view&id=270&Itemid=292
12. RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ V. S.; RODRÍGUEZ-CADALSO, A. E.; ZERQUERA-TÉLLEZ, R. C. “La ética y la bioética en la formación del farmacéutico”. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*. 2011, **3** (31) [en línea] [fecha de consulta: 3 de febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/ced/31/jct.html>
13. PUIG-VÁZQUEZ, L.; CURUNEAUX-AGUILAR, E.; CHÁVEZ-JIMÉNEZ, M.; BONY-DEL-POZO, P. L.; MONTES DE OCA-SELIM, V. “La enseñanza problémica como alternativa didáctica en el tema Estadísticas Sanitarias para la asignatura Metodología de la Investigación y Estadística”. *Revista de Información Científica*. 2016, **95** (6), 985-993. ISSN 1028-9933. Disponible en: http://scholar.google.com/cu/scholar_url?url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6027458.pdf&hl=es&sa=X&scisig=AAGBfm1Oq4CzFQp5nrza3bXtmkx82e3fw&nossl=1&oi=scholar
14. CASALS-HUNG, M.; GARCÍA-LÓPEZ, A. “Algunos aspectos metodológicos para la enseñanza problémica de la asignatura Equilibrio II de la carrera Licenciatura en Química en la República de Cuba”. *Revista Cubana de Química*. 2006, **XVIII** (2), 19-25. ISSN: 2224-5421. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543704009>
15. ORTIZ-OCAÑA, A. “Metodología para la enseñanza problémica de la contabilidad en la formación profesional”. *Revista Méthodos*. 2015, (13), 17-32. ISSN: 1692-2875. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/315831995_METODOLOGIA_PARA_LA_ENSEÑANZA_PROBLEMICA_DE_LA_CONTABILIDAD_EN_LA_FORMACION_PROFESIONAL_METHODODOLOGY_FOR_TEACHING_PROBLEM_OF_ACCOUNTING_IN_THE_PROFESSIONAL_FORMATION/link/58ea53b4458515e30dcfb53c/

16. PENTÓN-VELÁZQUEZ, Á. R.; PATRÓN-GONZÁLEZ, A.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, M. P.; ALBERTO-RODRÍGUEZ, Y. “Elementos teóricos de la enseñanza problémica. Métodos y Categorías”. *Gaceta Médica Espirituana*. 2012, **14** (1), 61-67. ISSN: 1608 – 8921. Disponible en:

http://scholar.google.com/cu/scholar_url?url=http://www.revmespirituana.sld.cu/index.php/gme/article/

17. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Resolución No. 2. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, 2018, (25), 647-709. ISSN: 1682-7511. Disponible en: <http://www.gacetaoficial.cu/>

18. FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS. Universidad de Oriente. Carrera Ciencias Farmacéuticas. Plan de estudio “E”, 2017.

19. KAR, A. *Medicinal Chemistry*. 4ta Edición. New Delhi: New Age International Publishers, 2007. ISBN: 978-81-224-2305-7

20. VARDANYAN, R. S. y HRUBY, V.J. *Synthesis of Essential Drugs*. 1ra Edición, USA: Elsevier, 2006 ISBN: 978-0-444-52166-8

21. Silverman, R. B. y Holladay, M. W. *The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action*. 3ra Edición. USA: Elsevier, 2014. ISBN: 978-0-12-382030-3

22. Lednicer, D. y Mitscher, L. A. *The Organic Chemistry of Drug Synthesis*. Vol. 1. 2da Edición New York: John Wiley & Sons, 1977. ISBN 0-471-52141-8

23. PARGA-LOZANO, D. L.; PIÑEROS-CARRANZA, G. Y. “Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados”. *Educación Química*. 2018, **29** (1), 55-64. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324382549_Ensenanza_de_la_quimica_desde_contenidos_contextualizados

Conflicto de interés

La autora declara que no existen conflictos de intereses en el trabajo presentado.

Contribución de la autora

La autora contribuyó en toda la investigación realizada, desde su concepción, revisión bibliográfica, diseño y aplicación de los seminarios, interpretación de los resultados, redacción del artículo, valoración e inclusión de las sugerencias de los árbitros, hasta la presentación de la versión final.