



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD QUÍMICA**

---

---

**IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS  
DIGITALES PARA LA ELABORACIÓN DE  
MATERIAL DIDÁCTICO EN EL LABORATORIO  
DE QUÍMICA ORGÁNICA**

**T E S I N A**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIOLÓGICO**

**Presenta:**

**Eduardo Lara Ocejo**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, 2021**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

**PRESIDENTE:** Profesora: CABALLERO ARROYO YOLANDA

**VOCAL:** Profesora: GONZÁLEZ QUEZADA MARTHA YOLANDA

**SECRETARIO:** Profesora: GAVILÁN GARCÍA IRMA CRUZ

**SUPLENTE 1:** Profesora: OLVERA LEÓN MARÍA DE LOS ÁNGELES

**SUPLENTE 2:** Profesor: PÉREZ DÍAZ JOSÉ OSCAR HUMBERTO

## **SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA**

FACULTAD DE QUÍMICA

## **ASESOR DE TEMA**

M. en C. GONZÁLEZ QUEZADA MARTHA YOLANDA

## **SUSTENTANTE**

LARA OCEJO EDUARDO

# ÍNDICE

---

<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Marco teórico</b> .....	3
1. Dificultades en la enseñanza de la Química Orgánica.....	3
2. Generación de material didáctico utilizando programas computacionales..	4
<b>III. Metodología</b> .....	7
<b>IV. Manual de prácticas de Química Orgánica III (1521)</b> .....	10
1. Introducción .....	10
2. Práctica 1. Reacción de aminación reductiva .....	14
3. Práctica 2. Síntesis de pirroles .....	20
4. Práctica 3. Síntesis de índoles .....	26
5. Práctica 4. Síntesis de isoxazolonas .....	32
6. Práctica 5 primera parte. Síntesis de 1,4-dihidropiridinas .....	38
7. Práctica 5 segunda parte. Síntesis de piridinas.....	46
8. Práctica 6. Síntesis de pirazinas .....	52
9. Práctica 7. Síntesis de pirimidinas .....	57
10. Práctica 8. Síntesis de furanos .....	63
11. Práctica 9. Identificación de aminoácidos .....	72
12. Práctica 10. Identificación de proteínas, lípidos y carbohidratos en productos lácteos .....	80
13. Tabla de pictogramas .....	88
14. Aplicación de protocolos en clases a distancia .....	90

<b>V. Discusión de resultados</b> .....	93
1. Modelación molecular .....	93
2. Diagramas de flujo .....	94
3. Vídeos .....	95
4. Códigos QR .....	95
5. Aplicación de los protocolos en clases a distancia .....	96
<b>VI. Conclusiones</b> .....	99
<b>VII. Bibliografía</b> .....	100

## I. INTRODUCCIÓN

---

En la enseñanza de la Química Orgánica existen diversos factores que obstaculizan el aprendizaje por parte de los estudiantes, algunos de esos factores son: la complejidad y cantidad de información contenida en los cursos, clases de carácter expositivo, el papel pasivo del estudiante en las aulas, el escaso desarrollo de la habilidad que se requiere para comprender y visualizar moléculas y esquemas en tercera dimensión con representaciones bidimensionales.

De forma paralela, pueden surgir circunstancias inéditas que dificultan el proceso de aprendizaje, debido a ello, se requiere de nuevas herramientas didácticas y adecuación de los contenidos previstos en los temarios de las asignaturas que se imparten durante la trayectoria escolar. En la actualidad, la emergencia sanitaria provocada por el virus Sars-Cov-2 conlleva un reto de adecuación de los cursos para implementarse de manera virtual.

El uso de herramientas digitales proporciona un área de oportunidad para generar material didáctico que implemente contenidos diversos y atractivos para los estudiantes que cursen asignaturas de manera no presencial. Por medio de elementos gráficos tales como: imágenes, colores, vídeos, esquemas y diagramas; se pueden llevar a cabo sesiones de clase que incentiven al estudiante a continuar con su formación académica.

La gran diversidad de *softwares* nos brinda amplias posibilidades para ajustar las actividades experimentales realizadas en los laboratorios a materiales digitales de consulta para el estudiante inscrito en la asignatura.

El objetivo de este trabajo fue adecuar el manual de prácticas de laboratorio de la asignatura de Química Orgánica III (1521), utilizando diferentes softwares para generar contenidos didácticos de consulta, para los estudiantes.

Los protocolos fueron retomados del manual de prácticas desarrollado por los docentes del Departamento de Química Orgánica que imparten los cursos experimentales, y se complementaron con contenidos atractivos, de fácil acceso.

Los contenidos agregados son: diagramas de flujo, vídeos explicativos de los mecanismos de reacción, mecanismos de reacción, modelación molecular tridimensional, tablas y esquemas, además de un formato que se puede consultar de manera sincrónica y asincrónica de la clase.

Como parte de su desarrollo los protocolos actualizados fueron utilizados durante un curso de la asignatura con la finalidad de obtener información de parte de los alumnos, para conocer áreas de oportunidad en las cuales el material generado, se pueda mejorar por medio de retroalimentación. Con los resultados obtenidos se realizaron las adecuaciones pertinentes y su posterior evaluación, en donde se obtuvieron resultados favorables con referencia al producto obtenido, argumentando que es un material atractivo visualmente, fácil de comprender y manejar, además de ser una herramienta accesible para ser aplicada en cursos posteriores.

## II. MARCO TEÓRICO

---

### II.1 Dificultades en la enseñanza de la Química Orgánica

La enseñanza de la Química se ha modificado y evolucionado con el paso del tiempo a causa de las necesidades que surgen, debido a esto la manera en la cual se imparten los cursos de esta disciplina tienen como reto modificarse con la finalidad de adaptarse a los requerimientos actuales. En el período 2020-2021, la población mundial se encuentra en una situación de emergencia a consecuencia de la pandemia ocasionada por el virus Sars-Cov-2; el sector educativo (docentes, alumnos y administrativos) resultó afectado, por ende surge la necesidad de implementar herramientas digitales para dar continuidad a los cursos impartidos en las instituciones académicas. (Contreras, 2020)

La adecuación de los cursos de Química Orgánica ante esta problemática, presentan diversas dificultades debido a varios aspectos asociados a la asignatura; uno de los más importantes hace referencia a la actitud pasiva del estudiante al cursar la asignatura, ocasionado por la dinámica de las clases que se imparten en las aulas la cual tiene un carácter expositivo, en donde el alumno solamente es receptor de la información proporcionada por el docente, ésta dinámica convierte al profesor en parte fundamental para el aprendizaje del estudiante (Boiani, 2004).

Los siguientes factores significativos que intervienen son la cantidad, la complejidad de la información que se vierte durante los cursos y el lenguaje que posee la química orgánica, el cual los alumnos van incorporando con el paso del tiempo, no obstante este lenguaje es bastante amplio y complejo.

Además, la percepción tridimensional que se requiere para la mejor comprensión de los conceptos, reacciones y propiedades de las moléculas, es una habilidad poco desarrollada, debido a que las herramientas utilizadas durante las clases como los pizarrones, diapositivas y libros en donde se observan modelos o esquemas bidimensionales no corresponden a la realidad. (Martínez, García y Escalona,



2017). Como resultado de cada uno de estos factores, los alumnos generan con frecuencia una percepción negativa de la asignatura, calificándola como aburrida, tediosa e incomprensible. (Boiani, 2004).

## **II.2 Generación de material didáctico utilizando programas computacionales**

El requerimiento de material didáctico que ayude a atenuar las problemáticas que presenta la enseñanza de la química orgánica lleva a la necesidad de utilizar y desarrollar herramientas digitales que permitan al estudiante y al docente poder trabajar de forma sincrónica y asincrónica. La implementación de diversos *softwares* para generar contenidos atractivos y de calidad, genera la necesidad de capacitación para todo aquel que desee desarrollar este tipo de material, lo que reduce su utilización durante los cursos.

No obstante, la afectación ocasionada por la pandemia ha expuesto la necesidad de utilizar *softwares* y genera una obligación de la comunidad académica de aprender a utilizarlos de la forma más productiva posible. (Contreras, 2020)

En la actualidad la gran diversidad de *softwares* proporcionan una gran variabilidad de opciones para llevar a cabo actividades con fines didácticos, la adaptabilidad de los *softwares* depende de la finalidad que se piense dar, la importancia de ellos radica en la posibilidad de implementar uno o varios de forma simultánea en un solo material o documento.

La elaboración de material didáctico tiene desafíos que se deben de enfrentar, los más importantes son:

- Generar un interés y ser llamativo, motivando al estudiante a utilizarlos.
- Promover su uso como instrumento para originar un conocimiento constructivo, donde el estudiante sea quien genere el conocimiento y el profesor sea una guía que pueda asesorar y dar el rol principal al alumno,

obteniendo como resultado una actitud activa en el aula. (Barreque et al 2021)

- Utilizar de forma correcta las imágenes, éstas poseen una gran importancia debido a que proporcionan una relación entre los conceptos aprendidos con palabras y la realidad; para tener un uso correcto de ellas se debe conocer la finalidad que se les dará en el material (representacional, explicativa, decorativa o nemotécnica), dado que el uso indiscriminado de imágenes puede perjudicar al estudiante por la saturación del espacio y por no saber discernir entre una figura decorativa y una representacional. (Raviolo, 2019)
- Implementar herramientas que ayuden al estudiante en la comprensión del tema, la incorporación de instrumentos adicionales al material digital o impreso proporcionan al estudiante un mayor contenido que puede mejorar, generar o modificar el entendimiento del tema.

Se deben de tomar en cuenta los aspectos mencionados previamente para incluirlos en el material que se genera. Por ello el uso de colores, esquemas claros explicados de forma adecuada, diagramas de flujo, modelaciones bidimensionales y tridimensionales, vídeos, tablas y gráficas son elementos que pueden ser utilizados para la creación y desarrollo de estos materiales.

Un objetivo que se debe tomar en cuenta es la facilidad que puede tener un material didáctico de ser utilizado de forma tanto digital como física, a causa de que en ocasiones el alumno no puede tener acceso a todos los contenidos presentes en el material debido a diversas cuestiones (económicas, personales o de trabajo) por ello se debe de contemplar este aspecto.

Para la asignatura de laboratorio de química orgánica, se requiere de contenidos que proporcionen al estudiante una mejor comprensión espacial de las moléculas

que están involucradas en las reacciones; además que propicien el desarrollo de habilidades analíticas sobre las técnicas y reactivos a implementar para construir un conocimiento técnico y académico de los procesos a realizar en el laboratorio. El objetivo es extender la capacidad de generar hipótesis, análisis de los resultados y conclusiones de manera correcta con base en el manejo de la información obtenida durante la práctica. (Viera, Ramírez y Fleisner, 2017). La finalidad es que el estudiante no actúe de forma pasiva siguiendo pasos consecutivos con el propósito de obtener un producto establecido.

En un laboratorio se requiere que los artefactos e instrumentos utilizados durante las actividades experimentales cumplan con las especificaciones establecidas para obtener un resultado óptimo, sin embargo, la información y su correcta documentación son elementos que también deben de cumplir con especificaciones, para ello se requiere de un documento en el cual se pueda verter toda la información, este documento es conocido como bitácora.

La bitácora proporciona información organizada, verídica y necesaria para el usuario, compañeros de trabajo y docentes en caso de ser necesario, con ella se puede realizar de manera más sencilla un reporte o informe de las actividades realizadas durante la permanencia en el laboratorio. (Peres, 2018)

La evaluación es una actividad requerida en los cursos impartidos en los sistemas educativos, en consecuencia la elección de parámetros a evaluar es una actividad que realizan los docentes, en el caso de la química orgánica no es la excepción, por ello el uso de un formato definido ayuda a fijar los parámetros a evaluar, sin contemplar aspectos subjetivos por parte del docente.

La implementación de un material didáctico que retome cada uno de los aspectos revisados con anterioridad puede facilitar al docente y al alumno, a realizar las actividades respectivas durante los cursos, con la finalidad de obtener una forma de trabajo aplicable de manera presencial y a distancia; de modo asincrónico o sincrónico en donde el alumno construye su propio conocimiento y el docente actúa como guía y evaluador de este.

### III. METODOLOGÍA

---

Para comenzar a plantear el proyecto se analizaron las oportunidades de mejora del curso de laboratorio de Química Orgánica III (1521) impartido en la Facultad de Química. Se determinó reforzar los siguientes aspectos: a) la estereoquímica, presentando de forma tridimensional las moléculas que usualmente se representan en un plano en los manuales y en los pizarrones del laboratorio, b) el análisis de las técnicas llevadas a cabo durante las sesiones experimentales, en donde además de obtener el producto descrito en el protocolo también se dé prioridad a los aspectos fisicoquímicos involucrados para obtener el producto final, c) la comprensión de los protocolos y la aplicación que tienen otros productos con estructuras que contengan el heterociclo obtenido en la práctica.

Finalmente se creó un formato único para hacer el reporte de la práctica, facilitando al docente el asignar una calificación a los trabajos de los alumnos, evitando la entrega de formatos variados y la subjetividad que se debe emplear para determinar una calificación.

La selección de los protocolos del laboratorio se basó en las prácticas previamente establecidas para el curso de Laboratorio de Química Orgánica, se respetó la organización previa de este curso y se tomó como referencia el manual elaborado por los profesores pertenecientes al Departamento de Química Orgánica. El manual consta de once prácticas distribuidas a lo largo del semestre, dichas prácticas se desarrollaban de manera presencial, con motivo de la pandemia por el virus Sars-Cov-2 se buscó desarrollar un formato de protocolo accesible y atractivo para el estudiante, en el cual se encuentren diversos contenidos extras que beneficien al aprendizaje de alumno.

En el diseño del manual se utilizó *Word*®, debido a que permite insertar tablas, cuadros de texto y formas que proporcionan características explicativas y estéticas al manual, además por la facilidad de manejo y la capacidad de colocar objetos provenientes de otros *softwares*. Para generar un protocolo con una mayor organización se seccionó en: título, objetivos de la práctica, hipótesis, reacción a

realizar en la práctica, antecedentes, parte experimental, mecanismo de reacción, procedimiento, resultados, análisis de resultados, conclusiones y bibliografía. La división tiene como objetivo que el estudiante y docente puedan encontrar con mayor facilidad la información o la parte del protocolo requerida en un momento específico, al igual, cumple una función de bitácora para el alumno, en donde puede desarrollar solamente un documento previo, durante y posteriormente a la actividad experimental.

Con la finalidad de crear las estructuras químicas y mecanismos de reacción se utilizaron *chem draw*® y *chem 3D*®, con el uso de estos softwares se hicieron los mecanismos de reacción que fueron analizados durante cada práctica haciendo uso de flechas y utilizando colores, al igual se crearon modelos de moléculas con importancia farmacológica con una finalidad representativa y explicativa. Los mecanismos se modelaron de forma tridimensional para realizar vídeos descriptivos de las transformaciones ocurridas.

Se desarrollaron diagramas de flujo utilizando la herramienta *Visio*®, los diagramas de flujo se diseñaron con el objetivo de explicar al alumno cada uno de los pasos secuenciados para obtener el producto planteado. Con el uso de colores como indicadores para ir guiando al estudiante en los diagramas se pueden agregar elementos como códigos QR y preguntas referentes al análisis de la técnica de algunos pasos del procedimiento sin que el estudiante se confunda con estos elementos y los pasos secuenciados del procedimiento experimental. Las preguntas se basaron en la importancia que tienen tanto los reactivos como los procedimientos o actividades que se llevan a cabo durante la experimentación, para que el alumno razone lo acontecido durante la sesión experimental.

Los vídeos de los mecanismos de reacción se realizaron con el *software adobe premier pro*®, esta herramienta fue seleccionada por la capacidad de adjuntar cada una de las simulaciones hechas con *Chem 3D*® y colocar una explicación química concisa de lo ocurrido en cada uno de los pasos de los mecanismos de reacción al mismo tiempo que pueden observar cómo se van modificando estructuralmente las moléculas involucradas en la reacción.

Posteriormente se buscó bibliografía referente a cada uno de los protocolos en bases de datos, bibliotecas digitales y libros para poder obtener fragmentos o artículos con los cuales el alumno se puede guiar hacia una investigación bibliográfica en fuentes confiables para resolver los antecedentes de la práctica a realizar. El contenido bibliográfico, modelaciones moleculares y vídeos fueron adjuntados al manual utilizando códigos QR, desarrollados por el software *QR-Code studio 1.0*®, con esta herramienta se obtuvieron códigos QR únicos para cada uno de los contenidos adicionales, los cuales, se colocaron en partes específicas de cada uno de los protocolos. El objetivo de estos códigos es facilitar al estudiante el acceso a estos contenidos sin saturar el manual, para ello solo se necesita de un dispositivo que lea los códigos para que al momento de leerlo despliegue el contenido digital en el dispositivo. Contemplando la posibilidad de no poseer un dispositivo con estas características se colocan las URL en la sección de bibliografía para poder desplegar este contenido.

Para el ensamblaje del manual consideró que algunos alumnos no pueden tener el manual en un formato digital y por ello se guardó en formato PDF para ser impreso y utilizarse de la misma forma. Al igual se conceptualiza que el manual tiene una función de bitácora para que se entregue el trabajo previo, la parte experimental e informe en el mismo documento.

Finalmente, durante la pandemia se adoptó un formato de clases a distancia por lo cual, se realizaron clases de laboratorios virtual, para ello se planteó el uso de algunos protocolos desarrollados en el proyecto con la finalidad de obtener opiniones y recomendaciones de los alumnos de un grupo que cursaron la asignatura de Laboratorio de Química Orgánica III. Se realizaron cuestionarios para conocer sus opiniones.

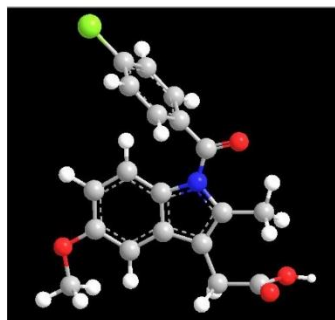
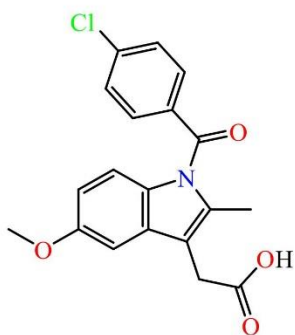
## IV. MANUAL DE PRÁCTICAS DE QUÍMICA ORGÁNICA III (1521)



Universidad Nacional Autónoma de  
México  
Facultad de Química



# Manual de prácticas de Química Orgánica III (Clave 1521)



## INTRODUCCIÓN

En el presente manual se utilizan códigos QR, con los cuales se accede a bibliografía, moléculas en tercera dimensión y videos explicativos de los mecanismos de reacción.



Para acceder al contenido que se encuentra en los códigos QR, se debe de utilizar la cámara de un dispositivo con acceso a internet (Tablet o celular) y enfocar el código, en la pantalla del celular aparecerá el enlace en donde se encuentra el contenido que se quiere observar.

El manual funciona como una bitácora, en la cual, se debe de colocar toda la información sobre la práctica a realizar en cada sesión.

### ¿Cómo plantear un objetivo?

Se debe de conocer qué es lo que se desea hacer, comprobar u observar al realizar el experimento. Al momento de redactar se debe expresar con qué finalidad se realiza el experimento.

### Recuerda

- Se puede hacer uso de la taxonomía de Bloom para redactar correctamente el objetivo.
- Se pueden plantear varios objetivos en un experimento, siempre y cuando puedan cumplirse en las condiciones programadas en la actividad experimental.

### ¿Cómo plantear una hipótesis?

Al plantear una hipótesis se debe recurrir al conocimiento teórico que se posee para suponer un resultado que se obtendrá al realizar un experimento.

### Recuerda

- Las hipótesis se escriben en tiempo futuro, debido a que son suposiciones.
- La suposición no siempre se cumple con los resultados experimentales.
- Se deben de plantear con base en los objetivos.



**¿Cómo plantear una conclusión?**

Se deben de retomar los conocimientos teóricos previos, los resultados obtenidos y las observaciones hechas a lo largo del trabajo experimental.

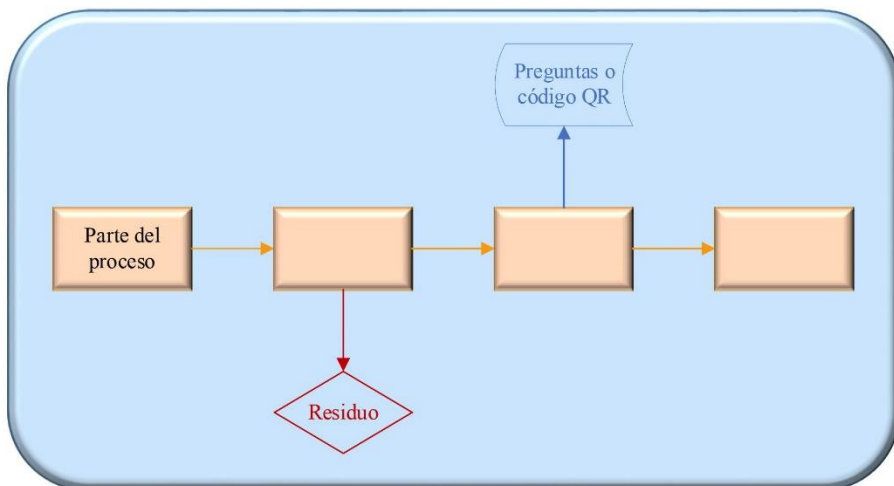
Para concluir, se retoman los objetivos y las hipótesis para saber si se confirman o no. En caso de no confirmarse, dar un causa del por qué no se cumple y plantear otra hipótesis

**Recuerda**

- Las conclusiones son objetivas: se basan en el conocimiento teórico y los resultados.
- Deben de coincidir con los objetivos e hipótesis planteadas, aunque no se cumplan.
- Son breves y concisas.
- No son un resumen o descripción de lo que se realizó en la actividad

En cada una de las prácticas se encuentran los antecedentes que deberán ser contestados por el alumno antes de la sesión práctica correspondiente, al igual que las fichas de seguridad de cada uno de los reactivos empleados en la práctica.

Además, se presentan los mecanismos de reacción en segunda y tercera dimensión; los mecanismos de tercera dimensión serán visibles por medio de códigos QR, en los cuales se presenta una breve explicación de lo ocurrido en algunos pasos de la reacción, estos códigos se encuentran en el diagrama de flujo; al igual se encuentran preguntas relacionadas con el análisis de la técnica. Las preguntas y los códigos se encuentran señalados en el diagrama con flechas azules, mientras tanto, las flechas rojas con rombos señalan pasos en los cuales se generan residuos.



## ÍNDICE

<b>Práctica 1</b>	
Reacción de aminación reductiva utilizando algunas técnicas de la Química Sostenible	4
<b>Práctica 2</b>	
Síntesis de Pirroles: Obtención del 1-fenil-2,5-dimetilpirrol	10
<b>Práctica 3</b>	
Síntesis de Indoles: Obtención del 1,2,3,4-tetrahidrocarbazol	16
<b>Práctica 4</b>	
Síntesis de Isoxazolonas: Obtención del 3-fenil-5-isoxazolona	22
<b>Práctica 5 Primera Parte</b>	
Síntesis de 1,4-dihidropiridinas: Obtención de 3,5-dietoxicarbonil-2,6-dimetil-1,4-dihidropiridina	28
<b>Práctica 5 Segunda Parte</b>	
Síntesis de Piridinas: Obtención de 3,5-dietoxicarbonil-2,6-dimetilpiridina	36
<b>Práctica 6</b>	
Síntesis de Pirazinas: Obtención de 2,3-difenilquinoxalina	42
<b>Práctica 7</b>	
Síntesis de Pirimidinas: Obtención de 5-carboxi-4-fenil-6-metil-2-oxo-1,2,3,4-tetrahidropirimidina	47
<b>Práctica 8</b>	
Síntesis de Furanos: Obtención del Furfural	53
<b>Práctica 9</b>	
Identificación de aminoácidos: Reacción de Pseudo Sanger	62
<b>Práctica 10</b>	
Identificación de proteínas, lípidos y carbohidratos en productos lácteos	70
<b>Tabla de pictogramas</b>	78

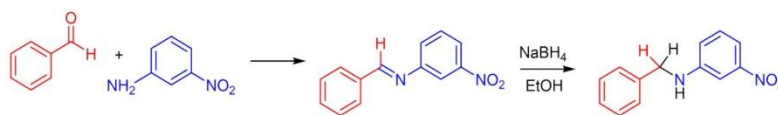
## PRÁCTICA 1: REACCIÓN DE AMINACIÓN REDUCTIVA UTILIZANDO ALGUNAS TÉCNICAS DE LA QUÍMICA SOSTENIBLE

### OBJETIVOS

- Sintetizar una amina por medio de la reacción de aminación reductiva.
- Conocer y aplicar algunas de las técnicas de la química verde.

### HIPÓTESIS

### REACCIÓN



### ANTECEDENTES

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿Qué es la aminación reductiva y qué reactivos se utilizan para realizarla?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿Qué es la Química Verde y cuáles son algunas de las técnicas que propone?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Bibliografía opcional



- ¿En qué parte del procedimiento experimental se aplican los principios de la Química Verde?

---



---



---

- ¿Cuál es la función de cada uno de los reactivos empleados en la práctica?

---



---



---

- ¿Cuál es el fundamento de la cromatografía en capa fina?

---



---



---

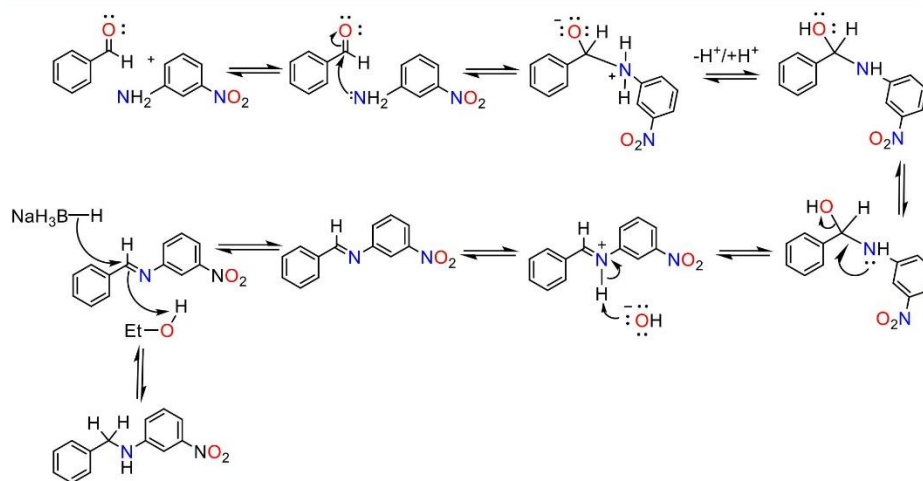
#### EXPERIMENTAL

Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Benzaldehído	0.38 mL		
m-Nitroanilina	0.275 g		
Borohidruro de sodio	0.20 g		
Agua destilada	10 mL		
Etanol	30 mL		

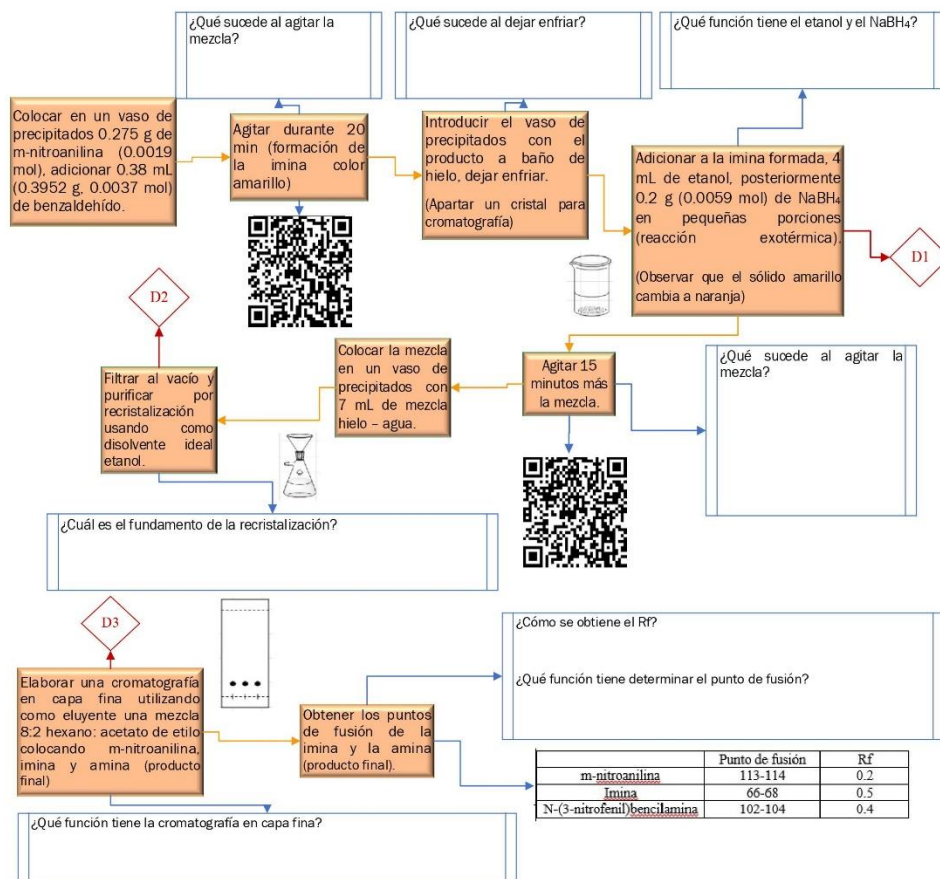
Diclorometano	1 mL		
Hexano	8 mL		
Acetato de etilo	2 mL		

Material de laboratorio			
Varilla de vidrio	1	Cámara de elución	1
Espátula de acero inoxidable	1	Probeta de 5 mL	1
Vaso de precipitados de 100 mL	1	Bolsa de plástico con etiqueta	1
Matraz Kitazato de 150 mL	1	Tubo capilar	1
Embudo Büchner de 5.5 cm	1	Cromatoplaque de sílica-gel	1
Manguera de hule para vacío	1	Regla de plástico de 30 cm	1
Baño María	1	Lápiz	1
Recipiente de peltre	1		

### MECANISMO DE REACCIÓN



## PROCEDIMIENTO



Proponer un manejo de residuos generados en la práctica

Clave	Desecho generado	Tratamiento
D1	Residuos de NaBH <sub>3</sub> y EtOH	
D2	Residuos de filtración y EtOH	
D3	Cromatoplasas y mezcla de disolventes	

## RESULTADOS

	Punto de fusión (°C)	Rf
m-nitroanilina		
Imina		
N-(3-nitrofenil)bencilamina		

FOTOGRAFÍA  
DEL  
PRODUCTO

Descripción del producto

---

---

---

Cantidad de producto (g)		Rendimiento (%)	
Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento			

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Touchette, K. M. J.Chem. Edu. 2006, 83, 929-930.
2. Merle, W. C.; Ciszewski, J. T.; Bhatti, M. M.; Swanson, W. F.; Wilson, A. M. J.Chem. Edu. 2000, 77, 270-271.
3. León-Cedeño, F. Anuario Latinoamericano de Educación Química, XXIV, 2008-2009, 133-143.
4. Menche, D.; Arikian, F.; Li, J.; Rudolph. Org. Lett. 2007, 9, 267-270.
5. Abdel-Magid, F.; Carson, K. G.; Harris, B. D.; Maryanoff, C. A.; Shah, R. D. J.Org.Chem., 1996, 61, 3849-3862.
6. Cho, T.; and Kang, S. K. Tetrahedron, 2005, 61, 5725- 5734.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/1nZNIJ5wvWq4HwnkZiHLO\\_nFDS9CyumIg/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1nZNIJ5wvWq4HwnkZiHLO_nFDS9CyumIg/view?usp=sharing)  
(2. Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/1zzS0lqg-Apbs4miJfG41giOMRaIX\\_133/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1zzS0lqg-Apbs4miJfG41giOMRaIX_133/view?usp=sharing)  
(Mecanismo) <https://drive.google.com/file/d/1BYhZCzLUnViZfTsb6O8HmnTrNViXBly5/view?usp=sharing>  
(Mecanismo continuación) <https://drive.google.com/file/d/1DI5tNdrf2KeeNs-1WbKo-k719k7IUMZ/view?usp=sharing>



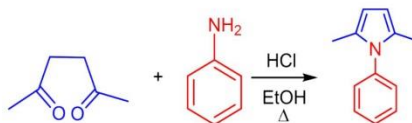
**PRÁCTICA 2. SÍNTESIS DE PIRROLES**  
**OBTENCIÓN DEL 1-FENIL-2,5-DIMETILPIRROL**

**OBJETIVOS**

- Ilustrar la reacción de Paal-Knorr.
- Obtener el 1-fenil-2,5-dimetilpirrol a través de una reacción de condensación entre un compuesto 1,4-dicarbonílico y la anilina.
- Revisar el interés farmacológico de los derivados del pirrol.

**HIPÓTESIS**

**REACCIÓN**



**ANTECEDENTES**

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿En qué consiste la síntesis de pirroles de Paal-Knorr y con base en ello determina la función de cada uno de los reactivos empleados en la práctica?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿En qué medio se va llevar a cabo la síntesis en esta práctica? ¿Solamente se puede realizar en ese medio? ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

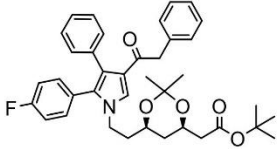

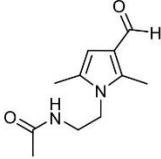

\_\_\_\_\_

- Menciona al menos dos métodos de obtención de acetilacetona y la importancia de este reactivo

2. Bibliografía opcional



- Importancia farmacológica de los pirroles: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca un fármaco que contenga uno o más pirroles en su estructura y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
 <p>Atorvastatina</p>	 <p>Atorvastatina</p>	
 <p>Aloracetam</p>	 <p>Aloracetam</p>	
<p>Dibuja la estructura de un fármaco que contenga al menos un pirrol.</p>		

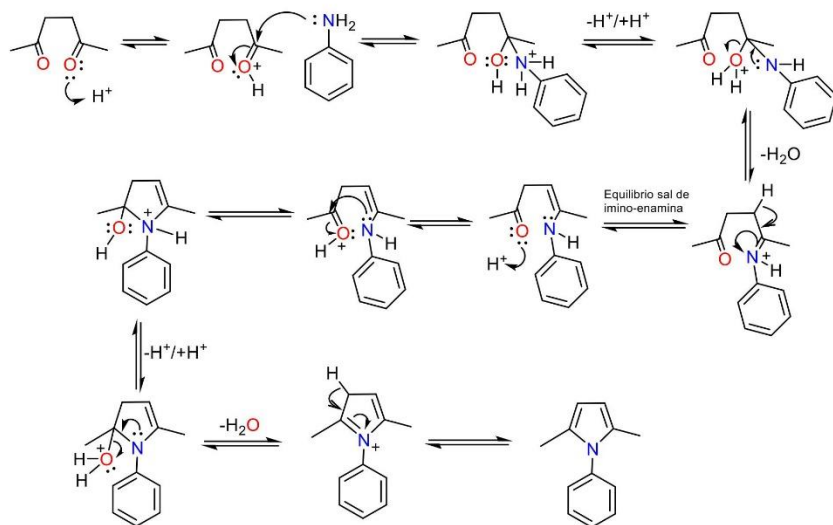
**EXPERIMENTAL**

Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Acetnilacetona (2,5-hexanodiona) (QP)	0.5 mL		
Anilina recién destilada (QP)	0.4 mL		
Ácido clorhídrico (38%) (RA)	1 gota		
Ácido clorhídrico diluido (se disuelven 0.75 mL de HCl concentrado en 12.5 mL de agua)	13 mL		
Etanol (QP)	3.8 mL		
Etanol ( disolvente para recristalizar) (QP)	20 mL		

**Material de laboratorio**

Agitador de vidrio	1	Parrilla con agitación magnética	1
Barra de agitación magnética	1	Pinzas de 3 dedos con nuez	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Pipeta de 10 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Probeta 25 mL	1
Espátula de acero inoxidable	1	Recipientes de peltre	1
Matraz bola de fondo plano de 20 mL	1	Refrigerante de agua con mangueras	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	2
Matraz Kitazato de 125 mL con manguera	1	Vidrio de reloj	

### MECANISMO DE REACCIÓN



### PROCEDIMIENTO

En un matraz Quickfit con un agitador magnético en su interior, colocar 0.4 mL de anilina (0.0488 g, 0.0043 mol), 0.5 mL de 2,5-hexanodiona (0.4908 g, 0.0043 mol)

(En caso de que se utilice otra amina o aminoácido efectuar los cálculos necesarios)

Agregar una gota de ácido clorhídrico concentrado y 3.8 mL de etanol

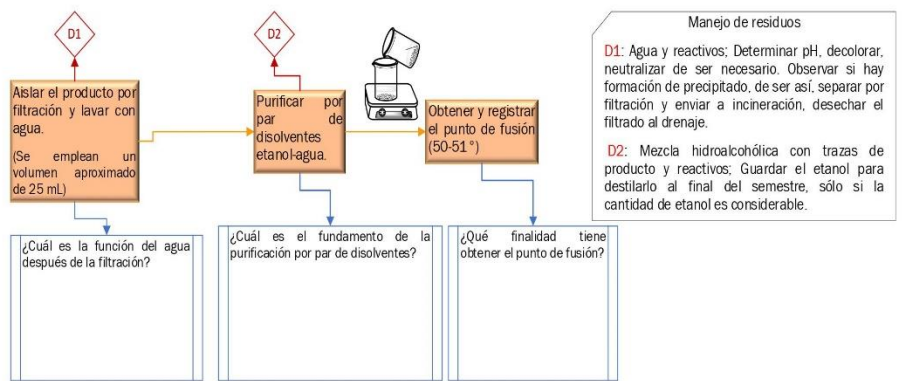
Adaptar un refrigerante de agua en posición de reflujo y calentar durante 25 min.

Al finalizar el calentamiento. Verter la mezcla en un matraz Erlenmeyer que contenga 12.5 mL de agua y 0.75 mL HCl.

¿Qué función tiene el ácido y el etanol?

¿Qué sucede en este paso?

¿Qué ocurre con la mezcla de reacción al entrar en contacto con el HCl?



**RESULTADOS**

<p>FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO</p>	<p>Descripción del producto</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
--	---

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)
<p>Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento</p>		

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Awar, R.; Wahl, G; J. Chem. Educ., 1990, 67, 265-266.
2. Shaw, D.; Wood, W.; J. Chem. Educ., 1992, 69, A313.
3. Acheson, R. M.; Química Heterocíclica, pág. 120 -121, Ed. Publicaciones Cultural, México, 1981.
4. Paquette, L. A.; Fundamentos de Química Heterocíclica, pág. 119-120, Ed. Limusa, México, 1987. 5.
5. Ávila, G. Química Orgánica. Experimentos con un enfoque ecológico. pag. 468 -477.
6. Novozhilov, Y. V.; Dorogov, M. V.; Blumina, M. V.; Smirnov, A. V.; Mikhail K. N.; et al. Chemistry Central Journal. 2015, 9, 7
7. Abbat, S.; Dhakod, D.; Arfeen, M.; Bharatam, P. V. RSC Adv., 2015, 5, 88353.
8. Avendaño, C. Introducción a la Química farmacéutica págs 304-305. 2da. Edición. Ed. McGraw-Hill, España 2001.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/17YnRZKYi2OTdABMkbbHoCaiCdVIHmLJe/view?usp=sharing>
- (2. Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/1k1WiWqO7n7X\\_pDj6lCzNgYgN7EBSdY1-/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1k1WiWqO7n7X_pDj6lCzNgYgN7EBSdY1-/view?usp=sharing)  
(Atorvastatina) [https://drive.google.com/file/d/11h3KNnri6CwOS8KdYOp4M8aYz\\_JIICVq/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/11h3KNnri6CwOS8KdYOp4M8aYz_JIICVq/view?usp=sharing)  
(Aloracetam) <https://drive.google.com/file/d/1EEEnbr0LhJwWuK0GTu7c1u4M-Qkwz3FI/view?usp=sharing>  
(Reactivos) <https://drive.google.com/file/d/1dg1jwY9-nTFXUL4LjCanVVAwQe0U8k1b/view?usp=sharing>  
(Mecanismo) <https://drive.google.com/file/d/1THALxs72UM4A-9j8ZISBRpCk8DXg1wI6/view?usp=sharing>

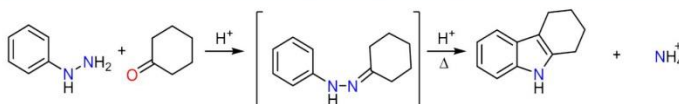
**PRÁCTICA 3: SÍNTESIS DE INDOLES**  
**OBTENCIÓN DEL 1,2,3,4-TETRAHIDROCARBAZOL**

**OBJETIVOS**

- Ilustrar la síntesis de indoles de Fischer.
- Preparar el 1,2,3,4-tetrahidrocarbazol, a partir de la fenilhidrazona de la ciclohexanona en presencia de un catalizador ácido.
- Revisar la importancia farmacológica de los derivados del indol.

**HIPÓTESIS**

**REACCIÓN**



**ANTECEDENTES**

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.


- Menciona los tres métodos generales para la obtención de indoles.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional




- ¿En qué consiste la reacción de indoles de Fischer?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es la función de cada uno de los reactivos en esta práctica?

---

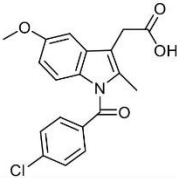

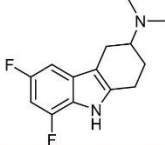



---



---

- Importancia farmacológica de los indoles: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca un fármaco que contenga uno o más indoles en su estructura y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Indometacina</p> 	<p>Indometacina</p> 	
<p>Flucindol</p> 	<p>Flucindol</p> 	
<p>Dibuja la estructura de un fármaco que contenga al menos un indol.</p>		



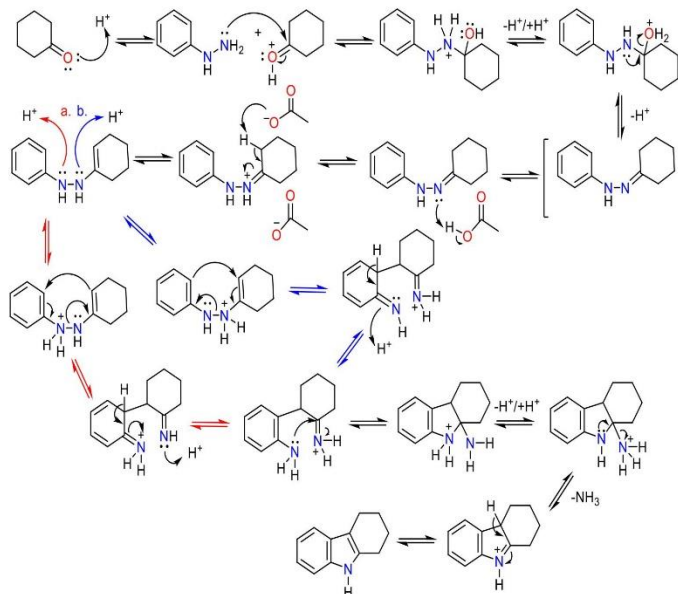
## EXPERIMENTAL

Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Fenilhidrazina (QP)	0.24 mL		
Ciclohexanona (QP)	0.26 mL		
Metanol (QP)	20 mL		
Ácido acético glacial (RA)	1.8 mL		

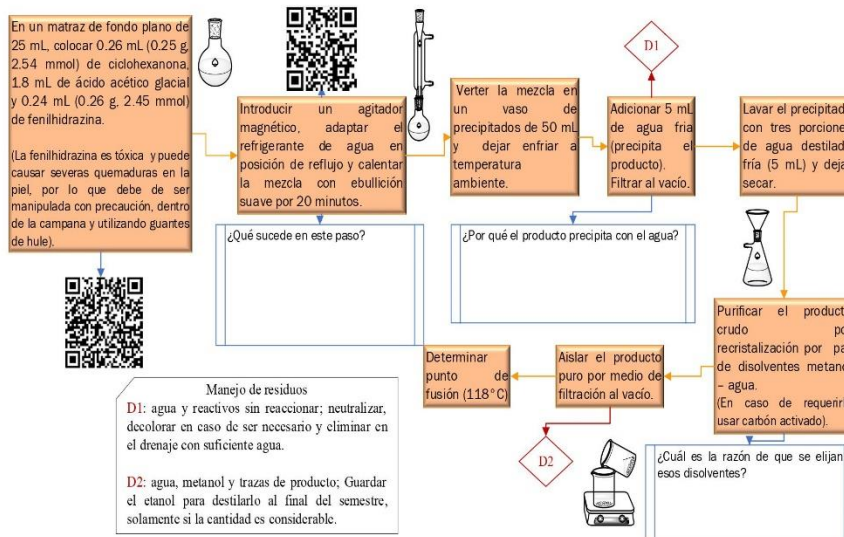
### Material de laboratorio

Agitador de vidrio	1	Parrilla de agitación	2
Barra de agitación magnética	1	Pinzas de 3 dedos con nuez	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Pipeta de 5 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Probeta de 25 mL	1
Espátula	1	Recipiente de peltre	1
Matraz de fondo plano de 25 mL	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Matraz Erlenmeyer de 125 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vaso de precipitados de 250 mL	1
Matraz Kitazato de 125 mL con manguera	1	Vidrio de reloj	1

## MECANISMO DE REACCIÓN



## PROCEDIMIENTO



## RESULTADOS

FOTOGRAFÍA  
DEL  
PRODUCTO

Descripción del producto

---

---

---

---

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)
Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento		

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Vogel, A. I.; Textbook of Practical Organic Chemistry. 5TH. Ed., pág. 1161-1162, Ed. Longman, London 1989.
2. Paquette, L. A.; Fundamentos de Química Heterocíclica, pág. 169-171. Ed. Limusa, México, 1987,
3. Acheson, R. M.; Química Heterocíclica, págs. 216-218, Ed. Publicaciones Cultural, México, 1981.
4. Avendaño, C. Introducción a la Química farmacéutica pág. 670 – 671. 2da. Edición. Ed. McGraw-Hill, España 2001.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1ZS5hT6Zl9uujm-rW8HFMGbAxHTbNoo7Y/view?usp=sharing>
- (2. Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/1TMWOLFVpThulvn\\_IcXij45xA-hfDi9SR/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1TMWOLFVpThulvn_IcXij45xA-hfDi9SR/view?usp=sharing)  
(Indometacina) [https://drive.google.com/file/d/1V-DOoHXmG1X\\_alJhaYqsiqPWq1QT8M94/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1V-DOoHXmG1X_alJhaYqsiqPWq1QT8M94/view?usp=sharing)  
(Flucindol) [https://drive.google.com/file/d/1JzkEJA5Oj7JQsng6zZxiSair3\\_kw3X1A/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1JzkEJA5Oj7JQsng6zZxiSair3_kw3X1A/view?usp=sharing)  
(Reactivos) <https://drive.google.com/file/d/1lg3Dk5Y5FegDGsJb9ova5x94PP5RrIKI/view?usp=sharing>  
(Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/BZsSyKrvJDDEv6e9A>

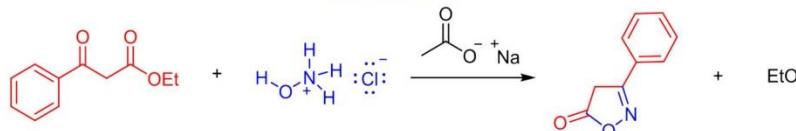
**PRÁCTICA 4: SÍNTESIS DE 3-FENIL-5-ISOXAZOLONA.  
(3-FENILISOXAZOL-5(4H)-ONA)**

**OBJETIVOS**

- Efectuar la reacción de compuestos 1,3-dicarbonílicos con derivados de amoníaco para obtener un anillo de 5 miembros con dos heteroátomos.
- Preparar 3-fenilisoxazol-5-ona de acuerdo a las condiciones de reacción establecidas en la técnica.
- Revisar el interés farmacológico de los derivados de isoxazoles.

**HIPÓTESIS**

**REACCIÓN**



**ANTECEDENTES**

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿Cuáles son los nombres de los principales azoles 1,2 y de qué heterociclos derivan?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿Cuáles son los métodos generales de obtención de isoxazoles y pirazoles, en qué consisten?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿Cómo se lleva a cabo la obtención de isoxazoles a partir de compuestos 1,3-dicarbonílicos?

---



---



---

2. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es la función de cada uno de los reactivos en esta práctica?

---



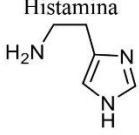

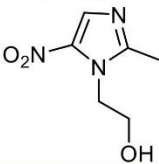

---



---

- Importancia farmacológica de los azoles-1,2 y azoles-1,3: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca un fármaco que contenga uno o más azoles en su estructura y completa la tabla

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Celecoxib</p>	<p>Celecoxib</p>	
<p>Leflunomida</p>	<p>Leflunomida</p>	
<p>Dibuja la estructura de un fármaco que contenga al menos un azol-1,2.</p>		

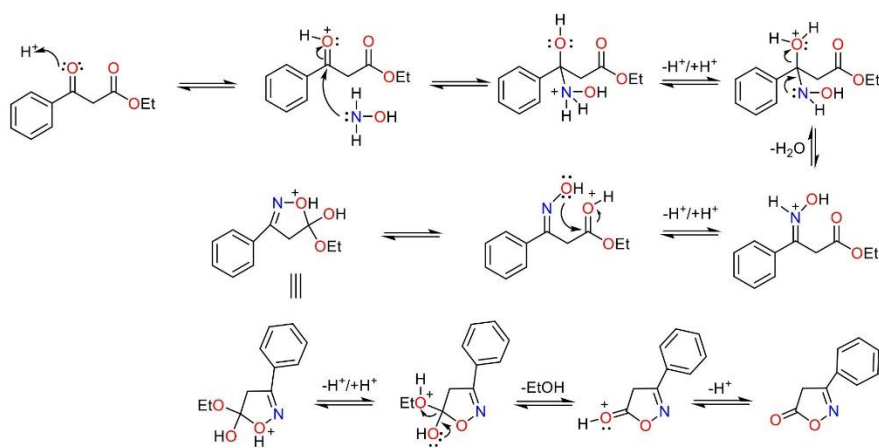
<p>Histamina</p> 	<p>Histamina</p> 	
<p>Metronidazol</p> 	<p>Metronidazol</p> 	
<p>Dibuja la estructura del losartán</p>		

### EXPERIMENTAL

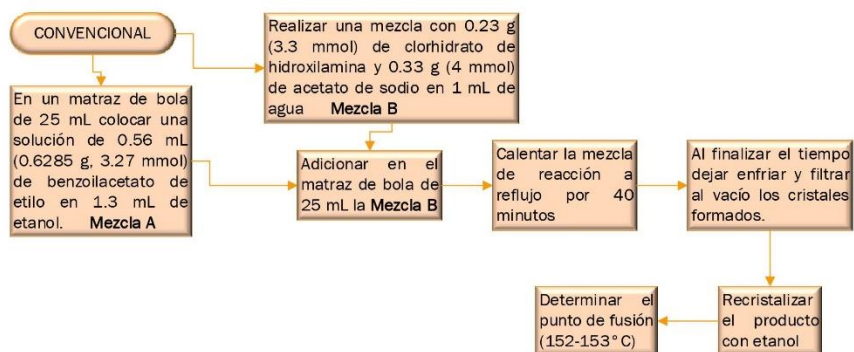
Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Clorhidrato de hidroxilamina (QP)	0.23 g		
Acetato de sodio (QP)	0.33 g		
Benzoilacetato de etilo (QP)	0.56 mL (0.63g)		
Etanol	20 mL		

Material de laboratorio			
Agitador de vidrio	1	Pinzas de 3 dedos con nuez	2
Barra de agitación magnética	1	Pipeta de 1 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente de peltre	1
Espátula de acero inoxidable	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Matraz de bola de fondo plano de 25 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	2	Vidrio de reloj	1
Matraz Kitazato de 125 mL con manguera	1	Parrilla con agitación magnética	

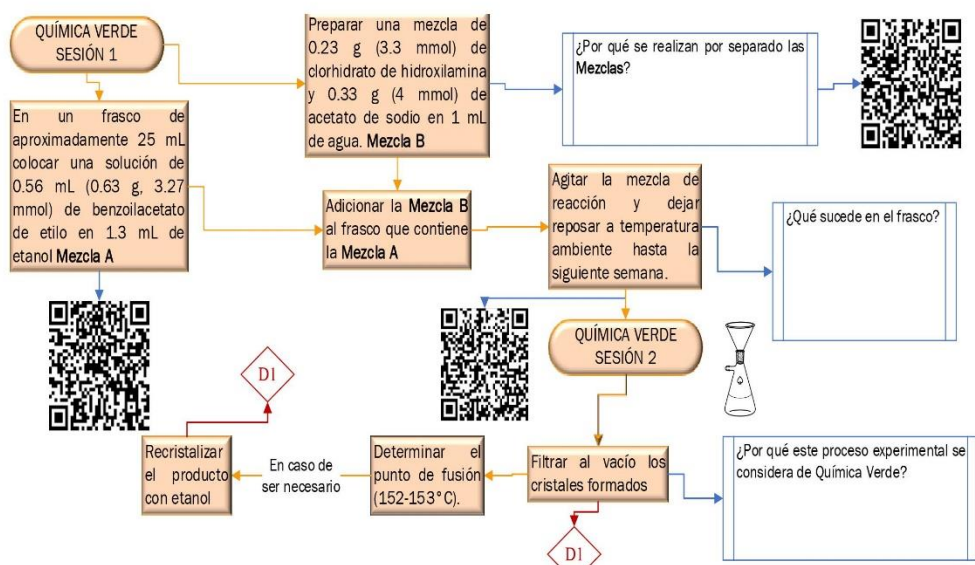
### MECANISMO DE REACCIÓN



### PROCEDIMIENTO







**Manejo de residuos**  
**D1:** Etanol y reactivos sin reaccionar; Filtrar si es necesario y recuperar el etanol por destilación al final del semestre. Sólo si la cantidad de etanol es considerable.

Se puede realizar el procedimiento en ausencia de acetato de sodio y se obtienen también excelentes resultados ya que el clorhidrato de hidroxilamina. Al mezclarse con del benzoilacetato de etilo, el etanol y el agua protona al carbono de carbonilo del benzoilacetato de etilo  
 PROPUESTA DEL MAESTRO BLAS FLORES PÉREZ, PROBADA Y AVALADA POR 4 GENERACIONES DE ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE Q. QA Y QFB.

### RESULTADOS

FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO	Descripción del producto
	_____
	_____
	_____
	_____

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)	
--------------------------	-----------------	----------------------	--

Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

### CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFÍA

1. Acheson, R.M.; An introduction to the Chemistry of heterocyclic Compounds. 3rd. Ed. John Wiley & Sons, Inglaterra, 1976.
2. Fiton, A.O. y Smalley, R.K.; Practical Heterocyclic Chemistry. Academic Press, Inglaterra, 1968.
3. More, J.A.; Experimental Methods in Organic Chemistry. W.B. Saunders. Philadelphia, E.U., 1976.
4. Departamento de Química Orgánica. Manual de prácticas. Laboratorio de Química Orgánica IV (1645) QFB y QA. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química 2007.
5. G. Saidachary, G.; Prasad, K.V.; Divyab, D.; Singh, A.; Ramesh.; Sridhar, B.;
6. B. China Raju, B. C. European Journal of Medicinal Chemistry., 2014, 76, 460-469
7. Mingoia, F.; Di Sano, C.; Di Blasi, F.; Fazzari, M.; Martorana, A.; Almerico, A. M.; Lauria, A. European Journal of Medicinal Chemistry., 2013, 64, 345-356
8. Avendaño, C. Introducción a la Química farmacéutica págs. 316, 657, 854. 2da. Edición. Ed. McGraw-Hill, España 2001.

### LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

1. Bibliografía opcional [https://drive.google.com/file/d/1xBD9vqJ-VpGaV2yHZdXollpy8R\\_eFZMY/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1xBD9vqJ-VpGaV2yHZdXollpy8R_eFZMY/view?usp=sharing)
2. Bibliografía opcional [https://drive.google.com/file/d/1q0LBqBJSfDqx-1IwOkpBD2Lh\\_-d6DxqOO/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1q0LBqBJSfDqx-1IwOkpBD2Lh_-d6DxqOO/view?usp=sharing)  
(Celecoxib) [https://drive.google.com/file/d/1BfmIw\\_nfvTGxy9GkuYN5-mJkjmAEb/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1BfmIw_nfvTGxy9GkuYN5-mJkjmAEb/view?usp=sharing)  
(Leflunomida) [https://drive.google.com/file/d/1pm0zWK7wb07aTVSEv\\_q5eu7WAo8N-340/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1pm0zWK7wb07aTVSEv_q5eu7WAo8N-340/view?usp=sharing)  
(Histamina) <https://drive.google.com/file/d/1uOhysfW7PNWY4B7fa7K9xwVLesZ3TubW/view?usp=sharing>  
(Metronidazol) <https://drive.google.com/file/d/1zHWpa81NrdmbhbBqvLwp90JLMZX-seFi/view?usp=sharing>  
(Mezcla A) <https://drive.google.com/file/d/1DEB2oIIAdR7YnFUmlfiZXUS9rL6sW9bOWS/view?usp=sharing>  
(Mezcla B) [https://drive.google.com/file/d/1i\\_4L\\_ZZ9NQGJwqk1wXxHuLVNvX1CB\\_AL/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1i_4L_ZZ9NQGJwqk1wXxHuLVNvX1CB_AL/view?usp=sharing)  
(Mecanismo) <https://drive.google.com/file/d/1IaKQR7UKr57Gv0twy9LZVqis6B6crYkj/view?usp=sharing>

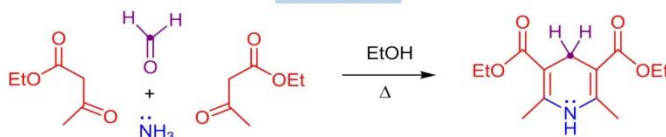
**PRÁCTICA 5 (Parte 1): OBTENCIÓN DE 1,4-DIHIIDROPIRIDINAS  
SÍNTESIS DE LA 3,5-DIETOXICARBONIL-2,6-DIMETIL-1,4-DIHIIDROPIRIDINA**

**OBJETIVOS**

- Ilustrar la síntesis de Hantzsch, obteniendo una 1,4-dihidropiridina sustituida.
- Revisar el interés farmacológico de este tipo de compuestos.

**HIPÓTESIS**

**REACCIÓN**



**ANTECEDENTES**

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿En qué consiste la síntesis de Hantzsch?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es la estequiometría de la reacción y la función de cada uno de los reactivos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿Qué principios de la Química Verde se aplican en esta práctica?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Bibliografía opcional



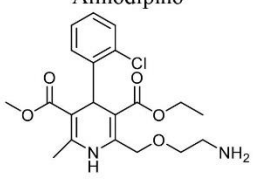

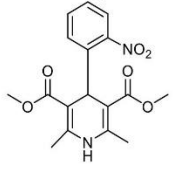

- ¿En qué consiste una adición-1,4 de Michael?

---



---

- Importancia farmacológica de los derivados de dihidropiridinas: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente dibuja la estructura que se pide y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Amlodipino</p> 	<p>Amlodipino</p> 	
<p>Nifedipino</p> 	<p>Nifedipino</p> 	
<p>Dibuja la estructura del nitrendipino</p>		

**EXPERIMENTAL**

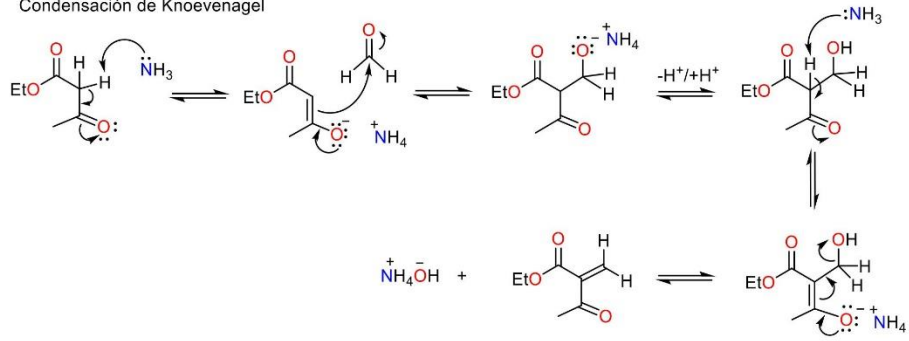
Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Formaldehído (37%) (QP)	0.7 mL		
Acetoacetato de etilo (QP)	2.5 mL		
Hidróxido de amonio concentrado (RA)	3.1 mL		
Etanol (QP)	1 mL		

**Material de laboratorio**

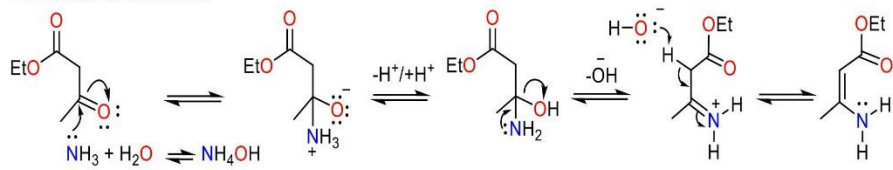
Agitador de vidrio	1	Pipeta de 1 mL	2
Barra de agitación magnética	1	Pipeta de 5 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente de peltre	1
Espátula de acero inoxidable	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Jeringa	1	T para vacío	1
Matraz bola de fondo plano de 25 mL	1	Tapón esmerilado	1
Matraz Erlenmeyer de 125 mL	1	Trampa para gases nitrosos	1
Matraz Kitazato de 125 mL con manguera	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Parrilla con agitación magnética	1	Vaso de precipitados de 250mL	2
Pinzas de 3 dedos con nuez	2	Vidrio de reloj	1

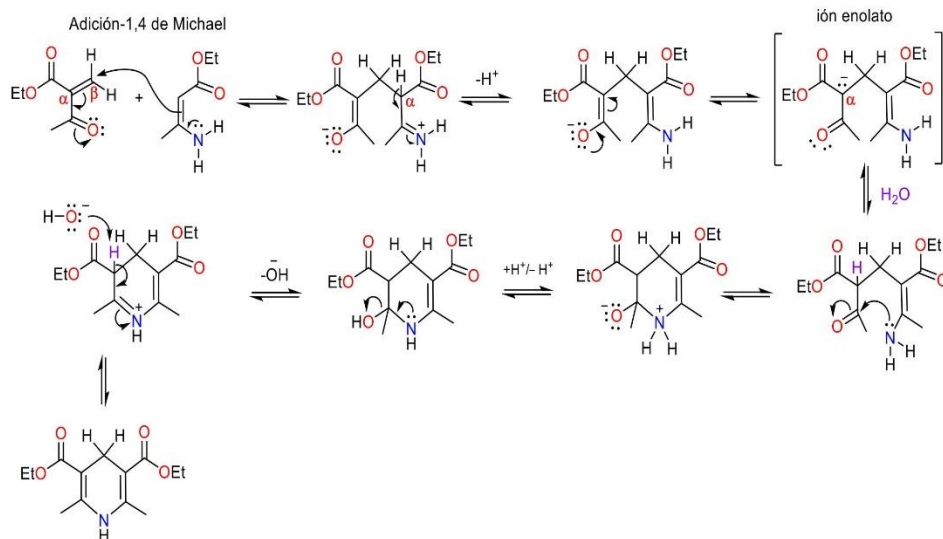
## MECANISMO DE REACCIÓN

Condensación de Knoevenagel

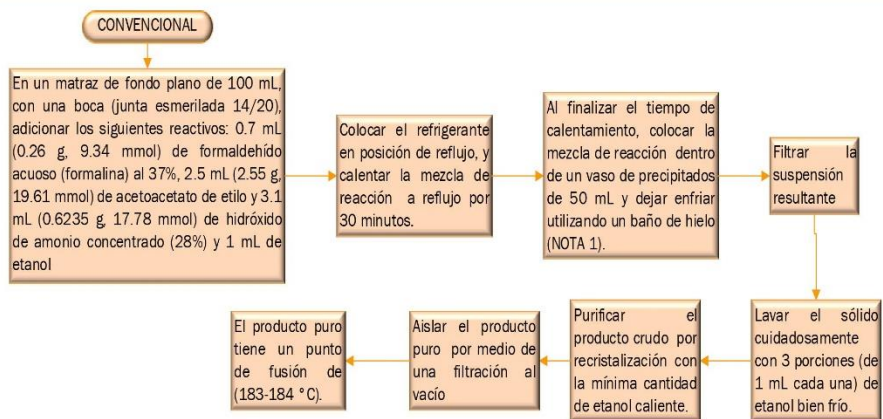


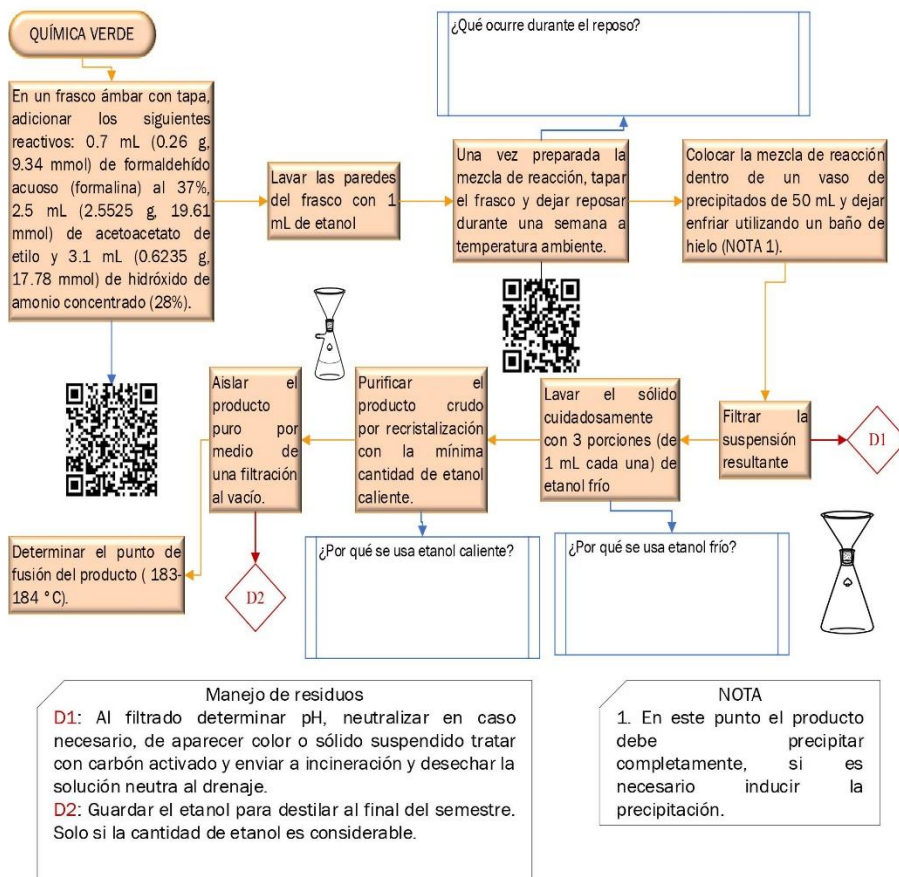
Formación de la enamina





## PROCEDIMIENTO





**RESULTADOS**

FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO	Descripción del producto
	_____
	_____
	_____



Cantidad de producto (g)		Rendimiento (%)		Punto de fusión (°C)	
Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento					

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Norcross, B. E.; Clement, G; Weinstein, M.; J. Chem. Educ., 1969, 46, 694-695.
2. Cheung, L.W.; Styler, S. A.; Dicks, A. P. J. Chem. Educ., 2010, 87, 628-630.
3. Avendaño, C. Introducción a la Química farmacéutica pág 336-340. 2da. Edición. Ed. McGraw-Hill, España 2001.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/18dkxL1-lraHTMBW60XdXFrcJ1FoPR1t/view?usp=sharing>
- (2. Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/1Pt15gbKVByddl\\_jxEzWmqkRxtfuUPegzs/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1Pt15gbKVByddl_jxEzWmqkRxtfuUPegzs/view?usp=sharing)
- (Amlodipino) <https://drive.google.com/file/d/1MvTtXxlFe7HNxIK0rSKhu50e5NAGKiTt/view?usp=sharing>
- (Nifedipino) <https://drive.google.com/file/d/1v-CCqvs6WY2wfA8RMGlz7vCmVOsAvZ2d/view?usp=sharing>
- (Reactivos) <https://drive.google.com/file/d/1v-CCqvs6WY2wfA8RMGlz7vCmVOsAvZ2d/view?usp=sharing>
- (Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/sNvjqwsDYgBp5BQPA>

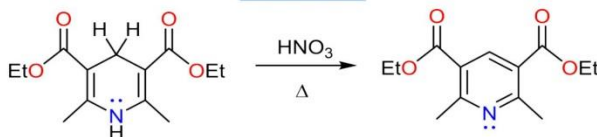
**PRÁCTICA 5 (Parte 2): OBTENCIÓN DE PIRIDINAS  
SÍNTESIS DE LA 3,5-DIETOXICARBONIL-2,6-DIMETILPIRIDINA**

**OBJETIVOS**

- Obtener una piridina por medio de la oxidación de una 1,4-dihidropiridina.
- Aislar una piridina en función de sus propiedades ácido-base.
- Revisar la importancia farmacéutica de este tipo de compuestos.

**HIPÓTESIS**

**REACCIÓN**



**ANTECEDENTES**

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿Consulte el valor de pKa de la piridina, anilina y dietilamina? ¿Cuál de estas bases es la más débil?

---

---

---

- Escriba 2 ejemplos, uno en el que el nitrógeno de la piridina actúe como base y otro en el que reaccione como nucleófilo.

---

---

---

Bibliografía opcional



- ¿Cuáles son los principales agentes oxidantes de las dihidropiridinas?

---

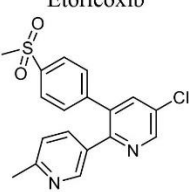

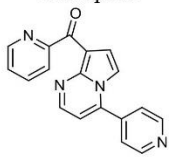



---



---

- Importancia farmacológica de los derivados de piridinas: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca el fármaco que se indica y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Etoricoxib</p> 	<p>Etoricoxib</p> 	
<p>Ocinaplon</p> 	<p>Ocinaclone</p> 	
Dibuja la estructura de la nicotina		

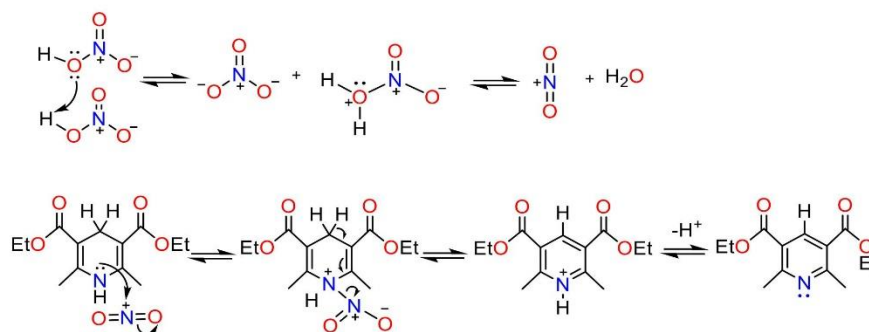
#### EXPERIMENTAL

Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Ácido nítrico concentrado (RA)	0.5 mL		

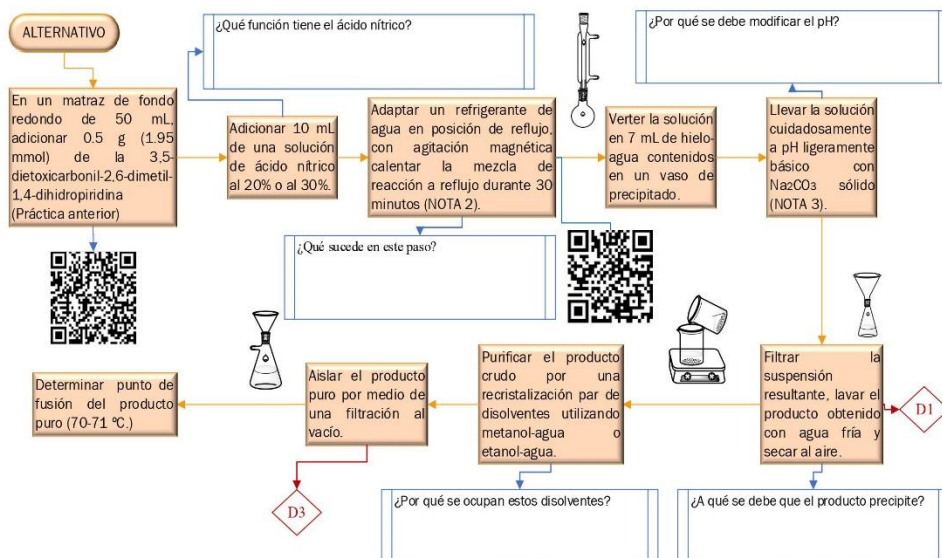
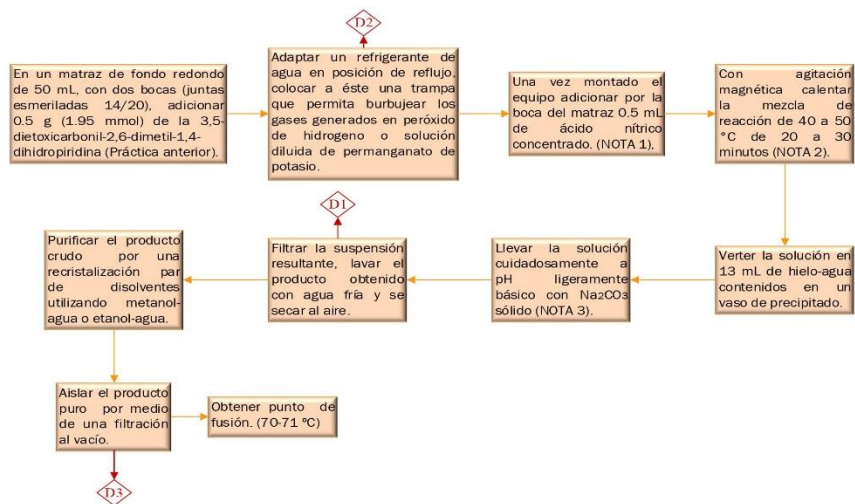
Ácido nítrico al 20 o 30% (RA)	10 mL		
Peróxido de hidrógeno	25 mL		
Carbonato de sodio (QP)	1 g		
Etanol	10 mL		

Material de laboratorio			
Agitador magnético	1	Matraz Kitazato de 125 mL con manguera	1
Agitador de vidrio	1	Parrilla de calentamiento / agitación magnética	1
Barra de agitación magnética	1	Pinza de 3 dedos con nuez	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Refrigerante de agua con manguera	1
Espátula de acero inoxidable	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Matraz bola de 25 mL con fondo plano	1	Termómetro de -10 a 400 °C	1

### MECANISMO DE REACCIÓN



## PROCEDIMIENTO



Manejo de residuos

D1: Solución acuosa: Filtrar la solución, el sólido empacar para incineración y desechar el líquido neutro.  
D2: Mezcla acuosa de reacción de óxidos de nitrógeno con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: Decolorar con carbón activado si es necesario. Filtrar y desechar neutra la solución. Empacar el sólido para incineración.  
D3: Etanol ó metanol con trazas de producto; guardar para recuperar por destilación al final del semestre.

Notas

1. Procurar que no se escapen los gases nitrosos generados al ambiente.  
2. El punto final de la oxidación se observa por la desaparición del color amarillo de la disolución debido a la 1,4-dihidropiridina, la cual al oxidarse a la piridina correspondiente desaparece.  
3. Tener cuidado al neutralizar la mezcla de reacción, porque se puede formar espuma abundante debido al gas que se desprende.

## RESULTADOS

FOTOGRAFÍA  
DEL  
PRODUCTO

Descripción del producto

---

---

---

---

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)
Cálculo de reactivo limitante y del rendimiento		

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Norcross, B. E.; Clement, G; Weinstein, M.; J. Chem. Educ., 1969, 46, 694-695
2. Baumann, M.; Baxendale, I.R. Beilstein J. Org. Chem. 2013, 9, 2265-2319
3. Scientific Letter No. 10 AtlanClinpharma Jacques Lebreton págs 1-25.
4. Gavin D. Henry. Tetrahedron. 2004, 60, 6043–6061

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

(Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/1R6EJ8c4IB7gCx\\_85E6Ea\\_0A1mK532Y2I/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1R6EJ8c4IB7gCx_85E6Ea_0A1mK532Y2I/view?usp=sharing)  
(Etoricoxib) <https://drive.google.com/file/d/1LvkzwIIsTdpXrdGYZYpvQFNgDihNK9Fe/view?usp=sharing>  
(Ocinaplon) [https://drive.google.com/file/d/1H4fBpUQhiuDuuQ201Trik5Tk2KR0p\\_5/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1H4fBpUQhiuDuuQ201Trik5Tk2KR0p_5/view?usp=sharing)  
(Reactivos) [https://drive.google.com/file/d/1hhND9XZ/D0UwoDPd8Y39\\_kFPdDFXbwzUH/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1hhND9XZ/D0UwoDPd8Y39_kFPdDFXbwzUH/view?usp=sharing)  
(Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/ZpCkz91SyDhQyJF96>



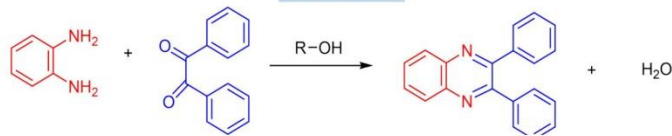
## PRÁCTICA 6: OBTENCIÓN DE PIRAZINAS OBTENCIÓN DE LA 2,3-DIFENILQUINOXALINA

### OBJETIVOS

- Llevar a cabo la síntesis de una pirazina.
- Ilustrar la formación de la 2,3-difenilquinoxalina.
- Revisar el interés en química farmacéutica de las pirazinas.

### HIPÓTESIS

### REACCIÓN



### ANTECEDENTES

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- Escriba la estructura general de la pirazina y quinoxalina

1. Bibliografía opcional



- ¿Cuáles son los métodos generales para la obtención de pirazinas y en qué consisten?

---

---

---

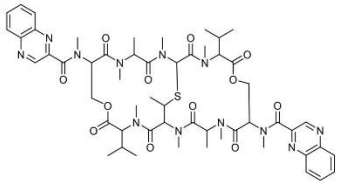

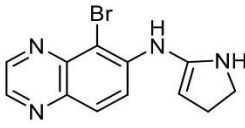

---

- ¿Cuál es la función de cada uno de los reactivos empleados en la práctica?

2. Bibliografía opcional



- Importancia farmacológica de los derivados de pirazinas: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca un fármaco que contenga uno o más pirazinas en su estructura y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Levomicina</p> 	<p>Levomicina</p> 	
<p>Brimonidina</p> 	<p>Brimonidina</p> 	
<p>Dibuja la estructura de un fármaco que contenga al menos una pirazina.</p>		

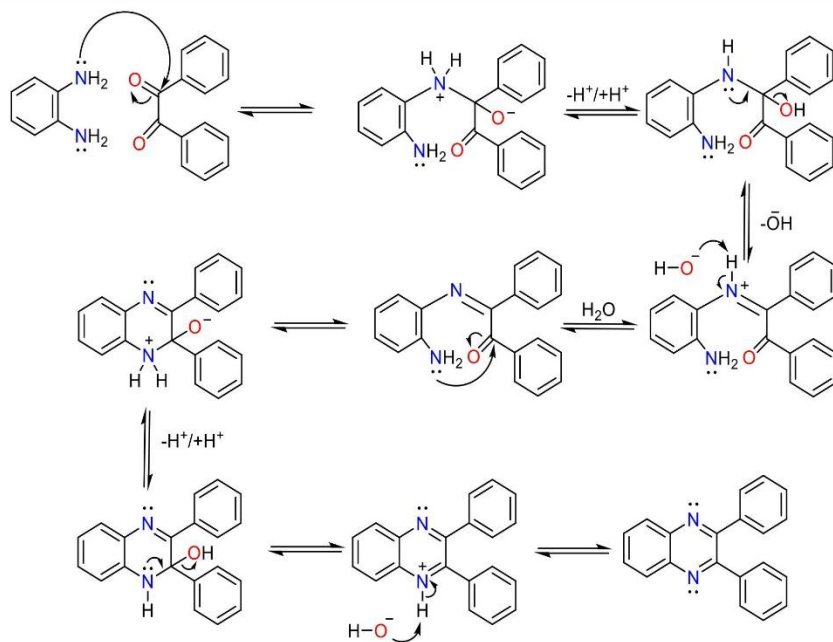
#### EXPERIMENTAL

Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Bencilo (QP)	0.24 g		
<i>Orto</i> -Fenilendiamina (1,2-diaminobenceno) (QP)	0.13 g		

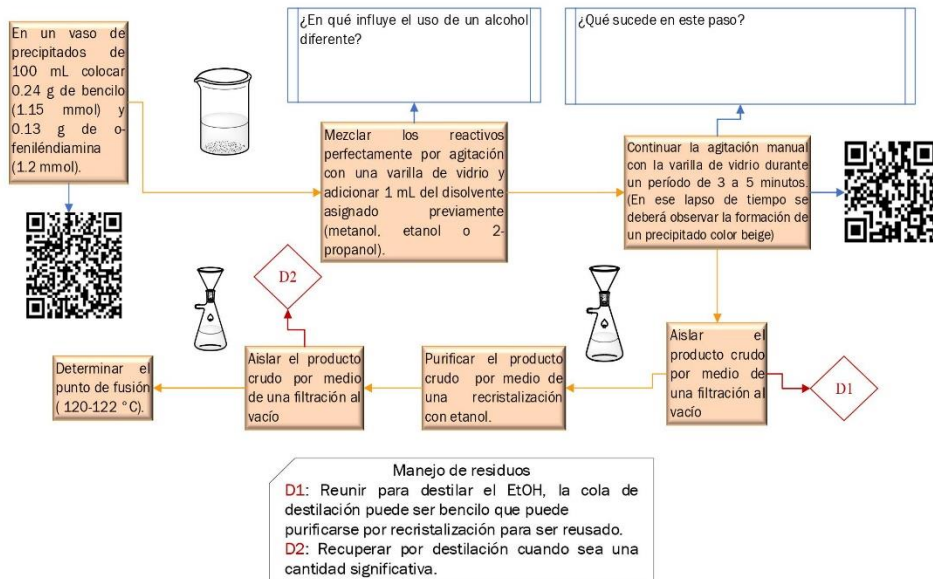
Metanol (QP)	1 mL		
Isopropanol	1 mL		
Etanol	30.0 mL		

Material de laboratorio			
Agitador de vidrio	1	Pipeta de 1 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente de peltre	1
Espátula de acero inoxidable	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	2
Matraz Kitazato de 150 mL con manguera	1	Vaso de precipitados de 250 mL	1
Pinzas de 3 dedos con nuez	1	Vidrio de reloj	1

### MECANISMO DE REACCIÓN



## PROCEDIMIENTO



## RESULTADOS

FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO	Descripción del producto _____ _____ _____
-------------------------------	---

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)
Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento		

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Joule, J. A.; Mills, K.; and Smith, G.F.; Heterocyclic Chemistry, 3rd. Ed., págs. 214-215, Ed. Chapman & Hall, London, 1995.
2. Jampilek, J. Current Medicinal Chemistry, 2014, 21, 4347- 4373
3. Abu-Hashem, A.A. American Journal of Organic Chemistry, 2015, 5, 14 - 56.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1JTYSmhXDS9upUvYUzzMb5mVdXdVafSzN/view?usp=sharing>  
(2. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1h7LCSMXkiElpiV-qMW1E2xP9RXXrbCe/view?usp=sharing>  
(Levomicina) <https://drive.google.com/file/d/1rXk1quOLYEitshqbeIdEp3sAZxyJvyK/view?usp=sharing>  
(Brimonidina) <https://drive.google.com/file/d/1l-Vj130aLBEbYSXITxMBMmEqbcEi-Gv-/view?usp=sharing>  
(Reactivos) [https://drive.google.com/file/d/1yuW7OOKOtQWomnt291\\_IzFcbK0Bg31yt/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1yuW7OOKOtQWomnt291_IzFcbK0Bg31yt/view?usp=sharing)  
(Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/CPdSXbeNArLsvtyN8>

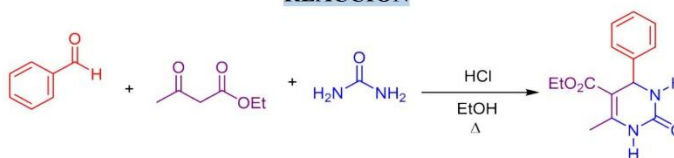
**PRÁCTICA 7: SÍNTESIS DE PIRIMIDINAS**  
**OBTENCIÓN DE LA 5-ETOXICARBONIL-4-FENIL-6-METIL-2-OXO-1,2,3,4-TETRAHIDROPYRIMIDINA**

**OBJETIVOS**

- Llevar a cabo la síntesis de una pirimidina.
- Ilustrar la formación de la 5-etoxicarbonil-4-fenil-6-metil-2-oxo-1,2,3,4 tetrahidropirimidina.
- Revisar el interés en farmacia de las pirimidinas.

**HIPÓTESIS**

**REACCIÓN**



**ANTECEDENTES**

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- Escriba la estructura de la pirimidina

- ¿Cuáles son los métodos principales de obtención de pirimidinas?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿En qué consiste la reacción de Biginelli y que reactivos están involucrados?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Bibliografía opcional



- ¿Qué función tiene cada uno de los reactivos empleados en la práctica?

---

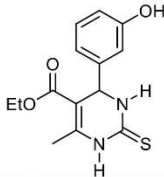

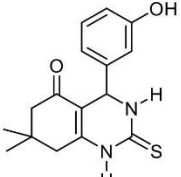



---



---

- Importancia farmacológica de los derivados de pirimidinas: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca un fármaco que contenga una o más pirimidinas en su estructura y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Monastrol</p> 	<p>Monastrol</p> 	
<p>Dimetilenastrol</p> 	<p>Dimetilenastrol</p> 	
<p>Dibuja la estructura de un fármaco que contenga al menos una pirimidina.</p>		

**EXPERIMENTAL**

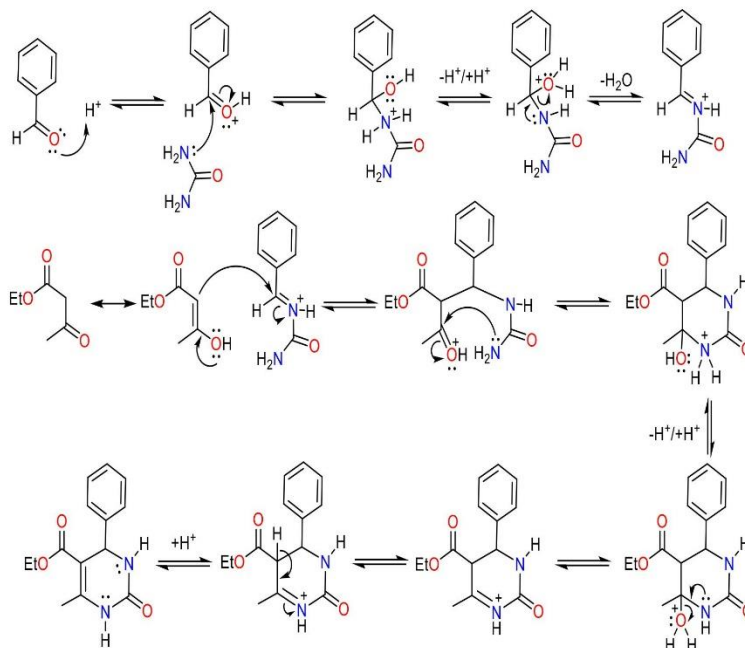
Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Benzaldehído (QP)	0.13 mL		
Acetoacetato de etilo (QP)	0.25 mL		
Urea (QP)	0.075 g		
Ácido clorhídrico concentrado (QP)	0.3 mL		
Etanol	20.0 mL		

**Material de laboratorio**

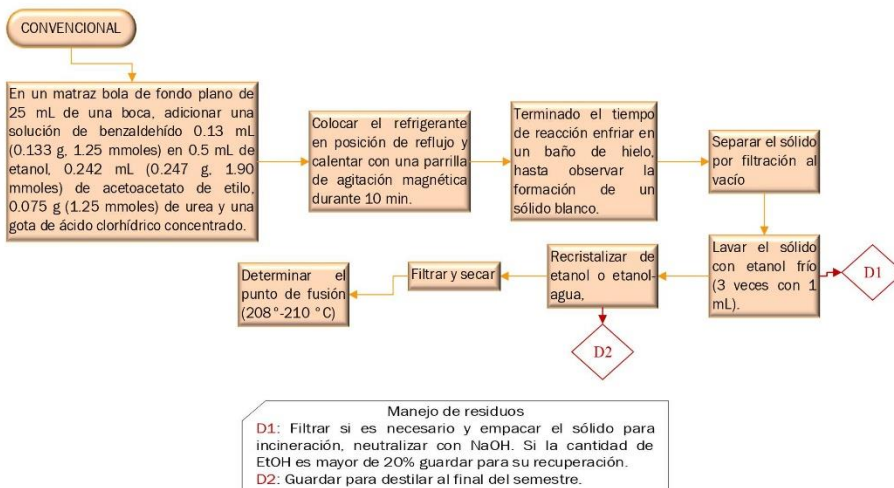
Agitador de vidrio	1	Pinzas de 3 dedos con nuez	1
Barra de agitación magnética	1	Pipeta de 5 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Probeta de 25 mL	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Espátula de acero inoxidable	1	Recipiente de peltre	1
Matraz bola de fondo plano de 25 mL	1	Refrigerante para agua con mangueras	1
Matraz Erlenmeyer de 50 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1
Matraz Kitazato de 125 mL con manguera	1	Vaso de precipitados de 250 mL	1
Parrilla con agitación magnética	1	Vidrio de reloj	1

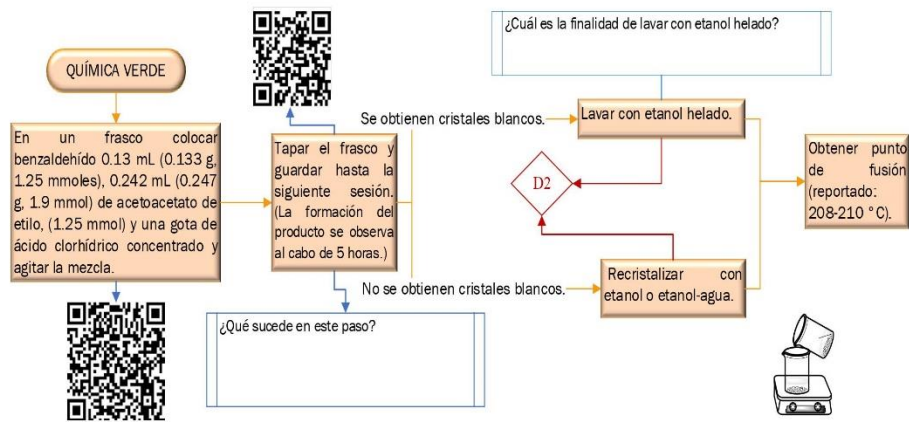


## MECANISMO DE REACCIÓN



## PROCEDIMIENTO





## RESULTADOS

FOTOGRAFÍA  
DEL  
PRODUCTO

Descripción del producto

---



---



---



---

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)
Cálculo del reactivo limitante y del rendimiento		

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Guillén, D. M.; and Manzano, M.J.; J. Agric. Food Chem., 1999, 47, 3016-3027.
2. Klampfl, C. W.; Himmelsbach, M.; Buchberger, W.; and Klein, H.; Analytica Chimica Acta, 2002, 454, 185-191.
3. Rovnyak, G. C.; Atwal, K. S.; Hedberg, A.; Kimball, S. D.; Moreland, S.; Gougoutas, J. Z.; O'Reilly, B. C.; Schwartz, J.; Malley, M. F. J. Med. Chem. 1992, 35, 3254-3263.
4. (a) Biginelli, P. Ber., 1891, 24, 1317 & 2962. (b) Biginelli, P. Ber., 1893, 26, 447.
5. S. V. Ryabukhin, A. S. Plaskon, E. N. Ostapchuk, D. M. Volochnyuk, A. A. Tolmachev, Synthesis, 2007, 417-427.
6. Cepance, I.; Litvić, M.; Bartolinčić, M.; and Lovrić, M.; Tetrahedron, 2005, 61, 4275-4280.
7. Bose, A. K.; Manhas, M.S.; Pednekar, S.; Ganguly, S.N.; Dang, H.; He, W.; and Mandadi, A.; Tetrahedron Letters, 2005, 46, 1901-1903.
8. Bose, A. K.; Pednekar, S.; Ganguly, S. N.; Chakraborty, G.; and Manhas, M. S.; Tetrahedron Letters, 2004, 45, 8351-8353.
9. León-Cedeño, F.; Anuario Latinoamericano de Educación Química, 2008-2009, XXIV, 133-143
10. León-Cedeño, F.; Educación Química, 2009, octubre, 441-446
11. Anastas, P. T.; Warner, J. C.; Green Chemistry: Theory and Practice, p.30. Oxford University Press: New York, 1998.
12. Rios-Quiroz, H. J.; León-Cedeño, F.; La reacción de Biginelli empleando técnicas de la química sustentable, trabajo presentado en el 29º Congreso Nacional de Educación Química (2010).
13. De Fatima, A.; Braga, T. C.; Neto, D. N.; B. S.; Oliveira, B, G, F.; da Silva, D. L.; Modolo, L. V. Journal of Advanced Research, 2015, 6, 363-373.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1ih9rD6PelEh0XPebwt2PvGhKRu7gPcP/view?usp=sharing>
- (2. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/116Pf5Q2b7BcQVproBgHZYbV19o6Y4C70/view?usp=sharing>  
(Monastrol) [https://drive.google.com/file/d/1g0GwqvXPkNq\\_vsbR4CTNy3L\\_W66cuqb/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1g0GwqvXPkNq_vsbR4CTNy3L_W66cuqb/view?usp=sharing)  
(Dimetilenastrol) [https://drive.google.com/file/d/10iLeoR9\\_CJY5H0upaHNIZL\\_CjqQhz6Pka/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/10iLeoR9_CJY5H0upaHNIZL_CjqQhz6Pka/view?usp=sharing)  
(Reactivos) [https://drive.google.com/file/d/1hkZ6zK\\_14ovwpD9n2baOYvPJ022WZH8D/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1hkZ6zK_14ovwpD9n2baOYvPJ022WZH8D/view?usp=sharing)  
(Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/Nd9p96ZPjGdqqqBd7>

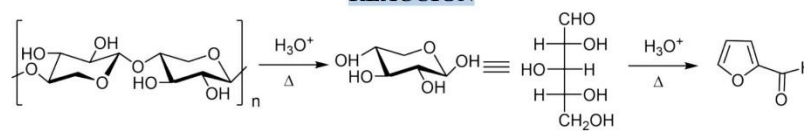
## PRÁCTICA 8: SÍNTESIS DE FURANOS OBTENCIÓN DEL FURFURAL

### OBJETIVOS

- Obtener el furfural por deshidratación de pentosas en medio ácido.
- Identificar el producto obtenido por medio de un derivado y otras pruebas.
- Revisar el interés de la química farmacéutica en los derivados de furano.

### HIPÓTESIS

### REACCIÓN



### ANTECEDENTES

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿Dónde se encuentran los pentosanos y cuál es su importancia?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es la función de cada uno de los reactivos empleados en esta práctica?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿Cuáles son los métodos de obtención de furanos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es la técnica de preparación del reactivo de Tollens?

---

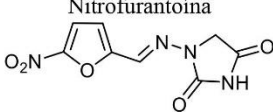

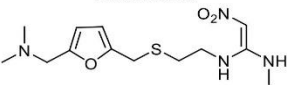



---



---

- Importancia farmacológica de los derivados de furanos: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula y finalmente busca un fármaco que contenga uno o más furanos en su estructura y completa la tabla.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p>Nitrofurantoina</p> 	<p>Nitrofurantoina</p> 	
<p>Ranitidina</p> 	<p>Ranitidina</p> 	
<p>Dibuja la estructura de un fármaco que contenga al menos un furano.</p>		

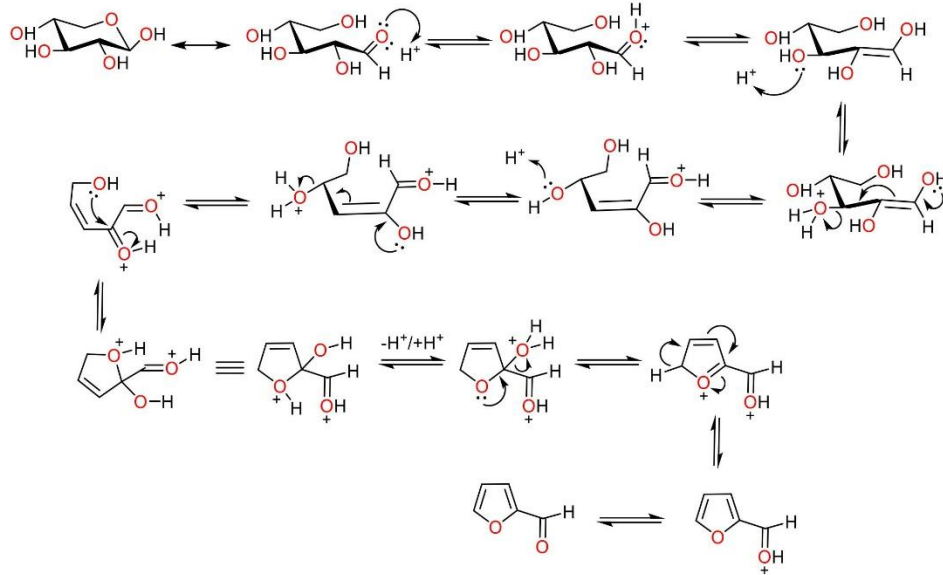
#### EXPERIMENTAL

Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
Salvado u otra fuente de pentosanos	7.5 g		

Sulfato de sodio anhidro (QP)	5.0 g		
Cloruro de sodio (QP)	3.0 g		
Solución de la 2,4-dinitrofenilhidrazina	2.0 mL		
Carbonato de sodio (QP)	3.0 g		
Ácido clorhídrico al 12%	40 mL		
Cloruro de metileno (QP)	45 mL		
Reactivo de Tollens	0.5 mL		
Acetato de anilinio	0.2 mL		

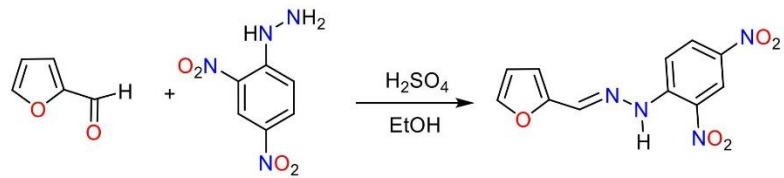
Material de laboratorio			
Agitador de vidrio	1	Pinzas de 3 dedos con nuez	2
Anillo metálico	1	Pipeta graduada de 10 mL	1
Colector de destilación	1	Probeta graduada de 25 mL	1
Embudo de separación de 125 mL con tapón	1	Recipiente de peltre	1
Embudo de filtración rápida	1	Recipiente eléctrico para baño María	1
Espátula	1	Refrigerante de agua con mangueras	1
Frasco vial	2	T de destilación	1
Matraz de fondo plano de 50 mL	1	Tela de alambre con placa de asbesto	1
Matraz de fondo plano de 125 mL	1	Tubo de ensayo	2
Matraz Erlenmeyer de 125 mL	1	Vasos de precipitado de 100 mL	2
Mechero con manguera	1	Vidrio de reloj	1

## MECANISMO DE REACCIÓN

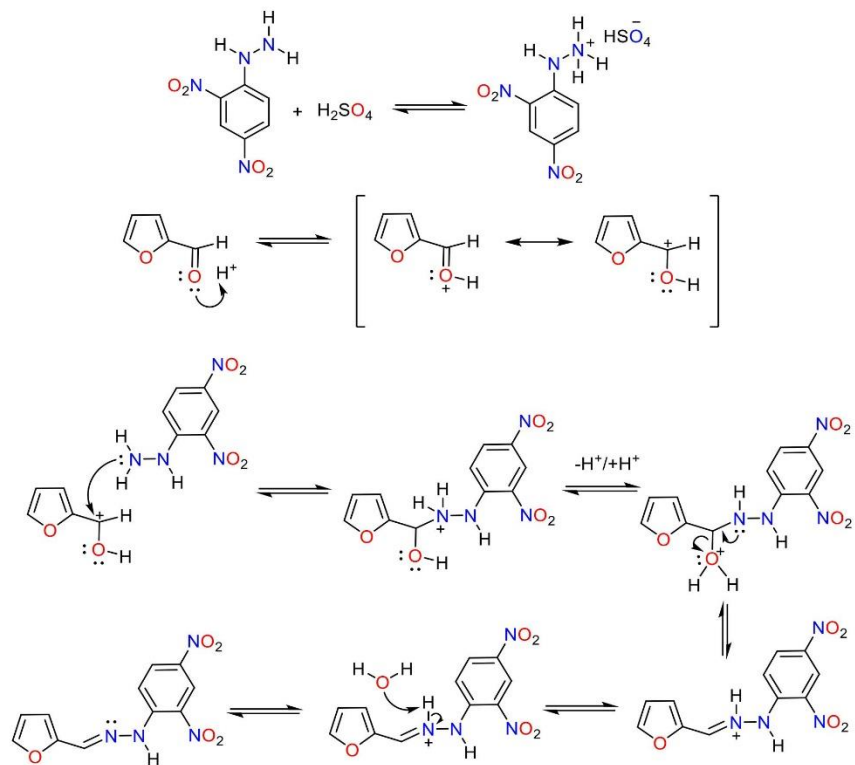


## REACCIONES DE IDENTIFICACIÓN

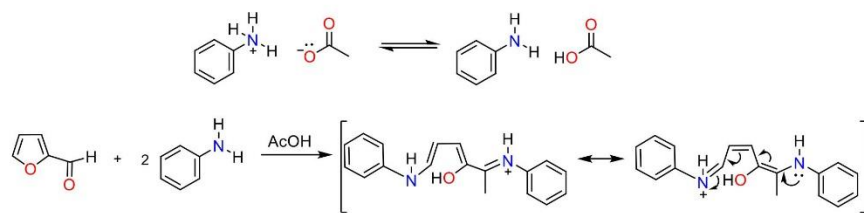
REACCIÓN CON LA 2,4-DINITROFENILHIDRAZINA



MECANISMO DE REACCIÓN

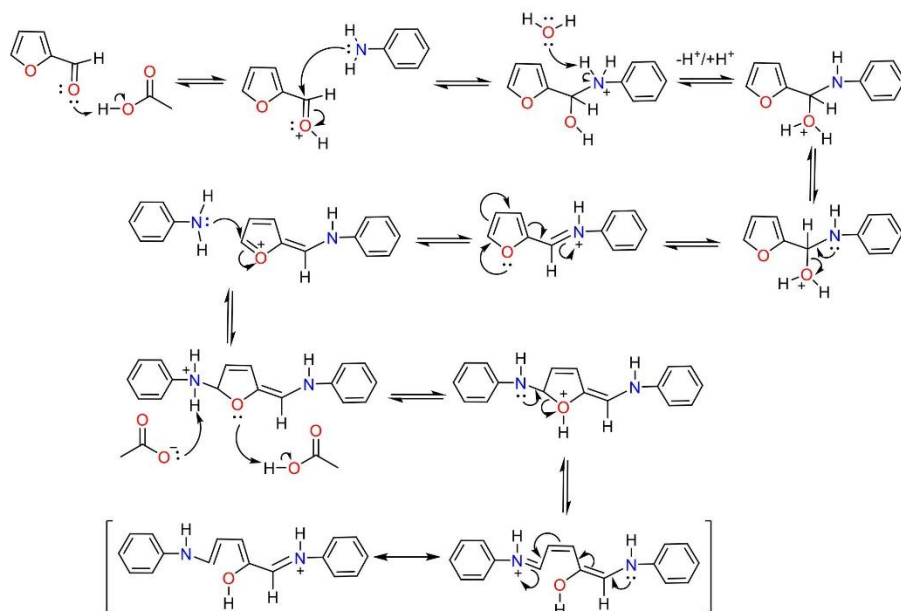


REACCIÓN CON EL ACETATO DE ANILINO

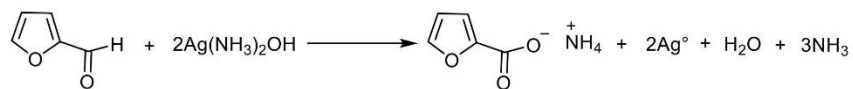
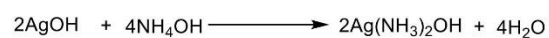




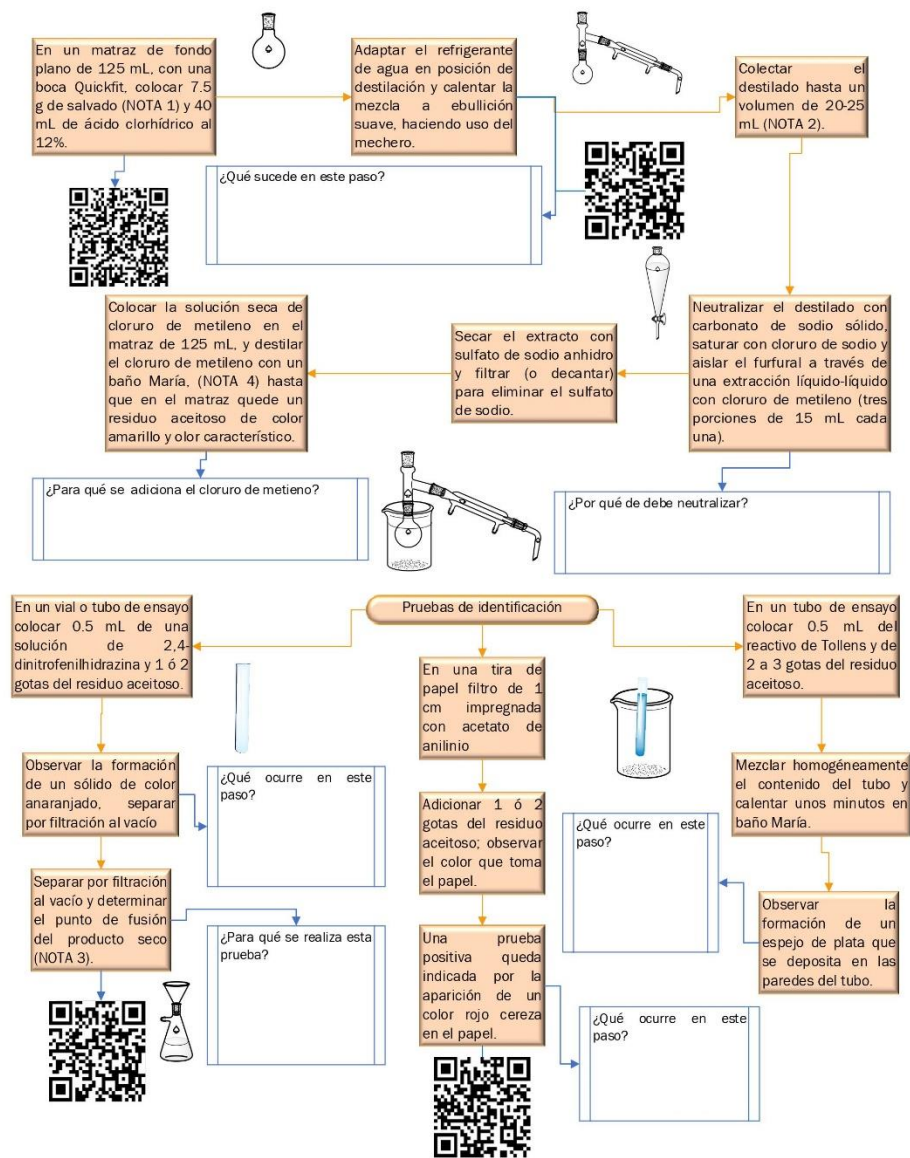
MECANISMO DE REACCIÓN

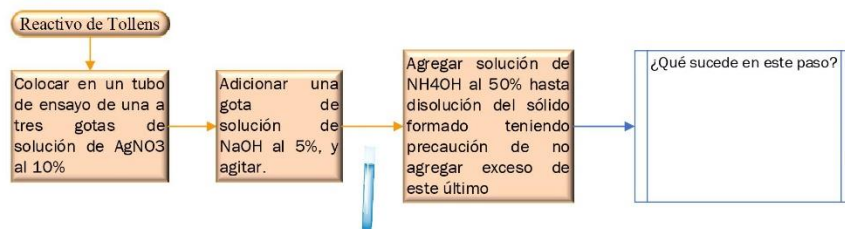


REACCIÓN CON REACTIVO DE TOLLENS (nitrate de plata amoniacal)



## PROCEDIMIENTO





- NOTAS**
1. Otras materias primas utilizadas en esta práctica son: All bran, Olate finamente molido, bagazo de caña y xilosa. Olate, grano de maíz y salvado dan los mejores resultados.
  2. No llevar la destilación a sequedad, y desechar el residuo en un recipiente para residuos.
  3. El punto de fusión de las 2,4-dinitrofenilhidrazonas del furfural son: cis-210 °C y trans-229 °C.
  4. Por ningún motivo utilizar el mechero para hacer la destilación del diclorometano, debido a que es un disolvente inflamable.

**RESULTADOS**

<b>FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO</b>	Descripción del producto _____ _____ _____ _____
<b>FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO Y DINITROFENILHID RAZINA</b>	Descripción del producto _____ _____ _____ _____
<b>FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO Y ACETATO DE ANILINIO</b>	Descripción del producto _____ _____ _____ _____
<b>FOTOGRAFÍA DEL PRODUCTO Y REACTIVO DE TOLLENS</b>	Descripción del producto _____ _____ _____ _____

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, R.; VoorHees, V.; Organic Synthesis, Coll. Vol. I, pag. 281.
2. Paquette, L. A.; Fundamentos de Química Heterocíclica, págs. 117-118. Ed. Limusa, México, 1987.
3. Acheson, R. M.; Química Heterocíclica, págs. 157-159. Ed. Publicaciones Cultural, México, 1981.
4. Avendaño, C. Introducción a la Química farmacéutica págs. 482, 647 - 648. 2da. Edición. Ed. McGraw-Hill, España 2001.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) [https://drive.google.com/file/d/11O3agzgbpxDRM1I\\_v8JSksufrEcYWeXf/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/11O3agzgbpxDRM1I_v8JSksufrEcYWeXf/view?usp=sharing)
- (2. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1SkypTyZ04ukGjDPG4d3zOo9nSEf7HlIbz/view?usp=sharing>
- (Nitrofurantoina) [https://drive.google.com/file/d/1C84aI0yKd\\_35p1WBX\\_KPq02BM0LTOj9v/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1C84aI0yKd_35p1WBX_KPq02BM0LTOj9v/view?usp=sharing)
- (Ranitidina) <https://drive.google.com/file/d/11DuYMqAM5HbT6dW0tgv3VprOkj1b-9gI/view?usp=sharing>
- (Reactivos) [https://drive.google.com/file/d/1413mXzjc1Dzym8evQiv8UhipQ\\_u1ccc/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1413mXzjc1Dzym8evQiv8UhipQ_u1ccc/view?usp=sharing)
- (Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/ZoenUvYitHZFUckD7>
- (Dinitrofenilhidrazina) <https://photos.app.goo.gl/9TZ8vPLhQMPoKJKt6>
- (Acetato de anilinio) <https://photos.app.goo.gl/5NhdnPVDLnD4rsn56>

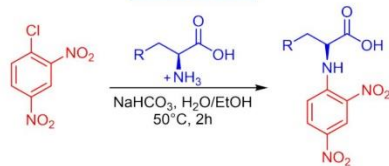
## PRÁCTICA 9: IDENTIFICACIÓN DE AMINOÁCIDOS. REACCIÓN DE PSEUDO SANGER

### OBJETIVOS

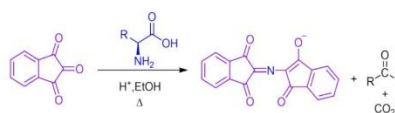
- Ejemplificar la reacción tipo Sanger para identificación del amino terminal de una cadena peptídica.
- Sintetizar derivados 2,4-dinitrofenil-AA por medio de una reacción  $S_NAr$ .
- Identificar cualitativamente diversos aminoácidos.
- Identificar y observar la presencia de aminoácidos en rastros de huellas dactilares.

### HIPÓTESIS

### REACCIÓN



### REACCIÓN CON NINHIDRINA



### ANTECEDENTES

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿En qué consiste la reacción de Sanger y cuál es su importancia?

---

---

---

---

1. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es el uso de la reacción de aminoácidos con ninhidrina?

---

---

- ¿Cuál es el fundamento de la reacción con ninhidrina?

---

---

---

2. Bibliografía opcional



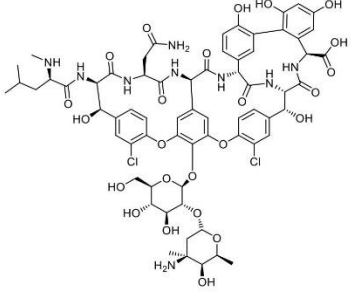

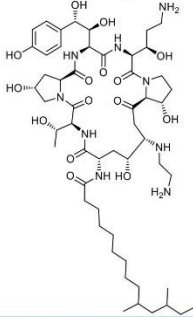

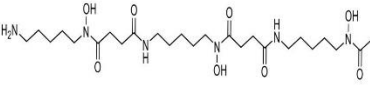

- ¿Cuál es la función de cada uno reactivos de los reactivos empleados en la práctica?

---



---

- Importancia farmacológica de los péptidos: Observa las imágenes, usa los códigos QR para visualizar la molécula en tercera dimensión, busca la importancia farmacológica de la molécula.

Molécula	En 3D	Importancia farmacológica
<p><b>Vancomicina</b></p> 	<p>Vancomicina</p> 	
<p><b>Caspofungina</b></p> 	<p>Caspofungina</p> 	
<p><b>Desferoxamina</b></p> 	<p>Desferoxamina</p> 	

**EXPERIMENTAL**

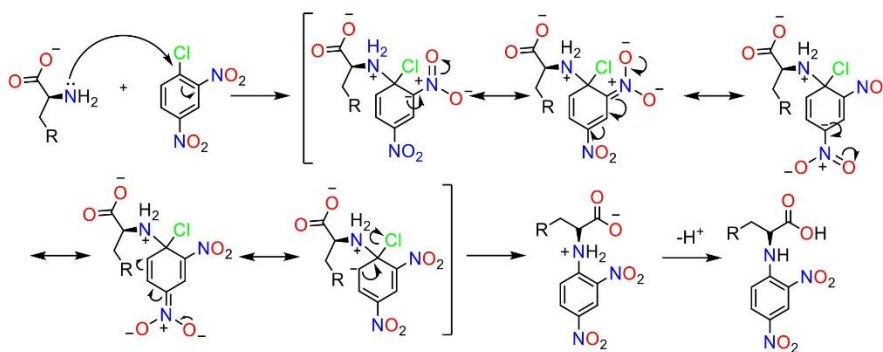
Reactivos	Cantidad	Propiedades fisicoquímicas	Pictograma
2,4-Dinitroclorobenceno	0.4 g		
Glicerina/ disolución al 0.5% de glicerina	0.15 g / 1 mL		
L-Fenilalanina/disolución al 0.5% de L-Fenilalanina	0.33 g / 1 mL		
Disolución al 0.5% de L-leucina	1 mL		
Disolución al 0.5% de $\beta$ -Alanina	1 mL		
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.8097 g		
Disolución de ninhidrina al 0.2%	6 mL		
Diclorometano	30 mL		
HCl <small>conc</small>	1.5 mL		
Etanol	10 mL		

K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.0558 g		
NaHCO <sub>3</sub>	0.6418 g		

Material de laboratorio			
Baño María	1	Gradilla	1
Barra de agitación magnética	1	Matraz bola de 25 mL	1
Embudo Büchner con alargadera	1	Matraz Erlenmeyer de 125 mL	2
Embudo de separación de 50 mL con tapón	1	Matraz Kitazato de 125 mL c/ manguera	1
Espátula de Cr-Ni de 20 cm	1	Parrilla con agitación magnética	1
Pinzas de 3 dedos con nuez	2	Pinzas para tubo de ensayo	1
Probeta de 10 mL	1	Recipiente de peltre	1
Tapón de plástico 14/23	1	Termómetro de 0° a 350° C	1
Tubos de ensayo de 16 x 150 mm	6	Vaso de precipitados de 100 mL	2
Vidrio de reloj	1		

## MECANISMO DE REACCIÓN

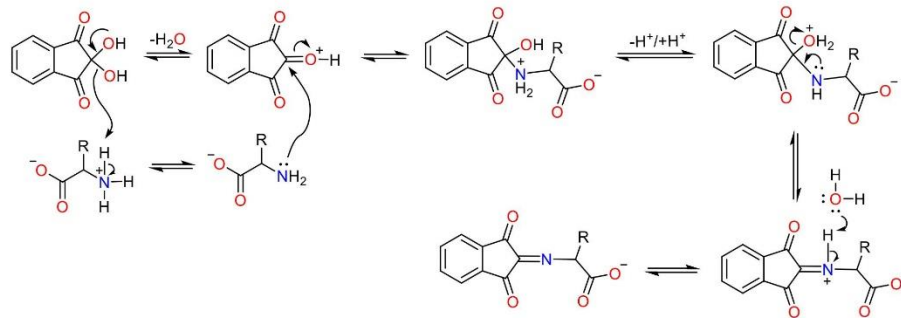
### REACCIÓN DE PSEUDO SANGER



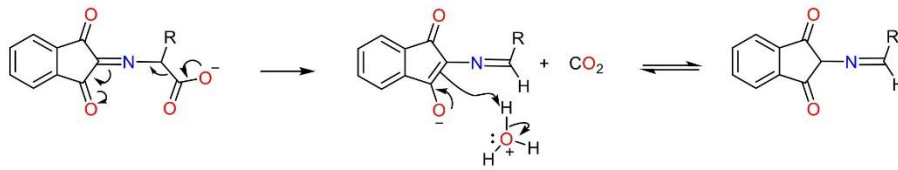


## REACCIÓN CON NINHIDRINA

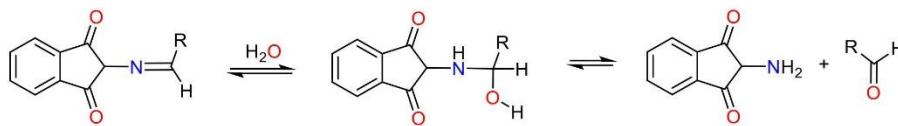
### FORMACIÓN DE IMINA



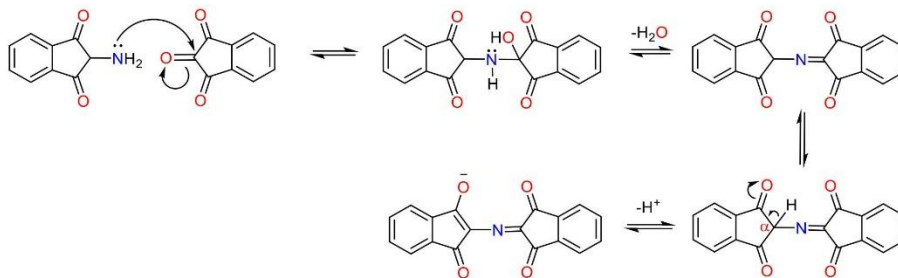
### DESCARBOXILACIÓN



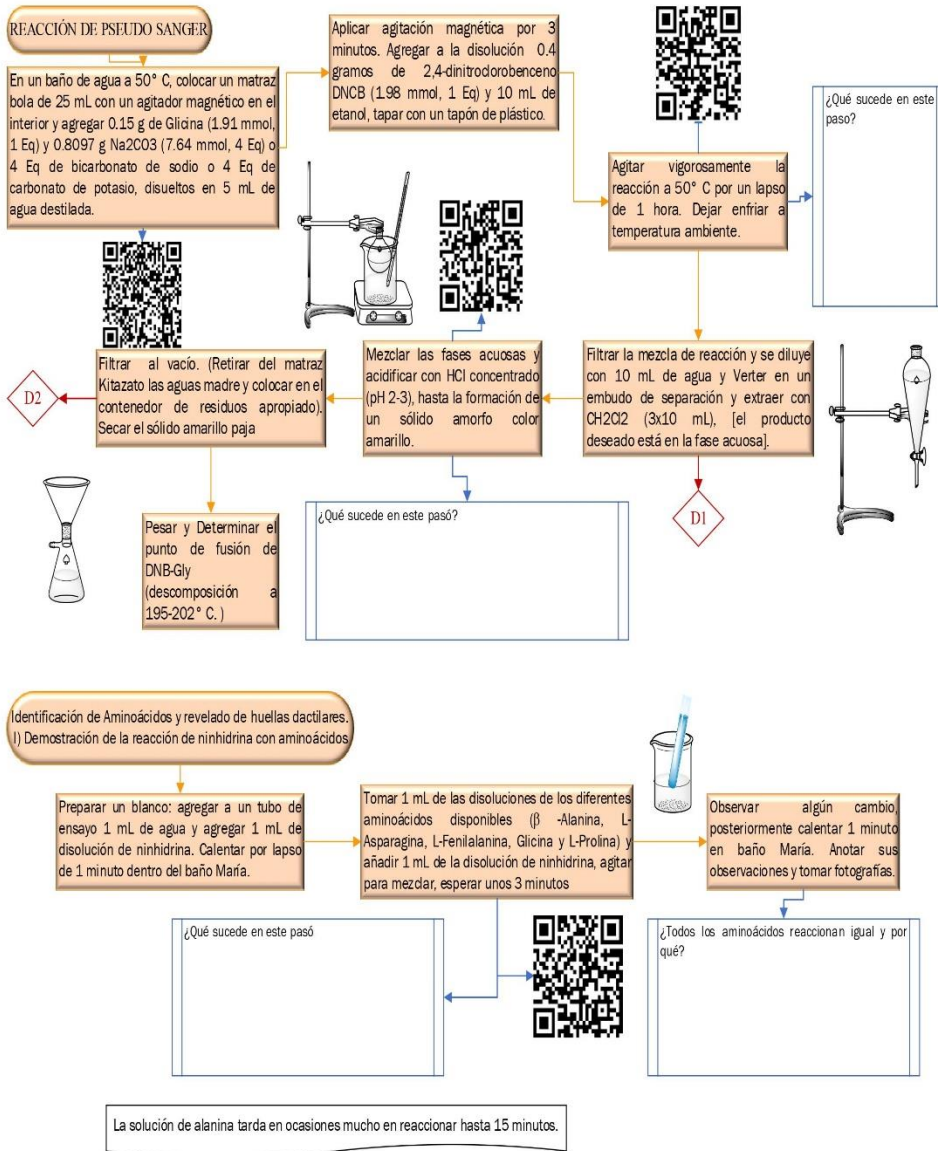
### HIDRÓLISIS DE LA IMINA



### FORMACIÓN DEL PÚRPURA DE RUHEMANN



## PROCEDIMIENTO



(Identificación de Aminoácidos y revelado de huellas dactilares.)  
II) Revelado de huellas dactilares.

¿Qué sucede en este paso?

Sobre un pedazo de papel filtro hacer dos recuadros y dentro del recuadro A) impregnar una huella dactilar y en el recuadro B) impregnar la superficie de la nariz. Sobre las superficies de impregnación de las huellas esparcir la disolución de ninhidrina.

Observar la coloración púrpura en ambas pruebas, en caso de que no aparezca la coloración calentar gentilmente sobre la superficie caliente de la parrilla.

Observar, anotar y tomar fotografías.

**RESULTADOS**

FOTOGRAFÍA  
DEL  
PRODUCTO

Descripción del producto

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Cantidad de producto (g)	Rendimiento (%)	Punto de fusión (°C)
Cálculo del rendimiento		

FOTOGRAFÍA  
DEL  
PRODUCTO CON  
NINHIDRINA

Descripción del producto

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FOTOGRAFÍA  
DE HUELLAS  
DIGITALES

Descripción del producto

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

1. Carey F. A.; Giuliano R. M. Química Orgánica 2014, Editorial McGraw Hill, 9na Edición, México.
  2. Klein, D. R. Organic Chemistry 2016, Editorial John Wiley & Sons, 1era Edición, Nueva Jersey, Estados Unidos de Norteamérica.
  3. Sanger, F. *Biochemistry J.* 1945, 39(5), 507-515.
  4. Levy, A. L.; Chung, D. *J. Am. Chem. Soc.* 1955, 2899-2900.
  5. Hamilton, P. B. *Nature* 1965, 205(4968), 284-285.
  6. Friesen, J. B. *J. Chem. Educ.* 2015, 92, 487-504.
  7. Weyermann, C.; Roux, C.; Champad, C. *J. Forensic Sci.* 2011, 56(1) 102-108
  8. Girod, A.; Ramotoswki, R.; Weyermann C. *Forensic Sci. Int.* 2012, 223(1-3) 10-24.
- \*Práctica propuesta por el Dr. Oscar Humberto Pérez Díaz.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1R8mEdxo4mnYON5IX9wUvnt5ZufcHD138/view?usp=sharing>
- (2. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1HdP-79dn2Hyfk3EVTEcdJJfA7kqGB7U/view?usp=sharing>  
(Vancomicina) <https://drive.google.com/file/d/1sCkKem1NPMGjBF5aWr96LqKOOVrNLHr/view?usp=sharing>  
(Casporfungina) <https://drive.google.com/file/d/1s9s-aloKPEnJDMXvszi4mtjx0FMdaiZO/view?usp=sharing>  
(Desferoxamina) <https://drive.google.com/file/d/18M28YSLRKfvKfDlL8Kx2mp8jp9IUsn1p/view?usp=sharing>  
(Reactivos) [https://drive.google.com/file/d/1Gih20VL-iRLyEx\\_OFgzDVSs5vOldxmm7/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1Gih20VL-iRLyEx_OFgzDVSs5vOldxmm7/view?usp=sharing)  
(Mecanismo) <https://photos.app.goo.gl/cvKSQIMhJ8JC75zR6>  
(Mecanismo continuación) <https://photos.app.goo.gl/qqqdbv1LBSh1ojP6>  
(Mecanismo ninhidrina) <https://photos.app.goo.gl/rHdBM9sjdguFRq4RA>

## PRÁCTICA 10: IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS, LÍPIDOS Y CARBOHIDRATOS EN PRODUCTOS LÁCTEOS

### OBJETIVOS

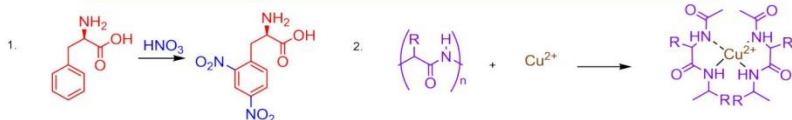
- Comprobar de forma sencilla la existencia de proteínas, grasas y azúcares en un alimento básico como la leche.
- Observar el comportamiento de las proteínas lácteas ante determinados cambios físicos y químicos.

### HIPÓTESIS

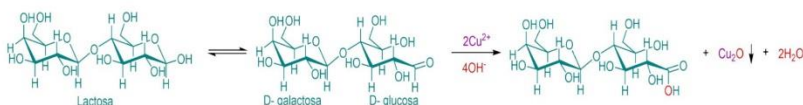
### REACCIONES DE PROTEÍNAS



### REACCIÓN DE PRUEBA XANTOPROTEICA Y DE BIURET



### REACCIÓN DE CARBOHIDRATOS



### ANTECEDENTES

Contesta las siguientes preguntas haciendo uso de palabras y reacciones químicas.

- ¿Cómo se define las estructuras primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias en las proteínas?

---



---



---



---

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿En qué consta la desnaturalización de proteínas y qué factores pueden ocasionarla?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. Bibliografía opcional



- ¿En qué consiste la prueba xantoproteica y cuál es su fundamento?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿En qué consiste la prueba de Biuret y cuál es su fundamento?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿En qué consiste la prueba de lípidos con colorante Sudán III y cuál es su fundamento?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- ¿Qué es un azúcar reductor y a qué se debe esta característica?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Bibliografía opcional



- ¿Cuál es el fundamento de la reacción de carbohidratos con el reactivo de Fehling y cómo se interpreta el resultado de la prueba?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- Acceder a Protein Data Bank, buscar la  $\beta$ -lactoglobulina bovina y contestar lo que se te indica.

Selecciona un fragmento de siete aminoácidos de la secuencia completa; escribe su forma abreviada y su estructura desarrollada. Señala los aminoácidos neutros, ácidos y básicos presentes en el heptapéptido.



Escribe la estructura desarrollada del heptapéptido considerando el pH de la leche.

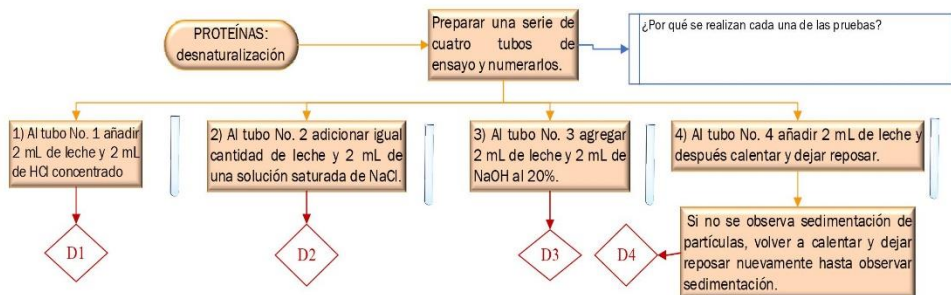
#### EXPERIMENTAL

Reactivos	Cantidad	Propiedades	Pictograma
Solución saturada de NaCl	2 mL		
Solución de NaOH al 20%	5 mL		
HCl <sub>conc</sub>	2 mL		
Leche entera (al menos un equipo traer leche Santa Clara®)	Cantidad necesaria		
Solución de CuSO <sub>4</sub> al 1%	1 mL		

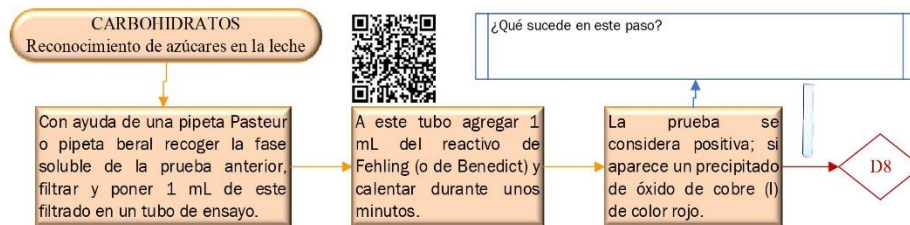
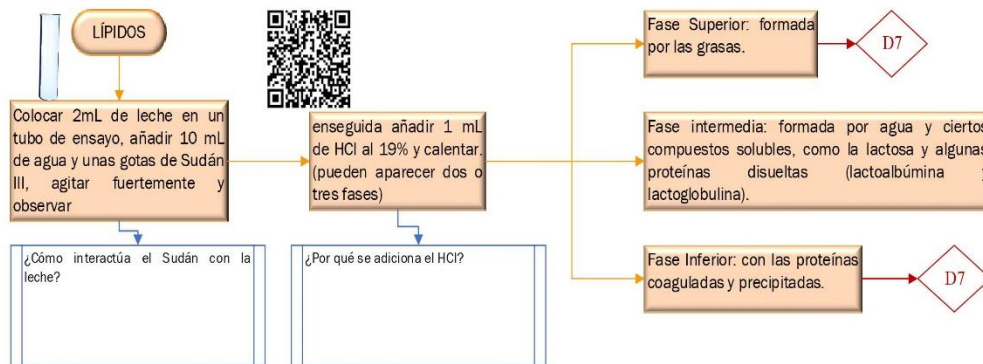
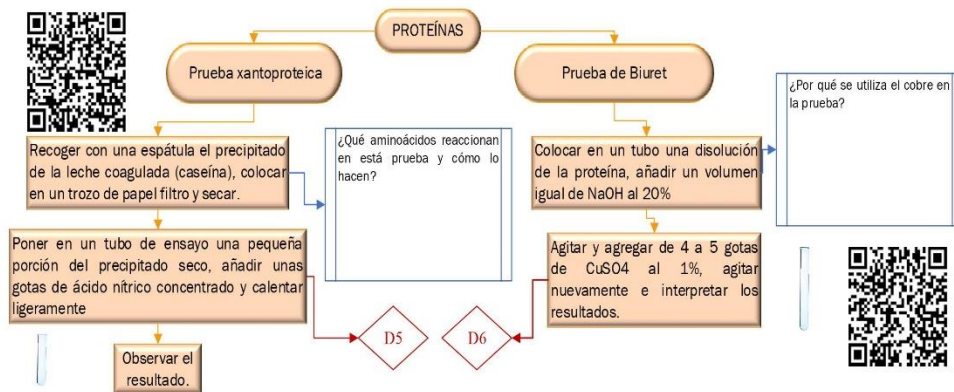
Sudan III	0.5 mL		
Solución de HCl al 19%	1 mL		
HNO <sub>3</sub> conc	0.5 mL		
Agua destilada	10 mL		
Reactivo de Fehling o Benedict	1 mL		

Material de laboratorio			
Embudo de filtración rápida	1	Pipeta de 1 mL	1
Espátula de acero inoxidable	1	Pipeta Pasteur o Beral	1
Gradilla para tubos de ensayo	1	Pinzas para sujetar tubos de ensayo	1
Mechero Bunsen	1	Tubos de ensayo	12
Pipeta de 10 mL	1	Vaso de precipitados de 100 mL	1

### PROCEDIMIENTO







**RESULTADOS**

*PROTEÍNAS*

FOTOGRAFÍA  
LECHE/HCl

Descripción del producto

---

---

---

FOTOGRAFÍA  
LECHE/NaCl

Descripción del producto

---

---

---

FOTOGRAFÍA  
LECHE/NaOH

Descripción del producto

---

---

---

FOTOGRAFÍA  
LECHE/ $\Delta$

Descripción del producto

---

---

---

FOTOGRAFÍA  
PRUEBA  
XANTOPROT  
EICA

Descripción del producto

---

---

---

FOTOGRAFÍA  
PRUEBA DE  
BIURET

Descripción del producto

---

---

---

FOTOGRAFÍA  
LÍPIDOS –  
SUDAN III

Descripción del producto

---

---

---

*CARBOHIDRATOS*

FOTOGRAFÍA  
PRUEBA DE  
AZÚCARES  
REDUCTORES

Descripción del producto

---

---

---

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA






1. Pavia, D. F.; Lampman, G. M.; Kriz, G. S. Jr.; *Introduction to Organic Laboratory Techniques: A contemporary approach*. 1998 Harcourt College Pubs. Philadelphia.
2. Gilbert, J. C.; Martin, S. F.; *Experimental Organic Chemistry: A Miniscale and microscale approach*, 2011, 5ª. Ed. Cengage Learning, Boston M. A.
3. Boyer, R. F.; *Modern Experimental Biochemistry*. Prentice Hall, 2011. New York.
4. Vogel, A. I.; *Textbook of Practical Organic Chemistry*, 4th. Ed. Longmans. Londres 1978, 1078.
5. *Manual de preparación de reactivos*. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad de Santander, Bucaramanga. 2006.

## LIGAS DE LOS CÓDIGOS QR

- (1. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/1KuN0fruQnrtdiYblr0bIH8pNQumcAUkT5/view?usp=sharing>
- (2. Bibliografía opcional) <https://drive.google.com/file/d/14xYwhqJWpf3MC2kyl72w0OGJ3kRJ19A/view?usp=sharing>  
(Prueba xantoproteica) <https://drive.google.com/file/d/1Tml5pnbTaNN9Rtdo3T8T1pq2eujpA6w1F/view?usp=sharing>  
(Prueba de biuret) <https://drive.google.com/file/d/1--jJEIID3Ue60WswAavyyNfCgng1Gt1VF/view?usp=sharing>  
(Lípidos) [https://drive.google.com/file/d/1-oD\\_wchGq1x3Tgky3M1wfg1F1ty1DDBm61/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1-oD_wchGq1x3Tgky3M1wfg1F1ty1DDBm61/view?usp=sharing)  
(Carbohidratos) [https://drive.google.com/file/d/1sDIIS0xA2Q\\_T3o8NvSB65x5jndsGHb2i/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1sDIIS0xA2Q_T3o8NvSB65x5jndsGHb2i/view?usp=sharing)  
(Protein Data Bank:  $\beta$ -lactoglobulinabovina) <https://www.rcsb.org/structure/1BEB>

### TABLA DE PICTOGRAMAS

Según el Sistema Globalmente Armonizado (GHS), un pictograma es una representación de composición gráfica que incluye un símbolo más otros elementos gráficos, como un borde, un diseño de fondo o colores con la intención de transmitir información específica. Un pictograma es una imagen más un borde utilizados para transmitir información. Los pictogramas o símbolos basados en peligros relacionados con productos químicos pueden aparecer en las Hojas de Datos Sobre la Seguridad de Materiales (MSDS). Alternativamente, se puede incluir el nombre de un pictograma o varios en una lista. Para facilitar la documentación de los pictogramas en las prácticas se coloca la siguiente tabla en la cual, que se debe escribir en el nombre del “pictograma” en el recuadro de reactivos de cada práctica.

Nombre	Pictograma	Peligro
Bomba que explota		Explosivo (inestable, divisiones 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4), autoreactivo (Tipo A y B), peróxido orgánico (Tipo A y B)
Llama		Inflamable (categorías 1 y 2 de sólidos, categorías 1, 2 y 3 de líquidos, Categoría 1 de gases, aerosoles inflamables, categorías 1 y 2) auto reactivo (Tipo B, C, D, E y F), pirofórico, calentamiento espontáneo emite gas inflamable, peróxido orgánico (Tipo B, C, D y F)
Llama sobre círculo		Oxidante
Cilindro de gas		Gas bajo presión
Corrosivo		Corrosivo (corrosión de la piel, Categorías 1A, 1B y 1C, corrosión de los ojos, Categoría 1), corrosivo para los metales.

Calavera		Toxicidad aguda (Categorías 1, 2 y 3)
Signo de exclamación		Irritante (irritación de la piel, Categoría 2 e irritación de los ojos, Categoría 2A), sensibilizante cutáneo (Categoría 1), toxicidad aguda (Categoría 4, dañino), toxicodinamia/ STOT, Categoría 3 efectos narcóticos, irritación respiratoria
Peligro crónico para la salud		Carcinógeno (Categorías 1A, 1B, y 2), sensibilizador respiratorio (Categoría 1), toxicidad reproductiva (Categorías 1A, 2B y 2), toxicidad para órgano diana/STOT (Categorías 1 y 2), mutagenicidad (Categorías 1A, 1B y 2), toxicidad de aspiración (Categorías 1 y 2)

---

#### IV.14 Aplicación de protocolos en clases a distancia

Durante el semestre 2021-1, las clases se realizaron en modalidad a distancia a consecuencia de la emergencia sanitaria derivada del virus Sars-Cov-2, por ello, se implementaron cursos de laboratorio de forma virtual haciendo uso de herramientas digitales.

Un grupo de alumnos que cursaron la asignatura como parte de su plan de estudios utilizaron cinco protocolos de los once establecidos en el manual desarrollado con la finalidad de evaluarlos y obtener información de la utilidad, funcionalidad y atractivo del manual; para ello se realizaron dos cuestionarios a lo largo del semestre para que los alumnos evaluaran estos puntos.

La información recabada se utilizó para mejorar o mantener aspectos específicos del contenido final del manual. Los resultados de ambos cuestionarios se muestran a continuación:

*Tabla 1. Primer cuestionario a estudiantes del grupo 11 del laboratorio de Química Orgánica III del semestre 2021-1, acerca de los protocolos: Síntesis de Pirroles, Síntesis de Indoles, Síntesis de Dihidropiridinas, Síntesis de Piridinas y Síntesis de Pirazinas, desarrollados con el uso de herramientas digitales.*

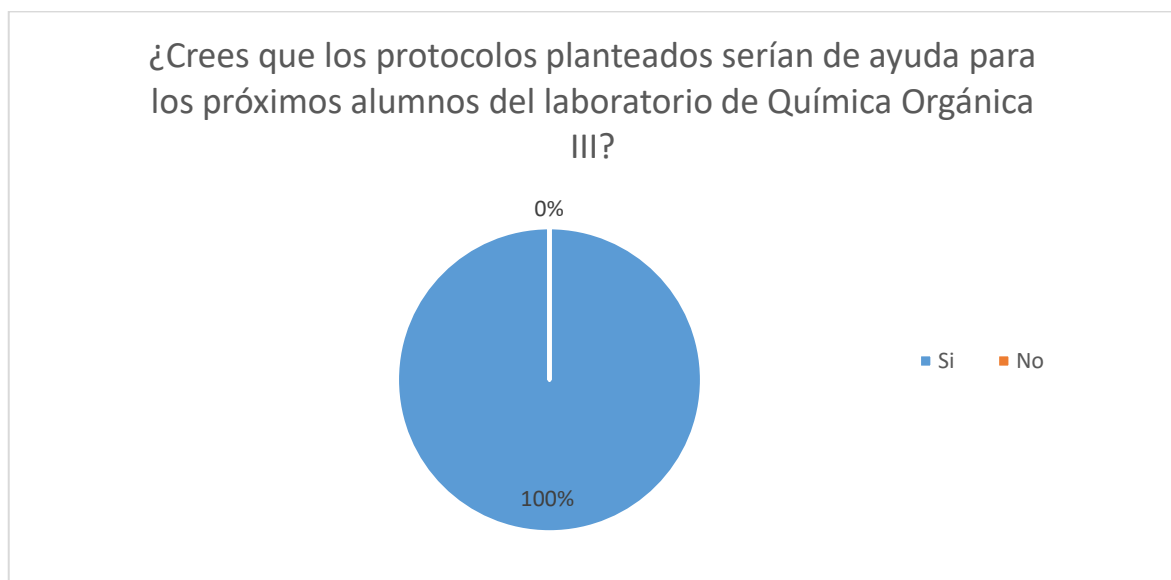
Pregunta	Respuestas generales
¿Qué opinas acerca del formato de los protocolos?	“Me agradan, son didácticos y concisos. Generalmente están mejor orientados al entendimiento del tema a diferencia de los protocolos anteriores” “Tienen un diseño bastante profesional, esquematizado y los elementos que se colocan presentan una adecuada organización” “Son concisos y fáciles de entender. El contenido y las preguntas a responder permiten comprender rápidamente los puntos clave de la práctica.”
¿Qué opinas acerca de los vídeos sobre los	“Muy ilustrativos y explican bastante bien el mecanismo.” “Son claros y entendibles, se observa bien los cambios que sufren las moléculas en su estructura tridimensional.”

<p>mecanismos de reacción añadidos?</p>	<p>“Creo que son muy buenos y didácticos, el hecho de incluir una breve explicación y la estructura que se tiene en cada momento del mecanismo es de mucha ayuda.”</p>
<p>¿Qué opinas acerca de la modelación molecular en tercera dimensión?</p>	<p>“De igual manera me gusta mucho porque a veces nos resulta difícil imaginar las moléculas en nuestras mentes.”</p> <p>“Es muy interesante. Ayuda mucho a ver el acomodo espacial de las moléculas en función de su estructura. Creo que es una herramienta auxiliar excelente.”</p> <p>“Bueno, se puede analizar mejor los grupos funcionales de una molécula.”</p>
<p>¿Qué opinas acerca de los diagramas de flujo que se encuentran en los protocolos?</p>	<p>“Los diagramas de flujo con el procedimiento son bastante ilustrativos, pero sobre todo las preguntas que se hacen a lo largo del mismo sirven bastante para analizar el por qué suceden las cosas.”</p> <p>“Es lo que más me gusta de este protocolo, tiene una síntesis muy buena de lo que se va a realizar y en presencial reduciría los errores sistemáticos, al igual que analizar el mecanismo le da el toque necesario.”</p> <p>“Concisos para dar el seguimiento de los pasos de la práctica además de que te hacen reflexionar de lo que sucede en cada paso con las preguntas complementarias.”</p>
<p>¿Qué opinas acerca de los mecanismos de reacción?</p>	<p>“Son muy claros, va presentando cada paso que sucede en el medio de reacción y te ayuda a comprender mejor la práctica.”</p> <p>“Si, las flechas son muy claras y precisas.”</p> <p>“Los mecanismos de reacción son claros y entendibles, el uso de colores para la identificación de átomos o grupos funcionales en específico es de utilidad para comprender hacia dónde va la reacción.”</p>



<p>¿Qué opinas acerca de la implementación de códigos QR?</p>	<p>“Particularmente me ha funcionado muy bien con mi celular, pero aún no he podido abrirlos en la computadora lo que luego puede llegar a ser un problema.”</p> <p>“Son una gran ayuda al momento de investigar más a fondo el contexto en el que se realiza la práctica, muy útiles y dinámicos la verdad.”</p> <p>“Me resulta muy útil sin embargo no sé si todos mis compañeros puedan tener acceso a ellos.”</p>
---	---

Gráfico 1. Segundo cuestionario a estudiantes del grupo 11 del laboratorio de Química Orgánica III del semestre 2021-1, acerca de los protocolos: Síntesis de Pirroles, Síntesis de Indoles, Síntesis de Dihidropiridinas, Síntesis de Piridinas y Síntesis de Pirazinas, desarrollados con el uso de herramientas digitales.



## **V. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

---

La aplicación de diversos *softwares* para la desarrollo de material didáctico en el ámbito de la química, específicamente la química orgánica, es un área de oportunidad de suma relevancia, debido a la cantidad de programas que se encuentran disponibles para realizar diversas actividades de forma individual como conjunta con el objetivo de enriquecer la información otorgada durante los cursos de las asignaturas, haciendo uso de la adaptabilidad que presentan estas herramientas y teniendo en cuenta la necesidad de innovar en los cursos para atraer al estudiante a continuar con su formación académica, se puede crear contenido didáctico de forma digital.

### **V.1 Modelación molecular**

El uso de modelaciones moleculares de forma bidimensional y tridimensional permite una mejor comprensión de la estructura y comportamiento de las moléculas debido a que se puede observar la influencia que tiene el volumen en su interacción con otras moléculas, por ende es indispensable que se pueda analizar y comprender cómo se encuentran en el medio de reacción.

Para ello el uso de herramientas digitales cumple un papel satisfactorio tomando en cuenta que se pueden realizar diversas modelaciones, haciendo uso de movimientos rotativos, colores, tipos de representaciones, etc. Se pueden utilizar de forma sincrónica y asincrónica permitiendo que la comprensión no dependa solamente de la capacidad del estudiante de visualizar moléculas tridimensionales basándose en representaciones bidimensionales.

Al igual, permite la incorporación de elementos visuales como flechas y cargas en representaciones bidimensionales para esquematizar de una forma más comprensible las modificaciones estructurales que ocurren en cada uno de los pasos de un mecanismo de reacción.

En cuanto al material desarrollado, se obtuvieron satisfactoriamente representaciones bidimensionales de cada uno de los mecanismos de reacción involucrados en cada uno de los protocolos, al igual se obtuvieron modelados en tercera dimensión de moléculas de interés farmacológico y de los mecanismo de reacción, cada uno de estos contenidos fue aplicado a los protocolos.

## V.2 Diagramas de flujo

Igualmente, el uso de programas que tienen como objetivo crear esquemas o diagramas, complementan de manera positiva el material que se brinda en las aulas, algunos de estos *softwares* se encuentran mayormente enfocados en otras áreas del conocimiento, no obstante, poseen elementos que las convierten en instrumentos viables para su utilización a causa de su versatilidad.

Es preciso tener en cuenta que, los materiales implementados por los docentes en sus clases son instrumentos didácticos, por lo tanto, deben de ser atractivos visualmente, esto se puede lograr con el uso de colores, formas, imágenes, vídeos, esquemas, cuadros diagramas, etc. con estos elementos es más probable que el alumno tenga un mayor interés en consultarlos.

Con respecto, al manual se desarrollaron los diagramas de flujo, que tienen como objetivo el seguimiento de los pasos lógicos para realizar un procedimiento experimental y así poder analizar los cambios ocurridos a nivel molecular considerando aspectos como la reactividad, condiciones de reacción, término de la misma, purificación, identificación del producto, etc.

### V.3 Vídeos

La versatilidad de los *softwares* proporciona una gran cantidad de posibilidades de aplicación, tomando en cuenta que la enseñanza es una actividad que se lleva a cabo en cada una de las ramas académicas y la necesidad que se tiene de transmitir el conocimiento. Una de estas maneras de transmisión es por medio de contenido multimedia, por ello, los *softwares* de creación y edición de elementos multimedia son una herramienta aplicable de manera multidisciplinaria, en donde la creación de vídeos u otros contenidos permiten al estudiante recibir de forma simultánea una explicación y una representación gráfica de lo que se está estudiando.

En la creación de estos contenidos se debe tomar en cuenta el público al que va dirigido, por consiguiente, es indispensable que se maneje un vocabulario adecuado, además de la cohesión de los elementos implicados y de la coherencia que debe de existir entre los elementos gráficos y la explicación.

En el desarrollo de los protocolos se logró aplicar esta herramienta con la creación de vídeos explicativos acerca de los mecanismos de reacción utilizando moléculas que se encuentran rotando y una explicación sencilla pero con un vocabulario adecuado para un público inmerso en el área de la química.

La visualización de los vídeos puede ser sincrónica o asincrónica con el docente para que pueda ser consultada en cualquier momento que se requiera o desee.

### V.4 Códigos QR

Los códigos QR se pueden utilizar para dar acceso a diversos contenidos digitales, tales como: documentos, vídeos, audios, etc. se deben de escanear y posteriormente con el uso de internet se direccionan hacia los archivos o contenidos correspondientes.

Su implementación en los contenidos académicos se puede establecer en su capacidad de reducir el espacio que utiliza una URL para dar acceso, además de la sencillez con la que se utilizan al solo colocar un dispositivo con la cámara que lee el código. No obstante, existen inconvenientes ligados a su utilización, el más frecuente es la necesidad de poseer un dispositivo capaz de poder escanear los códigos, además de la disponibilidad de conexión a internet para poder direccionar cada uno de los QR a su respectivo contenido en la red.

Para la elaboración del manual se tomaron en cuenta los comentarios de los alumnos del grupo 11 del Laboratorio de Química Orgánica III (1521) del semestre 2021-1, los cuales expresaron que no todos podían abrir los archivos a causa de tener únicamente un dispositivo o no contaban con un dispositivo capaz de leer los códigos QR, por ello se consideró este aspecto y se colocaron las URL de los contenidos multimedia al final de cada protocolo con su respectivo título para ser consultadas por separado.

Se decidió conservar esta herramienta del QR debido a las facilidades que presenta para aquellos que tienen la posibilidad de escanearlos, paralelamente en condiciones normales los alumnos tendrían una versión física del material, por lo cual, cabe la posibilidad de aumentar el número de dispositivos disponibles para la lectura de los códigos.

## **V.5 Aplicación de los protocolos en clases a distancia**

La implementación de los protocolos durante el semestre 2021-1 con un formato de clases a distancia, fue de utilidad para los estudiantes del grupo 11 del Laboratorio de Química Orgánica, debido a la accesibilidad que posee el material de ser consultado y editado de forma asincrónica a la clase. El formato benefició a los estudiantes, considerando que funciona como una guía con características constructivistas, donde el estudiante hace uso de los recursos presentados en el

material para lograr construir su propio conocimiento modificando su papel a uno más activo.

El uso del formato PDF permite mayor accesibilidad al contenido en diversos dispositivos, característica que se debe considerar, teniendo en cuenta la heterogeneidad de condiciones socioeconómicas de la población estudiantil que se encuentra cursando las asignaturas en diversas áreas geográficas, como consecuencia de la pandemia. La importancia de la accesibilidad de los contenidos radica en la posibilidad del alumno de poder manipular, visualizar, utilizar y editar el contenido con la menor cantidad de variables restrictivas posibles, teniendo como consecuencia una mayor probabilidad de continuar con su formación académica.

La versatilidad de los *softwares* para conjuntar sus propiedades para crear un material que englobe todas las cualidades que presentan, benefician al usuario porque reducen los requerimientos de capacidad de almacenamiento, licencias y manejo de los programas que se requieren para obtener los productos que se presentan como material didáctico, concentrando la atención del estudiante en el contenido académico. No obstante, el estudiante puede aprender a manipular los programas por medio de capacitaciones que se convierte en un añadido a su formación profesional.

El desarrollo de material didáctico digital en asignaturas previas al Laboratorio de Química Orgánica III (1521) permitiría al estudiante familiarizarse con el uso de herramientas digitales en su formación académica en una modalidad de clases a distancia o de manera presencial, generando de esa forma un conocimiento académico y paralelamente desarrollar competencias que el estudiante requerirá en un contexto laboral.

La incorporación de los elementos adicionales permitió a los estudiantes del curso desarrollar sus informes de laboratorio de forma satisfactoria y concisa, hay que matizar la aceptación por parte de los alumnos con motivo de la aplicación de colores, diagramas, tablas, figuras, etc. que brindan un atractivo visual, del mismo modo el planteamiento de antecedentes específicos permiten al estudiante concentrarse en una búsqueda bibliográfica sencilla y eficiente; asimismo la

organización estructural de contenido contribuye al aprendizaje del estudiante debido a que puede tener un mejor manejo de la información que se recaba previamente, durante y posteriormente a la sesión experimental, facilitando la elaboración de un informe como evidencia de clase.

Con el empleo de protocolos definidos que tienen como uno de sus objetivos reunir toda la información que se obtiene durante cada práctica realizada, desde su planteamiento hasta su finalización, por medio de un formato detallado y organizado permite al docente observar cada uno de los puntos a evaluar en un solo documento facilitando el análisis del aprendizaje del alumno durante cada una de las prácticas que comprenden el curso. Esto puede observarse en la capacidad del estudiante de realizar una investigación bibliográfica adecuada, el desarrollo de hipótesis coherentes con los objetivos e información planteada, además de la capacidad de redactar el análisis de las técnicas implementadas y de los resultados, para finalmente elaborar conclusiones acertadas sobre lo ocurrido en las actividades experimentales realizadas.

La importancia de la incorporación de elementos computacionales en la planeación de clases radica en la adaptabilidad que requiere la educación con el paso del tiempo, ocasionado por los diversos factores que surgen y dan como resultado nuevas necesidades que cubrir para la formación académica adecuada de la población estudiantil, paralelamente el requerimiento de habilidades o competencias requeridas en el ambiente laboral aumenta considerablemente la necesidad del estudiante de adquirir, incrementar o perfeccionar estas habilidades y relacionarlas con su área profesional. A causa de la pandemia se hizo evidente la importancia del uso las herramientas digitales en la educación, lo cual, obligó al desarrollo de materiales y cursos a distancia de forma precipitada; además mostró la incipiente familiaridad de un sector de la población académica con las plataformas, programas y herramientas computacionales que se tienen disponibles, razón por la cual éste material será un apoyo para profesores y estudiantes.

## VI. CONCLUSIONES

---

- Al manual de prácticas de Química Orgánica III (1521) que se utiliza actualmente en la Facultad de Química de la UNAM, se le incorporaron de manera satisfactoria representaciones moleculares tridimensionales, diagramas, cuadros, códigos QR, vídeos y otros elementos que complementan el material elaborado por los profesores de departamento de Química Orgánica.
- El manual desarrollado con diversos *softwares* tiene las características necesarias para utilizarse como material didáctico para el curso de Laboratorio de Química Orgánica III (1521) en una modalidad a distancia.
- Los protocolos creados se utilizaron por un grupo de 21 estudiantes que cursaron la asignatura de QO III durante el semestre 2021-1, esto les permitió tener acceso a contenidos digitales referentes a las prácticas por medio de dispositivos móviles.



## VII. REFERENCIAS

---

1. Boiani, et al (2004). Uso de modelado molecular como herramienta didáctica en el primer curso de Química Orgánica. Educación química, 15. Uruguay. 349-352.
2. López D. y Furió C. (2021). El concepto actual de elemento químico: ¿Uno o dos significados? Implicaciones en su enseñanza (segunda parte). Educación química, 32. 31-44.
3. Caamaño A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. Educación química, 29. 21-54.
4. Barrequé, Sampaolesi, Briand y Vetere. (2021). La enseñanza de la química durante el primer año de la universidad: el estudiante como protagonista de un aprendizaje significativo. Educación química, 32. Argentina. 58-73.
5. Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la química. Aportes de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. Educación química, 30. Argentina. 114-128.
6. Ramos, A. (2020) Enseñanza química en un mundo complejo. Educación química, 31. 91-101.
7. Martínez, García, Escalona (2017) Modelos de realidad aumentada aplicados a la enseñanza de la química en un nivel universitario. Revista cubana de Química. 29. Cuba. 13-25.
8. Morozov, M. et al. (2004) Virtual chemistry laboratory for school education. Computer society. Rusia.
9. Contreras, S. et al (2020). Enseñanza remota de la química en educación secundaria-universitaria. Educación química, experiencias sobre enseñanza remota. 73-87.
10. Yang, Mei y Yue. (2018) Mobile augmented reality assisted chemical education: insights from elements 4D. Journal of chemical education, 95. 1060-1062.

11. Prat, Ballesteros y Lescano. (2018). "La previa": Una estrategia de aprendizaje en prácticas de química. *Educación química*, 29. 18-27.
12. Maier, P. y Klinker, G. (2013). Augmented chemical reactions: 3D interaction methods for chemistry. *iJOE*, 9. Alemania. 80-82.
13. Mosquera, A. y Barajas, D. (2019). Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la química orgánica I. *Educación química*, 30. 57-70.
14. Viera, Ramírez y Fleisner. (2017). El laboratorio en química orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico – tecnológicas. *Educación Química*, 28. 262-268.
15. Urzúa, M. y López M. (2010). Evaluación de tres intervenciones instruccionales para la formación de una competencia técnica profesional en química farmacéutica biológica. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15. 895-919.
16. Peres, F. (2018). Bitácora de laboratorio: una investigación en la enseñanza de la química en nivel superior. *Educación química*, 29. 74-86.
17. Wade, L. (2011) *Química orgánica*, volumen 2. Pearson 7ma ed. 912-914, 1097-1127.
18. Pájaro, N. y Olivero J. (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, 21-2. 169-182.
19. Amarnath, V. et al. (1991). Intermediates in the Paal-Knorr synthesis of pyrroles. *American Chemical Society*, 56. 6924-6931.
20. Katritzky, Ramsden, Joule, Zhdankin. (2010). *Handbook of heterocyclic chemistry*. Elsevier 3ra ed. 677-678, 688-690, 698, 714-719, 758-759, 806-807.
21. Montalvo, Salinas, Becerra, Barrón. (2013). *Química orgánica: introducción a la química heterocíclica*. Universidad Autónoma de Nayarit 2da ed. 37-51, 94-105, 180-184.
22. Joule, J. y Mills, K. (2010). *Heterocyclic chemistry*. Wiley 1er ed. 156-160, 275-280, 347-363, 494-497.

23. Rolando, E. et al. (2005). Síntesis de 1,4-dihidropiridinas utilizando energía de microondas en ausencias de disolventes. *Revista cubana de química*. 188.
24. Carey, F. (2006). *Química orgánica*. Mc Graw hill 6ta ed. 1148-1154.
25. Friesen, J. (2015). Forensic chemistry: the revelation of latent fingerprints. *Journal chemical education*, 92. 487-504.
26. McMurry, J. (2008). *Química orgánica*. Cengage learning, 7ma ed. 1016-1050.