



Uso de productos cotidianos en las prácticas de laboratorio de química orgánica: una estrategia metodológica basada en la investigación dirigida

Use of Daily Products for Organic Chemistry Laboratory Practices: A Methodological Strategy Based on Directed Research

Uso de produtos diários nas práticas de laboratório de química orgânica: uma estratégia metodológica baseada em pesquisa dirigida

Alexander Gutiérrez-Mosquera¹

Dary-Stella Barajas-Perea²

Recibido: septiembre de 2021

Aceptado: febrero de 2022

Para citar este artículo: Gutiérrez-Mosquera, A. y Barajas-Perea, D. S. (2022). Uso de productos cotidianos en las prácticas de laboratorio de química orgánica: una estrategia metodológica basada en la investigación dirigida. *Revista Científica*, 44(2), 189-201. <https://doi.org/10.14483/23448350.18616>

Resumen

El objetivo de la presente investigación es diseñar e implementar una estrategia metodológica basada en investigación dirigida para desarrollar prácticas de laboratorio mediante el uso de productos cotidianos en la asignatura de química orgánica del Programa Académico en Licenciatura de Ciencias Naturales (PALCN) de la Universidad Tecnológica del Chocó (UTCH). Para cumplir este objetivo, se partió de un diagnóstico sobre las actividades de laboratorio en dicha asignatura. Este estudio se sustentó en un enfoque mixto, mediante un diseño de estudio de caso. Se utilizaron métodos teóricos, empíricos y estadísticos. Los resultados arrojados mostraron que, durante el periodo académico 2019-2, los docentes que constituyen la muestra de investigación no realizaron prácticas de laboratorio y, cuando orientaron actividades de laboratorio,

estas fueron experiencias, experimentos ilustrativos o ejercicios prácticos. Con respecto a la estrategia metodológica, los estudiantes y el grupo de expertos expresaron que la construcción del conocimiento escolar se favorece desde la investigación mediante la contextualización de la ciencia, cuyo proceso dinámico les facilita comprender y aplicar conceptos, así como desarrollar habilidades, actitudes y aptitudes positivas hacia la química a partir de un problema de investigación. Esta estrategia metodológica, basada en la investigación dirigida, permitió replantear las prácticas de laboratorio de química orgánica, propiciando en los estudiantes un rol activo y convirtiéndolos en actores principales de su proceso de formación.

Palabras clave: actividades de laboratorio; enseñanza de la química; estudio de caso; métodos activos de aprendizaje; problema de investigación.

1. Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Chocó, Colombia. Contacto: d-alexander.gutierrez@utch.edu.co
2. Universidad Tecnológica del Chocó, Quibdó, Chocó, Colombia. Contacto: d-dary.barajas@utch.edu.co

Abstract

The objective of this research is to design and implement a methodological strategy based on directed research to develop laboratory practices by using daily products within the organic chemistry course of the Academic Graduate Program in Natural Sciences (PALCN) from Universidad Tecnológica del Chocó. To fulfill this objective, we began with a diagnosis of the laboratory activities in said subject. This study was founded upon a mixed approach by means of a case study design. Theoretical, empirical, and statistical methods were used. The results obtained showed that, during the 2019-2 academic period, the teachers that make up the study sample did not conduct any laboratory practices and, when they guided laboratory activities, these were experiences, illustrative experiments, and practical exercises. As for the methodological strategy, the student and the group of experts expressed that the construction of school knowledge is favored from research by the contextualization of science, whose dynamic process makes it easier for them to understand and apply concepts, as well as to develop skills and positive attitudes towards chemistry from a research problem. Based on directed research, this methodological strategy allowed rethinking organic chemistry laboratory practices, encouraging an active role in the students and turning them into main actors within their education process.

Keywords: active learning methods; case study; chemistry teaching; laboratory activities; research problem.

Resumo

O objetivo desta pesquisa é desenhar e implementar uma estratégia metodológica, com fulcro na pesquisa dirigida, para desenvolver práticas de laboratório por meio da utilização de produtos de uso diário, na disciplina de química orgânica do Programa Acadêmico em Ciências Naturais da Universidad Tecnológica del Chocó. Para se alcançar este objetivo, foi iniciado um diagnóstico das atividades laboratoriais na referida disciplina. Este estudo sustenta-se na abordagem mista, por meio de um desenho de estudo de caso. Foram utilizados métodos teóricos, empíricos e estatísticos. Os resultados obtidos expressam que durante o período letivo de 2019-2, os professores que compõem a amostra

da pesquisa não realizavam práticas de laboratório, e quando orientavam as atividades de laboratório foram do tipo experiências, experimentos ilustrativos e / ou exercícios práticos. A avaliação dos alunos e do grupo de especialistas quanto à estratégia metodológica facultada a compreensão de que a construção do conhecimento escolar é favorecida a partir da investigação contextualizada das ciências, cujo processo dinâmico possibilita compreender e aplicar conceitos, desenvolver competências, atitudes e aptidões positivas para a química a partir de um problema de pesquisa. Esta estratégia metodológica, baseada na investigação dirigida, permitiu repensar as práticas laboratoriais da química orgânica, fomentando um papel ativo nos alunos e tornando-os protagonistas do próprio processo de formação.

Palavras-chaves: atividades de laboratório; ensino de química; estudo de caso; métodos ativos de aprendizagem; problema de pesquisa.

Introducción

En la educación superior es muy frecuente la orientación tradicional de las prácticas de laboratorio, las cuales se realizan con el propósito de que el estudiante verifique conceptos y adquiera habilidades en la manipulación de materiales, reactivos y equipos, con base en el desarrollo de guías de laboratorio, donde se dan indicaciones de qué se debe hacer, con qué materiales y de qué manera realizarlo (Cardona, 2013, citado por [Galvis, Laitón y Ávalo, 2017](#); [Hofstein y Lunnetta, 2003](#)). Esta forma de llevar a cabo las actividades de laboratorio poco favorece la participación y escasamente promueve las actitudes científicas en los estudiantes ([Santos, 2020](#)), usualmente son en forma de receta, mecánica y descontextualizada ([Ayala et al., 2020](#)), conceden insuficiente tiempo para la realización y la interpretación de experiencias, para la planificación y la realización de estudios investigativos ([Galiano, 2014](#)), limita a los estudiantes a seguir instrucciones y no permite que estos diseñen y propongan la actividad de laboratorio a desarrollar ([Valencia, 2017](#)), la cual requiere de un proceso de investigación que los involucre y

los comprometa. Por otro lado, algunas veces la implementación de las actividades de laboratorio es limitada, porque algunos docentes argumentan que hay carencia de reactivos, materiales, equipos, espacios no adecuados o periodos de clase cortos ([López y Tamayo, 2012](#)), circunstancias que no son ajenas a lo que se percibe en el laboratorio de la asignatura de química orgánica en el PALCN de la UTCH. Desde esta perspectiva, surge como pregunta de investigación: ¿cómo contribuir en el diseño y la implementación de prácticas de laboratorio contextualizadas de tipo investigativo en la asignatura de química orgánica en el PALCN de la UTCH?, para responder a esta pregunta, este en este trabajo investigativo se diseñó e implementó una estrategia metodológica basada en la investigación dirigida para desarrollar prácticas de laboratorio de química orgánica, empleando productos cotidianos.

Se entiende como prácticas de laboratorio todas aquellas actividades llevadas a cabo por el estudiante a través del uso de materiales, herramientas, técnicas de recolección de datos, modelos y teorías de la ciencia que permita el análisis de un fenómeno ([Lunetta, Hofstein y Clough, 2007](#)), estas se pueden clasificar de acuerdo a la diversidad con la que se utilizan en las clases de ciencias en cuatro tipos: experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones ([Caamaño, 2004](#)). Una manera de emplear este último tipo es mediante la investigación dirigida, la cual consiste en una actividad investigativa aplicada en el ámbito educativo, cuyo propósito es que el estudiante participe activamente de manera colaborativa en su proceso de aprendizaje mediante la construcción de conocimientos, a partir del planteamiento de un problema teórico o práctico, bajo la orientación y el seguimiento permanente del docente ([Gómez y Ospina, 2016](#)). La investigación dirigida se puede desarrollar a través de cinco etapas: planteamiento del problema, planificación, realización, evaluación de resultado y comunicación ([Fernández, 2013](#); [Caamaño, 2012](#)).

Metodología

Este estudio se sustentó en el enfoque mixto, mediante un diseño de estudio de caso ([Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018](#)). El contexto de la investigación es el PALCN de la UTCH, en donde la población la constituyen cuatro docentes que imparten la asignatura teórico-práctica de química orgánica y los 60 estudiantes que matricularon este curso, en el periodo académico 2019-2. La muestra, en el caso de los docentes, la conforman tres (identificados con D1 a D3), se asumió el muestreo tipo intencionado (no probabilístico), puesto que uno de los autores de esta investigación orientó uno de los cursos y, por ende, no puede ser juez y parte. En el caso de los estudiantes, la muestra para el diagnóstico la constituyen 48, ya que los otros 12 son los estudiantes orientados por el docente-investigador que participaron en la implementación y la evaluación de la estrategia. En este estudio se emplearon métodos teóricos, empíricos y estadísticos ([Rodríguez y Pérez, 2017](#)).

Fases de la investigación

Fase 1. Diagnóstico

Con el propósito de identificar las principales características de cómo se desarrollan las actividades de laboratorio en la asignatura de química orgánica en mención, se aplicaron los instrumentos guías de encuesta y revisión documental.

Los resultados de la encuesta establecen que el docente D1 expresa que no hace actividad experimental por falta de materiales y reactivos, y que cuando la hace tiene como principales objetivos desarrollar habilidades y destrezas en el estudiante en actividades experimentales: ilustrar, verificar y demostrar conceptos, principios y leyes científicas, y desarrollar la capacidad en el estudiante de llevar a cabo investigaciones mediante el método científico y obtener experiencia de ello. Lleva a cabo las actividades experimentales a través de prácticas de laboratorio (experiencias, experimentos

ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones). No obstante, con base en el análisis de la encuesta, se infiere que el docente no asocia la forma de llevar a cabo las prácticas de laboratorio de tipo investigaciones, puesto que no plantea un problema a resolver, y elabora y entrega la guía de actividades a desarrollar en el laboratorio.

El docente D2 se contradice al manifestar que realiza prácticas de laboratorio, pero luego expresar que no las desarrolla porque no tiene tiempo y por falta de materiales y reactivos. También dice que cuando ha orientado una actividad de laboratorio su principal objetivo es ilustrar, verificar y demostrar conceptos, principios y leyes científicas, por lo que el tipo de experimentos que ejecuta es de tipo ilustrativo.

El docente D3 dice que realiza laboratorio, de manera que los estudiantes llevan a cabo investigaciones. Sin embargo, manifiesta que desarrolla actividades de laboratorio tipo experimental ilustrativo, en donde orienta a los estudiantes de tal forma que detalla los pasos a seguir y los resultados esperados en la guía de laboratorio, la cual elabora y entrega a los estudiantes, lo que no es consecuente, puesto que expresa que estas actividades siempre las desarrolla a partir del planteamiento de un problema.

Con respecto a la encuesta aplicada a la muestra de 48 estudiantes, estos respondieron a la pregunta “¿El docente utiliza las prácticas de laboratorio en el desarrollo de la asignatura de química orgánica?”, que durante el periodo académico 2019-2 los docentes no realizaron actividades de laboratorio. Lo anterior coincide con que, durante este lapso de tiempo, los investigadores frecuentemente consultaron a los estudiantes qué día tenían programado desarrollar laboratorio, con el propósito de realizar observaciones directas, para recolectar información de qué manera se planifica y desarrolla esta actividad, pero ante la no ejecución de dichas prácticas de laboratorio se debió excluir este último instrumento. La respuesta de los estudiantes es coherente con el registro del uso de los laboratorios de química, puesto que no hay

reporte de asistencia de estos docentes, por lo cual se confirma que estos no realizaron prácticas de laboratorio.

Con el propósito de establecer en el almacén del laboratorio de química la existencia de materiales, reactivos y equipos, se solicitó al auxiliar de laboratorio la revisión de un listado con este tipo de implementos, la cual posteriormente fue verificada por los investigadores. Con base en este listado, se pudo establecer que es posible planificar y desarrollar prácticas de laboratorio de química orgánica, dado que al menos se pueden desarrollar actividades como reconocimiento de grupos insaturados, alquinos terminales, aromáticos, haluro de alquilo, alcoholes, fenoles, grupos carbonilos, aldehídos, ácidos carboxílicos y obtención de eteno ([Benito de Vega y Escribano, 2018](#)).

La guía de revisión documental se realiza con base en documentos como guías programáticas y de prácticas de laboratorio de química orgánica, lista de chequeo de materiales, reactivos y equipos, registro del uso de los laboratorios de química orgánica; carga académica y calendario académico. Los análisis de estos documentos permitieron darle claridad, profundidad y fundamentación a la información obtenida por el otro instrumento, de tal manera que se convirtieron en un apoyo para establecer las apreciaciones y conclusiones. En el caso de la revisión documental, la guía programática proporcionó información sobre cómo se planifica, organiza, ejecuta y evalúa de acuerdo al tipo de laboratorio, puesto que estas registran la entrega de la guía de laboratorio por parte de los docentes, lo cual es un indicio de que la forma como se planifican las prácticas de laboratorio es de tipo experiencias, experimentos ilustrativos o ejercicios prácticos; la carga académica permitió identificar y ubicar a los docentes y estudiantes que constituyen la muestra, y el calendario académico estableció que el periodo 2019-2 se desarrolló en 16 semanas.

Con base en los instrumentos utilizados para la constatación del problema, se llevó a cabo el

proceso de triangulación, el cual permitió identificar las siguientes regularidades:

- Los docentes no realizaron prácticas de laboratorio en la asignatura de química orgánica, en el periodo académico 2019-2, puesto que los resultados de la encuesta a los estudiantes, el análisis al registro del uso de laboratorio de química y las inconsistencias en la encuesta a los docentes así lo evidenciaron. La justificación a la ausencia de dichas prácticas no puede ser la falta de tiempo, ni la falta de materiales, reactivos y equipos, ya que con la información extraída de la lista de chequeo y el calendario académico (16 semanas) es posible realizar actividades de laboratorio.
- Los resultados infieren que los docentes cuando orientan prácticas de laboratorio, estas son de tipo experiencias, experimentos ilustrativos y ejercicios prácticos, es decir, de manera tradicional, puesto que entregan a los estudiantes la guía de laboratorio, la cual se caracteriza por detallar los pasos a seguir en el procedimiento experimental y no se origina a partir de un problema.

Fase 2. Diseño e implementación de la estrategia metodológica

La estructura de la estrategia metodológica se basa en cinco etapas: planteamiento del problema, planificación, realización, evaluación de resultado y comunicación.

Las preguntas de investigación que sustentan el planteamiento del problema de tipo práctico y realizadas por los investigadores son:

1. ¿Cómo identificar y diferenciar compuestos orgánicos e inorgánicos mediante el uso de productos cotidianos en el laboratorio de química?
2. ¿Qué productos cotidianos se pueden utilizar para obtener eteno a través de una práctica de laboratorio de química orgánica?
3. ¿Cómo identificar grupos funcionales orgánicos en productos cotidianos a través de actividades de laboratorio?

Estas preguntas generan que en la etapa de planificación exista un diálogo permanente que promueve la constante interacción entre los actores del proceso a partir de preguntas orientadoras, con el fin de ayudar a los estudiantes a diseñar un método de resolución del problema. Este diálogo es esencial, puesto que la interacción facilita la construcción de las actividades, se despejan dudas, permite la retroalimentación y el estudiante asume mayor responsabilidad con las tareas a realizar ([Bevins y Price, 2016](#)). Por ejemplo, para el primer interrogante de investigación, se establece como pregunta orientadora: ¿cómo identificar y diferenciar compuestos orgánicos e inorgánicos en el laboratorio de química?, lo que origina un diálogo entre los diferentes participantes del proceso en búsqueda de obtener respuestas, de tal manera que conlleve a plantear una tarea de investigación, en cuya ejecución se obtiene un resultado. Este resultado puede originar otra tarea de investigación, y el proceso se vuelve cíclico hasta resolver la pregunta de investigación. De esta reflexión los estudiantes establecen como tareas y resultados esperados de investigación los siguientes: 1) análisis de los procedimientos experimentales para identificar compuestos orgánicos, cuyo resultado esperado es la sistematización de los procedimientos experimentales para identificar compuestos orgánicos; 2) análisis de los procedimientos experimentales para identificar compuestos inorgánicos, cuyo resultado esperado es la sistematización de los procedimientos experimentales para identificar compuestos inorgánicos; 3) diferenciación entre los compuestos orgánicos e inorgánicos mediante actividades de laboratorio, cuyo resultado esperado es la sistematización del procedimiento experimental para diferenciar compuestos inorgánicos de los orgánicos; y 4) qué productos cotidianos emplear para esta práctica de laboratorio, cuyo resultado esperado es la selección de los productos cotidianos seleccionados para utilizarlos en la práctica de laboratorio de identificación y diferencia de compuestos orgánicos e inorgánicos; lo que conduce

a que los estudiantes elaboren su propio procedimiento experimental, bajo la orientación y seguimiento del docente.

Para dar respuestas a la segunda y la tercera pregunta de investigación, se procede de manera similar a la primera, tal como se registra en la [tabla 1](#).

Tabla 1. Relación entre pregunta de investigación, pregunta orientadora, tarea y resultado esperado

Pregunta de investigación		
2. ¿Qué productos cotidianos se pueden utilizar para obtener eteno a través de una práctica de laboratorio de química?		
Pregunta orientadora	Tarea de investigación	Resultado esperado
¿Cómo se obtiene eteno a través de una práctica de laboratorio de química?	1. Análisis de los procedimientos experimentales para obtener eteno en el laboratorio	1. Sistematización de los procedimientos experimentales para obtener eteno en el laboratorio
	2. Qué productos cotidianos pueden reemplazar el etanol y el ácido fosfórico o el ácido sulfúrico para llevar a cabo la obtención de eteno en el laboratorio	2. Identificación de los productos cotidianos que pueden reemplazar el etanol y el ácido fosfórico o el ácido sulfúrico para llevar a cabo la obtención de eteno en el laboratorio
3. ¿Cómo identificar grupos funcionales orgánicos en productos cotidianos a través de actividades de laboratorio?		
¿Cómo identificar grupos funcionales orgánicos a través de actividades de laboratorio?	1. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de los alquenos	1. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar alquenos
	2. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de los alquinos	2. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar alquinos
	3. Cómo diferenciar alquenos y alquinos a través de una prueba química en el laboratorio	3. Sistematización del procedimiento experimental para diferenciar alquenos y alquinos
	4. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar hidrocarburos aromáticos	4. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar hidrocarburos aromáticos
	5. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de los haluros de alquilo	5. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar haluros de alquilo
	6. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de los alcoholes	6. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar alcoholes
	7. Cómo identificar el grupo funcional de los fenoles en el laboratorio	7. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar fenoles
	8. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de los aldehídos	8. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar aldehídos
	9. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de las cetonas	9. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar cetonas
	10. Análisis de los procedimientos experimentales para diferenciar el grupo funcional de los aldehídos y las cetonas	10. Sistematización de los procedimientos experimentales para diferenciar aldehídos y cetonas
	11. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de los ácidos carboxílicos	11. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar ácidos carboxílicos
	12. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar ésteres	12. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar ésteres
	13. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de las amidas	13. sistematización de los procedimientos experimentales para identificar amidas
	14. Análisis de los procedimientos experimentales para identificar el grupo funcional de las aminas	14. Sistematización de los procedimientos experimentales para identificar aminas
	15. Qué productos cotidianos empleo para identificar grupos funcionales orgánicos a través de actividades de laboratorio	15. Productos cotidianos seleccionados para utilizarlos en la identificación de grupos funcionales orgánicos mediante actividades de laboratorio

La etapa que corresponde al desarrollo de la planificación es la realización, por ende, se llevan a cabo las actividades experimentales y el tratamiento de los resultados obtenidos. Desde esta perspectiva, los grupos de estudiantes antes de ir al aula de laboratorio se preparan para la actividad experimental, a partir de las tareas realizadas que están constituidas por el procedimiento y la manera de procesar la información obtenida.

La ejecución de la actividad experimental para identificar y diferenciar compuestos orgánicos e inorgánicos en el laboratorio de química por parte de los estudiantes se realizó utilizando el procedimiento de la combustión del azúcar (compuesto orgánico) y la sal (sustancia inorgánica), mediante el uso del mechero Bunsen, los cuales se diferencian por la descomposición química del azúcar y la estabilidad en la composición química de la sal. Con respecto a la práctica de laboratorio sobre los productos cotidianos utilizados para obtener eteno, los estudiantes realizaron la reacción de deshidratación de alcoholes, en donde emplearon alcohol antiséptico, aguardiente y ron para reemplazar el etanol, y ácido muriático (ácido fosfórico al 4.1 %), en vez de ácido sulfúrico concentrado (98 %) o ácido fosfórico concentrado (52-54 %). En esta actividad se evidenció la obtención de eteno a través de la prueba de Baeyer y combustión con palillo de fósforo (Figura 1).

En la figura 2 se ilustran algunos resultados de los procedimientos utilizados por los estudiantes en el desarrollo de las actividades experimentales, correspondientes al reconocimiento

de grupos funcionales orgánicos (alquenos, alquinos, alquinos terminales, aromáticos, haluro de alquilo, alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos) en productos cotidianos como esencia de vainilla, Splenda, alcanfor, diclofenaco, lidocaína, aspirina, vinagre y tableta de vitamina C.

Posteriormente, a la ejecución de las prácticas de laboratorio se realiza la evaluación del resultado, en donde se valoran y comparan los resultados obtenidos por los diferentes grupos; es decir, los diferentes grupos socializan sus resultados en el aula de clase de manera que un grupo valora los resultados de otro, con el fin de que los estudiantes estén de acuerdo en que estos sean coherentes con los resultados esperados de cada procedimiento, lo que enriquece el proceso. En la figura 2 se ilustran algunos resultados de estos procedimientos.

Finalmente, se comunica mediante un informe el estudio investigativo ejecutado en las prácticas de laboratorio (Suazo Guerrero, s.f.). Esta etapa contribuye a que los estudiantes desarrollen habilidades para socializar resultados y de esta manera mejorar sus competencias comunicativas (Mancebo, Moreno y de Miguel, 2018).

Las etapas de esta estrategia metodológica permiten la posibilidad de que los estudiantes en su proceso de aprendizaje sean conscientes del por qué, del para qué, del con qué y del cómo se procede en cada una de las actividades relacionadas con el desarrollo de las prácticas de laboratorio, con el propósito de que se apropien de las competencias inherentes a la investigación.



Figura 1. Montaje de obtención de eteno

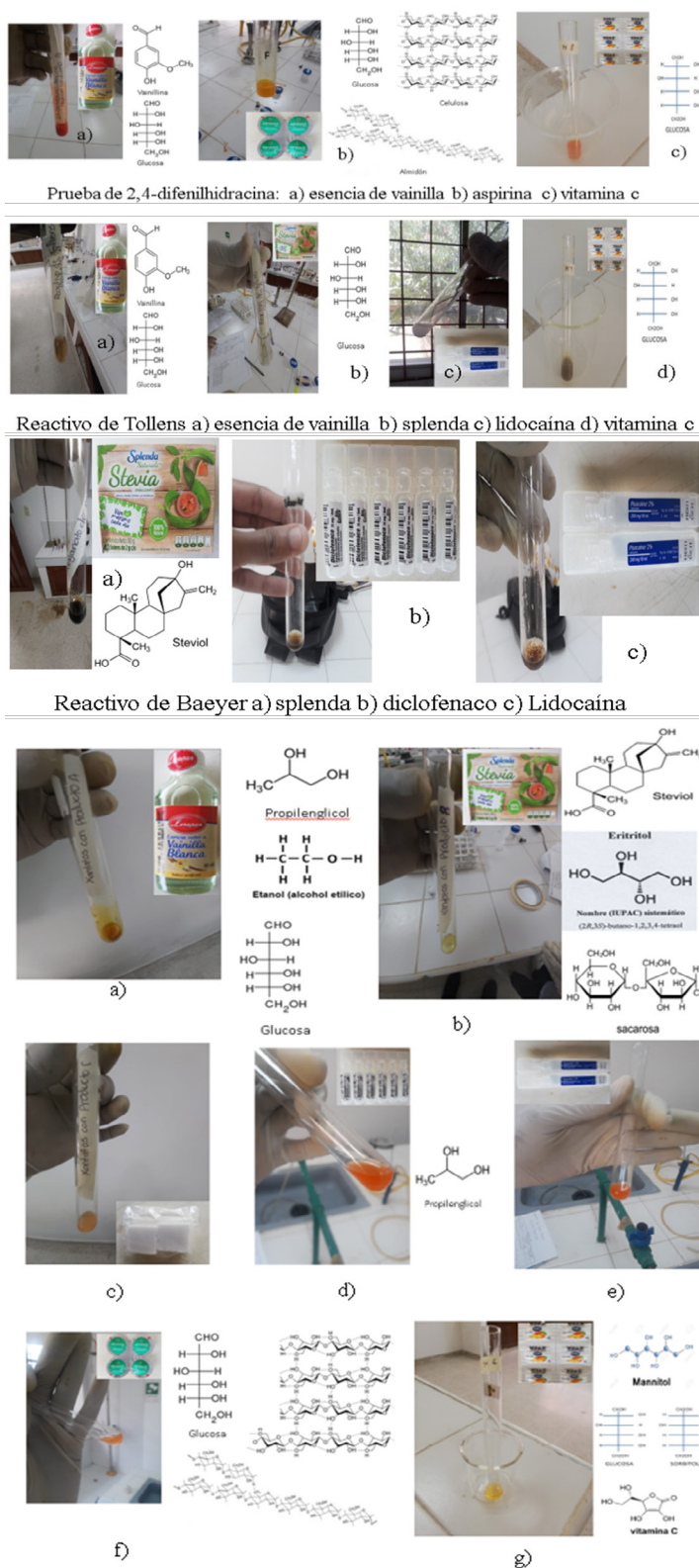


Figura 2. Resultados de algunas pruebas químicas realizadas a los productos cotidianos

El proceso evaluativo desarrollado en la estrategia metodológica basada en la investigación dirigida a través del uso de productos cotidianos en el laboratorio de química orgánica se lleva a cabo durante el transcurso de cada una de las etapas de la estructura de la estrategia, teniendo en cuenta el nivel de cumplimiento de cada uno de los propósitos de las etapas. En este sentido, permite realizar una valoración del proceso y de sus resultados, y a la vez corregir el direccionamiento de las acciones o actividades, a partir del proceso de retroalimentación que proporciona. Los indicadores tenidos en cuenta en el proceso evaluativo fueron: asistencia, puntualidad, participación, trabajo colaborativo, habilidad y destreza en el manejo de materiales, reactivos y equipos, actitud, búsqueda y sistematización de la información, redacción científica, tareas de investigación e informe de laboratorio. En conformidad con estos aspectos, se evidenciaron un proceso más participativo, incremento en el interés y la curiosidad, desarrollo del pensamiento crítico y creativo, mejora en la capacidad de razonamiento, resolución de problemas, capacidad de comprensión y argumentación, habilidad y destreza en el manejo de materiales, reactivos y equipos, y comunicación de informes de investigación.

Fase 3. Evaluación de la estrategia metodológica

La viabilidad de la estrategia metodológica es valorada por un grupo de expertos (método Delphi), y la aplicación de esta se evalúa mediante la valoración de los estudiantes en el curso en que uno de los docentes-investigadores imparte la asignatura de química orgánica a través de una encuesta, cuyos resultados, interpretación y análisis son los siguientes:

La valoración de la estrategia metodológica basada en la investigación dirigida por un grupo de expertos se realiza a través del método Delphi ([García-Ruiz y Lena-Acebo, 2018](#)), para ello se utilizó un cuestionario con el propósito de seleccionar a los expertos mediante una autovaloración, con base en sus competencias. La autovaloración

arrojó que se podían tener en cuenta a 14 expertos de 20 posibles, a quienes se les entregó un resumen de la estrategia para su implementación y un cuestionario constituido por seis indicadores:

1. Correspondencia de la estrategia metodológica, basada en la investigación dirigida, con la práctica de laboratorio de química orgánica.
2. Concepción de la investigación dirigida como núcleo dinamizador de las actividades de laboratorio de química orgánica.
3. Concepción de las etapas que constituyen la investigación dirigida que dinamizan las prácticas de laboratorio de química orgánica.
4. Coherencia entre la lógica de la estrategia metodológica basada en la investigación dirigida y su argumentación.
5. Correspondencia del uso de productos cotidianos en las prácticas de laboratorio de química orgánica con la implementación de la estrategia metodológica.
6. Viabilidad de la estrategia metodológica en su aplicación.

Adicionalmente, una ponderación para la valoración según su criterio. Con base en estas valoraciones, se determinaron las frecuencias absolutas, acumuladas, relativas acumuladas y acumulativas por la inversa de la curva normal ([Tabla 2](#)). Este procedimiento permitió determinar los puntos de corte, a partir de los cuales se catalogó cada uno de los indicadores según la nominación propuesta (C1: muy adecuado, C2: bastante adecuado, C3: adecuado, C4: poco adecuado, C5: no adecuado). Para determinar en qué rango está la variable, se resta al valor límite N el valor promedio (P) de cada fila. Para el indicador 1, es -0.30 y como este valor está por debajo de 0.08, que es el punto de corte para la categoría de muy adecuado, es decir, los expertos consideran que esta categoría es muy adecuada para el indicador 1. De manera similar, se determinó la categoría de muy adecuados a los indicadores C3, C5 y C6, y bastante adecuado a los indicadores C2 y C4. Los puntos de

corte establecen que los expertos consideran que la implementación de la estrategia metodológica puede ser incorporada al diseño de las prácticas de laboratorio de química orgánica en el PALCN de la UTCH.

Por otro lado, al consultar a los estudiantes sobre si consideran que la aplicación de actividades experimentales como estrategia metodológica es necesaria en su proceso de formación profesional, el 41.7 % manifiesta estar de acuerdo, mientras el 58.3 % expresa estar totalmente de acuerdo. Estos resultados son coherentes con lo manifestado por [Ruiz \(2007\)](#), en el sentido en que él plantea que las estrategias implementadas de tipo investigativo enmarcadas en la corriente constructivista y aplicadas a la resolución de problemas son un sustento esencial para la enseñanza de las ciencias, lo cual es transcendental en el modo de actuación profesional de los estudiantes.

El 41.7 % de los estudiantes está de acuerdo en que las prácticas de laboratorio incrementan la motivación cuando se llevan a cabo con productos de la cotidianidad, mientras el 58.3 % dice estar totalmente de acuerdo. Con respecto a si la manera cómo se desarrollaron las actividades experimentales contextualizadas despertó su interés por la asignatura, el 50 % menciona estar de acuerdo y el 50 % expresa que está totalmente de acuerdo. En lo pertinente a si se considera interesante cuando la práctica de laboratorio se origina a partir del planteamiento del problema relacionado

con su contexto, el 50 % de los estudiantes expresa estar de acuerdo y el otro 50 % manifiesta estar totalmente de acuerdo. Estos aspectos coinciden con lo expresado por [American Chemical Society \(2020\)](#), en el sentido en que las prácticas de laboratorio de química contextualizadas resultan ser atractivas, dinámicas, divertidas y motivadoras, puesto que permiten despertar el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de esta área de la ciencia en contextos de la vida diaria, a partir del planteamiento de un problema.

Al preguntar si la forma en que se ejecutó la estrategia metodológica desarrolló su capacidad de usar instrumentos, trabajar en equipo, asociar y concluir, la mitad dice estar de acuerdo y la otra mitad está totalmente de acuerdo. De igual manera, el 50 % de los estudiantes reconoce estar de acuerdo en que la forma como se desarrolló la estrategia metodológica mejoró su capacidad de observar, registrar, indagar, interpretar, explicar y evaluar la información, y el otro 50 % está totalmente de acuerdo. La implementación de este tipo de estrategia favorece la ejecución de actividades experimentales que promueven el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas entre los actores del proceso, de tal manera que les permite a los estudiantes observar, indagar, asociar y evaluar la información que se genere en el desarrollo de las tareas con el propósito de dar respuesta a la pregunta de investigación, y posibilita el desarrollo de destrezas y habilidades investigativas como

Tabla 2. Resultados de la valoración de la estrategia mediante el criterio de expertos

Indicadores	Frecuencias absolutas						Frecuencias acumulativas			Frecuencias relativas acumulativas			Frecuencias relativas acumulativas por la inversa de la curva normal				
	C1	C2	C3	C4	C5	Total	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	P	N - P
1	8	6	0	0	0	14	8	14	14	0.57	1	1	0.18	3.50	3.50	2.39	-0.30
2	4	8	2	0	0	14	4	12	14	0.29	0.86	1	-0.55	1.08	3.50	1.34	0.75
3	5	9	0	0	0	14	5	14	14	0.36	1	1	-0.36	3.50	3.50	2.21	-0.12
4	3	9	2	0	0	14	3	12	14	0.21	0.86	1	-0.81	1.08	3.50	1.26	0.83
5	10	4	0	0	0	14	10	14	14	0.71	1	1	0.55	3.50	3.50	2.52	-0.43
6	13	1	0	0	0	14	13	14	14	0.93	1	1	1.48	3.50	3.50	2.83	-0.74
Punto de corte													0.08	2.69	3.50	2.09 = N	

problematización, conceptualización, manejo de variables y explicación de sucesos ([Davidson, Major y Michaelsen, 2014](#)).

En lo que respecta a que, si considera que las actividades experimentales mediante el uso de productos cotidianos permiten relacionar las teorías científicas con la vida cotidiana, el 50 % expresan estar de acuerdo y el otro 50 % está totalmente de acuerdo. Esta relación conduce a ser un factor motivador, puesto que conecta la química con sus aplicaciones, con la sociedad y origina actitudes positivas hacia la ciencia y su aprendizaje ([López, 2012](#)).

En lo referente a que la estrategia metodológica contribuyó a mejorar su capacidad de clasificar, comunicar, predecir, formular, solucionar y argumentar, el 66.6 % establece estar de acuerdo y el resto expresa estar totalmente de acuerdo. Estos aspectos se hacen necesarios para potenciar el proceso de formación en el campo investigativo en un contexto cotidiano, ya que este entorno incrementa sus intereses y su motivación de manera apropiada ([Hofstein y Mamlok-Naaman, 2007](#)).

Al referirse sobre si se considera que la metodología experimental contextualizada utilizada lo familiariza con el trabajo desarrollado por los científicos, el 75 % manifiesta estar de acuerdo y el 25 % totalmente de acuerdo. McComas (1998, citado por [Furió y Guisasola, 2001](#)) expresa que es posible extraer las características esenciales del trabajo científico a partir de prácticas de laboratorio de tipo investigativo, con el fin de orientar mejor una transformación cognitiva pretendida en el aprendizaje, lo que facilita el acercamiento del estudiante a escenarios similares a la de los científicos adaptados a su nivel y contexto.

El 41.7 % dice estar de acuerdo sobre considerar que la estrategia metodológica empleada aportó a mejorar sus competencias científicas, mientras el 58.3 % manifiesta estar totalmente de acuerdo. En este sentido, [Garriz \(2010\)](#) manifiesta que este tipo de actividades promueve la competencia investigativa del estudiante, a partir de prácticas de laboratorio contextualizadas

concebidas desde el planteamiento de un problema práctico, teniendo en cuenta que la indagación científica escolar se refiere a las actividades estudiantiles en las cuales se desarrollan conocimiento y entendimiento de las ideas científicas. Por otro lado, [Diego-Rasilla \(2004\)](#) expresa que la utilización de la investigación en el marco escolar implica poner en práctica el pensamiento científico, de manera que es un modo de indagar en la realidad, cualidad que no necesariamente está reservada para científicos.

Sobre si le gustaría que otras asignaturas realicen prácticas de laboratorio contextualizadas bajo el enfoque de investigación dirigida, el 41.7 % de los encuestados expresan estar de acuerdo y el 58.3 % dice estar totalmente de acuerdo. Lo que indica que los estudiantes quieren un cambio en la forma en que se está desarrollando su proceso de formación, de manera que se tengan más en cuenta sus intereses y motivaciones. En este sentido, la investigación dirigida promueve que el docente planifique y oriente a los estudiantes hacia la construcción del conocimiento y que los estudiantes activamente construyan sus competencias, reestructurando los conocimientos previos, cuya forma de desarrollar el proceso posiciona al estudiante como el eje central de su aprendizaje, puesto que tiene que apropiarse de una concepción metodológica para responder un problema relacionado con productos cotidianos.

Además, al realizar la encuesta los estudiantes expresaron comentarios positivos sobre la implementación de la estrategia metodológica, entre ellos tenemos:

- Muy buena experiencia en el laboratorio, porque de la cotidianidad de estar en el aula de clases, aumentó considerablemente la permanencia en el aula de laboratorio, y esto motiva a seguir adelante en esta carrera.
- Las prácticas experimentales son de gran importancia para los estudiantes de química y de cualquier área de las ciencias y relacionarlas a nuestro contexto, es de las mejores

experiencias que se puede tener, es una gran motivación y aporte a nuestra formación.

- La realización de laboratorio con productos cotidianos deja mucha claridad sobre todas las sustancias que se pueden identificar en un laboratorio.
- La implementación de estrategias metodológicas contextualizadas es fundamental en nuestro proceso de formación, ya que la práctica y la teoría siempre van de la mano, lo que permite adquirir un aprendizaje significativo basado en mayor conocimiento, habilidades y destrezas. ¡Muy valiosa la experiencia!

A nivel general, los resultados de la implementación de esta estrategia metodológica, a través del uso de productos cotidianos en las prácticas de laboratorio de química en la educación superior, se asimilan con los hallazgos arrojados por otros autores, en el sentido de que los estudiantes adquieren un mayor compromiso, desarrollan habilidades como diseño y ejecución de experimentos, compilación y análisis de datos, comunicación escrita y pensamiento crítico ([Ward y Wyllie, 2019](#)); logran más confianza en sus habilidades de investigación e incrementan su actitud positiva hacia la química ([May, 2018](#)); fortalecen la búsqueda, la selección y la sistematización de información, planifican su trabajo y el registro adecuado de datos ([Kroll, 1985](#)); en los cuales se resalta la apreciación y los comentarios positivos sobre el desarrollo de las actividades de laboratorio llevadas a cabo bajo la investigación dirigida.

Conclusiones

Con base en el diagnóstico, se pudo establecer que no se realizaron actividades de laboratorio en la asignatura de química orgánica en el periodo 2019-2. De igual forma, se rastreó que cuando los docentes dicen que hacen prácticas, por la forma que las plantean, estas son de corte tradicional.

La valoración emitida por los estudiantes y por el grupo de expertos, con respecto a la estrategia metodológica, conlleva a expresar que la construcción del conocimiento escolar se favorece desde la investigación mediante la contextualización de la ciencia, cuyo proceso dinámico les facilita a los estudiantes comprender y aplicar conceptos, desarrollar habilidades, actitudes y aptitudes positivas hacia la química a partir de un problema de investigación.

La estrategia metodológica basada en la investigación dirigida permitió replantear las prácticas de laboratorio de química orgánica, propiciando en los estudiantes un rol activo y convirtiéndolos en actores principales de su proceso de formación, potenciando las competencias propias de la actividad investigativa en un contexto escolar.

Referencias

- American Chemical Society. (2020). *Chemistry in Context: Applying Chemistry to Society* (10th ed.). McGraw-Hill
- Ayala, J., Pérez, C., Núñez, O., Serrano, N. (2020). Implementación del aprendizaje basado en proyectos en laboratorios de química analítica del grado de química. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 11(2), 31-40
- Benito de Vega, J., Escribano, M. (2018). *Análisis químico. Análisis orgánico*. Punto Rojo Libros
- Bevins, S., Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 39(8), 1 -15
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, 70, 83-91
- Davidson, N., Major, C., Michaelsen, L. (2014). Small-group learning in higher education—Cooperative, collaborative, problem-based, and team-based

- learning: An introduction by the guest editors. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3-4), 1-6
- Diego-Rasilla, F. (2004). El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en clase de biología. *Pulso: Revista de Educación*, 27, 111-118
- Fernández, N. (2013). Los trabajos prácticos de laboratorio por investigación en la enseñanza de la biología. *Revista de Educación en Biología*, 16(2), 15-30
- Furió, C., Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2): 319-334
- Galiano, J. (2014). *Estrategias de enseñanza de la química en la formación inicial del profesorado* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España. <http://62.204.194.45/fez/view/tesisuned:Educacion-Igaliano>
- Galvis, M., Laitòn, P., Ávalo, A. (2017). Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas? *Actualidades Pedagógicas*, 69, 81-103
- García-Ruiz, M., Lena-Acebo, F. (2018). Aplicación del método Delphi en el diseño de una investigación cuantitativa sobre el fenómeno FABLAB. *Empiria: Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 40, 129-166
- Garritz, A. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Educación Química*, 21(2), 106-110
- Gómez, A., Ospina, J. (2016). *La investigación dirigida como estrategia para el aprendizaje de la física* [Tesis de maestría]. Universidad Católica de Manizales, Colombia. <http://www.intecsupia.edu.co/archivos/investidirig.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill
- Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: The state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105-107
- Hofstein, A., Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54
- Kroll, L. (1985). Teaching the research process via organic chemistry lab projects. *Journal of Chemical Education*, 62(6), 516. <https://doi.org/10.1021/ed062p516>
- López, M. (2012). *Reflexión crítica sobre el Prácticum y propuesta de programación e innovación para la química de 2º de bachillerato* [Tesis de maestría]. Universidad de Oviedo, España. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/5435/TFM%20Mar%C3%ADa%20Olga%20L%C3%B3pez%20Cabezas.pdf>
- López, A., Tamayo, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166
- Lunetta, V., Hofstein, A., Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In S. K. Abell, K. Appleton, D. Hanuscin, *Handbook of Research on Science Education*, 2, 393-441. Routledge
- Mancebo, O., Moreno, G., de Miguel, V. (2018). Metodología para la formación experimental del profesional de la carrera Licenciatura en Educación Química. *Revista Cubana de Química*, 30(1), 13-26
- May, N., McNamara, S., Wang, S., Kolesar, K., Vernon, J., Wolfe, J., Pratt, K. (2018). Polar plunge: Semester-long snow chemistry research in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 95(4), 543-552. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00823>
- Rodríguez, A., Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Escuela de Administración de Negocios*, 82, 175-195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60
- Santos, M. (2020). *La enseñanza de la química basada en contexto como elemento motivador en el Laboratorio de Química General I: un estudio de caso a nivel universitario* [Tesis de doctorado]. Universidad

de Puerto Rico, Puerto Rico. https://repositorio.upr.edu/bitstream/handle/11721/2094/UPRRP_EDUC_SantosBonilla_2020.pdf

Suazo Guerrero, M. (s.f.). *Pautas para la elaboración de informes de laboratorio*. <http://files.labfisicaunicah.webnode.es/200000001-01712026c3/pautas-para-la-elaboracion-de-informes-de-laboratorio.pdf>

Valencia, K. (2017). *Evaluación de las actividades de laboratorio en la formación de profesores de ciencias: un análisis crítico sobre su contribución a una*

visión contemporánea de la ciencia y el trabajo científico [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Colombia. http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/8774/1/Katerinvalencia_2017_evaluacionlaboratorio.pdf

Ward, A., Wyllie, G. (2019). Bioplastics in the General Chemistry Laboratory: Building a semester-long research experience. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 668-676. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00666>

