

## **El método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio químico**

The solution method of the experimental tasks in the chemical laboratory

Luisel Hernández-Junco<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6385-5565>

Ena Margarita Machado-Bravo<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2647-4507>

Efreín Martínez-Sardá<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8069-6399>

Luis Joaquín Bermúdez-Jiménez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6162-3346>

Nancy Andreu-Gómez<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2577-1114>

<sup>1</sup>Departamento de Licenciatura en Química. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Naturales. Sede “Félix Varela”. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

<sup>3</sup>Departamento de Tecnología Educativa. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

\*Autor para la correspondencia: [luiselhj@uclv.edu.cu](mailto:luiselhj@uclv.edu.cu)

### **RESUMEN**

En este trabajo se presenta el procedimiento del método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio de Química General, con el objetivo de introducir elementos del método investigativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de las tareas experimentales, las que permiten concretar las acciones y operaciones que deben realizar los estudiantes. Este procedimiento conduce, además, a la apropiación de conocimientos y habilidades experimentales e investigativas en los educandos. Para la realización del mismo se emplearon como métodos empíricos de investigación, la observación sistemática, entrevistas a profesores y estudiantes y el análisis de los documentos rectores del proceso de enseñanza-aprendizaje. A partir de la aplicación del procedimiento se evidencia que la

propuesta resulta flexible y aplicable a la asignatura Química General, ya que permite promover el trabajo independiente, y perfecciona la formación científica de los estudiantes a partir de la práctica de laboratorio.

**Palabras clave:** química general, tareas experimentales, método investigativo.

## **ABSTRACT**

In this work is presented the procedure of the solution method of the experimental tasks in the General Chemistry laboratory, with the objective of introducing elements of the investigative method, in the teaching-learning process through the experimental tasks, which allow to specify the actions and operations to be carried out by the students. This procedure also leads to the appropriation of knowledge and experimental and investigative skills in students. To carry it out, systematic observation, interviews with teachers and students and the analysis of the documents of the teaching-learning process were used as empirical research methods. From the application of the procedure, it is evident that the proposal turns out to be flexible and applicable to the General Chemistry subject, since it allows promoting independent work and perfecting the scientific training of students from laboratory practice.

**Keywords:** general chemistry; experimental tasks; investigative approach.

Recibido: 26/10/2021

Aprobado: 30/11/2021

## **Introducción**

En la Educación Superior, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química se dirige a la rápida y eficiente formación del profesional de esta ciencia, el cual requiere de una investigación científica activa desde los inicios de su ingreso en el nivel superior.

En su formación, la práctica de laboratorio juega un papel fundamental, pues constituye una vía efectiva para la enseñanza de esta ciencia, la que permite la vinculación entre la teoría y la práctica, y el desarrollo de conocimientos y habilidades experimentales e investigativas.

“La práctica de laboratorio, al ser una forma de organización de la clase y del experimento docente, responde a un objetivo y contenidos determinados que en estrecha relación con las tareas experimentales, logra una mayor independencia por parte del estudiante, donde la preparación previa juega un papel esencial, pues mediante esta se concreta de forma efectiva una correcta ejecución y comunicación de los resultados, lo que estimula el aprendizaje activo, impulsa al alumno a la observación, le crea la necesidad de encontrar por sí mismo la solución a la tarea, al tener en cuenta sus diferentes vías; de pensar por sí mismo, sin olvidar el pensamiento de los demás, en fin, permite desarrollar el espíritu científico; el que está a tono con el problema profesional fundamental del químico el cual se traduce en la solución de problemas relacionados con la investigación de las sustancias, sus propiedades y transformaciones”.<sup>(1)</sup>

“Es la forma de organización del experimento docente y de la clase; que se orienta previamente a través de tareas experimentales, que, respondiendo a un objetivo y contenido determinados, propician la actuación individual o por pareja sobre un objeto de estudio real o virtual, para obtener, procesar y analizar la información necesaria para su solución, y el autocontrol durante todo el proceso contribuyendo a lo laboral e investigativo”.<sup>(2)</sup>

Sin embargo, los autores de este trabajo al aplicar el diagnóstico inicial del curso a los estudiantes constatan que los mismos presentan deficiente nivel de preparación en los contenidos del laboratorio químico, tales como: las operaciones básicas, la identificación y manipulación de los útiles de laboratorio, las medidas de precaución y protección al trabajar con sustancias químicas. Además, en el desarrollo de las prácticas de laboratorio se comprobó, que los estudiantes presentan insuficiencias en la interpretación, la observación, la explicación, la tabulación de los resultados del experimento, en la vinculación de la teoría con la práctica, en el desempeño de actividades experimentales de forma independiente, y en la carencia de habilidades para la preparación previa, planificación y ejecución del experimento.

Como causa fundamental de esta situación, se señala la forma reproductiva tradicional en que se les presentan las prácticas de laboratorio, mediante un enfoque ilustrativo que interfiere en el pensamiento independiente y reflexivo de los estudiantes, en la toma de decisiones, e

impide el desarrollo de habilidades experimentales e investigativas hacia niveles superiores y, en consecuencia, un reducido conocimiento científico.<sup>(2-5)</sup>

Esta realidad, presente en todos los niveles de educación general, persiste también en la educación superior y, en particular, en la formación experimental–investigativa del Licenciado en Química, constatándose básicamente en el primer año de la carrera, al concebirse la realización de las prácticas de laboratorio con los mismos procedimientos y exigencias que en los niveles de enseñanza precedentes.

De modo que, se hace necesario aprovechar las potencialidades que ofrece la práctica de laboratorio como tipo de clase en la Educación Superior; pues mediante ella se motiva el interés de los estudiantes por el aprendizaje, se crea incentivos para una mejor apropiación del contenido, admite el trabajo colectivo y práctico como fuente de adquisición de los conocimientos, y contribuye a que ellos aprendan a ver en la práctica la confirmación de las teorías y postulados científicos.

El enfoque metodológico en el tratamiento de la práctica de laboratorio en las Ciencias Naturales ha transitado desde un enfoque ilustrativo hasta el investigativo.<sup>(2)</sup>

Entre los enfoques metodológicos e investigativos con un acercamiento a la actividad investigativa empleando las tareas experimentales, se reportan los resultados fundamentados en los métodos participativos (discusión entre parejas, grupos o plenarias).<sup>(6)</sup> La integración de las formas del experimento químico docente desde el componente académico.<sup>(2)</sup> La presentación de un modelo de aprendizaje virtual para la práctica de laboratorio para las carreras de ciencias técnicas.<sup>(7)</sup> El desarrollo de metodologías para la formación de habilidades generales, específicas y experimentales tomando como base la aplicación del método experimental <sup>(8)</sup> y en la estructura del método de solución de tareas experimentales cualitativas de biología partiendo del estudio teórico de las etapas y los métodos que constituyen el método científico <sup>(5)</sup>, entre otros.<sup>(9-10)</sup> Estos autores han realizado valiosos aportes investigativos centrando su atención en las etapas generales de las estrategias y metodologías propuestas, lo cual presupone un acercamiento a la actividad científica y a la utilización de los métodos de investigación.

En este trabajo se propone el procedimiento del método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio de Química General de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. En la propuesta que se hace se consideraron en estrecha interrelación dialéctica, elementos del método investigativo, del método experimental y de los métodos del

contenido de la asignatura, asociados estos a las etapas de dirección: preparación previa, orientación, ejecución, control y comunicación de los resultados.

## **Fundamentación teórica**

“Las tareas experimentales desempeñan un papel fundamental en el enfoque investigativo de las diferentes formas organizativas del experimento químico docente y en el desarrollo de las habilidades (lógicas generales, experimentales e investigativas)”.<sup>(2)</sup>

Al respecto <sup>(11)</sup> señala: “La tarea constituye el medio fundamental a través del cual se puede organizar el proceso de formación y desarrollo de las habilidades experimentales con un carácter sistémico, articulando todo el conjunto de ellos con arreglo a los criterios de desarrollo por etapas, aumento de la complejidad de las acciones y la elevación de la independencia de los estudiantes”.

Según <sup>(12)</sup> se denominan tareas experimentales, “[...]las tareas en las que el experimento sirve de medio de determinación de magnitudes, necesarias para la resolución, brindar respuesta a la pregunta planteada en la tarea o es medio de comprobación de los cálculos hechos de acuerdo con los datos”.

Estos autores centran la atención del experimento como método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio, y marcan la diferencia que existen entre la tarea teórica y la experimental.

Para garantizar la inserción coherente en el sistema conceptual de la didáctica de la Química, los autores de este trabajo consideran que las tareas experimentales al estar relacionadas con problemas químicos docentes, permiten buscar una solución adecuada al relacionar los aspectos cualitativos, cuantitativos, teóricos, experimentales y virtuales.

Respecto a la clasificación de las mismas, se consideraron las invariantes pedagógicas propuestas por <sup>(2)</sup>: objetivos, información, variables y solución, vías de solución, y objeto químico, las cuales tienen una interdependencia. Estas pueden ser cualitativas o cuantitativas, a partir de la solución que se emplee, la información que se ofrezca, el procesamiento de la información y el control de las variables.

Por tanto, cuando el estudiante enfrenta la tarea experimental, ha de transformar las condiciones para darle cumplimiento a la solución; y es el proceso mediante el cual aplica, despliega y particulariza el método para alcanzar el resultado final.

En consideración a lo anterior expresado, las tareas experimentales que se proponen se fundamentan en los modelos investigativos de <sup>(2, 4, 5, 13)</sup> aplicados a la enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas, respaldado, además, por los aportes teóricos de otros autores cubanos y extranjeros con respecto al tratamiento de las etapas en la solución de problemas y tareas, como son <sup>(14-16)</sup>, entre otros <sup>(17-18)</sup> y corroborados en la práctica por los autores de este trabajo.

La aplicación de este método se facilita con el procedimiento asociado a las tareas experimentales, que concretan las acciones y operaciones a realizar por los estudiantes, en la práctica de laboratorio, y están en correspondencia con las exigencias de los objetivos y las características de los contenidos.

Este procedimiento se basa en los aspectos del método científico: planteamiento del problema, emisión de hipótesis, la determinación de las variables, búsqueda de la solución y el análisis del resultado.

## **Materiales y métodos**

Para elaborar la propuesta del método de solución de las tareas experimentales de las prácticas de laboratorio se emplearon, como métodos de investigación teóricos, el analítico-sintético para el procesamiento de la información asociada al tema a tratar y el histórico-lógico para la identificación de las insuficiencias, regularidades y tendencias del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.

Como métodos empíricos de investigación fueron empleados la observación sistemática a las actividades experimentales desarrolladas por los estudiantes, entrevistas a profesores y estudiantes y el análisis de los documentos rectores del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General en la universidad antes mencionada.

## Resultados y discusión

A continuación, exponemos las etapas del procedimiento del método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio químico:

Planteamiento o enunciado de la tarea experimental, preparación previa, análisis de la tarea experimental, propuesta de las vías de solución, ejecución del experimento, análisis del resultado y del proceso, comunicación de los resultados.

El *planteamiento o enunciado de la tarea experimental* estará en correspondencia con los objetivos, contenidos, etapas para la formación y desarrollo de las habilidades experimentales e investigativas, tipología de las tareas y el diagnóstico de los estudiantes.

La *preparación previa* parte de la orientación que brinda el profesor al enunciar la tarea experimental, y constituye la etapa fundamental en la aplicación del método porque permite el análisis, la reflexión e interpretación de la tarea, logrando que el estudiante de forma independiente transite por cada una de las etapas del método.

El *análisis de la tarea experimental* parte de la orientación precisa que debe brindar el profesor con respecto al objetivo que se persigue, la vinculación con los contenidos precedentes, la significación práctica y profesional (acciones que permitan una motivación inicial), que propicien que el estudiante se familiarice con el texto o con las condiciones para su elaboración, y se oriente en los elementos esenciales. Integra aspectos importantes como: la comprensión, la interpretación y la búsqueda de información.

La *comprensión del texto* de la tarea requiere de:

- La reformulación del objetivo en función de su comprensión personal.
- La lectura general y analítica del texto de la tarea, señalando las ideas importantes para poder dar respuesta a las siguientes interrogantes: ¿qué me piden en la tarea?, ¿cuáles son las condiciones?, ¿con qué aspectos teóricos se relaciona?, ¿qué otra información necesito?; por lo tanto, tiene que ubicarse en los elementos esenciales del texto, lo cual le facilita una adecuada interpretación de la tarea.

La *interpretación de la tarea* (relacionada con el tipo de tarea) tiene en cuenta la delimitación del objeto químico y su representación, la determinación de datos esenciales, no esenciales y que falten u otra información que se necesite, la determinación de los posibles cambios en el

sistema a partir de las manifestaciones químicas observables, las variables a controlar en el experimento y de la modelación de la tarea, todo ello conduce a la búsqueda de información.

La *búsqueda de información* está relacionada con el uso de las fuentes bibliográficas que le ofrece el profesor al estudiante y el empleo de recursos tecnológicos que le concedan el rigor científico a la tarea propuesta.

En esta etapa se recurre a acciones en el plano externo al utilizar procedimientos gráficos, esquemas, mapas, que permiten modelar la tarea y contribuyen a la reflexión interna al determinar los principales nexos entre los componentes esenciales: objeto químico, datos, información, variables y contenidos precedentes (teórico-prácticos).

La *propuesta de las vías de solución* marca el camino que debe seguirse para arribar a la respuesta exigida, es una etapa de planificación con una visión perspectiva; comprende aspectos teóricos, experimentales y experimentales virtuales. A continuación, se explica cada uno:

*Teórico- experimental:* considera una respuesta teórica anticipada que pueda incluir cálculos químicos, de ser necesarios, y una propuesta experimental mediante un esquema de acciones en orden lógico o diagrama de flujo, donde se plasma el diseño experimental; las relaciones con las habilidades, procedimientos, métodos particulares de la asignatura; la selección adecuada de útiles y sustancias químicas; y previsión de cómo se procesarán los datos experimentales, ambas respuestas estarán muy relacionadas con las condiciones que se ofrece en el texto de la tarea.

*Experimental:* se realiza una propuesta experimental, que puede expresarse mediante un esquema de un diagrama de flujo en el cual se reflejan los métodos particulares y específicos, estableciéndose el diseño experimental similar a la propuesta anterior, a partir de modelos, modo de operar o instrucciones detalladas, cuando la tarea corresponde con un primer nivel; para tareas relacionadas con un segundo o tercer nivel, tienen que aplicar (transferir) vías experimentales conocidas o proponer nuevas vías.

*Teórica:* considera una propuesta de solución teórica que parte de la información experimental que se ofrece en el texto de la tarea, mediante una demostración virtual o real y búsqueda por diversas fuentes, la que debe ser procesada analítica y gráficamente; puede incluir cálculos químicos y se requiere la determinación de regularidades para llegar a generalizaciones.



*Virtual experimental:* se considera esta propuesta de solución, pues mediante el empleo de entrenadores, videos, laboratorios virtuales, etcétera, se le proporciona al estudiante los sucesos y escenarios del laboratorio real con los que va a interactuar en la práctica de laboratorio, así como, la selección de útiles y sustancias químicas, condiciones del experimento, orden lógico de las operaciones, formas en que se registran los datos con el software, etcétera, lo que le permite al estudiante prepararse previamente para la ejecución del experimento en el laboratorio real.

La *ejecución del experimento* comprende la realización de las acciones previstas en el diseño experimental, es un proceso flexible donde el estudiante puede ir efectuando reajustes en dependencia de las condiciones reales o virtuales en que la actividad se desarrolla. La planificación adecuada del diseño experimental es lo que permitirá que se pueda lograr una ejecución consciente y racional.

Durante el desarrollo de esta etapa debe tenerse en cuenta el nivel alcanzado por cada escolar, en particular, y el grupo en general; brindar niveles de ayuda a través de preguntas reflexivas, propiciar la valoración y autovaloración de los resultados parciales que se van obteniendo.

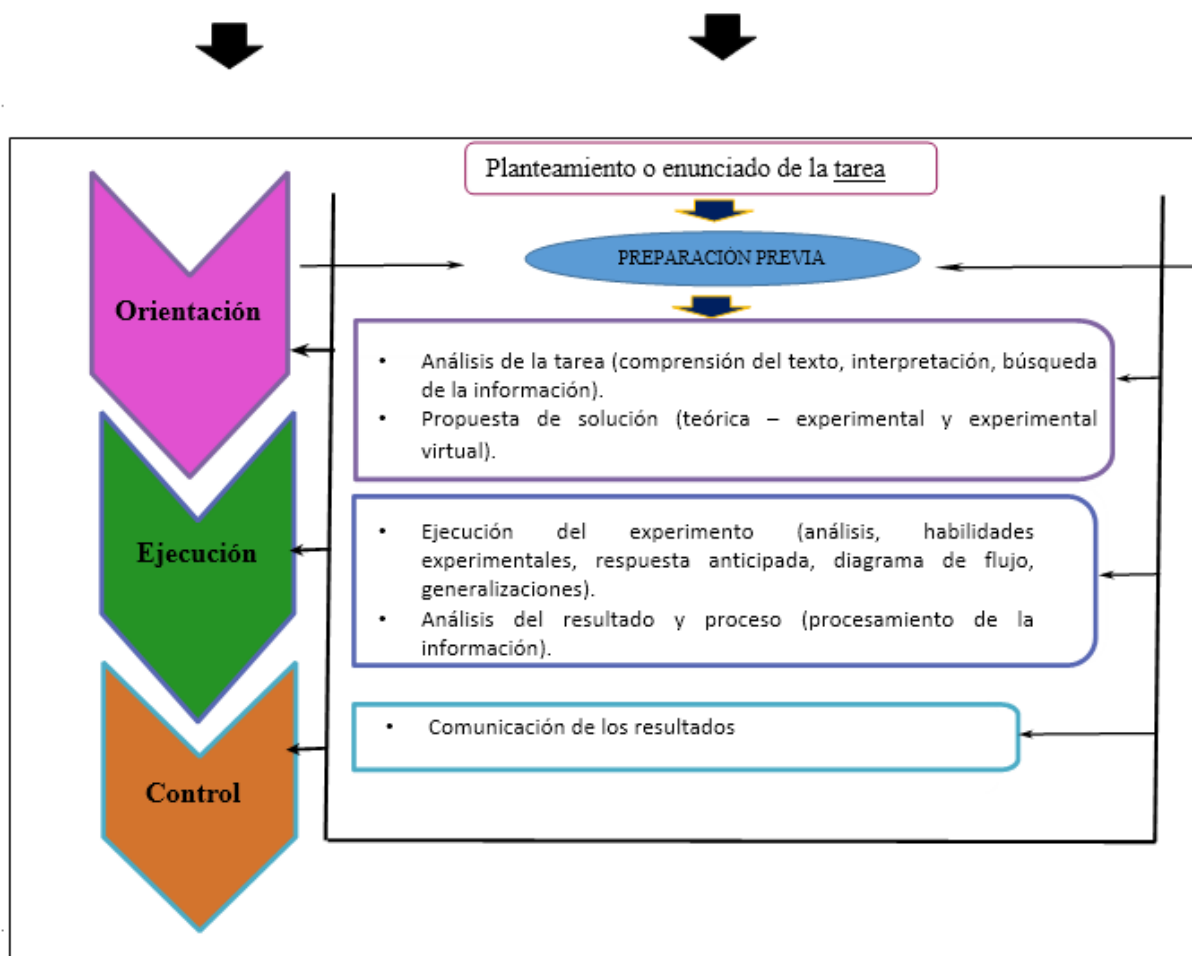
En la práctica de laboratorio, los estudiantes ejecutan la actividad experimental, por lo tanto, hay que tener en cuenta las acciones propuestas en el esquema, las anotaciones realizadas, las formas de procesar la información obtenida, la corrección de las habilidades experimentales, las relaciones entre las variables observadas, el análisis parcial y total de los resultados obtenidos y la comparación con la respuesta anticipada.

El *análisis del resultado y del proceso* permite valorar la efectividad del diseño experimental, la correspondencia de la respuesta anticipada con los resultados finales y parciales que se van obteniendo, remodelar las propuestas realizadas, percatarse de los errores teóricos o experimentales, establecer regularidades para llegar a generalizaciones.

La *comunicación de los resultados* comprende la realización de un informe escrito el cual debe de entregar al profesor con una serie de exigencias y regularidades que integra la etapa anterior y que son importantes en su formación.

En la figura 1 se detallan las etapas del procedimiento del método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio químico.

DIRECCIÓN DEL PROCESO    ETAPAS DEL MÉTODO DE SOLUCIÓN DE LA TAREA



**Fig. 1-** Etapas del procedimiento del método de solución de las tareas experimentales en el laboratorio químico

A continuación se desarrolla el diseño de una tarea experimental teniendo en cuenta el procedimiento del método de solución.

Título: Preparación de disoluciones

Objetivo: preparar disoluciones sólido-líquido y líquido-líquido considerando los cálculos y procedimientos para su preparación.

Conocimientos teóricos precedentes: disoluciones, componentes, aspectos cuantitativos, composición, formas de expresar la concentración de una disolución, ley fundamental de la volumetría.

Habilidades:

. Medición de volúmenes

·Pesada en balanza semianalítica

. Enrasar

. Preparar disoluciones

*Planteamiento de la tarea:*

Un profesor de la disciplina Química General orienta a sus estudiantes prepararse para la práctica de laboratorio “Preparación de disoluciones” que aparece en el libro de texto *Manual de práctica de laboratorio de Química General* de Rebeca Vega, y para ello les propone que:

Estudien por el libro de texto el procedimiento para preparar disoluciones. Realicen un resumen teniendo en cuenta las siguientes actividades:

- a) Lean detenidamente las orientaciones y la técnica operatoria que aparece en el texto.
- b) Seleccionen los útiles y reactivos que deben emplear.
- c) Realicen un esquema o diagrama de flujo con las acciones fundamentales para la realización de la actividad experimental.
- d) Realicen los cálculos correspondientes.
- e) Medidas que se debe tomar al manipular los reactivos con los que se trabajará en la actividad experimental.
- f) Medidas que se deben tomar para el tratamiento de los residuos de los reactivos empleados y generados durante la práctica de laboratorio.
- g) Teniendo en cuenta la disolución 0,25 M de  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$  preparada, calculen el volumen necesario a emplear de esta disolución para preparar 250 mL de  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$  de concentración 0,01 M. Proponga el procedimiento experimental a emplear.

Después de realizar la actividad experimental y el análisis de sus resultados, deberán entregar a su profesor un *informe final* en el cual comunique los aspectos siguientes:

1. Nombre(s) y apellidos del (de los) ejecutor(es).
2. Fundamento químico.

En este aspecto se deben abordar los fundamentos químicos en los cuales está basada la práctica de laboratorio.

3. Diagrama de flujo de la técnica operatoria.
4. Peligrosidad de los reactivos químicos nocivos empleados.
5. Medidas de seguridad para trabajar con los reactivos químicos nocivos empleados.
6. Primeros auxilios que se deben realizar en caso de accidentes e intoxicaciones con los reactivos químicos nocivos empleados.
7. Eliminación de los residuos de los reactivos empleados y generados durante la práctica de laboratorio.
8. Cálculos necesarios para determinar la masa o volumen de los reactivos necesarios para preparar las disoluciones.
9. Resultados experimentales de las densidades de las disoluciones. Por ciento en masa de las mismas.
10. Cálculo de la concentración molar de las disoluciones preparadas a partir del valor de la densidad y del por ciento en masa.

Este procedimiento fue aplicado en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje que se impartió en los cursos 2016–2017 y 2017–2018 en el primer año de la carrera Química en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Actualmente se aplica en el primer año de dicha carrera.

## **Conclusiones**

El procedimiento del método de solución de las tareas experimentales que se propone, permite concretar las acciones y operaciones a realizar por los estudiantes en la práctica de laboratorio; ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre las fortalezas y debilidades del trabajo independiente y los conduce a la apropiación de conocimientos y habilidades experimentales e investigativas, lo que contribuye a su formación científica. De modo que, este estudio representa un avance en el campo de la didáctica, ya que favorece la remodelación del proceso de enseñanza–aprendizaje de las prácticas de laboratorio, al introducir elementos del método investigativo a través de las tareas experimentales en la Química General, por lo que constituye una propuesta flexible para aplicar en la carrera Química.

## Referencias bibliográficas

1. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. RESOLUCIÓN No. 02/18 del Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico de la educación superior. *Gaceta Oficial de la República*, La Habana, 2018.
2. MACHADO BRAVO, E. M. Estrategia didáctica para integrar las formas del experimento químico docente con un enfoque investigativo. *Revista Varela*. 2021, **4**(7), 1–14. ISSN:1810-3413.
3. GIL PÉREZ, D. y VALDÉS CASTRO, P. “La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: Un ejemplo ilustrativo”. *Enseñanza de las Ciencias*. 1996, **14**(2), 155-163. ISSN papel: 0212-4521. ISSN electrónico: 2174-6486.
4. LEYVA HAZA, J. *La estructura del método de solución de tareas experimentales de Física como invariante del contenido*. Tesis de Doctorado, Instituto Superior Félix Varela Morales. Santa Clara, (2002). [Consultado 20 de septiembre 2021]. Disponible en URL: <http://dspace.uclv.edu.cu>
5. GARCÍA GARCÍA, D., LEYVA HAZA, J. y GUERRA VÉLIZ, Y. “Cuadro de diseño del experimento para resolver tareas experimentales de Biología”. *Revista Varela*. 2017, **17**(48), 364-378. ISSN: 1810- 3413.
6. NARANJO, A. C.; CASTAÑO, G. V. “El laboratorio químico en apoyo a la formación científica de los estudiantes”. *Revista Pedagogía Universitaria*. 2009, **7**(2), 11 – 21. ISSN: 1609-4808.
7. RODRÍGUEZ RIVERO, Y. Z. *Modelo Teórico Metodológico para el Perfeccionamiento del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química General*. 1ra Edición. Cámara Cubana del Libro. Cuba. Editorial Universitaria 2008. ISBN 978-959-16-0723-2.
8. MANCEBO RIVERO, O. D.; MORENO TOIRAN, G.; MIGUEL GUZMÁN, V. D. “Metodología para la formación experimental del profesional de la carrera Licenciatura en Educación Química”. *Revista. Cubana Química*. 2018, **30** (1), 13 – 26. ISSN: 2224-5421.
9. WINKELMANN, K. *et al.* “Improving Students’ Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in the General Chemistry Laboratory”. *Journal of Chemical Education*. 2015. **92** (2), ISSN:0021-9584. <https://doi.org/10.1021/ed500218d>.
10. TOMASIK, J. H. *et al.* “Development and Preliminary Impacts of the Implementation of an Authentic Research-Based Experiment in General Chemistry”. *Journal of Chemical Education*. 2013. **90** (9), ISSN: 0021-9584. <https://doi.org/10.1021/ed300328p>.

11. ROJAS ARCE, C. Algunas consideraciones sobre los problemas del desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la Licenciatura en Educación especialidad de Química. *Revista Varona*. 1988. **20**, 61-73, ISSN: 1992- 8238.
12. BUGAEV, A. I. *Metodología de la enseñanza de la Física en la escuela media*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1989.
13. LABARRERE REYES G. y VALDIVIA PAIROL, G. E. *Pedagogía* (2da ed.). La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1988. ISBN: 978-959-13-0779-8.
14. CAMPISTROUS PÉREZ, L. y RIZO CABRERA, C. *Aprende a resolver problemas aritméticos*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1996. ISBN: 978-959-13-0470-4.
15. LÓPEZ BALBOA, L. *El desarrollo de habilidades de investigación en la formación inicial del profesorado de Química*. (Tesis de Doctorado), Universidad "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, 2001. Cuba. [Consultado 20 de septiembre 2021]. Disponible en URL:<https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2010/.htm>.
16. SILVESTRE ORAMAS, M. y ZILBERSTEIN TORUNCHA, J. *Hacia una Didáctica Desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación. 2002. ISBN: 978-959-13-0732-3.
17. SHULTZ, G. V. y LI, Y. "Student Development of Information Literacy Skills during Problem-Based Organic Chemistry Laboratory Experiments". *Journal of Chemical Education*. 2016. **93**(3), 413–422. ISSN: 0021-9584.
18. QUATTRUCCI, J. G. "Problem-Based Approach to Teaching Advanced Chemistry Laboratories and Developing Students' Critical Thinking Skills". *Journal of Chemical Education*. 2018. **95**(2), 259–266. ISSN: 0021-9584.

### **Conflicto de interés**

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses en el manuscrito presentado.

### **Contribución de autores**

Luisel Hernández Junco: realizó el resumen, participó en la redacción de la introducción, en la fundamentación teórica, en la elaboración del procedimiento y en la revisión y aprobación de la versión final del trabajo.

Ena Margarita Machado Bravo: realizó la redacción de materiales y métodos, participó en la elaboración del procedimiento y en la revisión y aprobación de la versión final del trabajo.

Efreín Martínez Sardá: participó en la redacción de resultados y discusión, búsquedas de las bibliografías. Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.

Luis Juaquin Bermúdez Jiménez: participó en la redacción de la introducción, y en el análisis de los resultados y discusión. Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.

Nancy Andreu Gómez: participó en la redacción de la fundamentación teórica, en la elaboración del procedimiento y en la revisión y aprobación de la versión final del trabajo.