

## Investigación abierta en la práctica de laboratorio y el aprendizaje de la Química en los estudiantes de bachillerato

### *Open research in laboratory practice to learn Chemistry in high school students*

Fernanda Faicán-Juca<sup>1</sup>, 0009-0003-9033-381X  
Renato Manzano-Vela<sup>2</sup>, 0000-0002-7834-276X

<sup>1</sup> Unidad Educativa Nuestra Familia, Cuenca, Ecuador. mffaicanj@nuestrafamilia.edu.ec

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Escuela Politécnica Superior, Facultad de Recursos Naturales. dennis.manzano@esPOCH.edu.ec

#### Resumen

La experimentación como estrategia metodológica empleada en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Química presenta un estancamiento en la adquisición de conocimientos, destrezas y habilidades indispensables. Actualmente, las prácticas se basan en seguir de manera metódica el procedimiento dado en una guía de laboratorio, provocando un aprendizaje pasivo, donde el estudiante no se involucra directamente en construir su propio conocimiento. Por esta razón, el presente trabajo de estudio tuvo como finalidad aplicar la investigación abierta en la práctica de laboratorio, al ser una metodología basada en el aprendizaje constructivista. Se investigó su relación con el aprendizaje de la Química, además de determinar su influencia e identificar su contribución en la misma. Esta investigación fue de tipo no experimental y de alcance correlacional. Por otra parte, se aplicó una encuesta y un test de evaluación a 125 estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Nuestra Familia. Como principales resultados se obtuvo una correlación positiva, moderada y significativa entre la investigación abierta en la práctica de laboratorio con el aprendizaje de la Química. Además, los resultados del test de evaluación demuestran una influencia positiva al obtener un 75% de estudiantes que alcanzan y dominan los aprendizajes. Mientras que el 73.60% de estudiantes consideran que la investigación abierta contribuye considerablemente en la adquisición de aprendizajes. Como consecuencia la metodología aplicada presenta un aporte cognitivo superior al desarrollar y fortalecer el proceso investigativo y ejecutarlo en el laboratorio.

**Palabras clave:** Aprendizaje, experimentación, investigación abierta, laboratorio, Química.

#### Abstract

Experimentation as a methodological strategy used in the teaching-learning process in chemistry presents a stagnation in the acquisition of knowledge, skills, and indispensable abilities. Currently, practices are based on methodically following the procedure given in a laboratory guide, causing a passive learning, where the student is not directly involved in building their own knowledge. For this reason, the purpose of this study was to apply open research in laboratory practice, since it is a methodology based on constructivist learning. Its relationship with the learning of chemistry was investigated, in addition to determining its influence and identifying its contribution to it. This research was non-experimental and correlational in scope. On the other hand, a survey and an evaluation test were applied to 125 high school students of the Nuestra Familia Educational Unit. As main results, a positive, moderate, and significant correlation was obtained between the open investigation in the laboratory practice with the learning of Chemistry. In addition, the results of the evaluation test show a positive influence by obtaining 75% of students who reach and master the learning. While 73.60% of students consider that the open research contributes considerably in the acquisition of learning. As a consequence, the applied methodology presents a superior cognitive contribution by developing and strengthening the research process and executing it in the laboratory.

**Keywords:** Learning, experimentation, open inquiry, laboratory, Chemistry.

Recibido: 05/09/2023

Aceptado: 25/10/2023

# 1. Introducción

El Ministerio de Educación del Ecuador promueve el máximo desarrollo de las capacidades en los estudiantes. Mediante la aplicación de metodologías pertinentes y relacionadas a la participación, individual y/o colaborativa favoreciendo el pensamiento crítico y racional, al realizar actividades de lectura e investigaciones. Al respecto, Brito et al. (2019) manifiesta que: “contribuye desde dos ámbitos: el cognitivo relacionado con el desarrollo intelectual y el formativo-axiológico, relacionado con el desarrollo de la personalidad” (pág. 304). Es por ello por lo que, se recomienda el uso y la gestión de laboratorios educativos. Con la finalidad de fortalecer la calidad de la educación, principalmente en la adquisición y fortalecimiento de habilidades científicas en los estudiantes.

Es preciso mencionar que la labor del docente es orientar en el proceso de aprendizaje empleando diferentes metodologías y estrategias didácticas dentro del aula. De esta manera el estudiante construye su propio conocimiento de forma individual y/o colaborativa. En este estudio se emplea la experimentación como estrategia didáctica donde el estudiante analiza los fenómenos de manera directa. Además, Cueto y García (2017), indican que: “se produce un aprendizaje significativo. Los alumnos, que ya poseen unos conocimientos previos teóricos, van a ser capaces de relacionar la práctica con la teoría” (pág. 48)

Actualmente, a nivel experimental se aplican metodologías tradicionalistas como es el caso de prácticas experimentales. Para este tipo de prácticas se emplea el uso de guías de laboratorio. Durante este proceso se percibe cierto estancamiento cognitivo en los estudiantes, debido a que se facilita toda la información en ese documento. Por tanto, el estudiante no se esfuerza en reflexionar, investigar, ni involucrarse en construir su propio conocimiento. Esta problemática ha sido señalada por Llorente, (2016) en su artículo, donde examina el impacto de las prácticas experimentales en el aprendizaje y la motivación de los alumnos. Aunque, destaca que las prácticas experimentales pueden motivar y generar buenos resultados en el aprendizaje, también advierte sobre la necesidad de avanzar hacia enfoques más desafiantes. Su estudio concluye que la aplicación consecutiva de prácticas experimentales puede frenar el desarrollo cognitivo. Además de limitar la capacidad de los estudiantes para reflexionar, investigar y participar activamente en la construcción de su propio conocimiento.

Ante esta problemática, se realizó una investigación no experimental, con alcance correlacional, para estudiar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se empleó la metodología de investigación abierta mediante la planificación y elaboración de un modelo pertinente en las prácticas de laboratorio, denominado hoja ruta. El estudio fue realizado en los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa “Nuestra Familia”. De este modo, en el presente estudio se plantea analizar la investigación abierta en la práctica de laboratorio y su relación con el aprendizaje de la Química. Considerando a la Estequiometría como eje principal del aprendizaje en todos los niveles de bachillerato. Para lo cual se desea determinar la influencia de la práctica abierta de laboratorio con la finalidad de identificar el proceso de la investigación abierta.

La relevancia de este estudio radica que, al realizar una exhaustiva búsqueda en las bases de datos locales y nacionales, no se encontró ninguna investigación semejante donde se considere la variable independiente de este estudio, es decir, la investigación abierta en la práctica de laboratorio. No obstante, se encontró trabajos de titulación donde se emplea las prácticas experimentales con el uso de guía de laboratorio como herramienta didáctica. Es por ello, que este estudio es de utilidad para ampliar y actualizar los datos sobre el aprendizaje de la Química. Así como, propuestas para mejorar la calidad educativa y el sistema enseñanza-aprendizaje en el Ecuador.

Este estudio se enfrenta a diversas dificultades y desafíos que pueden afectar la interpretación de los resultados y la generalización de las conclusiones. Primero, la implementación de la investigación abierta en la práctica de laboratorio puede encontrar falta de familiaridad entre los estudiantes, lo que podría influir en la efectividad de la metodología propuesta. Finalmente, la dificultad para controlar todas las variables externas que podrían influir en el proceso enseñanza-aprendizaje puede afectar la validez interna del estudio. A pesar de estos desafíos, abordar estas dificultades proporcionará una base sólida para futuras investigaciones, y mejoras en la implementación de la investigación abierta en el contexto educativo de la Química.

A pesar de los objetivos ambiciosos y la relevancia identificada, este estudio enfrenta ciertos límites que deben ser considerados al interpretar sus resultados. En primer lugar, está la limitación geográfica y de nivel educativo podría afectar la generalización de los hallazgos a otras instituciones educativas o niveles académicos. Asimismo, la selección de la Estequiometría como eje principal del aprendizaje, puede limitar la

aplicabilidad de los resultados a otras ramas de la Química. Por último, el estudio no aborda factores externos, como las condiciones socioeconómicas o culturales de los estudiantes, que podrían influir en los resultados. Estos límites ofrecen oportunidades para futuras investigaciones que puedan expandir y contextualizar los hallazgos del presente estudio. El presente trabajo se encuentra articulado dentro de la línea de investigación “Educación, ciencia, tecnología e innovación” y resume los elementos y consideraciones más importantes que fueron desarrollados en su totalidad en el trabajo de tesis de (Faican-Juca, 2023).

Este artículo sigue una organización clara y sistemática, comenzando con una revisión bibliográfica que establece el contexto y fundamenta la investigación. A continuación, se detalla la metodología empleada en el estudio, proporcionando una descripción de los procedimientos utilizados para obtener datos significativos. Los resultados derivados de la ejecución de los instrumentos de recolección de datos se presentan de manera integral, seguidos por una discusión. Finalmente, el artículo concluye con un apartado que resume las principales contribuciones y conclusiones extraídas del estudio.

## **2. Revisión bibliográfica**

### **2.1. Enseñanza-aprendizaje de la Química**

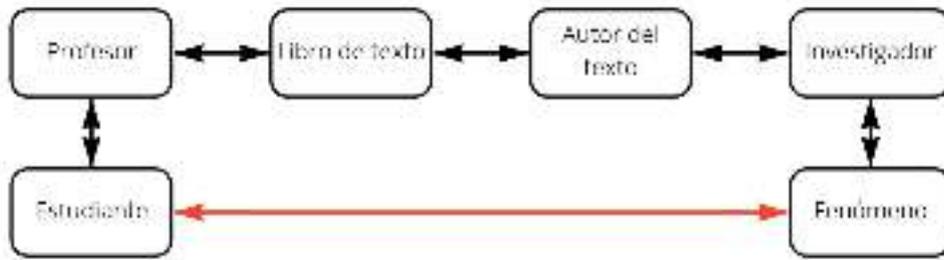
En la actualidad, Garcés y otros señalan que la enseñanza y aprendizaje de la Química continúa siendo un proceso complejo. No solo consiste en la adquisición de conocimiento teórico, además tiene como objetivo adquirir y fortalecer habilidades, destrezas y competencias en el estudiantado (Garcés et al., 2018, pág. 231-345). Siendo estas el pensamiento crítico, resolución de problemas, habilidades cognitivas y de comunicación, capacidad para formular hipótesis, experimentación e interpretación, entre otras. Por esta razón, Rodríguez y Cruz afirman que “es crucial que un docente posea no solo un profundo conocimiento de la materia que enseña, sino también habilidades pedagógicas sólidas” (Rodríguez y Cruz, 2020, pág. 1). “La habilidad para comunicar conceptos complejos, motivar a los estudiantes y evaluar su progreso son aspectos esenciales que se derivan de una formación pedagógica, contribuyendo así a una educación más integral y significativa” (Lorduy y Naranjo, 2020; Martínez et al., 2018).

### **2.2. Experimentación como estrategia didáctica**

El docente según Neira mediante la experimentación optimiza y fortalece el aprendizaje significativo. Mientras que, con la planificación, y diseño pertinente de las prácticas de laboratorio, se garantiza la adquisición del conocimiento nuevo y su relación con el conocimiento previo (Neira, 2021). De esta manera, la experimentación es una estrategia eficaz al facilitar a los estudiantes momentos idóneos para aprender y fortalecer su autonomía y su curiosidad. Como comprueba Molina et al. (2018) al afirmar que:

El profesor determina en gran medida las actitudes de los estudiantes y los desempeños de estos dentro de un curso, la conducción que haga del curso y el uso que exponga de las metodologías didácticas puede generar una mejor o peor formación (p. 54)

Como se observa en la figura 1, Hernández aborda sobre la metodología aplicada en la enseñanza teórica y en la experimental difieren en la intervención y acción de los estudiantes, por lo tanto, también existe una diferencia en el proceso cognitivo a desarrollar. Durante una enseñanza teórica, el estudiante se involucra indirectamente con el fenómeno dado y explicado por el docente, produciendo un aprendizaje pasivo y receptivo. Esto implica un bajo proceso cognitivo relacionado con la adquisición de conocimientos. Hernández enfatiza también que, en la enseñanza experimental, el estudiante tiene una participación y directa en el proceso de aprendizaje. Debido a que intervienen procesos cognitivos como observación, análisis, deducción entre otras, provocando interés, curiosidad e indagación (Hernández, 2013, pág. 86-108).



**Figura 1:** Comparación entre enseñanza teórica y experimental. Tomado de: (Hernández, 2013, pág. 92).

Nota: La figura representa la relación entre la enseñanza teórica (flechas negras) con la enseñanza experimental (flecha roja)

### 2.3. Prácticas de laboratorio

El trabajo realizado en el laboratorio es primordial, por ello, se debe emplear diferentes estrategias metodológicas dentro de la planificación de la clase (Rodríguez, 2017). Existe una gran variedad de tipos de prácticas de laboratorio, las cuales han sido clasificadas por Herrón 1971 y por Priestley 1997. Estos dos autores propusieron una escala de cinco y siete niveles de abertura respectivamente (Neira et al., 2021). “Los niveles de abertura se basan en los roles del estudiante y del docente, cuando el rol del estudiante es mayor en el proceso de aprendizaje el nivel de abertura es alto” (Cueto y García, 2017; Zorrilla et al., 2020). Las prácticas de laboratorio más empleadas son:

- Prácticas demostrativas: Valverde afirma que en este tipo de práctica el estudiante actúa como observador y receptor, y el docente es el encargado de todo el proceso experimental. Tanto el objetivo, material, método y solución están dados, por ello se encuentra en el primer nivel de abertura y el proceso cognitivo desarrollado es adquisición de conocimiento (Valverde et al., 2006, pág. 62).
- Prácticas experimentales: según Llorente, en estas prácticas, el docente desarrolla una guía de laboratorio y el estudiante es el encargado de la ejecución siguiendo el procedimiento dado, en estas prácticas el objetivo, material y método son dados completamente, en cuanto a la solución puede ser entregado en parte. Se considera como segundo o tercer nivel de abertura, desarrollando conocimiento y comprensión como proceso cognitivo (Llorente, 2016, pág. 8-9).
- Prácticas de investigación abierta: Zorrilla se enfoca sobre la escala propuesta por Herrón, las prácticas de investigación abierta se distinguen por adoptar un enfoque investigativo, donde el docente establece el objetivo, y el estudiante asume la responsabilidad de explorar los materiales, métodos y posibles soluciones para abordar el problema propuesto (Zorrilla, 2018, pág. 34). En la taxonomía de Priestley, este tipo de prácticas se sitúa en el nivel 6, caracterizado por la asignación del problema por parte del docente. Mientras que el estudiante se encarga de desarrollar el procedimiento adecuado y llegar a sus propias conclusiones. Ambas clasificaciones resaltan la capacidad de las prácticas de investigación abierta para involucrar de manera activa al estudiante en el proceso de aprendizaje. Además de fomentar procesos cognitivos de alto impacto, como el análisis y la síntesis. Confirmado por Jiménez, que indica que este enfoque no solo promueve la adquisición de conocimientos, sino que también estimula el pensamiento crítico y la autonomía intelectual del estudiante. Por último, contribuye a un aprendizaje más profundo y significativo (Jiménez et al., 2005, pág. 9).

Las prácticas de laboratorio son fundamentales para la formación científica e integral de los estudiantes al emplear diferentes procesos y cumplir con las normas básicas de trabajo, como explica (Hernández et al., 2018):

con el acercamiento del experimento a la actividad investigativa, así como los requerimientos para la dirección, constituyen los fundamentos en que se sustentan los procedimientos didácticos para la contribución a la formación científica a partir de las prácticas de laboratorio (p. 325).

## 3. Metodología

Esta investigación presentó un diseño no experimental por prescindir de la manipulación intencional de las variables. “Busca comprender la dinámica intrínseca de los fenómenos, aportando valiosa información sobre su naturaleza y relaciones causales sin perturbar su curso natural” (Monje, 2011, p. 26). Su enfoque “fue cuantitativo y de alcance correlacional donde se determinó como variable independiente, la investigación abierta en la práctica de laboratorio, por ser manipulable y modificable en el proceso de investigación” (Hernández et al., 2014). Como variable dependiente, el aprendizaje de la Química, al ser aquella cuyo comportamiento se ve afectado por la variable anterior. El propósito primordial fue analizar si la investigación abierta en la práctica de laboratorio está relacionada con el aprendizaje de la Química, siendo esta la hipótesis planteada. Para lo cual, se trabajó con 125 estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Nuestra Familia, “no se aplicó ningún tipo de muestreo, por ser una población reducida” (Paniagua y Condori, 2018, p. 45).

Para la investigación abierta en la práctica de laboratorio se siguió las siguientes fases:

- Fase de planificación, por parte del docente se elaboró un documento detallando el problema y el objetivo a conseguir, denominado hoja ruta, En este documento se plasmó una problemática contextualizada con base en la estequiometría, además de, especificar las actividades a cumplir durante la fase de prelaboratorio, laboratorio y postlaboratorio.
- Fase de ejecución, el trabajo del estudiante fue dividido en tres partes:  
Prelaboratorio que consiste en el proceso de investigación, esta es la primera parte donde los estudiantes indagaron aspectos sobre el uso y empleo de reactivos, materiales, procedimiento a aplicar, métodos químicos adecuados y pertinentes, cálculos analíticos y normas de seguridad para cumplir con el objetivo y solucionar la problemática planteada.  
Laboratorio es la segunda parte, que consistió en la ejecución de la práctica cumpliendo con la investigación previa y apoyo docente constante.  
Postlaboratorio es la última parte, en donde los estudiantes se encargaron de elaborar y presentar el informe correspondiente, además de completar el cuestionario y test de *Google Forms*.

### 3.1. Técnicas e instrumentos de investigación

Para la recolección de datos se aplicó dos técnicas con su respectivo instrumento, que previamente fueron validados por profesionales expertos y estadísticamente comprobados en una población piloto. Se calculó el Coeficiente de Alfa de Cronbach. donde se obtuvo una confiabilidad de 0.8008, que posteriormente fue interpretado con la escala descrita en el trabajo de (Supo, 2013). El resultado presentó un rango de fiabilidad significativa. Por tanto, los instrumentos aplicados a la población de estudio de “Nuestra Familia” fueron debidamente validados y fiables.

La primera técnica aplicada fue la encuesta mediante un cuestionario como instrumento, el mismo que elaborado en el programa *Google Forms*. Los estudiantes recibieron la invitación a través de la plataforma *Classroom* y respondieron de manera online, individual, voluntaria y anónima. Este formulario contenía un total de 15 interrogantes para las dos variables. Se planteó ocho preguntas con más de una opción de respuesta. Encaminadas a investigar la aplicación, la didáctica y la frecuencia de las prácticas de laboratorio, así como los roles de docentes y estudiantes. Estas preguntas permitieron recolectar datos para variable independiente (investigación abierta en la práctica de laboratorio). En cambio, para la variable dependiente (aprendizaje de la Química) se planteó cinco interrogantes. Estas abordaron la relación de conocimiento previos con los adquiridos, así como la obtención de habilidades, destrezas y competencias.

La segunda técnica fue el instrumento de evaluación empleando un test de evaluación diagnóstica. Esta prueba estuvo conformada por 10 preguntas generadas a través de *Google Forms* y compartida a los estudiantes por *Classroom*. El mismo sirvió para conocer la escala de aprendizaje obtenido. Sus preguntas estaban con base en el trabajo realizado en el laboratorio como uso y función de los materiales y reactivos. Además, sobre procesos físicos-químicos y contenidos estequiométricos. Los resultados cuantitativos de este test aportaron a la variable dependiente. Es decir, permitieron conocer y analizar el aprendizaje de los estudiantes al emplear la escala de aprendizajes alcanzados (escala cualitativa) regida en la institución educativa.

### 3.2. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos, los resultados de las preguntas que correspondían a una misma dimensión fueron agrupados y se determinó la media aritmética. Posteriormente, estos promedios fueron llevados al *software* estadístico *Minitab Statistical 20*, en el cual se realizó tablas de contingencia con una mayor representación. Además, se “determinó las tendencias de las respuestas según las frecuencias obtenidas” (Hernández et al., 2014), Para comprobar si la investigación abierta en la práctica de laboratorio se relaciona con el aprendizaje de la Química. Es decir, para la prueba de hipótesis se realizó la prueba de normalidad y una medida no paramétrica como el coeficiente de *Spearman*.

## 4. Resultados

Para especificar los aspectos más relevantes en el desarrollo de las prácticas de laboratorio se analizó los tipos de prácticas empleadas en la institución educativa. En el cuadro 1, se demuestra los tipos de prácticas de laboratorio aplicadas en la enseñanza de la Química y su frecuencia. Desde el punto de vista de los estudiantes, ellos manifiestan que la más usada son las prácticas experimentales con un 56.35%. Posteriormente están las prácticas demostrativas con el 23.20% y por último las prácticas con investigación abierta con el 20.44%. En lo que, respecta al aporte cognitivo, se comparó los tipos de práctica de laboratorio y su impacto en la adquisición y comprensión de conocimientos. Según la perspectiva del estudiantado el 44.27% indicó que las prácticas experimentales tienen mayor impacto, el 28.73% manifestó que las prácticas demostrativas y 27.00% declaró que las prácticas con investigación abierta.

**Cuadro 1:** Tipos de prácticas de laboratorio y sus características

Tipos de prácticas	Frecuencia	Aporte cognitivo
Demostrativa	23.20 %	28.73 %
Experimental	56.35 %	44.27 %
Investigación abierta	20.44 %	27.00 %
Total	100.00 %	100.00 %

En el cuadro 2, para el grado de complejidad, el 65.60% de estudiantes revelaron un nivel de complejidad alto al ejecutar prácticas con investigación abierta. Principalmente indicaron presentar dificultad durante la fase investigativa y analítica (cálculos estequiométricos). Analizando el apoyo docente en esta metodología solo el 24.53% de estudiantes consideraron una ayuda óptima, constante y adecuado en cada fase del proceso. Con relación a la complejidad al estudiar estequiometría, considerando que este es el eje de estudio, el 64.80% de estudiantes indicaron una complejidad menor o baja. En cambio el 35.2% afirmaron presentar una complejidad alta o mayor, con relación a la dificultad durante la comprensión de la problemática planteada y del análisis de la reacción química producida en la práctica de laboratorio.

**Cuadro 2:** Características de investigación abierta y complejidad de estequiometría

Nivel	Investigación abierta		Estequiometría
	Complejidad	Apoyo docente	Complejidad
Alto	65.60 %	24.53 %	35.20 %
Bajo	34.40 %	75.47 %	64.80 %
Total	100.00 %	100.00 %	100.00 %

En el Cuadro 3, se refleja la perspectiva de los estudiantes respecto a los beneficios derivados de la intervención y aplicación de la investigación abierta en la práctica de laboratorio. Según sus evaluaciones, el

enfoque colaborativo de esta metodología ha contribuido significativamente al desarrollo de habilidades clave. Evidenciado por porcentajes destacados: 78.40 % en trabajo colaborativo, 76.80 % en organización, 68.00 % en resolución de problemas y 65.60 % en análisis.

**Cuadro 3:** Habilidades obtenidas

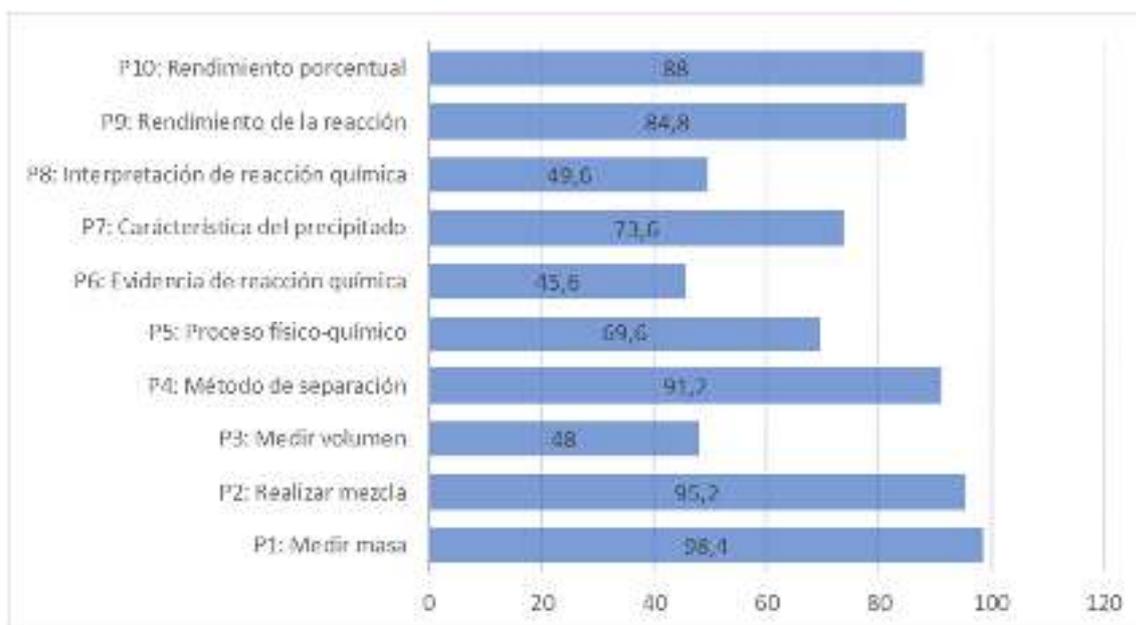
Nivel	Análisis	Resolución de problemas	Trabajo colaborativo	Organización
Alto	65.60 %	68.00 %	78.40 %	76.80 %
Bajo	34.40 %	32.00 %	21.60 %	23.20 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %

En el cuadro 4, los datos revelan que el 74.40 % adquirió un alto nivel de experimentación, el 68.80 % en observación, y el 66.40 % en investigación, evidenciando habilidades y competencias significativas. Estos resultados sugieren que la implementación de la investigación abierta ha tenido un impacto positivo en el fortalecimiento de capacidades esenciales para los estudiantes. En comparación con otras formas de prácticas de laboratorio, como las demostrativas y/o experimentales empleadas a lo largo de su educación secundaria. Estos hallazgos resaltan la efectividad particular de la investigación abierta en el fomento de habilidades, destrezas y competencias fundamentales para el aprendizaje científico.

**Cuadro 4:** Destrezas y competencias obtenidas

Nivel	Observación	Investigación	Experimentación
Alto	68.80 %	66.40 %	74.40 %
Bajo	31.20 %	33.60 %	25.60 %
Total	100 %	100 %	100 %

Se evaluó el proceso de aprendizaje mediante la aplicación de un test con 10 preguntas que recogió información sobre el uso de materiales. Donde el 98.4%, 95.2% y el 48% de estudiantes aciertan en las preguntas 1, 2, 3 respectivamente. Las preguntas 4, 5, 6, 7 determinaron la comprensión de procesos físico-químicos, obteniendo que el 91.2%, 69.6%, 45.6% y 73.6% de estudiantes eligen la respuesta correcta para cada pregunta. Referente a los cálculos estequiométricos, para la pregunta 8 acierta el 49.6%, en la pregunta 9, acierta el 84.8% y para la última pregunta el 88% de estudiantes, en la figura 2 se condensa los resultados obtenidos.



**Figura 2:** Porcentaje de aciertos por pregunta

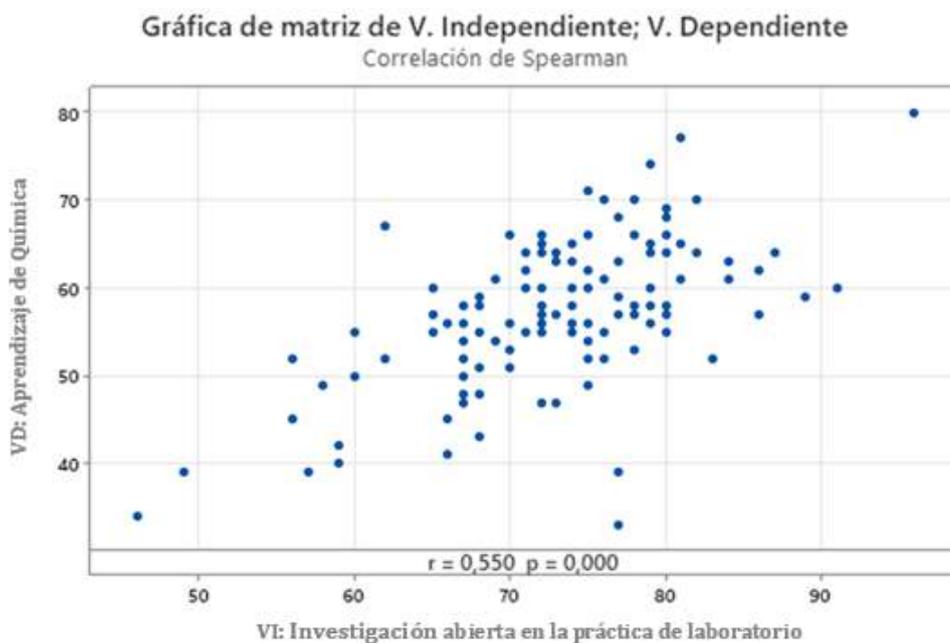
Cada test tuvo una valoración final de 10 puntos y se empleó la escala de aprendizaje alcanzados. Se obtuvo que el 28% de estudiantes dominan los aprendizajes, por obtener una calificación superior a 9/10. El 47.20% de estudiantes alcanzan los aprendizajes cuya valoración fue entre 8.99 y 7. El 20% están próximos a alcanzar

porque obtuvieron una calificación de 6.99 a 4.01. Por último, el 4.80% no alcanzan los aprendizajes relacionados con la estequiometría, así como, con el uso correcto y función de materiales y reactivo, como se observa el cuadro 5.

**Cuadro 5:** Escala de aprendizaje. Tomada de: (Subsecretaría de Fundamentos Educativos, 2016, p. 8)

Escala de aprendizajes alcanzados	Rango	Estudiantes	Porcentaje
Domina los aprendizajes requeridos	10 – 9.00	35	28.00 %
Alcanza los aprendizajes requeridos	8.99 – 7.00	59	47.20 %
Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	6.99 – 4.01	25	20.00 %
No alcanza los aprendizajes requeridos	4.00 – 0	6	4.80 %
Total		125	100.00 %

Para comprobar la hipótesis de estudio, que consiste en relacionar la investigación abierta en la práctica de laboratorio con el aprendizaje de la Química, se efectuó la prueba de hipótesis. Considerando que las variables fueron cuantitativas y discretas, las cuales no presentaron una distribución normal en la prueba de normalidad. Cuyo nivel de significancia fue del 95%. Por consiguiente, se empleó una medida no paramétrica y se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. Se obtuvo un valor de 0,550 para rho, como se observa en el diagrama de dispersión, figura 3. La posición de los datos materializa una relación lineal entre las variables de estudio.



**Figura 3:** Coeficiente de correlación de Spearman

Por tanto, al realizar la prueba de hipótesis con base a la correlación de Spearman se determinó que la investigación abierta en la práctica de laboratorio se relaciona con el aprendizaje de la Química. La interpretación del valor de rho, según se analiza el cuadro 6, manifiesta una relación o asociación positiva, moderada y significativa. Por obtener un valor de rho de 0.550, considerando un nivel de significancia de 0.05.

**Cuadro 6:** Interpretación de la correlación de Spearman. Adaptado de: (Roy et al., 2019)

Rango de rho	Interpretación
- 0.76 a - 1.00	Correlación negativa entre fuerte y perfecta
- 0.51 a - 0.75	Correlación negativa entre moderada y fuerte
- 0.26 a - 0.50	Correlación negativa entre débil
- 0.01 a - 0.25	Correlación negativa entre escasa y nula
0	Correlación nula
+ 0.01 a + 0.25	Correlación positiva entre escasa y nula
+ 0.26 a + 0.50	Correlación positiva entre débil

Rango de rho	Interpretación
+ 0.51 a + 0.75	Correlación positiva entre moderada y fuerte
+ 0.76 a + 1.00	Correlación positiva entre fuerte y perfecta

- Correlación positiva cuyo significado radica en que el aprendizaje de la Química aumente conforme aumenta la aplicación de la investigación abierta.
- Correlación moderada significa una fuerza de asociación moderada entre las variables por obtener un valor de 0.550
- Correlación significativa al generalizar estos resultados a otras poblaciones de estudio.

## 5. Discusión

Los resultados derivados de la investigación, figura 3, determinaron una asociación positiva, moderada y significativa entre las variables independiente “investigación abierta en la práctica de laboratorio” y la variable dependiente “aprendizaje de Química”. A partir de la prueba de correlación de *Spearman*, se deduce que el aprendizaje de la Química se relaciona con las prácticas de laboratorio usando investigación abierta. Según el valor rho de 0.550 que demuestra una asociación positiva. Este resultado se corrobora con el estudio realizado por (Villanueva y Concha, 2020), en el cual demuestra la importancia de la investigación en el proceso experimental. Si bien esta metodología tiene una relación moderada con respecto al aprendizaje, se debe considerar que existen otros factores que impiden aumentar dicha relación puesto que no depende solo de la práctica.

La experimentación con investigación abierta influye de manera positiva en el aprendizaje de los estudiantes de bachillerato, demostrado en el cuadro 1. Sin embargo, el 44.27 % de estudiantes aún prefieren prácticas tradicionales, considerando que el estudiante está inmerso en este paradigma donde toda la información se le entrega completa. Este resultado ha sido comprobado por Zorrilla et al., 2020 en su tesis doctoral, donde indica que las clases experimentales más desarrolladas corresponden a niveles de apertura bajas. En estas prácticas el estudiante requiere procesos cognitivos básicos, como el conocimiento, aplicación. En consecuencia, el estudiante se siente más cómodo con las prácticas tradicionales. Mientras que, en las prácticas de investigación abierta, genera un desarrollo cognitivo de mayor nivel, porque el estudiante se involucra totalmente en el proceso de investigación y experimentación.

La acción del docente se reduce considerablemente, demostrado en el análisis del cuadro 2. Es por ello por lo que el 24.53% de estudiantes indican haber obtenido un apoyo óptimo del docente en todo el proceso de experimentación. Para una adquisición significativa con relación al aprendizaje, el estudiante debe demostrar conocimientos básicos de experimentación. Corroborándose con el resultado, donde el 65.60% de participantes consideran que la investigación abierta presenta un grado de dificultad superior en su ejecución y siendo preferida solo por el 27% del estudiantado. Estos resultados son avalados por el estudio de Llorente, 2016 donde recomienda a las prácticas de investigación abierta para un mayor alcance en el aprendizaje, considerando la predisposición del estudiante. Así mismo, Cueto y García, 2017 demostraron a través de su tesis la efectividad de las metodologías basadas en la investigación, incluso indicaron que facilita el aprendizaje y mejora el aprovechamiento.

Cabe recalcar que, estos resultados difieren con los obtenidos en el cuadro 3 y 4, donde se identifica una contribución óptima de la investigación abierta. Al producir en los estudiantes la adquisición de habilidades, competencias y destrezas. Se obtuvo que más del 65.60 % del estudiantado adquirió y fortaleció habilidades como: trabajo colaborativo, organización, resolución de problemas y análisis. De la misma manera, más del 66.40 % adquirió un alto nivel de experimentación, observación e investigación como destrezas. Pero se debe considerar ciertos aspectos importantes como: apoyo docente, una apropiada planificación y elaboración de la hoja ruta por parte del docente, así como, una investigación en fuentes confiables y un trabajo equitativo, cumpliendo con las normas de seguridad. Coincidiendo con la investigación de Hernández et al., 2018 que comprobó que, al considerar los niveles de apertura en las prácticas de laboratorio brindan resultados excepcionales y de alto nivel, para la formación científica y académica de los estudiantes. En este estudio se encontró que el nivel de apertura, investigación abierta en la práctica de laboratorio influye positivamente y contribuye en el aprendizaje de la Química.

En el cuadro 5, los resultados al evaluar el aprendizaje de la estequiometría aplicando la escala de aprendizaje alcanzados, dado por el Ministerio de Educación. Se obtuvo resultados favorables, que indican que el 75% de los estudiantes alcanza y/o dominan los aprendizajes, por obtener una nota mayor al 7/10. Considerando que las preguntas realizadas abordaron contenidos estequiométricos, diferenciación de procesos físicos-químicos y el empleo adecuado de materiales de laboratorio. Este resultado se contrasta con el estudio de Raviolo y Lerzo, 2016, donde se indica que, para garantizar la comprensión de la estequiometría, y por ende la obtención de resultados evaluativos óptimos, es menester el desarrollo de métodos experimentales para su enseñanza.

## 6. Conclusión

A partir de los resultados obtenidos, en esta investigación se concluye que se determinó una influencia positiva entre la investigación abierta en la práctica de laboratorio y el aprendizaje de la Química, por presentar una relación moderada y positiva entre la aplicación de la investigación abierta y el aprendizaje, aunque solo el 27% de estudiantes consideraron que la investigación abierta tiene un aporte cognitivo alto en el proceso. Cabe recalcar que, se identificó una contribución considerable en el aprendizaje, pues la investigación abierta interviene en la adquisición de habilidades y de destrezas y competencias con un porcentaje del 73.60%, 69.60% en los estudiantes respectivamente. Además, se evaluó el proceso mediante la aplicación de un test, como resultado se obtuvo que el 28% de estudiantes dominan los aprendizajes requeridos y el 47% alcanzan los aprendizajes, estos valores indican un aprendizaje de la Química principalmente de la estequiometría. Por último, se estableció que hay un porcentaje considerable de estudiantes, 44.27%, que aún prefieren las prácticas de laboratorio tradicionales principalmente usando guías de laboratorio.

En el transcurso de la investigación se identificaron factores que impiden la práctica de la investigación abierta, siendo el principal el currículo educativo, incluyendo la temporalidad y la frecuencia de su aplicación. Para líneas futuras de investigación se recomienda realizar estudios que analicen la aplicación de la investigación abierta en la práctica de laboratorio considerando el uso de materiales y reactivos de uso cotidiano o caseros. También, de estudiar la influencia de la investigación abierta en el laboratorio y los proyectos STEAM.

### Referencias bibliográficas

- Brito, D., Maldonado, L., y Morillo, R. (2019). Nivel Bachillerato. En Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria. (Segunda, pp. 295-335). [www.educacion.gob.ec](http://www.educacion.gob.ec)
- Cueto, R., y García, C. (2017). Física y Química en el aula, el aprendizaje a través de la práctica [Tesis de Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria]. Universidad de Cantabria.
- Faicán, F. (2023). Investigación abierta en la práctica de laboratorio y el aprendizaje de la Química en los estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa “Nuestra Familia” periodo 2021-2022 [Tesis de Magister en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Mención Química y Biología]. Universidad Central del Ecuador.
- Garcés, L., Montaluisa, Á., y Salas, E. (2018). El aprendizaje significativo y su relación con los estilos de aprendizaje. *Anales de la Universidad Central del Ecuador*, 1(376), 231-245.
- Hernández, L., Machado, E., Martínez, E., Andreu, N., y Flint, A. (2018). La práctica de laboratorio en la asignatura Química General y su enfoque investigativo. *Rev. Cubana Quím*, 30(2), 314-327.
- Hernández, M. (2013). Reforma de la enseñanza experimental. En *Enseñanza experimental Química* (Primera edición, pp. 86-108). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. En *Metodología de la Investigación* (Sexta, pp. 88-100). McGRAW-HILL.
- Jiménez, G., Llobera, R., y Llitjós, A. (2005). Los niveles de abertura en las prácticas cooperativas de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4, 4-26.
- Llorente, P. (2016). Efecto de las prácticas experimentales en el aprendizaje y motivación de los alumnos para la asignatura de química de primer curso de Bachillerato [Tesis de Máster en Formación de profesorado de Secundaria - Especialidad Física y Química]. Universidad Internacional de la Rioja.

- Lorduy, D. J., y Naranjo, C. P. (2020). Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica CIDC*, 39(3), 324-340. <https://doi.org/10.14483/23448350.16427>
- Martínez, L. D., Hinojo, F. J., y Díaz, I. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza- Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información tecnológica*, 29(2), 41-52. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000200041>
- Molina, M. F., Rivera, J. C., Liliam, y Palomeque-F, A. (2018). Actitudes y perspectivas de los estudiantes frente a un curso de química general: implicaciones y propuestas. *Revista Educación en Ingeniería*, 14(27), 54-58. <https://doi.org/10.26507/rei.v14n27.931>
- Monje, C. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa.
- Neira, J. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *Revista UCMAule*, 60, 102-116. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.60.102>
- Neira, J. C., Miño, L. P., y Fuentealba, M. I. (2021). Aproximación a las dificultades para la ejecución de trabajos prácticos de laboratorio de biología en educación media. *Revista Convergencia Educativa*, 10-extra, 24-33. <https://doi.org/10.29035/rce.s10.24>
- Paniagua, F., y Condori, P. (2018). Investigación científica en educación (Porfirio Condori Ojeda, Ed.; Segunda).
- Raviolo, A., y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: Uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*, 27(3), 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>
- Rodríguez, R. y Cruz, A. (2017). El aprendizaje significativo de conceptos químicos, un estudio en el contexto de la resolución de problemas y los estilos de aprendizaje [Tesis Doctoral en Educación]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Roy, I., Rivas, R., Pérez, M., y Palacios, L. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*, 66(3), 354-360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>
- Subsecretaría de Fundamentos Educativos. (2016). INSTRUCTIVO PARA LA APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN ESTUDIANTIL.
- Supo, D. J. (2013). Cómo validar un instrumento. [www.bioestadistico.com](http://www.bioestadistico.com)
- Valverde, J., Jiménez, L., y Viza, L. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas en las prácticas de laboratorio de Química: Los niveles de apertura. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 59-70.
- Villanueva, M., y Concha, A. (2020). Laboratorio de química: indagación guiada. *EDUNOVATIC*, 305. [www.edunovatic.org](http://www.edunovatic.org)
- Zorrilla, E. (2018). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial [Tesis de Doctorado en Educación]. Universidad Nacional de Cuyo.
- Zorrilla, E., Quiroga, D. P., Morales, L. M., Mazzitelli, C. A., y Maturano, C. I. (2020). Reflexión sobre el trabajo experimental planteado como investigación con docentes de Ciencias Naturales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(60 may-oct), 266-285. <https://doi.org/10.33255/3160/626>

## **Autor**

**FERNANDA FAICÁN-JUCA** obtuvo su título de magister en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Química y Biología de la Universidad Central del Ecuador en 2023. Obtuvo el título de Bioquímica Farmacéutica en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca (Ecuador) en 2017.

Actualmente es docente titular en la Unidad Educativa Nuestra Familia. Es docente líder en proyectos institucionales como “Formando científicos” y “Primeros Auxilios NF”. Sus principales temas de investigación incluyen aplicación de metodologías innovadoras a nivel de prácticas de laboratorio, centrándose específicamente en el aprendizaje de Química.

**RENATO MANZANO-VELA** obtuvo su título de Ingeniero químico en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Ecuador, Magister en Química con mención en Química-Física titulado por la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador, Magister en Pedagogía mención currículo titulado por la Universidad Técnica del Norte-Ecuador, Candidato a PhD en el Programa Doctoral en Química de La Universidad de Granada-España, Becario en el Master Simulación Molecular en la Universidad Internacional de Andalucía-España, Maestrante en la Maestría en Biotecnología de la Universidad Estatal de Milagro-Ecuador. Becario en el programa de Maestría en Pedagogía mención en Currículo de la Universidad Técnica del Norte-Ecuador, Maestrante y Becario en el programa de Maestría en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos en la Universidad para la cooperación Internacional-Costa Rica. Becario como miembro

participante en IX Escuela de Física Experimental de la Universidad Autónoma de México. Evaluador en los concursos de ciencia y emprendimiento INFOMATRIX 2020,2022 2023 y 100K LATAM.

Miembro del comité E01 sobre Química Analítica de Metales, Minerales y Materiales Relacionados en ASTM Internacional. Investigador inscrito en SENESCYT. Docente en la Coordinación de Admisión y Nivelación de la Universidad Nacional de Chimborazo, Docente y tutor en el programa de Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Química y Biología ofertado por la Universidad Central del Ecuador, Docente en la Facultad de Salud de la Universidad Regional de los Andes, Docente Investigador en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Autor y coautor de 20 artículos científicos, 3 libro y un capítulo de libro en Editoriales internacionales.