

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

---



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

**“FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN LOS  
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA CON LA APLICACIÓN DE  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA”**

POR:

**XOCHITL MANJARREZ SANDOVAL**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN INNOVACIÓN EDUCACTIVA**

OCTUBRE 2025



CHIHUAHUA, CHIH. MÉXICO

OCTUBRE 2025

“Fortalecimiento del pensamiento científico en los estudiantes de educación secundaria con la aplicación de prácticas de laboratorio en la asignatura de química”. Tesis presentada por Xochitl Manjarrez Sandoval como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Innovación Educativa ha sido aprobado y aceptado por:

Javier Contreras Orozco

Dr. Javier Horacio Contreras Orozco  
Director de la Facultad de Filosofía y Letras

Dr. Jorge Alan Flores Flores  
Secretario de Investigación y Posgrado

M.E.S. Eva Méndez Salcido  
Coordinador Académica

Dr. Javier Tarango Ortiz  
Presidente

Fecha: Octubre 2025

Comité:

Director(a) de Tesis: Dr. Juan Daniel Machin Mastromatteo  
Codirector(a): Dra. Merizanda María del Carmen Ramírez Aceves  
Secretario(a): Dr. Efraín Alfredo Barragán Perea

Se certifica, bajo protesta de decir verdad, que las firmas consignadas al pie del presente documento son de carácter original y auténtico, correspondiendo de manera inequívoca a los responsables de las labores de dirección, seguimiento, asesoría y evaluación, en estricta conformidad con lo dispuesto en la normatividad vigente de esta institución universitaria.



# **Fortalecimiento del pensamiento científico en los estudiantes de educación secundaria con la aplicación de prácticas de laboratorio en la asignatura de química**

Xochitl Manjarrez Sandoval

Universidad Autónoma de Chihuahua

## **Notas de la Autora**

Facultad de Filosofía y Letras, Secretaría de Investigación y de Posgrado, Maestría en Innovación Educativa (MIE).

Proyecto financiado por el Programa de Becas Nacionales del Sistema Nacional de Posgrado (SNP) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

Xochitl Manjarrez Sandoval  <https://orcid.org/0009-0006-5096-9727>

La correspondencia relacionada con esta tesis debe dirigirse a Xochitl Manjarrez Sandoval. Correo electrónico:  [xochitlms52@gmail.com](mailto:xochitlms52@gmail.com)

Director de Tesis: Dr. Juan Daniel Machin Mastromatteo

Comité de Tesis: Dr. Javier Tarango Ortiz, Dr. Efraín Alfredo Barragán-Perea

Codirectora: Dra. Merizanda María del Carmen Ramírez Aceves

Los datos y el contenido de esta tesis se comparten en acceso abierto en el repositorio de la Universidad Autónoma de Chihuahua: <http://repositorio.uach.mx>

Se manifiesta que no existe algún conflicto de intereses.

Citar en APA (4<sup>a</sup> edición en español): Manjarrez-Sandoval, X. (2025). *Fortalecimiento del pensamiento científico en los estudiantes de educación secundaria con la aplicación de prácticas de laboratorio en la asignatura de química* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua]. Repositorio Digital de tesis de la UACH. <http://repositorio.uach.mx>



## Resumen

Esta investigación evaluó si la implementación de prácticas de laboratorio elementales en la asignatura de química permite fortalecer el pensamiento científico de estudiantes de secundaria, así como incrementar su interés y gusto por las ciencias, aparte de mejorar el valor que perciben de tales conocimientos y su deseo de elegir carreras relacionadas. La metodología empleada fue cuantitativa, transversal, cuasiexperimental y aplicada. La muestra no probabilística y por conveniencia fue de 33 estudiantes de tercer grado de secundaria de una escuela estatal de Chihuahua, México. Se diseñó una intervención que constó de tres etapas, aplicadas a lo largo de los dos primeros períodos escolares. La primera etapa implicó la aplicación de un cuestionario diagnóstico, después se llevaron a cabo siete prácticas de laboratorio y finalmente se aplicó un cuestionario de cierre. Los resultados se organizaron en diez dimensiones de análisis: 1) *Aplicación de los conocimientos científicos*; 2) *Valor de la ciencia pretest*; 3) *Gusto por la ciencia pretest*; 4) *Razones para estudiar ciencias naturales pretest*; 5) *Desempeño en el laboratorio*; 6) *Uso del lenguaje científico*; 7) *Experiencias con las prácticas de laboratorio*; 8) *Valor de la ciencia post test*; 9) *Gusto por la ciencia post test*; y 10) *Razones para estudiar ciencias naturales post test*. Se encontró una preferencia inicial por las ciencias naturales entre los estudiantes, además, afirmaron que las prácticas mejoraron su percepción acerca de la utilidad de la ciencia y su aprendizaje de los contenidos de la materia de química. Hubo cierta evolución en su gusto por la ciencia y sobre su identificación con las razones de índole más filantrópica para justificar futuros estudios científicos. Sin embargo, el análisis inferencial reveló que: 1) las prácticas de laboratorio no tuvieron efecto en el interés para aprender más sobre ciencia, ni tampoco incidieron de manera favorable en el promedio de calificaciones; 2) las diferencias de edad no incidieron en las dimensiones estudiadas; 3) el sexo solo incidió en que a los hombres les agradarán más las prácticas de laboratorio; y 4) ni un interés previo en las ciencias, ni un entendimiento previo sobre sus campos de aplicación incidieron en las dimensiones estudiadas. Se concluye que es necesario profundizar en el tipo y duración de una intervención de este tipo, sugiriéndose que debe cubrir un año escolar completo, para indagar a mayor profundidad sobre el desarrollo de las habilidades científicas, sistematizar mejor la evaluación del interés por la ciencia y del lenguaje científico, así como subrayar la importancia social y cotidiana de la ciencia.

**Palabras clave:** educación científica, ciencias naturales, química, laboratorio escolar, percepciones estudiantiles, educación secundaria, enseñanza de la ciencia, aprendizaje experimental, motivación científica, gusto por la ciencia, valor de la ciencia, cultura científica escolar, Chihuahua (México).



### Abstract

This study evaluated whether the implementation of basic laboratory practices in the subject of chemistry can strengthen scientific thinking in secondary school students, as well as increase their interest and enjoyment of science, in addition to enhancing the value they perceive in such knowledge and their desire to pursue related careers. The methodology used was quantitative, cross-sectional, quasi-experimental, and applied. The non-probabilistic convenience sample consisted of 33 third-grade secondary students from a public school in Chihuahua, Mexico. An intervention consisting of three stages was designed and carried out over the first two school terms. The first stage involved the application of a diagnostic questionnaire, followed by seven laboratory practices, and finally a closing questionnaire. The results were organized into ten analytical dimensions: 1) application of scientific knowledge; 2) perceived value of science (pretest); 3) enjoyment of science (pretest); 4) reasons for studying natural sciences (pretest); 5) laboratory performance; 6) use of scientific language; 7) experiences with the laboratory practices; 8) perceived value of science (post test); 9) enjoyment of science (posttest); and 10) reasons for studying natural sciences (post test). An initial preference for natural sciences among students was found. Additionally, students stated that the practices improved their perception of the usefulness of science and their learning of the chemistry course content. There was some development in their enjoyment of science and in their identification with more philanthropic reasons for pursuing scientific studies. However, inferential analysis revealed that: 1) the laboratory practices had no effect on students' interest in learning more about science, nor did they favorably impact their grade point average; 2) age differences had no effect on the studied dimensions; 3) gender only influenced the degree to which male students enjoyed the laboratory practices more; and 4) neither prior interest in science nor prior understanding of its application fields influenced the studied dimensions. It is concluded that it is necessary to deepen the type and duration of such interventions, suggesting that they should cover an entire school year to further investigate the development of scientific skills, better systematize the assessment of interest in science and scientific language, and emphasize the social and everyday importance of science.

**Keywords:** science education, natural sciences, chemistry, school laboratory, student perceptions, secondary education, science teaching, experiential learning, scientific motivation, enjoyment of science, perceived value of science, school scientific culture, Chihuahua (Mexico).



## Agradecimientos y dedicatoria

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Dr. Juan Daniel Machin Mastromatteo, cuya enseñanza, guía y paciencia fueron pilares fundamentales durante el desarrollo y culminación de esta tesis. Extiendo también mi reconocimiento al comité de tesis, integrado por el Dr. Javier Tarango Ortiz y el Dr. Efraín Barragán, por sus valiosas aportaciones que enriquecieron este trabajo, así como a mi codirectora, la Dra. Merizanda María del Carmen Ramírez Aceves, por sus comentarios y observaciones que permitieron afinar esta investigación.

Agradezco a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo brindado a este proyecto a través del Programa de Becas Nacionales del Sistema Nacional de Posgrado (SNP).

De manera muy especial, agradezco a mi esposo Carlos, por su amor incondicional y por alentarme siempre con sus palabras de apoyo. A mis suegros, Clarita y Carlos, por el cuidado y cariño hacia mi hijo durante mis jornadas académicas; y a mis padres, Irma y Fernando, por los cimientos firmes que forjaron en mí y que me ha permitido llegar hasta aquí. También a mis hermanas, Indira y Nilda, por su compañía constante, aun desde la distancia.

Finalmente, dedico este trabajo con todo mi amor a mi hijo Carlos. Deseo que, al leer estas palabras en el futuro, encuentres en ellas una fuente de inspiración para perseguir tus sueños con la misma determinación y esperanza con la que yo persegúí los míos.



## Tabla de contenido

Capítulo I. Introducción	12
Antecedentes	13
Dificultades asociadas a la educación de áreas de las ciencias exactas en México	15
Representatividad de profesionales de las ciencias exactas en México respecto a otras disciplinas en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores	16
Promoción de las áreas de las ciencias exactas en México	16
Marco conceptual	16
Promedio trimestral	16
Gusto por la ciencias naturales	17
Prácticas de laboratorio elementales	17
Pensamiento crítico.	17
Planteamiento del problema	17
Objetivos	20
Justificación	20
Limitaciones	21
Capítulo II. Marco teórico	22
Importancia del laboratorio de química en educación secundaria	22
Rasgos psicológicos asociados al uso de las prácticas de laboratorio como estrategia de enseñanza-aprendizaje en química	25
Posturas sobre el uso de prácticas de laboratorio como estrategia de enseñanza-aprendizaje	26
Metodologías y estrategias de enseñanza en química haciendo uso del componente experimental	28
Instrumentos y mediciones del uso del laboratorio en la enseñanza de química	33
Limitaciones y recomendaciones del uso del laboratorio en la enseñanza de la química	34
Capítulo III. Metodología	38
Diseño de la investigación	38
Hipótesis	38
Participantes	39
Diseño de intervención	40
Etapa 1. Diagnóstico	40
Etapa 2. Laboratorio	40
Etapa 3. Cierre	50
Instrumentos de recolección de datos	50
Cuestionario diagnóstico	51
Reportes de laboratorio	52
Cuestionario final	52



Métodos para el análisis de datos	8
Consideraciones éticas	53
Capítulo IV. Análisis de resultados	54
Análisis descriptivo	54
Cuestionario diagnóstico (variables 1-60)	54
Laboratorio	59
Cuestionario final (61-100)	61
Promedios de calificaciones	65
Dimensiones de análisis	66
Análisis correlacional	74
Análisis inferencial	81
Hipótesis 1	82
Hipótesis 2	84
Hipótesis 3	84
Hipótesis 4	86
Hipótesis 5	86
Capítulo V. Conclusión	88
Conclusiones sobre el análisis descriptivo	89
Conclusiones sobre el análisis correlacional	92
Conclusiones sobre el análisis inferencial	95
Oportunidades para futuras investigaciones	95
Referencias	97
Anexo 1. Cuestionario diagnóstico	107
Anexo 2. Cuestionario final	110



## Lista de tablas

Tabla 1. Evaluación de la práctica 4 .....	46
Tabla 2. Evaluación de la práctica 5 .....	47
Tabla 3. Interés por distintas disciplinas (n=33) .....	55
Tabla 4. Aplicación de los conocimientos científicos .....	56
Tabla 5. Valor de la ciencia pretest.....	57
Tabla 6. Interés por la ciencia pretest .....	58
Tabla 7. Razones para estudiar ciencias naturales pretest.....	59
Tabla 8. Estadísticos del desempeño en el laboratorio .....	60
Tabla 9. Experiencias con las prácticas de laboratorio de química.....	62
Tabla 10. Valor de la ciencia post test .....	62
Tabla 11. Gusto por la ciencia post test.....	63
Tabla 12. Razones para estudiar ciencias naturales post test .....	64
Tabla 13. Calificaciones de los estudiantes.....	65
Tabla 14. Aplicación de los conocimientos científicos .....	67
Tabla 15. Valor de la ciencia pretest .....	68
Tabla 16. Gusto por la ciencia pretest.....	68
Tabla 17. Razones para estudiar ciencias naturales pretest .....	69
Tabla 18. Desempeño en el laboratorio .....	70
Tabla 19. Uso del lenguaje científico .....	70
Tabla 20. Experiencias con las prácticas de laboratorio .....	71
Tabla 21. Valor de la ciencia post test.....	72
Tabla 22. Gusto por la ciencia post test.....	72
Tabla 23. Razones para estudiar ciencias naturales post test .....	73
Tabla 24. Dimensiones de análisis .....	73
Tabla 25. Correlaciones entre dimensiones de análisis .....	80
Tabla 26. Pruebas de normalidad.....	81
Tabla 27. Prueba de hipótesis H1 .....	83
Tabla 28. Comparación de estadísticos entre pares de la H1.....	83
Tabla 29. Comparación de medianas de las experiencias con las prácticas de laboratorio por sexo .....	85



## **Lista de figuras**

Figura 1. Histograma (n=33).....	55
Figura 2. Desempeño y uso del lenguaje científico por equipo .....	61
Figura 3. Articulación de hipótesis y variables.....	82
Figura 4. Prueba de hipótesis H2 .....	84
Figura 5. Prueba de hipótesis H3 .....	85
Figura 6. Comprobación de hipótesis H4.....	86
Figura 7. Prueba de hipótesis H5 .....	87



## **Lista de abreviaturas**

- ACC - Aplicación de los conocimientos científicos  
ANOVA - Análisis de varianza  
CLEI - Inventario del entorno del laboratorio de química  
cm - Centrímetros  
CONAHCYT - Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías  
Gdif - Gusto por la ciencia (diferencia)  
INEE - Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación  
m - Masa  
MIE - Maestría en Innovación Educativa  
pH - grado de acidez o alcalinidad  
PET - Polietileno tereftalato  
ppm - Partes por millón  
QOCRA - Cuestionario sobre actitudes relacionadas con la química  
Rdif - Razones para estudiar ciencias naturales (diferencia)  
SECIHTI – Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación  
SEP - Secretaría de Educación Pública  
SLEI - Inventario del entorno del laboratorio de ciencias  
SLI-SRL - Self-regulated learning-supervised laboratory instruction  
SNII - Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores  
SNP - Sistema Nacional de Posgrado  
STEM - Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas  
TOSRA - Test de actitudes relacionadas con la ciencia  
UACH - Universidad Autónoma de Chihuahua  
v - Volumen  
v/v - Concentración porcentual  
Vdif - Valor de la ciencia (diferencia)  
 $\mu$  – Media (en análisis estadístico)  
 $\rho$  - Densidad



## Capítulo I. Introducción

La presente investigación se centró en evaluar si la implementación sistemática, en la asignatura de química, de prácticas de laboratorio elementales permiten fortalecer el pensamiento científico de estudiantes de educación secundaria, así como determinar si también es factible que estas incrementen su interés y gusto por las ciencias, además de mejorar el valor que perciben de tales conocimientos y su deseo de elegir carreras relacionadas. Las prácticas de laboratorio elementales consisten en desarrollar experimentos con materiales e instrumentos simples y de fácil adquisición.

Esta investigación surgió a partir de las inquietudes de la investigadora en cuanto a ciertas limitaciones estructurales y pedagógicas que podrían fungir como barreras para la enseñanza significativa de las ciencias naturales, especialmente en contextos donde el acceso a laboratorios plenamente equipados es limitado o inexistente. Aparte de considerar que los docentes de educación secundaria están llamados a intensificar esfuerzos que permitan promover de mejor manera las distintas disciplinas científicas y así incrementar el gusto por la ciencia de los jóvenes y transitar hacia la formación de vocaciones científicas.

Esta investigación partió del supuesto de que el trabajo experimental permite una mejor comprensión de los conceptos científicos y potencia habilidades transversales como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y el gusto por la ciencia. El estudio, de enfoque cuantitativo y basado en una serie de intervenciones educativas, buscó analizar cómo estas prácticas podrían influir en el rendimiento académico de los estudiantes y en su actitud hacia la química (y potencialmente, otras ciencias). Aparte de las intervenciones, reflejadas en la realización de siete prácticas de laboratorio, se aplicaron dos cuestionarios de medición antes y después de iniciar las prácticas. Con esta investigación se pretendió ofrecer una alternativa viable y accesible para enriquecer la práctica docente y que pueda contribuir al desarrollo integral de los estudiantes de secundaria en la Ciudad de Chihuahua, evidenciando la relevancia de metodologías activas, incluso en condiciones escolares adversas.

En este capítulo introductorio se sintetizan los antecedentes que dieron contexto a la investigación realizada, que incluyeron el abordaje de: 1) las dificultades asociadas a la educación de áreas de las ciencias exactas en México; 2) la representatividad de profesionales de las ciencias exactas en México respecto a otras disciplinas en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII); y 3) la promoción de las áreas de las ciencias exactas en México. Posteriormente, se incluye el marco conceptual, integrado por los conceptos más relevantes, así como el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación y las limitaciones que enfrentó la presente investigación en su realización.



## Antecedentes

Mantener el interés y la motivación de los estudiantes en las clases que cada docente imparte es el punto de convergencia donde la mayoría coincide y a la vez es un reto que se acrecienta conforme las necesidades de los estudiantes van cambiando, tal como lo hace el entorno en el que nos desenvolvemos día con día. De manera anecdótica, según la experiencia de la autora de este trabajo, en las reuniones de academia de la asignatura de química siempre se llegaba a conclusión de que si se tuvieran mejores espacios de laboratorio en los centros escolares, en los que se puedan desarrollar las múltiples prácticas experimentales, se obtendría un mejor logro de los aprendizajes; además de captar la atención de los estudiantes hacia los contenidos que se refuerzan con dichas prácticas y así promover su afinidad hacia la química.

La modernización, equipamiento y abastecimiento de suministros de laboratorio están lejos del alcance de los docentes frente a grupo pues sus funciones se limitan a solicitar los recursos necesarios para realizar su labor ([Secretaría de Educación Pública \[SEP\], 1982](#)). Entonces, depende de diversos factores contextuales el que los laboratorios escolares se encuentren en las condiciones óptimas para las actividades experimentales de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, cabe señalar que en los últimos 22 años, dentro de los programas de estudio de Educación Secundaria de la SEP, se contemplan orientaciones didácticas relacionadas con las prácticas experimentales para los docentes e igualmente los propósitos y habilidades que deben ser adquiridos por los estudiantes. A continuación se mencionan las más relevantes.

En la *Guía para el Maestro del Programa de Educación Básica* de la [SEP \(2011\)](#), bajo la categoría de habilidades asociadas a la ciencia, algunos estándares curriculares que se vinculan con la práctica de la ciencia son:

- Proyecta investigaciones de carácter científico en las cuales examina el contexto social.
- Utiliza habilidades requeridas para realizar una investigación: propone preguntas, reconoce temas o problemas, reúne datos por medio de la observación, determina, confirma o rechaza hipótesis, examina e informa resultados y explica sus resoluciones.
- Planifica y lleva a cabo experimentos en los que es necesario examinar y contar las variables.
- Usa dispositivos tecnológicos para incrementar el alcance de los sentidos y conseguir datos acerca de fenómenos naturales más detallados y precisos.



- Produce deducciones, explicaciones, resoluciones, predicciones y representaciones de procedimientos naturales, por medio de comparación de referencias y demostraciones de investigación científica, y prueba cómo llegó a ellas.
- Crea y emplea prototipos para deducir, detallar, demostrar o pronosticar procesos naturales, como elementos importantes del conocimiento científico.
- Desarrolla habilidades interpersonales óptimas para el trabajo colaborativo, proponiendo investigaciones científicas.
- Expresa los productos de sus indagaciones y observaciones haciendo uso de diversos recursos; entre ellos, exhibición, gráfica, esquema, tablas, entre otros diseños representativos, así como las tecnologías de la información y la comunicación, y define el porqué de su uso.

Algunos de los propósitos para la educación secundaria del *Plan y Programa de la SEP (2017)* mencionan que los estudiantes aprenden a:

- Probar el entendimiento de los planteamientos de las ciencias naturales, por medio de la aplicación de representaciones, del estudio y explicación de cifras experimentales, del planteamiento de alternativas para la solución de problemas y de la obtención, estimación y comunicación de datos científicos.
- Utiliza sus saberes, conocimientos, actitudes y habilidades de forma integrada para encargarse de problemas de relevancia social relacionados con la tecnología y la ciencia.

Entre las orientaciones didácticas para planificar actividades con la visión de explorar respuestas desde la investigación para la resolución de problemas, la *SEP (2017)* sugiere: 1) brindar espacio y tiempo adecuados para el progreso de procesos cognitivos de alta dificultad, como deducir, argumentar, interpretar, concluir, formular hipótesis y exponer pruebas; 2) prescindir de la idea de la ciencia como actividad en la cual puede haber solamente una línea de acción, comúnmente inductiva de generalización, pues tras la experimentación, además de producir resultados, se originan nuevas preguntas; 3) las actividades prácticas, los experimentos y actividades de exploración de la naturaleza fomentan el desarrollo de soluciones y durante el proceso de comunicación se favorece la incorporación de ideas nuevas. La descripción general del campo formativo de *Saberes y Pensamiento Científico del Avance del Contenido del Programa Sintético de la SEP (2022)* es la siguiente:

- Los conocimientos son resultado de los saberes y prácticas específicas elaborados en contextos variados, incluyendo el conocimiento científico. Estos constituyen un acervo cultural y social que hace referencia a las diferentes formas de razonar,



comunicar, interpretar y hacer que las personas delimiten la pertenencia a un grupo social o a una comunidad.

- Hay que identificar que las actividades del aula que abonan a determinar la actividad científica escolar son aquellas encaminadas al desarrollo de procesos como la construcción de modelos y teorías, la recolección y el análisis de datos procedentes de las observaciones o experimentos, y la valoración de demostraciones y la composición de argumentos.

### **Dificultades asociadas a la educación de áreas de las ciencias exactas en México**

[Cuevas et al. \(2016\)](#) mencionan que algunas complicaciones para enseñar investigación son que tanto docentes como directivos subrayan “la falta de competencias y habilidades docentes ... [además de] la ausencia motivacional de la familia, mencionada por los directores como primer factor al cuestionarles acerca de las dificultades que tenían los estudiantes para aprender a investigar” (p. 198). Por otra parte, el [Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación \(INEE, 2019\)](#) afirma que:

la calidad de la educación no puede juzgarse sólo a partir de los resultados del aprendizaje de los estudiantes. Existen otros factores que influyen en los niveles de logro de los alumnos, como el gasto asignado a la educación, la gestión y organización escolares, así como la existencia y condiciones de los recursos materiales con que cuentan las escuelas, es decir su infraestructura ... quienes tienen acceso a una biblioteca o laboratorio en su escuela y hacen uso de ellos pueden tener mayores oportunidades de aprendizaje que quienes no los tienen, lo que influye en la calidad de la educación que reciben los alumnos y del Sistema Educativo Nacional en su conjunto (pp. 1-3).

Según los resultados de su investigación, [Cuevas et al. \(2016\)](#) describen que “los estudiantes que participaron en el estudio muestran una actitud positiva hacia la ciencia y una opinión favorable hacia materias como Ciencias Naturales y Matemáticas” (p. 198). Los citados autores sugieren lo siguiente para reforzar la enseñanza de las ciencias:

generar acciones para promover visitas, pláticas o actividades con especialistas y profesionistas que hablen de su experiencia y la importancia del desarrollo de competencias investigativas para la vida laboral y cotidiana. Para ello es necesario que la sociedad se involucre, principalmente las autoridades educativas, organismos públicos y privados ... [para fortalecer] la cultura científica y tecnológica desde las escuelas de nivel básico con la convicción de que no es tarea limitativa de los actores educativos sino de toda la sociedad con los desafíos que esto representa (p. 199).



## ***Representatividad de profesionales de las ciencias exactas en México respecto a otras disciplinas en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores***

De acuerdo con el padrón de beneficiarios del SNII del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías ([CONAHCYT, 2023](#)), al tercer trimestre del 2023 el total de investigadoras e investigadores vigentes era de 41,351 miembros, de los cuales el 61% correspondía a hombres y el 39% a mujeres; estas cifras denotan cierta desigualdad para las investigadoras e indican una posible falta de políticas y oportunidades equitativas.

En lo que concierne a esta investigación, que se relaciona con el área de conocimiento de biología y química, el total de investigadoras e investigadores en esta área era de 6,506 miembros del SNII, de los cuales el 55% corresponde a hombres y el 45% a mujeres, observando nuevamente una proporción desigual. [Izquierdo y Atristán \(2019\)](#) analizaron las experiencias, retos y soluciones que las investigadoras de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos tuvieron respecto a sus solicitudes de evaluación para el SNII (ingreso, promoción y permanencia), resultando en que las autoras propusieran reformas al reglamento del SNII, sugiriendo la integración de la perspectiva de género en las convocatorias y procesos de evaluación de solicitudes.

## ***Promoción de las áreas de las ciencias exactas en México***

Según [Rodríguez Hernández et al. \(2022\)](#), uno de los objetivos de la Olimpiada Nacional de Química es “promover el estudio de las ciencias químicas y estimular el desarrollo de los jóvenes talentos en esta ciencia” (p. 2780). En la Universidad Autónoma de Chihuahua, es la Facultad de Ciencias Químicas la que promueve cada año la participación en este evento.

De acuerdo con [González Herrera \(2022\)](#), no existe una guía para desarrollar las vocaciones científicas tempranas en los estudiantes jóvenes y concluye que las instituciones carecen del fomento de una cultura científica y tecnológica; su objeto de estudio fueron los jóvenes que cursan la educación superior en Yucatán, México.

## **Marco conceptual**

A continuación se describen los principales conceptos de la presente investigación.

## ***Promedio trimestral***

El promedio de cada trimestre es un valor numérico que se calcula promediando los valores obtenidos por el estudiante según los criterios de evaluación fijados al inicio del ciclo escolar, los cuales en el de la presente investigación incluyeron: actividades en clase y tareas, examen parcial, examen trimestral y autoevaluación.



## **Gusto por la ciencias naturales**

Refiere a la afinidad, intereses y actitudes positivas de los estudiantes hacia las ciencias naturales, pues llama su atención el descubrir y explicar el entorno que los rodea, además de predecir, comprobar y analizar, por medio de la experimentación, los fenómenos naturales y teorías establecidas.

### **Prácticas de laboratorio elementales**

Las prácticas de laboratorio elementales consisten en desarrollar experimentos con materiales e instrumentos simples y de fácil adquisición, es decir, que puedan conseguirse en el supermercado, farmacia, botica o ferretería.

### **Pensamiento crítico.**

[Campos Arenas \(2007\)](#) considera “el pensamiento crítico como una combinación compleja de habilidades intelectuales que se usa con fines determinados, entre ellos, el de analizar cuidadosa y lógicamente la información para determinar su validez, la veracidad de su argumentación o premisas y solución” (p. 19). En su investigación, [Galeano \(2023\)](#) utilizó la prueba de pensamiento crítico de *Watson-Glaser* como instrumento de medición, en la cual se aplican cinco diferentes *tests* que evalúan la capacidad de hacer conclusiones, reconocer suposiciones, realizar deducciones, interpretar información y evaluar argumentos.

### **Planteamiento del problema**

La enseñanza de las ciencias naturales entraña ciertos retos relacionados con la interacción entre teoría y práctica, donde las dificultades radican principalmente en poder ofrecer una experiencia educativa que incluya el segundo elemento. Adicionalmente, partimos del supuesto de que una mayor aplicación de actividades experimentales en la práctica docente amplía el interés de los estudiantes de secundaria en los aprendizajes de la asignatura de química, obteniendo así mejores resultados académicos que se verán reflejados en un aumento en el promedio de la materia y en el desarrollo de su pensamiento crítico, a la vez que puede ocurrir un incremento en su gusto por la ciencia.

De acuerdo con el constructivismo, el aprendizaje no implica una transmisión pasiva de información, sino que es un proceso activo de construcción del conocimiento, cada estudiante interpreta y organiza el saber según su experiencia y madurez. Por otra parte, el conectivismo propone que el conocimiento no reside únicamente en la mente, sino en redes de información externas. El aprendizaje efectivo implica saber acceder, filtrar y aplicar información en situaciones reales y cambiantes ([González-López et al., 2019; Machin-Mastromatteo, 2025](#)).



Finalmente, aprender no se limita a acumular datos: el estudiante debe aplicar el conocimiento para resolver problemas, adaptarse y transformar su entorno.

Por otro lado, [Delors \(1996\)](#) describe que una educación completa debe integrar cuatro tipos de saberes: 1) saber conocer, relacionado con el constructivismo, es decir, la adquisición y construcción de conocimiento (teoría); 2) saber hacer, relacionado con el conectivismo, que consiste en aplicar habilidades en contextos cambiantes (práctica); 3) saber ser, que implica el desarrollo personal y ético: construir identidad, autonomía, responsabilidad, autoestima; y 4) saber vivir juntos, que abarca la convivencia y la ciudadanía: aprender el respeto mutuo, la cooperación, la empatía y la resolución pacífica de conflictos. Estos dos últimos saberes trascienden el ámbito puramente académico y técnico, ya que su objetivo es formar seres humanos integrales, capaces de construir sociedades justas, solidarias y pacíficas.

La educación actual se apoya en el constructivismo, que impulsa al estudiante a construir su conocimiento, y en el conectivismo, que lo guía a aplicar lo aprendido en contextos dinámicos. Sin embargo, formar ciudadanos plenos exige ir más allá de saber conocer y saber hacer: implica también saber ser y saber vivir juntos, desarrollando valores, empatía y responsabilidad social. Así, la educación del siglo XXI no solo enseña a aprender, sino a vivir conscientemente en comunidad.

De acuerdo con [Hodson \(1994\)](#), practicar ciencia da lugar a tres tipos de aprendizaje: el entendimiento de conceptos, el incremento de la comprensión procedural y habilidades investigadoras más acentuadas. Según [Castro Sánchez \(2018\)](#), el método científico se utiliza como herramienta para desarrollar prácticas de laboratorio en las que los estudiantes pueden desenvolver su espíritu científico y a su vez reforzar las competencias científicas.

Sin embargo, en las escuelas públicas de Chihuahua, así como en sus homólogas en gran parte del país, hay una infraestructura posiblemente insuficiente para realizar prácticas de laboratorio, ya que para 2018 se contabilizó que una de cada cuatro secundarias en México no cuenta con laboratorio de ciencias ([INEE, 2018](#)). Además, a algunos estudiantes se les dificulta y no les agrada estudiar materias relacionadas con las ciencias naturales ([Cuevas et al., 2016](#); [Peña Quintana, 2016](#)).

La ausencia de espacios adecuados para la experimentación impide que los estudiantes apliquen de manera práctica los conocimientos adquiridos. Aprender ciencia sin experimentar es como aprender a nadar sin agua; se restringe el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de resolver problemas reales, habilidades esenciales en la sociedad del siglo XXI. Asimismo, esta carencia impacta indirectamente en el *saber ser*. La formación del carácter, la autonomía intelectual y el sentido de responsabilidad surgen en gran medida de experiencias educativas prácticas que desafían al estudiante a tomar decisiones, enfrentar el error y persistir.



Sin laboratorios ni proyectos prácticos, los estudiantes podrían tener menos oportunidades de desarrollar competencias emocionales como la resiliencia, el trabajo en equipo y la autoestima.

En consecuencia, el incumplimiento de las condiciones básicas de infraestructura educativa no solo limita el aprendizaje técnico, sino que compromete la formación ética y social de los jóvenes, debilitando dos pilares fundamentales de la educación que Delors consideraba indispensables para la construcción de un mundo más justo y solidario. Consolidar los cuatro saberes no es solo cuestión de voluntad pedagógica, sino también de garantizar las condiciones materiales necesarias para que los estudiantes puedan *aprender haciendo y formarse siendo*. Adicionalmente, el [INEE \(2019\)](#) afirma lo siguiente:

quienes tienen acceso a una biblioteca o laboratorio en su escuela y hacen uso de ellos pueden tener mayores oportunidades de aprendizaje que quienes no los tienen, lo que influye en la calidad de la educación que reciben los alumnos y del Sistema Educativo Nacional en su conjunto (p. 3).

De acuerdo con la [Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación \(2020\)](#), entre los resultados de México en la evaluación PISA 2018, podemos encontrar lo siguiente:

53.2% de jóvenes logra el nivel mínimo esperado en la competencia científica ... casi ningún estudiante demostró alto rendimiento en Ciencias: pocos llegan a los niveles 5 o 6 en los que se puede aplicar de manera creativa y autónoma el conocimiento de la ciencia en una amplia variedad de situaciones, incluidas las desconocidas (p. 73).

Dada la importancia de las prácticas experimentales pero que no se cuenta con infraestructura suficiente y además el interés de los estudiantes en las ciencias puede no existir, es necesario encontrar metodologías alternativas para realizar prácticas de laboratorio, por ejemplo, una que no tenga limitantes en cuanto al acceso a los materiales necesarios, es decir, que éstos puedan conseguirse en supermercados, farmacias o boticas.

El nivel de secundaria representa un momento crítico en la formación académica y personal de los estudiantes mexicanos. Sin embargo, es precisamente en este nivel donde se evidencian las mayores deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje, reflejadas en la falta de infraestructura, recursos didácticos y apoyos pedagógicos. Por ello, resulta urgente que el Gobierno de México dirija su atención y esfuerzos de manera prioritaria hacia todas las secundarias del país. Atender esta etapa educativa de manera integral permitirá mejorar el desempeño académico y fortalecer el desarrollo personal y social de los estudiantes, contribuyendo a formar ciudadanos más preparados, críticos y comprometidos con el futuro de la nación.

La presente investigación tuvo como propósito implementar prácticas elementales de laboratorio de química para evaluar su posible influencia en el fortalecimiento del pensamiento



científico de estudiantes de educación secundaria, así como determinar si también incrementan su interés y gusto en las ciencias, además de mejorar el valor que perciben de tales conocimientos y su deseo de elegir carreras relacionadas.

## Objetivos

El objetivo general de esta investigación consistió en analizar los factores personales y académicos que se relacionan con la percepción de experiencias positivas en la materia de química, considerando el sexo del estudiante, su interés en las ciencias naturales y su familiaridad con la aplicación de conocimientos científicos. A partir de este objetivo, se desprendieron los siguientes cinco objetivos específicos, que a su vez se relacionan con las hipótesis que se plantearon:

- Determinar cómo influye una práctica experimental por quincena en el promedio trimestral de los estudiantes.
- Determinar si la edad está relacionada con el tener experiencias más positivas en la materia de química.
- Determinar si el sexo de los estudiantes está relacionado con el tener experiencias más positivas en la materia de química.
- Determinar si el interés en las ciencias naturales está relacionado con el tener experiencias más positivas en la materia de química.
- Determinar si la familiaridad del estudiante en cuanto a la aplicación de los conocimientos científicos está relacionada con el tener experiencias más positivas en la materia de química.

## Justificación

La presente investigación permitió apreciar que los estudiantes que realizan quincenalmente una práctica experimental logran un mayor aprovechamiento de los aprendizajes en la asignatura de química y además pueden fortalecer sus habilidades sociales, comunicativas y de trabajo cooperativo. De hecho, “los trabajos prácticos pueden dar a los estudiantes más cosas que solo aquellas referidas a la dimensión conceptual” ([Séré, 2002, citado por López Rua y Tamayo Alzate, 2012, p. 160](#)). El replicar los métodos de la presente investigación podría contribuir a que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje de la asignatura de química, al mismo tiempo que obtienen habilidades para la vida y amplían su interés por dicha asignatura.

Con los resultados de esta investigación se pretende que los docentes de química de secundaria se permitan valorar la implementación de prácticas elementales como herramienta



de uso frecuente en su práctica docente, dado que son una propuesta al alcance de todos los docentes, porque proponen trabajar los experimentos con sustancias y materiales de fácil adquisición, con el fin de que sus estudiantes mejoren su aprendizaje de esta asignatura y desarrollen habilidades sociales, comunicativas, de pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

## **Limitaciones**

La presente investigación tuvo varias limitaciones específicas. Primero, no se pudo extender la recolección de datos hasta el tercer trimestre de clases, debido a que se tenía que dar cierre a la presente investigación para cumplir con los tiempos del programa académico del que emanó. Esto ocasionó que no pudiese observarse si los promedios de los estudiantes que participaron en este estudio tuvieran un repunte en el tercer período, lo cual no es poco frecuente en la educación secundaria y, de ser así, algunos resultados de esta investigación podrían haber sido más alentadores. Adicionalmente, la manera en que se planteó medir la evolución del uso del lenguaje científico por parte de los estudiantes dificultó apreciar si efectivamente hubo una mejora que pudiera atribuirse a las prácticas.

Una de las principales limitaciones fue la ausencia de un grupo de control, lo cual impide establecer comparaciones directas entre estudiantes que participaron en las prácticas de laboratorio y otro grupo que no participara. Además, no se pueden generalizar los resultados a la población, debido al tipo de muestra, por lo cual, para futuras investigaciones conviene seleccionar un tipo de muestra probabilística.

Finalmente, es relevante señalar que, dado que la investigadora también asumió el rol de docente del grupo participante, esto pudo haber influido en las respuestas de los participantes, especialmente en los instrumentos de percepción aplicados, generando un posible sesgo de deseabilidad social.



## Capítulo II. Marco teórico

Este capítulo ofrece una revisión de la literatura especializada que se empleó para fundamentar esta investigación. En primer lugar, se aborda la importancia del laboratorio de química como un espacio clave para que ocurra el aprendizaje significativo en la educación secundaria, seguido del análisis de los factores psicológicos que podrían incidir en el aprendizaje cuando se utilizan prácticas experimentales. Asimismo, se exploran diversas posturas sobre el uso del laboratorio como estrategia didáctica, incluyendo metodologías que integran el componente experimental en la enseñanza de la química. También se examinan los principales instrumentos y métodos utilizados para medir la incidencia de estas prácticas de laboratorio en el aprendizaje y la actitud de los estudiantes. Finalmente, se discuten las limitaciones que enfrentan las escuelas para implementar efectivamente el trabajo experimental, junto con recomendaciones derivadas de investigaciones previas.

### Importancia del laboratorio de química en educación secundaria

En virtud del desempeño que observan los países en desarrollo, incluyendo a México, en cuanto a sus resultados de evaluación en exámenes masivos que comparan la competitividad de los países en relación con el desempeño de sus estudiantes y en consideración de los cambios acelerados que en la actualidad experimenta la sociedad en general, es por ello que el currículum debe mantener una relación con la experimentación de cambios constantes y ser acorde a las demandas sociales vigentes.

No obstante, además de las situaciones antes planteadas, en la actualidad se ha alegado que se está perdiendo interés en las ciencias exactas como la química, haciendo alusión principalmente a las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje, las cuales más bien podrían ser positivas, pero esto depende de lo práctico que se imparta la materia, el estilo docente y el interés inicial del estudiante hacia dicha materia ([Wan Yunus y Mat Ali, 2018](#)). Además, la enseñanza de estas disciplinas debe incluir actividades experimentales y de investigación, ya que se ha encontrado que la realización de trabajo práctico impacta en ciertos tipos de evaluación y que además “existe una preocupación creciente de que la cantidad y calidad del trabajo práctico desarrollado en las escuelas sufra como resultado del impacto de las pruebas nacionales de gran trascendencia” ([Erduran et al., 2019, p. 135](#)). Adicionalmente, muchos profesores no están en posibilidades de desarrollar sus clases para lograr un verdadero interés por parte de sus estudiantes, incluso existe la percepción entre los docentes de que los



estudiantes se interesan cada vez menos por los estudios y reconocen menos su autoridad, lo cual puede dificultar la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El interés de los estudiantes por las ciencias ha sido un factor estudiado en diversos países europeos, donde consideran que, en particular, la educación química enfrenta una serie de problemas y dificultades recurrentes, los cuales se centran en tres tipos que reafirman los hallazgos antes presentados, estos son: 1) los estudiantes de secundaria han mostrado una disminución en su interés por la química; 2) los docentes manifiestan no identificar la utilidad de desarrollar explicaciones y demostraciones del contenido de su clase; y 3) específicamente en el nivel universitario, tanto las clases como las actividades de laboratorio son concebidas como aburridas y de poca utilidad ([de Jong, 1996](#)).

Es digno de considerarse que la experimentación y las demostraciones son inherentes a la enseñanza de la química, además de que este tipo de actividades sólo suceden en laboratorios y no en el salón de clases ([Kovács et al., 2021](#)), aparte que se caracteriza a la experimentación como la metodología de investigación más importante en la química ([Vinko et al., 2020](#)).

La química es considerada una de las asignaturas en las que los estudiantes tienen dificultades durante su vida escolar, aunado a esto el trabajo práctico que se lleva a cabo en muchas escuelas es poco o no se realiza, aunque se trata de actividades que podrían mejorar el entendimiento de la teoría y los conceptos por parte de los estudiantes ([du Toit, 2021](#)). En respuesta a la dificultad de la enseñanza de las ciencias y el bajo interés hacia ellas por parte de los estudiantes, se enfatiza la importancia que tiene el componente práctico en la enseñanza de la química, ya que se trata de una disciplina que emplea los experimentos como verificación de sus teorías ([Lin, 2023](#)).

Entonces, “el trabajo de laboratorio se considera esencial para promover el aprendizaje de las ciencias y la investigación científica por parte de los estudiantes” ([Högström et al., 2009, p. 505](#)). Por lo tanto, es importante practicar actividades de laboratorio en las que apliquen habilidades científicas, logrando así la comprensión de conceptos ([Surif et al., 2019](#)). Es decir, la inclusión de experimentos es vital para la enseñanza de la química porque esta no se puede limitar a la transmisión de hechos o conceptos, sino que debe incluir su demostración a través de métodos experimentales ([Lin, 2023](#)). La falta de tales actividades implica que “muchos estudiantes luchan contra ideas erróneas que dificultan su progreso y los ponen en desventaja en niveles superiores” ([du Toit, 2021, p. 31](#)).

Una proporción relevante de las actividades del laboratorio de ciencias no consigue desafiar a los estudiantes de secundaria y sigue siendo de naturaleza altamente prescriptiva, aunque en la mayoría de los cursos de ciencias se considera que el trabajo de laboratorio es una parte integral de estos ([Fisher et al., 1998](#)). Así pues, el aprendizaje de la química considera



elemental la experimentación, además, el trabajo de los estudiantes en el laboratorio es importante para el aprendizaje de la investigación en química ([Figueiredo et al., 2014](#)).

El trabajo de laboratorio es imprescindible en la enseñanza de las ciencias naturales ([Séré, 1999](#); [Kulandaismy y Karpudewan, 2020](#); [Vinko et al., 2020](#)) porque además de lograr un aprendizaje conceptual, se consiguen diferentes tipos de aprendizajes no conceptuales mediante experimentos ([Séré, 1999](#)) y se trata de experiencias de primera mano que permiten trabajar conceptos abstractos y llevarlos a un plano concreto ([Kulandaismy y Karpudewan, 2020](#)).

El principio de *aprender haciendo* se aplica cuando las actividades experimentales en el laboratorio son fomentadas frecuentemente y así los estudiantes realizan descubrimientos por sí mismos ([Vineetha y Geetha, 2021](#)). Las actividades de laboratorio son características distintivas para una educación de calidad en todos los niveles educativos, además, tanto docentes como estudiantes consideran que los experimentos son importantes para el aprendizaje ([Hussen Seid et al., 2022](#)).

La educación secundaria obligatoria, especialmente en las áreas de ciencia y tecnología, está experimentando una fase de renovación educativa para promover la alfabetización científica y cultivar el pensamiento crítico entre los estudiantes, con el objetivo de prepararlos para ser ciudadanos activos en el futuro. Sin embargo, las asignaturas de física y química suelen ser vistas como difíciles, abstractas y desconectadas de la realidad, lo que lleva a percibir su utilidad en la vida diaria como limitada ([Aldonza Cimas, 2020](#)). Sin embargo, a nivel internacional, ha surgido un amplio acuerdo sobre los conceptos fundamentales de la alfabetización científica y sobre la necesidad de desarrollarla, ya que incluye el aprendizaje sobre la práctica de la ciencia, así como el entendimiento de la investigación científica ([Strippel y Sommer, 2015](#)).

Este panorama descrito se contrapone a la importancia que reviste la química en la educación básica. El desarrollo de habilidades científicas y de resolución de problemas, la comprensión del mundo natural, la preparación para cursar carreras científicas y, sobre todo, la conciencia que el ser humano debe tener sobre la salud y el medio ambiente, son algunas de las variables en las que se circunscribe la necesidad de la enseñanza y el aprendizaje de la química.

En relación con la efectividad del currículum de química, de acuerdo con lo descrito anteriormente, se evidencia que es ineludible incorporar continuamente experiencias prácticas, siendo estas un componente fundamental en la educación de las ciencias naturales. Conviene realizar un análisis de los programas de estudio y las estrategias de enseñanza-aprendizaje, que permitan la integración formal del componente práctico en las aulas, pero sobre todo en los



laboratorios escolares. Y es que, aunque la teoría es fundamental para entender los conceptos y principios de la disciplina, se requiere de la práctica experimental para dominarlos y consolidar el conocimiento.

Uno de los referentes teóricos más remotos de los que se revisaron, señala que a nivel curricular se revela la relación entre la química y la vida cotidiana, primeramente en cuanto a los rediseños curriculares, que deben ofrecer a los estudiantes las oportunidades de descubrir esta relación y luego, a través del currículum flexible, que debería terminar de develar y mostrar que tal relación trasciende las labores del laboratorio ([Tan, 1987; Tan, 2014](#)). La química es útil en la vida diaria, ya que está presente en cada uno de los aspectos del día a día, desde los alimentos y bebidas, los medicamentos, la energía, los textiles, los cosméticos y las pinturas y recubrimientos que usamos en nuestras casas, hasta la tecnología. Hacer ver al estudiante la omnipresencia de la química puede ser importante para lograr captar su atención. En cuanto a la efectividad de la enseñanza de la química, se ha comprobado que esta depende de: “la actualización del currículum, actividades curriculares, el sistema general de educación, cualificaciones del directivo, motivación del personal docente, [y] la motivación de los estudiantes” ([Yüksel, 2018, p. 442](#)).

### ***Rasgos psicológicos asociados al uso de las prácticas de laboratorio como estrategia de enseñanza-aprendizaje en química***

Con respecto a los factores psicológicos que intervienen en el aprendizaje, la literatura analizada señala que la motivación, el interés y la actitud hacia la química son influenciados positivamente cuando las actividades experimentales en el laboratorio son llevadas a cabo como parte de las estrategias de enseñanza. En consecuencia, las prácticas de laboratorio repercuten en una mejor comprensión de las teorías y conceptos que plantea el programa de química, además de que encuentran una relación de estas con la vida cotidiana.

Actualmente, es difícil conseguir la atención de los estudiantes en el campo de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y, como consecuencia, el número de estudiantes disminuye en este campo, aunque las STEM contribuyen de manera importante a la innovación tecnológica y la resolución de problemas, beneficiando así la economía global ([Ribau, 2023](#)). La práctica de actividades científicas, ya sea en el aula o en el laboratorio, beneficia a los estudiantes al permitirles desarrollar una confianza moderada en su autoeficacia, así como emociones positivas hacia la química, aparte que a nivel psicosocial, se evidencia que el desempeño de los estudiantes observa una correlación significativa tanto con el ambiente áulico y con la capacidad de los docentes ([Orongan y Nabua, 2020](#)). Por otra parte, la creatividad se puede fomentar mediante la creación e introducción de actividades experimentales adicionales



y complementarias a las establecidas en el plan de estudios de la asignatura ([Torres Cruz, 2023](#)). Hay que recordar que la actual sociedad tecnologizada está plagada de elementos que distraen la atención de los estudiantes, por lo que se debe pensar en una educación más proactiva, dinámica y atractiva para la juventud.

En algunos casos, los estudiantes afrontan dificultades para resolver problemas prácticos de forma independiente, generando así problemas en el desarrollo de habilidades, sin embargo, pueden incrementar su actividad cognitiva y motivación a través de los experimentos que se aplican en la asignatura de química ([Mahmudova, 2023](#)). Aunque realizar actividades prácticas de laboratorio fuera del entorno escolar puede beneficiar el rendimiento y la motivación, no se sabe si el momento del día puede potenciar estos efectos, sin embargo, las preferencias de los adolescentes indican que las horas más tardías del día son óptimas, pero las clases usualmente son por la mañana ([Itzek-Greulich et al., 2016](#)).

Se han encontrado correlaciones estadísticas significativas entre las actitudes de los estudiantes hacia la química, el laboratorio y las relaciones interpersonales de los profesores ([Lang et al., 2005](#)), lo cual permite evidenciar que la motivación y las relaciones entre estudiantes y profesores pueden incidir de manera positiva en la enseñanza-aprendizaje de la química. Por su parte, según [Vrtačnik et al. \(2014\)](#), “los estudiantes con mayor rendimiento en química también están muy motivados extrínseca e intrínsecamente para aprender química y tienen un mayor autoconcepto académico” (p. 209). Otros autores también encontraron cierta relación con factores psicosociales, como [Chien et al. \(2021\)](#), quienes afirman que un curso como el que desarrollaron podría “facilitar las autoevaluaciones de los participantes sobre su conocimiento científico, habilidades experimentales, motivaciones hacia el aprendizaje y actitudes positivas hacia la sustentabilidad” (p. 10581).

### ***Posturas sobre el uso de prácticas de laboratorio como estrategia de enseñanza-aprendizaje***

En relación con las opiniones, evidencias y resultados de los autores que a continuación se mencionan, se observa que aunque las prácticas de laboratorio han formado parte de la enseñanza de las ciencias desde tiempos remotos, siguen siendo por excelencia una estrategia efectiva para el aprendizaje significativo en química.

Un componente fundamental para el aprendizaje eficaz de la ciencia son las prácticas de laboratorio ([Wong y Sim, 2022](#)). Aunque las tecnologías de la información y la comunicación pueden usarse en el salón de clases como recursos didácticos, en particular la realidad aumentada y la realidad virtual, se encontró que el aprendizaje basado en experimentos químicos presenciales supera al aprendizaje utilizando tales tecnologías ([Li y Tse, 2021](#)).



La vinculación de la química con la vida cotidiana y una mayor carga de trabajo en el laboratorio fueron las propuestas más comunes sugeridas por estudiantes y profesores en relación con mejorar la relevancia de la química en la educación secundaria ([Broman et al., 2011](#)). Por otra parte, resultó que su enseñanza y aprendizaje derivan en un progreso positivo cuando el desarrollo sostenible y la química verde están asociados a los nuevos planteamientos en el ámbito educativo no formal ([Garner et al., 2015](#)). En este sentido, la química puede contribuir a solventar algunos de los problemas globales, como la escasez de recursos, la contaminación ambiental y el cambio climático. El estudiante puede irse entrenando en el desarrollo de tecnologías limpias, en la invención de materiales sostenibles y en el monitoreo y evaluación del impacto ambiental. Dado que se valora la práctica en el manejo de equipos de laboratorio de tipo escolar, los cursos suelen exigir la asistencia regular a sesiones prácticas, dado que se considera que estas experiencias son indispensables para el desarrollo de habilidades prácticas y manuales y no pueden ser reemplazadas por materiales digitales o videos ([Eilks et al., 2022](#)). Las demostraciones en química son utilizadas por los profesores, desde un enfoque educativo, para motivar a los estudiantes a que aprendan ciertos conceptos e incrementar su interés por la asignatura y sin importar si los estudiantes participan activamente en estas o no, representan un método igualmente efectivo, o incluso más, que cuando aprenden por medio de experimentos ([Vinko et al., 2020](#)).

Los autores que se mencionan en los párrafos siguientes proponen alternativas que pueden sustituir al laboratorio convencional, las cuales, por ejemplo, plantean el uso de herramientas tecnológicas y virtuales, dado que varias de estas propuestas obtuvieron mayor auge a raíz de la educación de emergencia relacionada con la pandemia del COVID-19. Aunque los recursos sugeridos demuestren ser útiles en la enseñanza de la química, en muchas escuelas de la ciudad, del estado y del país no son viables, ya que implican elevadas inversiones para dotar de dispositivos electrónicos a cada uno de los estudiantes y sus escuelas.

Una alternativa al laboratorio de química en las escuelas es el aprendizaje virtual, el cual podría mejorar el desempeño de los estudiantes y su comprensión de los conceptos ([Odewumi et al., 2019](#)). En relación con el uso del laboratorio virtual, se recomendó que su uso es fomentado entre grupos homogéneos de género ([Gambari et al., 2018](#)).

El empleo de interfaces de usuario naturales, por ejemplo, utilizando sensores de movimiento en las manos, crea oportunidades para potenciar y mejorar la calidad de la educación química, dado que se comprobó su efectividad en el laboratorio virtual al incrementar el aprendizaje ([Jagodziński y Wolski, 2014](#)). Los estudiantes mejoraron sus prácticas científicas a través de la experimentación de la realidad combinada, además de aumentar significativamente su aprendizaje en comparación con los que experimentaron de



forma tradicional ([Hodges et al., 2018](#)). Los laboratorios virtuales son interactivos, relativamente asequibles, libres de restricciones de tiempo y espacio en el aula, y al mismo tiempo permiten la visualización concreta de conceptos complejos ([Telenius, 2014](#)).

La simulación virtual de los experimentos puede integrarse a la enseñanza de la química, pues realizar experimentos en el laboratorio implica crear conciencia en lo referente a la seguridad, además de las limitaciones en cuanto a infraestructura y financiación de los laboratorios ([Lin, 2023](#)). La integración de tecnologías en la enseñanza de las ciencias constituye un enfoque innovador que provee a los estudiantes una mejor experiencia de aprendizaje abarcando múltiples disciplinas, logrando así el énfasis de algunos de los conceptos de la química superpuestos con otras disciplinas ([Chan et al., 2011](#)). Adicionalmente, las herramientas de visualización integradas en las actividades de investigación resultan en ganancias a corto y largo plazo en relación con las prácticas habituales ([Stieff, 2019](#)).

### **Metodologías y estrategias de enseñanza en química haciendo uso del componente experimental**

Una vez consideradas las mejoras que se obtienen al incorporar las prácticas experimentales en la asignatura de química, es trascendental examinar los diferentes procedimientos y métodos que han sido utilizados para insertar dicho componente práctico en las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Una posible dirección para hacer más eficiente la enseñanza de la química, como ciencia experimental, es la utilización de materiales con los que los estudiantes estén familiarizados en su vida cotidiana, con el fin de acercar la ciencia a la cotidianidad de los estudiantes ([Gregorio Castaño, 2020; Kovács et al., 2021](#)), lo cual podría transformar el aprendizaje en una experiencia significativa. Utilizar materiales familiares facilita la comprensión y también podría despertar un interés auténtico por parte de los estudiantes, haciendo de la ciencia algo vivo, cercano y aplicable a su realidad.

El progreso de la enseñanza de la química en años recientes ha apuntado hacia el vínculo de la teoría con el mundo real ([Andreoli et al., 2002](#)). Además, en un entorno como el laboratorio, el aprendizaje de conceptos abstractos se produce de forma más concreta, siendo las experiencias en el laboratorio esenciales para el aprendizaje de la química ([Karpudewan y Kulandaivasamy, 2018](#)). Por ejemplo, los estudiantes analizan las etiquetas de productos de limpieza o alimentos para identificar sustancias químicas comunes como ácidos, bases o conservadores. A partir de esto, se puede guiarlos para que construyan un sistema sencillo de purificación de agua contaminada usando tierra y colorantes, aplicando conceptos de filtración, decantación y absorción, esto permite conectar temas ambientales y químicos, favoreciendo la



comprensión de problemas reales; también puede emplearse col morada como indicador natural para que los estudiantes determinen el grado de acidez o alcalinidad (pH) de alimentos como el jugo de limón, refrescos o leche. Así se afianzan conocimientos sobre acidez y basicidad de forma visual y accesible.

Con respecto a la educación del laboratorio de química, se ha demostrado que “los logros de aprendizaje de los estudiantes tanto en situaciones de aprendizaje colaborativo como de tutoría entre pares superaron a aquellos que aprendieron individualmente con sugerencias” ([Ding y Harskamp, 2011, p. 839](#)). Con el fin de mejorar la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes, es importante realizar una buena planeación y aplicar enfoques metodológicos específicos al laboratorio, por ejemplo:

el enfoque de enseñanza *self regulated learning-supervised laboratory instruction* (SLI-SRL) para el grupo experimental resultó en una comprensión conceptual significativamente mayor de los temas de química seleccionados que la instrucción regular para el grupo de control, además, los participantes del grupo experimental indicaron que el enfoque SLI mejoró su motivación hacia la química ([Ali et al., 2023, p. 798](#)).

Por lo tanto, existe evidencia que resalta la efectividad de estrategias pedagógicas activas y colaborativas en la educación de laboratorio en química ([Ding y Harskamp, 2011; Ali et al., 2023](#)). El aprendizaje colaborativo y la tutoría entre pares demuestran ser más efectivos que el aprendizaje individual con sugerencias, al promover una mayor comprensión conceptual. Estos hallazgos subrayan la importancia de una planificación didáctica cuidadosa, centrada en metodologías que fomenten la autorregulación y la participación activa del estudiante en entornos supervisados de laboratorio.

Durante el trabajo de laboratorio, la participación del docente es primordial para que los estudiantes puedan tener claro qué buscar, cómo hacerlo y por qué, pues las interacciones profesor-estudiante son una influencia importante para que los estudiantes tengan claro su objetivo de aprendizaje ([Högström et al., 2009](#)). Igualmente, [Largo Manteca \(2023\)](#) afirma que la efectividad de los experimentos está vinculada con la capacidad del profesor para tener un dominio tanto del procedimiento experimental como del contenido de la asignatura, lo que permitirá presentar los experimentos de manera teórica, llevarlos a cabo y resolver todas las preguntas y dudas de los estudiantes. Adicionalmente, [Subedi \(2021\)](#) afirma que el aprendizaje desde el enfoque constructivista mejora el rendimiento de los estudiantes en química, comparado con enfoques de enseñanza más tradicionales. Desde una perspectiva crítica y fundamentada, se puede afirmar que la participación activa del docente en el trabajo de laboratorio en química es insustituible y decisiva para garantizar un aprendizaje significativo.



Si bien el enfoque constructivista ha demostrado mejorar el rendimiento estudiantil al fomentar la exploración autónoma, este no excluye la necesidad de una guía experta y bien estructurada ([Subedi, 2021](#)). Además, tener claridad de los objetivos, dominar el contenido y poseer la capacidad para resolver dudas en tiempo real son factores clave que solo puede ofrecer un docente comprometido y preparado ([Högström et al., 2009; Largo Manteca, 2023](#)). En este sentido, el docente no debe limitarse a ser un facilitador pasivo, sino que debe asumir un rol activo como mediador del conocimiento, orientador del proceso experimental y garante de la calidad del aprendizaje. Por lo tanto, una enseñanza efectiva en el laboratorio de química debe integrar los principios del constructivismo con una participación docente sólida, reflexiva y didácticamente intencionada.

Mediante la recopilación de nueve experiencias, con el propósito de facilitar la comprensión de los fenómenos físico-químicos entre los estudiantes, fomentando la observación y la interpretación, se ha sugerido emplear una metodología activa e interactiva que promueva la participación estudiantil y el desarrollo de las competencias clave ([Formariz Pascual, 2021](#)). Por otra parte, un enfoque basado en la investigación permite abordar las dificultades en el entendimiento y desarrollar un aprendizaje significativo de procedimientos y reacciones relacionadas con el análisis cualitativo del trabajo práctico en química inorgánica, además que compromete a los estudiantes a aprender los procedimientos, reacciones y conceptos clave a través de investigaciones empíricas ([Tan, 2014](#)). Por consiguiente, tanto la recopilación de experiencias didácticas como las propuestas metodológicas basadas en la investigación evidencian la necesidad de transformar la enseñanza del laboratorio de química hacia enfoques más activos, participativos y contextualizados. En este sentido, se reafirma la importancia de adoptar estrategias pedagógicas que vinculen la teoría con la práctica mediante la indagación, el análisis y la reflexión, permitiendo así una comprensión más profunda, autónoma y duradera del conocimiento científico.

El enfoque bajo el cual los estudiantes diseñan y construyen sus propias actividades de laboratorio en clase de química, se considera una auténtica actividad científica, sin embargo, este enfoque es practicado rara vez en las clases de ciencias, aunque de acuerdo con las percepciones de los estudiantes, su participación activa en las actividades de laboratorio genera una atmósfera positiva en el aula ([Vrtačnik et al., 2014](#)). Desde una perspectiva pedagógica, es necesario posicionarse a favor de este tipo de metodologías, pues empoderar al estudiante como diseñador de su propio experimento no solo promueve una comprensión más profunda de los conceptos científicos, sino que también estimula habilidades críticas como la autonomía, la creatividad y la resolución de problemas. Asimismo, las aulas invertidas cautivan a los estudiantes de ciencias y refuerzan sus emociones positivas, por ejemplo, mediante un modelo



de estación de laboratorio ([Ribau, 2023](#)). Esta combinación de participación activa, diseño experimental y dinámicas flexibles convierte al estudiante en un protagonista real de su aprendizaje. Por lo tanto, resulta urgente repensar los modelos tradicionales de enseñanza en química y abrir espacio a enfoques centrados en la acción del estudiante, promoviendo experiencias auténticamente científicas que conecten la teoría con la práctica desde una perspectiva emocional y cognitiva.

Los desafíos que afrontan las escuelas secundarias para ofrecer una educación de vanguardia en química y biociencias pueden ser mitigados con la colaboración con universidades ([Goldstein et al., 2018](#)). En un caso particular se simplificaron los pasos y el equipo experimental para aplicarse en una escuela secundaria por medio de un curso práctico acerca de celdas solares sensibilizadas con colorante, provenientes de un laboratorio de química universitario ([Chien et al., 2021](#)). Un enfoque modular basado en el proceso de *diseño de ingeniería* ha sido probado en clases de biología, química y física en Estados Unidos y Singapur; los resultados indican “una mejor conexión con el contenido científico y un pensamiento más divergente que en las actividades de laboratorio tradicionales centradas en la verificación” ([Kaiser, 2014, p.1](#)). En definitiva, impulsar la colaboración entre escuelas secundarias y universidades no solo contribuye a superar barreras estructurales, sino que promueve una educación científica más inclusiva, contextualizada y estimulante. Esta sinergia representa una inversión estratégica en el futuro de la enseñanza de la química, que fortalece el vínculo entre la educación básica y la superior, lo cual puede ser clave para formar a las próximas generaciones de científicos, ciudadanos críticos y profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y el progreso científico.

El trabajo de laboratorio es parte integral de la educación química y del pensar científico; este se utiliza para despertar el interés y animar las clases, a la vez que se cumplen con los propósitos de la asignatura ([Ahtineva, 2014](#)). Pero reducir el trabajo de laboratorio a una mera herramienta para animar las clases representa una visión limitada de su verdadero potencial educativo, ya que debe trascender el simple entretenimiento para convertirse en una estrategia didáctica profundamente articulada con los objetivos formativos de la asignatura. Su valor reside en que permiten a los estudiantes experimentar activamente el conocimiento científico, desarrollar habilidades investigativas y fortalecer el pensamiento crítico y analítico. Por tanto, es fundamental que el trabajo experimental en química se diseñe con intencionalidad pedagógica, integrándose plenamente al currículo para fomentar una comprensión significativa de los conceptos, así como una auténtica formación en el pensamiento científico. Dirigir el trabajo de laboratorio basado en la investigación es comúnmente complicado para los docentes, aunque los resultados muestran que estas estrategias son útiles, este enfoque implica superar



barreras reales, sin embargo, su impacto positivo en la formación científica de los estudiantes justifica plenamente el esfuerzo ([Cheung, 2008](#)). Esto subraya la necesidad de brindar mayor acompañamiento, formación continua y condiciones adecuadas para que los docentes puedan implementar estas prácticas con confianza y eficacia, transformando así el laboratorio en un espacio genuinamente formativo y exploratorio.

Una posible dirección hacia experiencias educativas de valor, amigable para los estudiantes y rentable es un *kit de química analógico*, el cual habilita el aprendizaje práctico y promueve la esencia práctica de la disciplina ([Finch, 2021](#)). Este tipo de herramienta no solo facilita el acceso a experiencias prácticas sin depender de laboratorios completamente equipados, sino que también conserva la esencia experimental de la disciplina, promoviendo un aprendizaje activo, concreto y significativo. Al ser amigable para los estudiantes y rentable para las instituciones, el uso de kits se perfila como una solución accesible que puede democratizar la educación científica, motivar el interés por la química y fortalecer las habilidades prácticas desde etapas tempranas de la formación académica. Una opción para conectar la enseñanza de la química con las ciencias de la salud es a través de prácticas basadas en la farmacéutica, las cuales son de fácil replicación en los entornos educativos e incluso en el hogar ([Singhal y Gupta, 2023](#)).

Adoptando un enfoque situado en la interacción dentro de un contexto educativo y empleando la teoría de la objetivación, se “resalta la importancia de la acción, el movimiento corporal y el uso de materiales en el desarrollo de la comprensión de la ley de conservación de la materia por parte de los estudiantes” en el laboratorio ([Wright, 2008, p. 225](#)). Esta perspectiva subraya que el aprendizaje no es un proceso exclusivamente mental, sino una construcción conjunta que emerge de la interacción entre el cuerpo, los objetos y el entorno social. Por ello, es fundamental replantear las prácticas de laboratorio para que no solo transmitan contenido, sino que generen experiencias significativas que involucren activamente a los estudiantes en la construcción del conocimiento científico. Por otra parte, realizar experimentos mentales puede mejorar la comprensión de temas como la conservación de la masa, al identificar los modelos mentales de los estudiantes y cómo se ajustan a través de la interacción en el aula ([Oliva et al., 2021](#)). Según los autores citados, durante los experimentos mentales, los estudiantes inicialmente emplearon modelos simples e ingenuos que no consideraban la conservación de la materia, pero más tarde la mayoría desarrolló modelos más complejos. Este hallazgo sugiere que los experimentos mentales pueden ser herramientas efectivas para fomentar procesos de modelización en la enseñanza de ciencias.

Una estrategia política para favorecer el crecimiento y desarrollo en Uganda fue la promoción de la ciencia, la cual estableció de manera obligatoria, entre otras cosas, la



matriculación y el aprendizaje de materias científicas en el nivel de secundaria ([Milliam y Dominic, 2022](#)). También mediante un campamento de ciencias se propuso que: 1) se desarrollen y construyan estaciones de química basadas en un laboratorio con enfoque constructivista-informado, motivando así el entendimiento de los conceptos; 2) comparar el entendimiento de los estudiantes antes y después de pasar por las estaciones; y 3) analizar la satisfacción de los estudiantes al poner en práctica las habilidades científicas, por medio de las actividades del campamento de ciencias ([Pathommapas, 2018](#)). Desde una postura comprometida con la innovación educativa, es imprescindible apoyar este tipo de iniciativas que integran teoría y práctica en entornos no formales, pues ofrecen a los estudiantes oportunidades únicas para aplicar lo aprendido en contextos dinámicos y estimulantes. Por tanto, los campamentos de ciencias no deben ser vistos como experiencias complementarias, sino como espacios estratégicos para potenciar la enseñanza de la química y preparar a los jóvenes para enfrentar los retos del mundo actual con una base científica sólida y habilidades transferibles.

Proporcionar una plataforma experimental adecuada para desarrollar y reevaluar el conocimiento permite a los estudiantes reconceptualizar, razonable e independientemente, su pensamiento desde una visión coherente del mundo que los rodea y relacionarlo con modelos científicos ([Nurmi y Siitonen, 2021](#)). Por otro lado, con la orientación apropiada, los estudiantes pueden crear modelos que abarcan los tres niveles de representación: simbólico, macroscópico y microscópico ([Reyes-Cárdenas et al., 2021](#)).

### ***Instrumentos y mediciones del uso del laboratorio en la enseñanza de química***

Como se ha venido afirmando, el laboratorio es un componente esencial en la enseñanza de la química, ya que permite a los estudiantes experimentar, observar y comprobar fenómenos que, de otro modo, permanecerían en el ámbito abstracto. Para evaluar y optimizar su incidencia educativa, es fundamental contar con instrumentos y métodos de medición que permitan analizar cómo se utiliza este recurso en el aula y sus efectos sobre el aprendizaje. Estos instrumentos no solo permiten valorar el desarrollo de habilidades científicas, como la observación, la manipulación de materiales y la interpretación de datos, sino también aspectos como la comprensión conceptual, la motivación y el pensamiento crítico. En este contexto, se vuelve indispensable estudiar cuáles herramientas son más eficaces para medir el uso del laboratorio en la enseñanza de la química y cómo pueden orientar la mejora de las prácticas docentes y el diseño de experiencias experimentales significativas. Esta sección fundamenta las consideraciones recién expuestas, empleando la literatura especializada.



El docente de química debe analizar cómo y por qué ocurre el aprendizaje, así como las dificultades que muestran distintos tipos de estudiantes y cómo facilitar un aprendizaje más significativo de esta área ([Bunce y Robinson, 1997](#)). Por ejemplo, en una investigación, un grupo experimental recibió su instrucción mediante enfoques multifuncionales que incluían el constructivismo social y experimentos de laboratorio, mientras que al grupo de control se le enseñó utilizando métodos tradicionales, lo cual resultó en que el grupo experimental mostrara un mejor rendimiento ([Jammeh et al., 2022](#)).

Algunos instrumentos disponibles para analizar las percepciones de los estudiantes respecto al laboratorio de química como ambiente de aprendizaje incluyen el *Inventario del Entorno del Laboratorio de Química* (CLEI), el cual es una adaptación del *Inventario del Entorno del Laboratorio de Ciencias* (SLEI), asimismo, se evaluaron las actitudes de los estudiantes hacia la química mediante el *Cuestionario sobre Actitudes Relacionadas con la Química* (QOCRA), una versión modificada del *Test de Actitudes Relacionadas con la Ciencia* (TOSRA) ([Wong y Fraser, 1996](#)). Por ejemplo, se ha empleado el CLEI para analizar cómo los estudiantes perciben el laboratorio de química y sus actitudes hacia la asignatura han sido evaluadas a través del QOCRA ([Wong et al., 1997](#)).

Otros autores respaldaron un aprendizaje práctico y significativo de la química al implementar la enseñanza basada en la investigación en el nivel medio superior, diseñando un modelo de formación continua para docentes que trabajó con una taxonomía para estructurar los resultados del aprendizaje observados para evaluar la calidad del aprendizaje de laboratorio ([Tomperi y Aksela, 2014](#)). En otro estudio con docentes, se empleó un instrumento que combina una escala de tipo Likert y la técnica de frases incompletas, las cuales posibilitan la exploración de las percepciones alrededor del tema de estudio ([Zorrilla y Mazzitelli, 2020](#)).

### **Limitaciones y recomendaciones del uso del laboratorio en la enseñanza de la química**

A lo largo del análisis de la literatura se ha podido examinar la importancia, los beneficios y las estrategias que se pueden llevar a cabo para desarrollar una enseñanza de la química en la que el componente experimental debe estar siempre presente, con la finalidad de lograr que el aprendizaje de las ciencias, especialmente de la química, sea integral, suficiente y favorecedor para los estudiantes. Sin embargo, se ha observado que la inclusión de prácticas de laboratorio puede llegar a ser obstaculizada por diversos factores que se mencionan en el presente apartado.

En general, la importancia de los experimentos en salón de clases es aceptada en los planes de estudio de ciencias, aunque se reportan diversas dificultades, tanto en la enseñanza



del laboratorio como en el aprendizaje de experiencias prácticas ([de Jong, 1998](#)). El trabajo de laboratorio mejora significativamente los resultados del aprendizaje de química, sin embargo, existen limitaciones tales como la carga de trabajo y la competencia de los docentes para promover un uso más efectivo del trabajo de laboratorio ([Gurung y Gurung, 2023](#)). No obstante, se sugiere que “una forma de ver la comunidad de educación química es dividir nuestras actividades en un espectro de tres ramas entrelazadas: instrucción, práctica e investigación” ([Bunce y Robinson, 1997, p. 1076](#)).

Se ha determinado que la química verde o sostenible tiene el potencial de ser integrada en la educación convencional de la química, ya que los experimentos abarcan los campos de lo afectivo, psicomotor y cognitivo, además los profesores a cargo de aplicar dichos experimentos observaron que son viables de implementar, fomentan la investigación, van de acuerdo con el plan de estudios, son seguros y relevantes ([Karpudewan y Kulandaivasamy, 2018](#)). Pero a los estudiantes les resulta difícil construir conceptos en las materias de ciencias, aunque estas son importantes para el desarrollo industrial y socioeconómico de cualquier país ([Manyilizu, 2023](#)). Según el autor citado, la carencia de laboratorios, reactivos o aparatos es el mayor reto que enfrentan las asignaturas de ciencias, lo cual a su vez se traduce en la insuficiencia o falta de experimentos prácticos .

Mientras que haya un sólido conocimiento por parte de los docentes de química, se impactará positivamente la enseñanza, por el contrario se ha encontrado que los factores que impactan negativamente la enseñanza de la química son: la intensa carga de trabajo de los docentes, la falta de recursos de laboratorio y el corto tiempo asignado a la teoría y a las prácticas experimentales ([Chogyel y Wangdi, 2021](#)). Igualmente, [Nsanzimana et al. \(2021\)](#) mostraron que las principales limitaciones que enfrentan el aprendizaje y la enseñanza de la química son: la falta de reactivos y aparatos de laboratorio, la naturaleza abstracta de algunos conceptos y el escaso apoyo de técnicos de laboratorio para los docentes.

De acuerdo con resultados de varias investigaciones, se ha encontrado una correlación positiva entre el desempeño de los estudiantes en química y las cinco dimensiones del ambiente de enseñanza del laboratorio, que comprenden: cohesión estudiantil, apertura, integración, claridad de reglas y entorno material ([Aladejana y Aderibigbe, 2007; Musili Olubu, 2015](#)). Asimismo, [Shana y Abulibdeh \(2020\)](#) recomiendan que los estudiantes de secundaria requieren más clases prácticas.

El gobierno y las instituciones encargadas de la educación deben proveer de aparatos y reactivos adecuados, además, los docentes deben comprometerse a utilizar simuladores y actividades prácticas para concretar los conceptos de química e igualmente motivar a los estudiantes a disfrutar de la asignatura a fin de reducir las actitudes negativas hacia la química



(Nsanzimana et al., 2021). De manera similar, dentro de las recomendaciones de Musili Olubu (2015) para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de la química en secundaria, se encuentra que el gobierno debe proveer laboratorios adecuados, equipos, modelos, recursos y materiales didácticos. Dicho de otra manera, la administración de las escuelas debe suministrar los laboratorios con todo el equipamiento necesario para llevar a cabo efectivamente el trabajo práctico (Shana y Abulibdeh, 2020).

La valiosa experiencia educativa de la práctica de química suele ser limitada para los estudiantes de ciencias en las escuelas secundarias de Nigeria, debido a la falta de personal y recursos de laboratorio disponibles de manera parcial o insuficiente en muchas instituciones educativas (Aliyu y Talib, 2019). Por ejemplo, Mosotho (2017) encontró que las escuelas realizan una cantidad de experimentos por debajo de lo establecido en los programas de estudio, debido a la condición deficiente de las instalaciones, falta de aparatos, material de cristalería, productos químicos, campanas extractoras e incluso mesas de trabajo inexistentes. También “se requieren reformas en el sistema de educación superior para la formación profesional de los profesores de química” (Mahmudova, 2023, p. 57).

Hasta ahora, parece que en varios países la educación para el desarrollo sostenible no se ha implementado lo suficiente en las áreas de ciencias de secundaria y preparatoria, particularmente en el aprendizaje de la química, las razones que se han identificado son la falta de experimentos adecuados y de materiales de enseñanza y aprendizaje, además del insuficiente desarrollo profesional de los profesores (Garner et al., 2015). La capacitación docente debe integrar el dominio del contenido, la pedagogía y el conocimiento del contenido pedagógico, donde un aspecto crucial es comprender el trabajo práctico en el aula para fomentar el aprendizaje a través de la investigación científica y para comprender la naturaleza misma de la ciencia (Eilks et al., 2022).

En cuanto a las experiencias de laboratorio en zonas rurales, du Toit (2021) afirma que la enseñanza eficaz es obstaculizada en gran medida por las barreras de recursos que afectan las escuelas en dichas zonas. También Wong y Sim (2022) consideran que la enseñanza en tales zonas representa un gran desafío debido a las instalaciones de laboratorio limitadas.

En conclusión, el análisis teórico desarrollado evidencia que el laboratorio de química ocupa un lugar central en la educación secundaria, no solo como un espacio físico para la experimentación, sino como un componente pedagógico que potencia el aprendizaje significativo, el pensamiento crítico y la motivación de los estudiantes. Los rasgos psicológicos vinculados al trabajo experimental, como la curiosidad, la autonomía y la actitud científica, refuerzan el valor de integrar prácticas de laboratorio dentro de un enfoque didáctico estructurado y reflexivo. Las distintas posturas analizadas coinciden en reconocer su eficacia



como estrategia de enseñanza-aprendizaje, siempre que se implementen con claridad de objetivos y adecuada orientación docente. Asimismo, las metodologías activas y constructivistas que hacen uso del componente experimental demuestran ser especialmente efectivas para abordar conceptos complejos y fomentar competencias del siglo XXI. Para evaluar estos procesos, se requiere el uso de instrumentos específicos que permitan medir tanto los aprendizajes conceptuales como las habilidades prácticas y cognitivas. No obstante, persisten limitaciones relacionadas con la formación docente, los recursos materiales y la planificación institucional, lo que subraya la necesidad de atender estos desafíos mediante políticas educativas, capacitación continua y colaboración interinstitucional. De este modo, se podrá garantizar un uso más eficaz, equitativo y transformador del laboratorio en la enseñanza de la química.



### Capítulo III. Metodología

En este capítulo se presenta el enfoque metodológico adoptado para llevar a cabo la investigación. Se describen los participantes del estudio, así como los objetivos y las hipótesis que guiaron el trabajo desde su etapa inicial. Asimismo, se expone el diseño general de la investigación, el cual adoptó un enfoque cuantitativo, de tipo cuasiexperimental y con alcance aplicado. Se justifica la elección de este enfoque en función del objetivo de analizar la incidencia de una estrategia didáctica específica basada en prácticas experimentales. Se describe también el diseño de la intervención pedagógica, centrada en la implementación quincenal de prácticas de laboratorio accesibles, utilizando elementos de uso cotidiano. Estas actividades buscaron tanto reforzar los aprendizajes en la asignatura de química como fomentar el pensamiento crítico, la colaboración, la comunicación y el interés por las ciencias. Finalmente, se detallan los instrumentos de recolección de datos empleados, los procedimientos de análisis estadístico aplicados, así como las consideraciones éticas.

#### Diseño de la investigación

La presente investigación, según su enfoque, fue cuantitativa ya que las variables que se derivaron de las hipótesis fueron medidas y analizadas en un determinado contexto y con métodos estadísticos, el diseño fue de tipo cuasiexperimental, porque se conformó con un salón de estudiantes completo y no se usó grupo de control. Además, fue de alcance transversal, pues se realizó solamente durante el ciclo escolar 2024-2025, que comprendió el periodo de agosto 2024 a julio 2025 y de acuerdo con su profundidad fue de tipo exploratoria, ya que se hizo una primera aproximación al introducir una dinámica diferente a las prácticas de laboratorio para indagar sobre cómo podrían influir en el rendimiento de los estudiantes, además de mejorar otras capacidades y habilidades. Adicionalmente, según su utilidad o fin, se trató de una investigación aplicada.

#### Hipótesis

A partir de los objetivos planteados en el capítulo introductorio de este trabajo, se plantearon las siguientes cinco hipótesis:

- Los estudiantes que realizaron prácticas experimentales por quincena incrementaron su promedio trimestral entre el primer y segundo período y de manera similar incrementaron su interés en saber más sobre ciencia
- Los estudiantes de mayor edad tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgan un mayor valor y muestran un mayor gusto por la ciencia,



además, al final del estudio quieren aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales

- Los estudiantes hombres tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgaron un mayor valor y mostraron un mayor gusto por la ciencia, además, al final del estudio manifestaron querer aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales
- Los estudiantes interesados en las ciencias naturales desde un inicio tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgan un mayor valor y muestran un mayor gusto por la ciencia, además, al final del estudio quieren aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales
- Los estudiantes que calificaron de manera más alta a la aplicación de los conocimientos científicos tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgaron un mayor valor y mostraron un mayor gusto por la ciencia, además, al final del estudio manifestaron querer aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales.

## Participantes

Los estudiantes objeto de estudio de la presente investigación fueron 33, quienes se encontraban cursando el tercer grado en el ciclo escolar 2024-2025 de la Escuela Secundaria Estatal 3044 en la zona escolar 49 en la Ciudad de Chihuahua, Chih. Las edades de los estudiantes estuvieron entre los 13 y los 15 años de edad, el grupo estuvo conformado por 24 estudiantes del género masculino y nueve del género femenino, dos de los estudiantes del grupo fueron atendidos por la *Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular* por diversos diagnósticos, los cuales incluyeron dificultad severa de conducta, trastorno de déficit de atención e hiperactividad, parálisis cerebral infantil y dislexia severa.

De acuerdo con el [Gobierno de México \(2024\)](#), en el Calendario Escolar de Educación básica hubo tres días de descarga administrativa: 1) el 22 de noviembre; 2) el 21 de marzo; y 3) el 11 de julio; por lo que se entiende que el primer periodo trimestral abarcó del 26 de agosto de 2024 al 21 de noviembre de 2023, el segundo periodo fue del 25 de noviembre al 20 de marzo y el tercer periodo fue del 24 de marzo al 10 de julio. El diagnóstico y la intervención se aplicaron durante el primer periodo del ciclo escolar, mientras que el cuestionario de cierre se aplicó durante el segundo periodo.



## Diseño de intervención

El diseño de la intervención consistió en tres etapas: la primera de ellas fue la aplicación del cuestionario diagnóstico, después se llevaron a cabo siete prácticas de laboratorio y finalmente se aplicó el cuestionario de cierre.

### ***Etapa 1. Diagnóstico***

Se elaboró un cuestionario diagnóstico para la recolección de datos, con la finalidad de evaluar cómo las actividades del laboratorio de química pueden favorecer el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y una mejor percepción hacia la ciencia (ver sección Instrumentos de recolección de datos, subsección Cuestionario diagnóstico).

### ***Etapa 2. Laboratorio***

Las prácticas de laboratorio se aplicaron cada quince días y se utilizaron un total de 18 sesiones para realizarlas, las cuales equivalieron a un acumulado de 900 minutos. Las prácticas realizadas fueron:

- La ley de la conservación de la masa, en la cual se analizó la masa de un sistema cerrado durante un cambio (ver sección Práctica 1. Ley de la conservación de la materia).
- Se observó el proceso de sublimación al calentar el yodo y disminuir su temperatura para que se deposite en forma de cristales (ver sección Práctica 2. Sublimación y deposición del yodo).
- Se diferenció el cambio en la solubilidad de una sustancia debido al cambio en la temperatura en la cual se disuelve (ver sección Práctica 3. Solubilidad y temperatura).
- Se midieron cantidades pequeñas de masa y volumen utilizando una balanza granataria y una probeta, respectivamente (ver sección Práctica 4. Medición de masa y volumen).
- Se calculó la densidad de diversas sustancias y se comparó la densidad de distintas masas de una misma sustancia (ver sección Práctica 5. Cálculo de densidad).
- Se determinaron los componentes de la tinta negra de plumones por medio de la cromatografía en papel (ver sección Práctica 6. Cromatografía en papel).
- Se elaboraron disoluciones y se calculó la concentración de cada una (ver sección Práctica 7. Partes por millón).

A continuación, se describe cada una de las siete prácticas de laboratorio realizadas, incluyendo su duración, objetivos y resultados de aprendizaje, temas y contenidos, introducción, recursos y materiales, procedimiento y evaluación, los cuales se enumeran abajo.



## **Práctica 1. Ley de la conservación de la materia.**

### **Duración (horas, número de clases).**

2 módulos (100min)

### **Objetivos/resultados de aprendizaje.**

Analizar la masa de un sistema cerrado durante un cambio.

### **Temas/Contenidos.**

Ley de la conservación de la materia, experimentos de Lavoisier.

### **Introducción.**

En un sistema cerrado, la masa total se mantiene constante a lo largo del tiempo, lo que significa que no hay intercambio de materia con el entorno externo

### **Recursos/Materiales.**

- Una botella pequeña de polietileno tereftalato (PET)
- 3 cucharadas de bicarbonato de sodio
- 1/2 taza de vinagre
- 1 cuchara pequeña
- 1 globo mediano
- 1 balanza

### **Procedimiento.**

En equipo, vacían vinagre en una botella y ponen tres cucharadas de bicarbonato en un globo. Ajustan el globo en la boca de la botella y pesan todo. Después, dejan caer el bicarbonato dentro del vinagre: se forma espuma y el globo se infla por el gas. Al final, vuelven a medir la masa.

### **Evaluación de la práctica.**

Antes de empezar la reacción, anoten en su cuaderno la masa de la botella con el vinagre y el globo puesto. Luego, cuando el bicarbonato caiga dentro de la botella, observen con atención: escriban qué ocurre dentro de la mezcla (espuma, burbujas), qué le pasa al globo (cómo se infla) y si queda algo de sólido en el fondo. Finalmente, registren todo lo que vieron en sus notas.



## **Práctica 2. Sublimación y deposición del yodo.**

### **Duración (horas, número de clases).**

2 módulos (100min)

### **Objetivos/resultados de aprendizaje.**

Observar el proceso de sublimación al calentar el yodo y disminuir su temperatura para que se deposite en forma de cristales.

### **Temas/Contenidos.**

Estados de agregación, sublimación y deposición.

### **Introducción.**

La sublimación, también llamada volatilización, es un proceso en el que una sustancia sólida se transforma directamente en gas, sin convertirse en líquido primero. El yodo es un elemento químico que se representa con el símbolo I y tiene el número atómico 53. Pertenece al grupo de los halógenos. En estado sólido, es de color negro azulado, y en estado gaseoso, es de color violeta. El yodo y sus compuestos se usan principalmente en la alimentación y también en la industria para hacer ácido acético y algunos tipos de plásticos.

### **Recursos/Materiales.**

- Mechero Bunsen
- Vaso de precipitados de 250ml
- Vidrio de reloj
- Hielo
- Yodo sólido

### **Procedimiento.**

En este experimento trabajan con yodo para observar cómo pasa de sólido a gas y luego vuelve a depositarse en forma de cristales. Primero, colocan algunos cristales de yodo en un vaso de precipitados y lo cubren con un vidrio de reloj. Encima del vidrio ponen unos cubos de hielo. Después, encienden el mechero y calientan suavemente el vaso. Con el calor, el yodo sólido se evapora y se convierte en un gas de color morado. Cuando ya no quedan cristales y todo el yodo se ha evaporado, apagan el mechero. Al enfriarse el sistema, el gas de yodo se deposita bajo el vidrio de reloj, justo en la parte fría donde estaban los hielos, formando



nuevamente pequeños cristales. Al final, retiran los hielos, observan los cristales formados y lavan todo el material.

### ***Evaluación de la práctica.***

Lista de cotejo.

- ¿Observaste el de sólido a líquido en algún momento de la práctica? ¿A qué crees que se deba?
- ¿Qué crees que hubiera sucedido si no colocamos hielo sobre el vidrio de reloj?

### ***Práctica 3. Solubilidad y temperatura.***

#### ***Duración (horas, número de clases).***

2 módulos (100 minutos)

#### ***Objetivos/resultados de aprendizaje.***

Observar el cambio en la solubilidad de una sustancia debido al cambio en la temperatura.

#### ***Temas/Contenidos.***

Solubilidad.

#### ***Introducción.***

La solubilidad es la razón que existe entre la cantidad máxima de un sólido que se disuelve en una cantidad determinada de un líquido a una temperatura determinada. La mayoría de las veces, el líquido que se utiliza es agua y la temperatura a la que se determina la solubilidad es de 25°C. Dependiendo de los materiales que forman la disolución, la solubilidad puede aumentar o disminuir de acuerdo con la temperatura.

#### ***Recursos/Materiales.***

- 3 vasos desechables de plástico transparente
- 3 cucharas pequeñas iguales
- Azúcar
- Agua caliente, pero que no esté hirviendo
- Agua muy fría
- Agua a temperatura ambiente



### ***Procedimiento.***

Primero, trabajan en parejas y numeran tres vasos: el 1 con agua fría, el 2 con agua a temperatura ambiente y el 3 con agua caliente. Se aseguran de poner la misma cantidad de agua en cada vaso. Después, agregan una cucharadita de azúcar en cada vaso y la revuelven bien. Si en algún vaso el azúcar se disuelve por completo, pueden añadir otra cucharadita; si no se disuelve del todo, ya no agreguen más.

### ***Evaluación de la práctica.***

1. Contesten las siguientes preguntas en equipo:
  - a) ¿Cuántas cucharaditas de azúcar se disolvieron en cada caso?
  - b) ¿Qué ocurre con el azúcar que no se disolvió?
  - c) ¿Qué sucederá con el azúcar disuelta si el agua caliente se enfriá?
  - d) ¿Qué sucederá con el azúcar depositado en el fondo del vaso con agua fría si lo calientas?
  - e) ¿Cómo cambia la solubilidad del azúcar en el agua respecto de la temperatura?
2. Discutan sus observaciones con ayuda del profesor de manera grupal.

### ***Práctica 4. Medición de masa y volumen.***

#### ***Duración (horas, número de clases).***

3 módulos (150 minutos)

#### ***Objetivos/resultados de aprendizaje.***

- Desarrollar las habilidades motrices necesarias para manejar en forma adecuada el equipo y material de laboratorio.
- Entender el concepto de precisión y exactitud.
- Medir cantidades pequeñas de masa utilizando la balanza granataria.
- Medir cantidades pequeñas de volumen utilizando la probeta.

#### ***Temas/Contenidos.***

Conceptos de medición, precisión y exactitud, masa y volumen; además de la descripción y manejo de equipo y material de laboratorio para la determinación de masa y volumen.



### ***Introducción.***

La masa quiere decir cuánta materia posee un cuerpo, mientras que el volumen se refiere al espacio que ocupa. A mayor cantidad de materia, mayor masa tendrá el material y mayor volumen ocupará. Es por esto que la masa y el volumen son propiedades extensivas.

$$\text{masa del objeto} = \text{masa final} - \text{masa inicial}$$

$$\text{volumen del objeto} = \text{volumen final} - \text{volumen inicial}$$

### ***Recursos/Materiales.***

- Vidrio de reloj.
- Probeta de 50ml.
- Balanza granataria.
- Agua.

### ***Procedimiento.***

1. Descripción y manejo de equipo y material de laboratorio para la determinación de masa y volumen. Se les proyectó a los estudiantes dos videos en el salón sobre la medición de masa usando balanza granataria<sup>1</sup> y la medición de volumen de objetos irregulares utilizando probeta<sup>2</sup>.
2. Determinación de la masa del objeto irregular (el objeto es de elección libre y puede ser, por ejemplo, una piedra o un lápiz).
  - a) Pesar un objeto pequeño en la balanza.
  - b) Anotar los resultados en la tabla.
  - c) Determinar la masa del objeto por la diferencia de masas utilizando la ecuación 1.
3. Determinación del volumen
  - a) Tomar una probeta de 50 ml y medir 25 ml de agua.
  - b) Una vez que se haya pesado el objeto en la balanza, agregarlo con cuidado a la probeta.
  - c) Registrar los datos en la tabla 2.
  - d) Determinar el volumen del objeto por la diferencia de los volúmenes utilizando la ecuación 2.

### ***Evaluación de la práctica.***

Lista de cotejo

---

<sup>1</sup> Video: <https://www.youtube.com/watch?v=gnqZS5M2aJg>

<sup>2</sup> Video: <https://www.youtube.com/watch?v=T8pT4EZlQZc>

**Tabla 1***Evaluación de la práctica 4*

Determinación de la masa de un objeto irregular			
Mediciones	Masa del vidrio de reloj inicial (g)	Massa del vidrio de reloj final (g)	Masa del objeto (g)
1			
2			
3			

Determinación de la masa de un objeto irregular			
Mediciones	Volumen inicial de agua en la probeta (ml)	Volumen final de agua en la probeta (ml)	Volumen del objeto (ml)
1			
2			
3			

**Práctica 5. Cálculo de densidad.****Duración (horas, número de clases).**

3 módulos (150 minutos)

**Objetivos/resultados de aprendizaje.**

Calcular la densidad de diversas sustancias y comparar la densidad de distintas masas de una misma sustancia.

**Temas/Contenidos.**

Determinación de densidad

**Introducción.**

La densidad de una sustancia es la razón entre su masa y volumen. La densidad ( $\rho$ ) puede calcularse dividiendo la masa (m) del material entre el volumen (v) que ocupa. Esto puede expresarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Por ejemplo, imaginemos un objeto cuya masa es de 35 g y su volumen es de 7cm<sup>3</sup>, entonces la densidad del objeto se calcularía como:

$$\rho = \frac{35g}{7cm^3} = 5 \frac{g}{cm^3}$$

**Recursos/Materiales.**

- Probeta
- Balanza



- Agua
- 10 bolitas de aluminio
- 10 clavos
- 8 canicas
- 2 corchos

### ***Procedimiento.***

1. Pesar cada una de las sustancias y anotar los resultados.
2. Agregar 20 ml de agua a la probeta.
3. Añadir de una en una las sustancias, anotar el nivel al que llegó el agua en la probeta (para calcular su volumen); repetir este paso con cada una de las sustancias.
4. Realizar los cálculos necesarios para determinar la densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).
5. Duplicar la masa de cada sustancia, medir su volumen y volver a hacer los cálculos.

### ***Evaluación de la práctica.***

**Tabla 2**

*Evaluación de la práctica 5*

Mediciones	Sustancia	Masa (g)	Volumen ( $\text{cm}^3$ )	Densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
Medición #1	Aluminio			
	Clavos			
	Canicas			
	Corcho			
Medición #2	Aluminio			
	Clavos			
	Canicas			
	Corcho			

1. De acuerdo con los valores obtenidos en ambas mediciones. ¿Qué pueden concluir?
2. ¿Cómo varían los valores reales con los obtenidos en la práctica? (Valores reales de densidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): Aluminio=2.7, Vidrio=2.6, Hierro=7.8, Corcho=0.25).
3. Escribe las posibles fuentes de error de su práctica.

### ***Práctica 6. Cromatografía en papel.***

#### ***Duración (horas, número de clases).***

4 módulos (200 minutos)



### ***Objetivos/resultados de aprendizaje.***

Normalmente, los expertos en criminología examinan los ingredientes de las tintas utilizadas para escribir cartas o mensajes que están relacionados con un crimen. No todas las tintas tienen los mismos ingredientes, así que al separarlas se puede saber de qué tipo de tinta se trata. Identifica los ingredientes de la tinta hallada en la escena del crimen usando la cromatografía.

### ***Temas/Contenidos.***

Método de separación: cromatografía en papel

### ***Recursos/Materiales.***

- 3 plumones de tinta negra (soluble en agua) de distintas marcas.
- Agua.
- Alcohol.
- 2 papeles filtro para cafetera.
- 2 vasos transparentes.

### ***Procedimiento.***

Este experimento simula una investigación “forense” con tintas para descubrir cómo se separan sus componentes. Primero, recortan un cuadrado de papel filtro de 8x8 cm y trazan una línea a 1 cm del borde. Luego, doblan el papel como si fuera un acordeón, formando cuatro secciones iguales. Con ayuda de la maestra, en una de esas secciones colocan un punto de tinta negra (la “muestra de la escena del crimen”). En las otras tres secciones, dibujan un punto con cada uno de los plumones de referencia. Después, repiten todo en un segundo papel filtro. En un vaso colocan un poco de agua y en otro un poco de alcohol, ambos con 0.5 cm de altura. Introducen un papel en cada vaso con los puntos de tinta hacia abajo, cuidando que los vasos no se muevan. El líquido empieza a subir por el papel y arrastra los pigmentos de la tinta. Cuando el frente del líquido llega casi a la parte superior, sacan el papel, marcan la altura alcanzada y lo dejan secar.

### ***Evaluación de la práctica.***

1. Comparen los chromatogramas de cada tinta y escriban en su cuaderno en qué se parecen y en qué son diferentes (colores que aparecieron, qué tan lejos llegaron en el papel, si las manchas son claras o difusas).
2. Describan las diferencias entre los papeles puestos en agua y los puestos en alcohol: anoten si los colores se separaron más, menos o de manera distinta según el solvente.



3. Finalmente, observen la tinta de la “escena del crimen” y determinen cuál de los plumones de referencia mostró un patrón de colores más parecido.

### **Práctica 7. Partes por millón.**

#### **Duración (horas, número de clases).**

2 módulos (100 minutos)

#### **Objetivos/resultados de aprendizaje.**

Elaborar disoluciones y calcular concentraciones.

#### **Temas/Contenidos.**

Concentración, disolución, soluto, disolvente.

#### **Introducción.**

Las disoluciones son mezclas homogéneas formadas al menos por un soluto y un disolvente. El soluto que se disuelve en un disolvente puede expresarse como concentración porcentual, ya sea en masa o en volumen, pero ¿qué pasa cuando la cantidad de soluto disuelta es muy pequeña? Las partes por millón son utilizadas para manejar con facilidad concentraciones pequeñas con sentido práctico, por ejemplo, se emplean en la medición de contaminantes en la atmósfera y también en la cantidad máxima de cloruro disuelto en el agua potable.

#### **Recursos/Materiales.**

- 7 vasos de precipitados de 100 ml o siete vasos de plástico transparente.
- Jeringa desechable de 10 ml.
- Probeta de 100 ml o una taza medidora.
- Agitador de vidrio o una cucharita de plástico.
- Gotero.
- Plumón indeleble o etiquetas.
- Agua potable a temperatura ambiente.
- Colorante para alimentos (rojo, azul o verde).

#### **Procedimiento.**

1. Numeren los vasos de 1 a 7.
2. Midan 100 ml de agua y viértanla en el vaso número 1.
3. Disuelvan 10 gotas del colorante para alimentos en el agua del vaso 1.



4. Tomen con la jeringa 10 ml de la disolución anterior y viértanlos en el vaso 2. Midan con la probeta o taza medidora 90 ml de agua y viértanlos en el mismo vaso. Agiten para disolver bien. Tiene ahora una nueva disolución con un volumen de 100 ml.
5. Repitan el paso anterior en cada vaso hasta tener las siete disoluciones.
6. Si suponemos que cada gota de colorante tiene un volumen de 0.05 ml, calculen la concentración porcentual (v/v) y en partes por millón (ppm) de cada una de las disoluciones y regístrenlas en una tabla.
7. Recuerden que para calcular la concentración porcentual deben dividir el volumen del soluto entre el volumen de la disolución y multiplicar este resultado por 100, mientras que para calcular la concentración en partes por millón, en lugar de multiplicar por 100 deben multiplicar por 1,000,000.

### ***Evaluación de la práctica.***

Observen el color, luego respondan:

1. ¿En cuál de las disoluciones hay 10 000 veces menos colorante en volumen que en la disolución número 1?
2. ¿A partir de qué concentración el color ya no es perceptible?
3. Si les dijeron que el agua de la disolución 7 está perfectamente limpia, ¿estarían seguros solo por su apariencia? ¿La beberían?
4. Si les dijeron que el agua de la disolución 7 es de agua negra, ¿la beberían, aunque supieran que solo contiene 5 ppm de desechos?

### ***Etapa 3. Cierre***

Se elaboró un cuestionario de seguimiento como instrumento final para la recolección de datos (ver sección Instrumentos de recolección de datos, subsección Cuestionario final). Como tal, este segundo cuestionario tuvo la finalidad principal de cotejar si hubo algunos cambios en las tendencias de respuestas a preguntas comunes con el cuestionario diagnóstico.

### **Instrumentos de recolección de datos**

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos empleados en esta investigación, se utilizaron: 1) un cuestionario diagnóstico que se aplicó al inicio del ciclo escolar; 2) las evaluaciones de los reportes de laboratorio correspondientes a las prácticas realizadas como intervención pedagógica; y 3) un cuestionario de cierre que los estudiantes respondieron al finalizar la intervención. En ambos cuestionarios, para los casos de las preguntas que requirieran una calificación de los estudiantes, se utilizó una escala de tipo Likert de cinco puntos (0-4).



## Cuestionario diagnóstico

El cuestionario diagnóstico incluyó un total de nueve secciones (ver Anexo 2. Cuestionario diagnóstico). En la primera sección, que incluyó las primeras tres preguntas, que se usaron para recabar los datos generales de los estudiantes, incluyendo sus nombres, que fue un dato solamente empleado para poder comparar este cuestionario diagnóstico con el cuestionario final; fuera de este uso, los nombres no se emplearon de ninguna otra manera y los cuestionarios fueron descartados una vez culminó el análisis de datos. Los demás datos que se preguntaron fueron la edad, dado que podría haber una diferencia entre uno y tres años de edad entre los estudiantes que participaron, y finalmente, se les pidió que indicaran su sexo.

La segunda sección, llamada *gusto por la ciencia*, incluyó la cuarta pregunta, acerca de la preferencia de los estudiantes hacia las diferentes disciplinas científicas, las cuales se agruparon en: ciencias naturales, ciencias de la salud, ingeniería y tecnología, ciencias sociales, humanidades y artes. En esta sección, los estudiantes debían responder si les gustaban o no cada uno de los grupos de disciplinas.

En la pregunta número cinco los estudiantes respondieron qué tan frecuentemente utilizaban sus conocimientos científicos en varios escenarios: 1) situaciones de la vida cotidiana; 2) sus estudios; 3) sus planes a futuro; 4) al reparar un objeto; 5) en exploración y experimentación de su entorno; 6) para la alimentación; 7) al practicar deporte; 8) para mejorar sus habilidades de observación; 9) para satisfacer su curiosidad; 10) para prevenir accidentes; 11) para evitar que sus acciones tengan consecuencias negativas en el medio ambiente; y 12) al revisar las etiquetas antes de comprar o usar algún producto.

En la pregunta número seis los estudiantes expresaron que tan de acuerdo estaban con cada una de las siguientes características de la ciencia: 1) si les permite tener un pensamiento más ordenado; 2) les brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que los rodea; 3) si aumenta su creatividad; 4) si beneficia a la sociedad al resolver problemas; 5) si permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes; 6) si está bien valorada en la actualidad; 7) si requiere que se publiquen los descubrimientos científicos; 8) si ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades; 9) si ha aumentado la esperanza y la calidad de vida de las personas; 10) si sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente; 11) si ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad; 12) si enseña cómo cuidar el medio ambiente; 13) si permite comprobar teorías o hipótesis; 14) si se comunican los resultados de los experimentos; y 15) si permite clasificar el mundo que nos rodea.



En la pregunta siete los estudiantes indicaron si han tenido experiencias relacionadas con la ciencia, a las cuales respondieron sí o no, los ítems fueron los siguientes: 1) si la ciencia es fácil de entender; 2) si les ha gustado lo que han aprendido de ciencia hasta ahora; 3) si les gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia; 4) si la naturaleza y sus fenómenos les parecen interesantes; 5) si las visitas a los museos de ciencia les parecen entretenidas; 6) si han adquirido libros de ciencia por iniciativa propia; 7) si les gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con sus propios ojos; y 8) si quisieran aprender más sobre ciencia.

En la pregunta ocho se les cuestionó si en sus planes futuros consideran que estudiarán alguna carrera relacionada con las ciencias naturales, como química, física, biología, geografía, astronomía. Finalmente en la pregunta nueve se les pidió que señalaran su nivel de acuerdo con algunas razones por las cuales estudiar algo relacionado con las ciencias naturales, entre las razones se encontraban: 1) por recomendación de un familiar; 2) por recomendación de algún amigo; 3) porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica; 4) porque admirás a alguna científica o científico famoso; 5) porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela; 6) porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta; 7) porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico; 8) por el prestigio o reconocimiento al ser un científico; 9) para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas; 10) para contribuir a la invención de algo nuevo; 11) para resolver problemas de la sociedad actual; 12) para cuidar del medio ambiente; y 13) para contribuir al desarrollo científico de México.

### ***Reportes de laboratorio***

Los reportes de laboratorio se diseñaron con una estructura que describe el título de la práctica, duración, objetivos, temas o contenidos relacionados, introducción, recursos o materiales, procedimiento y evaluación. Un instrumento complementario que se consideró fue una lista de verificación con los resultados que los estudiantes presentaron en los instrumentos de evaluación de todas las prácticas (ver sección Etapa 2. Laboratorio, subsecciones Evaluación de la práctica), contabilizando por grupo el número de preguntas que se les realizaron en cada práctica, así como el número de preguntas correctas e incorrectas, para tener otro punto de datos a analizar.

### ***Cuestionario final***

El cuestionario de seguimiento o final (ver Anexo 1. Cuestionario final) se aplicó al cierre de la intervención, para medir si hubo algunos cambios en las tendencias de respuestas a



preguntas comunes con el cuestionario diagnóstico. Se repitieron las preguntas 6, 7, 9 (ver sección Cuestionario diagnóstico). La pregunta 8 se incorporó como opción a una nueva pregunta que solicitó a los estudiantes que, considerando sus experiencias con las prácticas de laboratorio de química, señalaran si estas les permitieron mejorar en cuanto a: 1) su aprendizaje de los contenidos de la materia de química; 2) su interés en general en la ciencia; 3) la posibilidad de que en el futuro estudie una carrera relacionada con las ciencias naturales; 4) su percepción acerca de la utilidad de la ciencia; y 5) su relación con la química en su vida cotidiana. En esta pregunta también se empleó la misma escala de nivel de acuerdo que en las demás preguntas.

### **Métodos para el análisis de datos**

Se realizaron varios análisis estadísticos a tres niveles: descriptivo, correlacional e inferencial (ver Capítulo IV. Análisis de resultados). Respectivamente, para describir las características del grupo y las tendencias de sus respuestas, además de encontrar relaciones entre variables de interés y para comprobar las hipótesis planteadas.

### **Consideraciones éticas**

Se brindó autorización por parte de la dirección de la escuela para que los estudiantes respondieran los instrumentos de esta investigación, a la par de la realización de las funciones docentes de la disciplina. Cabe mencionar que no existieron riesgos físicos ni psicológicos para los estudiantes que respondieron los instrumentos de recolección de datos; se siguieron las recomendaciones de seguridad y el reglamento del laboratorio en cuanto al manejo y uso de sustancias, materiales y reactivos. Se asegura el manejo de la privacidad, confidencialidad y anonimato de los participantes, aunque como ya se mencionó anteriormente, se solicitó su nombre únicamente con la finalidad de comparar sus respuestas entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.



## Capítulo IV. Análisis de resultados

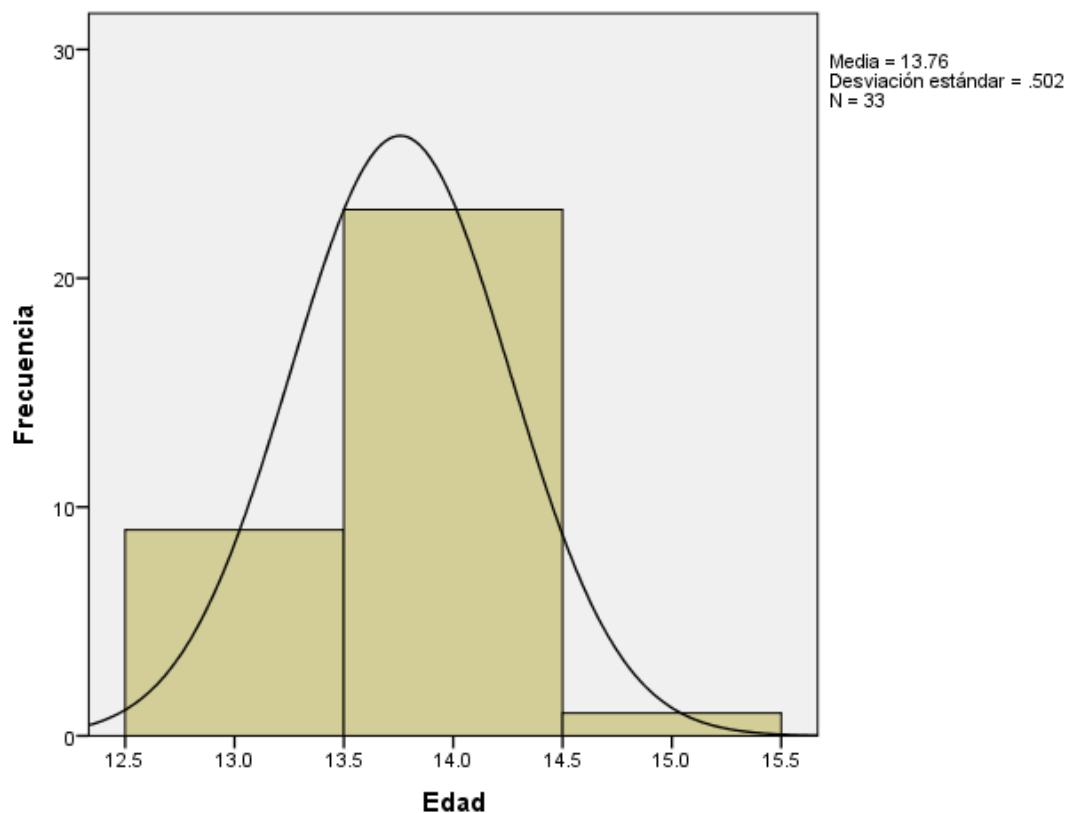
Este capítulo presenta los análisis cuantitativos realizados en tres niveles: descriptivo, correlacional e inferencial. Dentro de los descriptivos se desglosan los resultados derivados del cuestionario diagnóstico, de las prácticas de laboratorio, del cuestionario final y de los promedios de calificaciones. Adicionalmente, en todos los análisis, se dividieron los ítems de los cuestionarios en nueve dimensiones de análisis para profundizar en los mismos, las cuales fueron las siguientes: 1) Aplicación de los conocimientos científicos; 2) Valor de la ciencia pretest; 3) Gusto por la ciencia pretest; 4) Razones para estudiar ciencias naturales pretest; 5) Desempeño en el laboratorio; 6) Experiencias con las prácticas de laboratorio; 7) Valor de la ciencia post test; 8) Gusto por la ciencia post test; y 9) Razones para estudiar ciencias naturales post test. Los análisis correlacionales se hicieron a nivel de variable y posteriormente a nivel de dimensión, tomando en cuenta únicamente las correlaciones significativas y muy significativas, a partir de aquellas que mostraran un coeficiente de Pearson a partir de 0.6 (correlaciones consideradas como altas). Finalmente, los análisis inferenciales presentan la comprobación de las cinco hipótesis planteadas.

### Análisis descriptivo

Para evaluar la incidencia de la intervención realizada en la presente investigación, se realizaron mediciones pretest y post test a un solo grupo. El análisis descriptivo se centró en comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención. En las siguientes secciones principales se presentan los análisis descriptivos del cuestionario diagnóstico, de las prácticas de laboratorio, del cuestionario final y los promedios de calificaciones, culminando con aquellos correspondientes a las nueve dimensiones de análisis.

#### Cuestionario diagnóstico (variables 1-60)

Se calculó la fiabilidad y consistencia del instrumento diagnóstico empleando el alfa de Cronbach. Después de descartar las variables nominales, se calculó el alfa considerando 50 variables escalares, resultando en un valor de 0.911. En cuanto a las edades de los estudiantes, nueve tenían 13 años al aplicar el diagnóstico (27.3%), 23 tenían 14 (69.7%) y uno tenía 15 años (3%). La Figura 1 muestra el histograma para la edad, incluyendo la curva normal, la media, la desviación estándar y la cantidad total de estudiantes. En cuanto al sexo, los estudiantes del sexo masculino fueron 24 (72.7%) y las estudiantes del sexo femenino fueron 9 (27.3%).

**Figura 1***Histograma (n=33)*

### **Interés por distintas disciplinas.**

Las disciplinas que más les interesan a los estudiantes son las *ciencias naturales* (81.8%) y las *artes* (75.7%). Sin embargo, expresaron menos interés en las *humanidades* (33.3%) e *ingeniería y tecnología* (36.3%).

**Tabla 3***Interés por distintas disciplinas (n=33)*

Disciplinas	Me gusta	No me gusta	Porcentaje de agrado
Ciencias naturales (por ejemplo, química, física, biología, geografía, astronomía)	27	6	81.81
Artes (por ejemplo, teatro, música, artes plásticas)	25	8	75.75
Ciencias sociales (por ejemplo, historia, derecho, economía, contaduría y administración, sociología, información y comunicación, psicología).	21	12	63.63
Ciencias de la salud (por ejemplo, medicina, odontología, enfermería, veterinaria)	18	15	54.54
Ingenierías y tecnología (por ejemplo, ingenierías civil, industrial, en sistemas, eléctrica, mecánica)	12	21	36.36
Humanidades (por ejemplo, filosofía, letras, idiomas, antropología)	11	22	33.33



### **Aplicación de los conocimientos científicos.**

En esta pregunta, que ofrecía a los estudiantes varias opciones correspondientes a los ámbitos de aplicación de sus conocimientos científicos, según las medias ( $\mu$ ), los estudiantes consideraron más importantes aquellos relacionados con *aplicar sus conocimientos científicos mayormente en sus estudios* ( $\mu=2.91$ ), *para satisfacer su curiosidad* ( $\mu=2.24$ ), *en experimentos caseros* ( $\mu=2.09$ ) y *para evitar que tus acciones tengan consecuencias negativas en el medio ambiente* ( $\mu=2.09$ ). Alternativamente, donde menos consideraron que aplican sus conocimientos científicos correspondió a *en sus sueños sobre su futuro* ( $\mu=1.48$ ), *para prevenir accidentes en el hogar o la escuela* ( $\mu=1.48$ ), *al revisar las etiquetas antes de comprar o usar algún producto* ( $\mu=1.48$ ) y *para mejorar sus habilidades de observación* ( $\mu=1.30$ ).

**Tabla 4**  
*Aplicación de los conocimientos científicos*

Ítems de aplicación de los conocimientos científicos	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
En tus estudios	2.91	4	0	4	96	2.50	3.00	3.00
Para satisfacer tu curiosidad	2.24	4	0	4	74	1.00	2.00	3.00
En experimentos caseros	2.09	4	0	4	69	1.00	2.00	3.00
Para evitar que tus acciones tengan consecuencias negativas en el medio ambiente	2.09	4	0	4	69	1.00	2.00	3.00
Para practicar deportes o actividades físicas	1.85	4	0	4	61	.50	2.00	3.00
Al armar o reparar algún objeto	1.82	4	0	4	60	1.00	2.00	3.00
Para la cocina y alimentación	1.73	4	0	4	57	1.00	2.00	2.50
Con propósitos de juego y exploración	1.70	4	0	4	56	1.00	2.00	2.00
En tu vida diaria	1.67	3	0	3	55	1.00	2.00	2.00
Para resolver los problemas de tu entorno	1.61	4	0	4	53	.50	1.00	3.00
En tus sueños sobre tu futuro	1.48	4	0	4	49	0.00	2.00	2.00
Para prevenir accidentes en el hogar o la escuela	1.48	4	0	4	49	1.00	1.00	2.00
Al revisar las etiquetas antes de comprar o usar algún producto	1.48	4	0	4	49	0.00	2.00	2.00
Para mejorar tus habilidades de observación	1.30	4	0	4	43	0.00	1.00	2.00



### Valor de la ciencia pretest.

Los estudiantes respondieron qué tan de acuerdo estaban con ciertas características de la ciencia, según las medias, los estudiantes consideraron como características más destacables de la ciencia que *ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $\mu=3.33$ ), que *sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente* ( $\mu=3.21$ ) y que *ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $\mu=3.18$ ). En cambio, las características que consideraron menos representativas de la ciencia fueron que *permite tener un pensamiento más ordenado* ( $\mu=2.58$ ), que *aumenta su creatividad* ( $\mu=2.55$ ) y que *no está bien valorada en la actualidad* ( $\mu=1.88$ ).

**Tabla 5**  
*Valor de la ciencia pretest*

Ítems de valor de la ciencia pretest	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas.	3.33	4	0	4	110	3.00	4.00	4.00
Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente.	3.21	3	1	4	106	3.00	3.00	4.00
Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad	3.18	4	0	4	105	3.00	3.00	4.00
Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente	3.12	2	2	4	103	3.00	3.00	4.00
Permite clasificar el mundo que nos rodea	3.06	2	2	4	101	2.00	3.00	4.00
Permite comprobar teorías o hipótesis	3.00	4	0	4	99	3.00	3.00	4.00
Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea.	2.97	4	0	4	98	3.00	3.00	4.00
Beneficia a la sociedad al resolver problemas	2.85	4	0	4	94	2.00	3.00	3.50
Requiere que se publiquen los descubrimientos científicos	2.82	3	1	4	93	2.00	3.00	4.00
Siempre se comunican los resultados de los experimentos.	2.76	3	1	4	91	2.00	3.00	3.00
Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes.	2.67	4	0	4	88	2.00	3.00	3.00
Permite tener un pensamiento más ordenado	2.58	4	0	4	85	2.00	3.00	3.00
Aumenta tu creatividad	2.55	4	0	4	84	2.00	2.00	3.00
No está bien valorada en la actualidad	1.88	4	0	4	62	1.00	2.00	2.00



### **Gusto por la ciencia pretest.**

En esta sección se les preguntó a los estudiantes si les interesan algunas actividades relacionadas con la ciencia, las cuales solamente podían responder sí o no. Los 33 estudiantes respondieron que les ha gustado *lo que han aprendido de ciencia hasta ahora*; por otro lado, 14 estudiantes respondieron que *la ciencia es fácil de entender* y solamente cuatro estudiantes *han adquirido libros de ciencia por iniciativa propia*.

**Tabla 6**

#### *Interés por la ciencia pretest*

Ítems de gusto por la ciencia pretest	Sí	No	Porcentaje afirmativo
Te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora	33	0	100
La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes	30	3	90.90
¿Quieres aprender más sobre ciencia?	29	4	87.87
Te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos	25	8	75.75
Te gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia	23	10	69.69
Las visitas a los museos de ciencia te parecen entretenidas	22	11	66.66
La ciencia es fácil de entender	14	19	42.42
Has adquirido libros de ciencia por iniciativa propia	4	29	12.12

### **Razones para estudiar ciencias naturales pretest.**

A los estudiantes se les preguntó si creían que en el futuro irían a estudiar algo relacionado con las ciencias naturales (por ejemplo, química, física, biología, geografía, astronomía). Frente a este cuestionamiento, solo siete estudiantes (21.2%) respondieron de manera afirmativa. Seguidamente, se les preguntó por cuáles razones considerarían estudiar algo relacionado con las ciencias naturales en el futuro. Las razones más frecuentes, según las medias, incluyeron: *para cuidar del medio ambiente* ( $\mu=3.00$ ), *para contribuir al desarrollo científico de México* ( $\mu=2.58$ ), *para resolver problemas de la sociedad actual* ( $\mu=2.55$ ) y *porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta* ( $\mu=2.52$ ); mientras que las razones con medias más bajas incluyeron: *por recomendación de un familiar* ( $\mu=1.91$ ), *porque admirás a alguna científica o científico famoso* ( $\mu=1.82$ ) y *por recomendación de algún amigo* ( $\mu=1.70$ ).

**Tabla 7***Razones para estudiar ciencias naturales pretest*

Ítems de razones para estudiar ciencias naturales pretest	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Para cuidar del medio ambiente	3.00	3	1	4	99	2.00	3.00	4.00
Para contribuir al desarrollo científico de México	2.58	4	0	4	85	2.00	3.00	4.00
Para resolver problemas de la sociedad actual	2.55	4	0	4	84	2.00	3.00	3.00
Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta.	2.52	4	0	4	83	2.00	3.00	3.00
Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela.	2.48	4	0	4	82	2.00	2.00	3.00
Porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico.	2.48	4	0	4	82	2.00	3.00	3.00
Para contribuir a la invención de algo nuevo	2.48	4	0	4	82	2.00	3.00	3.00
Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas	2.42	4	0	4	80	2.00	2.00	3.00
Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico	2.24	4	0	4	74	2.00	2.00	3.00
Porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica.	2.18	4	0	4	72	1.00	2.00	3.00
Por recomendación de un familiar	1.91	4	0	4	63	1.00	2.00	2.50
Porque admiras a alguna científica o científico famoso	1.82	4	0	4	60	1.00	2.00	2.50
Por recomendación de algún amigo	1.70	3	0	3	56	1.00	2.00	2.00

### **Laboratorio**

Se evaluó numéricamente el *desempeño* de los estudiantes en cada una de las prácticas de laboratorio, al igual que el *uso de lenguaje científico*. El análisis de las medias mostró que el desempeño más alto fue en la Práctica 5 ( $\mu=80.71$ ), seguido de la Práctica 4 ( $\mu=79.79$ ) y la Práctica 6 ( $\mu=78.78$ ), mientras que el desempeño más bajo se observó en la Práctica 2 ( $\mu=48.48$ ), la Práctica 7 ( $\mu=38.63$ ) y la Práctica 1 ( $\mu=.00$ ) resaltando que en esta primera práctica los estudiantes omitieron registrar sus respuestas, siendo así el resultado de la evaluación cero puntos.

En cuanto al *Uso del lenguaje científico*, las prácticas con las medias más altas fueron Práctica 2 ( $\mu=27.27$ ), Práctica 3 y 5 ( $\mu=25.75$ ), en cambio las prácticas con las medias más bajas fueron Práctica 6 ( $\mu=9.09$ ), Práctica 7 ( $\mu=4.54$ ) y Práctica 1 ( $\mu=.00$ ). En esta última práctica cabe resaltar nuevamente que no se obtuvo evaluación del *Uso del lenguaje científico*, debido a que los estudiantes omitieron responder las preguntas. En la Práctica 4 se omite el análisis de



medias en cuanto al *uso del lenguaje científico*, ya que en esta práctica únicamente se registraron los resultados de mediciones que realizaron los estudiantes y al no tener que escribir una respuesta, no hubo elementos para evaluar esta variable.

**Tabla 8**

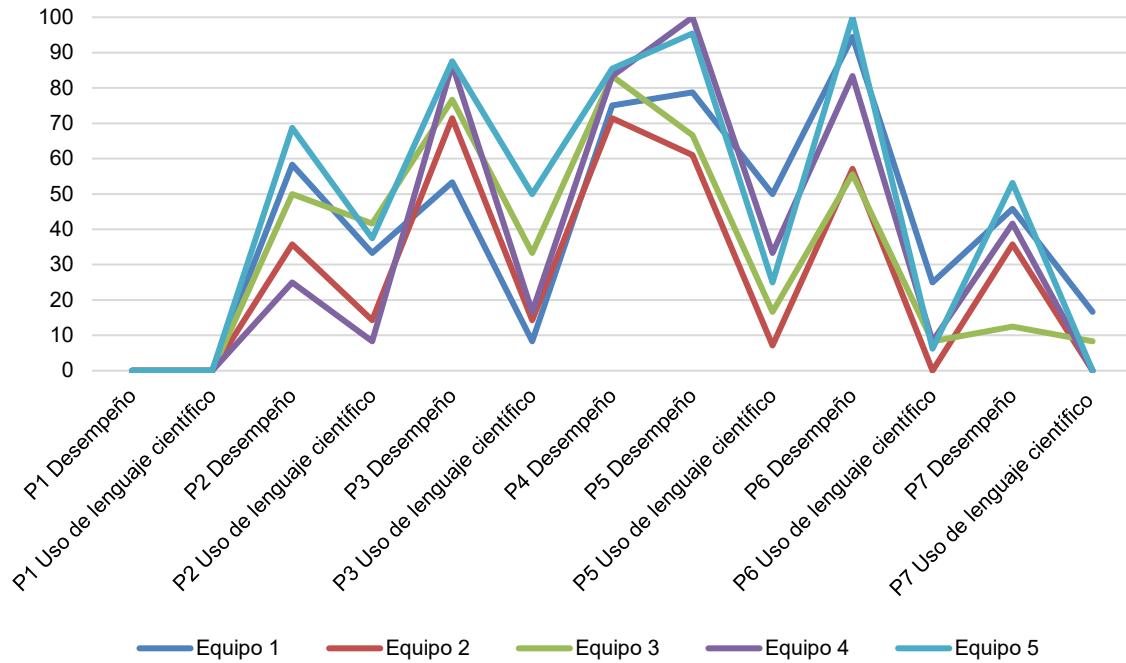
*Estadísticos del desempeño en el laboratorio*

Prácticas (desempeño y uso de lenguaje científico)	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Práctica 1 Desempeño	0	0	0	0	0	0	0	0
Práctica 1 Uso de lenguaje científico	0	0	0	0	0	0	0	0
Práctica 2 Desempeño	48.48	100	0	100	1600	0	50	100
Práctica 2 Uso de lenguaje científico	27.27	100	0	100	900	0	0	50
Práctica 3 Desempeño	75.75	100	0	100	2500	60	80	100
Práctica 3 Uso de lenguaje científico	25.75	100	0	100	850	0	0	50
Práctica 4 Desempeño	79.79	100	0	100	2633	91.66	100	100
Práctica 4 Uso de lenguaje científico	80.71	100	0	100	2663	81.81	90.90	100
Práctica 5 Desempeño	25.75	100	0	100	850	0	0	50
Práctica 5 Uso de lenguaje científico	78.78	100	0	100	2600	66.66	100	100
Práctica 6 Desempeño	9.09	50	0	50	300	0	0	0
Práctica 6 Uso de lenguaje científico	38.63	100	0	100	1275	0	50	75
Práctica 7 Desempeño	4.54	50	0	50	150	0	0	0
Práctica 7 Uso de lenguaje científico								

### **Desempeño de los estudiantes en la evaluación de las prácticas y en el uso del lenguaje científico por práctica y por equipo.**

El Equipo 5 obtuvo el mejor desempeño en la evaluación de las prácticas de laboratorio 2, 3, 4, 6 y 7. El peor desempeño lo obtuvo el Equipo 2. En cuanto al uso del lenguaje científico, el equipo 1 fue el más destacado en este sentido, calificando mejor que los otros en las prácticas 5, 6 y 7. Luego, el Equipo 3 fue el más destacado en la Práctica 2 y en la Práctica 3, el equipo más destacado fue el 5. El Equipo 2 fue el menos destacado en cuanto al uso del lenguaje científico.

Al contrario de lo que se había pensado inicialmente, se encontró que tanto el desempeño de los estudiantes como su uso del lenguaje científico fueron aspectos que no necesariamente aumentaron a lo largo de las prácticas. La Figura 2 sintetiza estas dos mediciones por cada uno de los equipos, a lo largo de las prácticas realizadas.

**Figura 2***Desempeño y uso del lenguaje científico por equipo*

### **Cuestionario final (61-100)**

A continuación se presentan los resultados descriptivos del cuestionario final, aplicado después de culminar la Práctica 7 y para cerrar el presente estudio. De manera similar a como se hizo con el cuestionario diagnóstico, se calculó la fiabilidad y consistencia del instrumento final empleando el alfa de Cronbach, considerando 40 variables escalares, resultando en un valor de 0.905.

#### ***Experiencias con las prácticas de laboratorio.***

Tomando en cuenta las experiencias de los estudiantes con las prácticas de laboratorio de química, según las medias, consideraron que han ayudado a que mejoren *su percepción acerca de la utilidad de la ciencia* ( $\mu=2.76$ ) y *su aprendizaje de los contenidos de la materia de química* ( $\mu=2.73$ ). Por el contrario, consideraron que *sus experiencias con las prácticas de laboratorio influyen poco en la posibilidad de que estudien en el futuro una carrera relacionada con las ciencias naturales* ( $\mu=1.85$ ).

**Tabla 9***Experiencias con las prácticas de laboratorio de química*

Ítems de experiencias con las prácticas de laboratorio de química	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Tu percepción acerca de la utilidad de la ciencia	2.76	3	1	4	91	2.00	3.00	3.00
Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química	2.73	4	0	4	90	2.00	3.00	3.00
Tu interés en general en la ciencia	2.55	4	0	4	84	2.00	3.00	3.00
Tu relación con la química en tu vida cotidiana	2.33	4	0	4	77	2.00	2.00	3.00
La posibilidad de que estudies en el futuro una carrera relacionada con las ciencias naturales	1.85	4	0	4	61	1.00	2.00	2.50

**Valor de la ciencia post test.**

Los estudiantes respondieron qué tan de acuerdo estaban con ciertas características de la ciencia. Según las medias, los estudiantes consideraron como características más destacables de la ciencia que esta *ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $\mu=3.42$ ), que *ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $\mu=3.33$ ) y que *ha permitido comprobar teorías o hipótesis* ( $\mu=3.27$ ). En cambio, las características que consideraron menos representativas de la ciencia fueron que *aumenta su creatividad* ( $\mu=2.48$ ), que *permite tener un pensamiento más ordenado* ( $\mu=2.42$ ) y que *no está bien valorada en la actualidad* ( $\mu=1.91$ ).

**Tabla 10***Valor de la ciencia post test*

Ítems de valor de la ciencia post test	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad	3.42	2	2	4	113	3.00	4.00	4.00
Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas.	3.33	4	0	4	110	3.00	4.00	4.00
Permite comprobar teorías o hipótesis	3.27	2	2	4	108	3.00	3.00	4.00
Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea.	3.15	2	2	4	104	3.00	3.00	4.00
Permite clasificar el mundo que nos rodea	3.09	2	2	4	102	3.00	3.00	4.00
Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente.	2.94	4	0	4	97	2.00	3.00	4.00
Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente	2.79	4	0	4	92	2.00	3.00	3.50
Beneficia a la sociedad al resolver problemas	2.76	4	0	4	91	2.00	3.00	3.00
Siempre se comunican los resultados de los experimentos	2.64	3	1	4	87	2.00	3.00	3.00
Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes.	2.61	4	0	4	86	2.00	3.00	3.00



Ítems de valor de la ciencia post test	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Requiere que se publiquen los descubrimientos científicos	2.58	3	1	4	85	2.00	3.00	3.00
Aumenta tu creatividad	2.48	4	0	4	82	2.00	3.00	3.00
Permite tener un pensamiento más ordenado	2.42	3	1	4	80	2.00	2.00	3.00
No está bien valorada en la actualidad	1.91	4	0	4	63	1.00	2.00	2.00

En comparación con los resultados del pretest, sobresale que en el primer instrumento, el ítem *ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* fue la tercera opción mejor calificada según las medias ( $\mu=3.18$ ), pero en el post test, este ítem pasó a ser el primero ( $\mu=3.42$ ). De manera similar, el ítem *permite comprobar teorías o hipótesis* pasó del puesto seis ( $\mu=3.00$ ) al tercer puesto ( $\mu=3.27$ ). El ítem *que la ciencia no esté bien valorada en la actualidad* fue el peor calificado en ambos instrumentos, solamente lo calificaron un poco más alto en el post test.

### **Gusto por la ciencia post test.**

En esta sección se les preguntó a los estudiantes si les interesan algunas actividades relacionadas con la ciencia, teniendo únicamente la opción de responder sí o no. Esto resultó en que 31 de los 33 estudiantes respondieran que *les ha gustado lo que han aprendido de ciencia hasta ahora*, seguido de 30 que manifestaron *querer aprender más sobre ciencia*. Por otro lado, 14 estudiantes respondieron que *la ciencia es fácil de entender* y solamente dos *han adquirido libros de ciencia por iniciativa propia*.

**Tabla 11**

#### *Gusto por la ciencia post test*

Ítems de gusto por la ciencia post test	Sí	No	Porcentaje afirmativo
Te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora	31	2	93.93
¿Quieres aprender más sobre ciencia?	30	3	90.90
La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes	29	4	87.87
Te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos	29	4	87.87
Te gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia	25	8	75.75
Las visitas a los museos de ciencia te parecen entretenidas	19	14	57.57
La ciencia es fácil de entender	14	19	42.42
Has adquirido libros de ciencia por iniciativa propia	2	31	6.06



En comparación con los resultados del pretest en esta misma sección de *gusto por la ciencia*, dos estudiantes menos manifestaron que les *ha gustado lo que han aprendido de ciencia hasta ahora*, pero uno más manifestó interés en *aprender más sobre ciencia*. En cuanto a su percepción de que *la ciencia es fácil de entender*, los resultados permanecieron igual, al haber 14 estudiantes que respondieron afirmativamente a este ítem en ambos instrumentos.

### **Razones para estudiar ciencias naturales post test.**

Se preguntó a los estudiantes por cuáles razones considerarían estudiar algo relacionado con las ciencias naturales en el futuro. Las razones más frecuentes, según las medias, incluyeron: *para cuidar del medio ambiente* ( $\mu=2.73$ ), *para resolver problemas de la sociedad actual* ( $\mu=2.61$ ), y *para contribuir al desarrollo científico de México* ( $\mu=2.48$ ), mientras que las razones con medias más bajas incluyeron: *por el prestigio o reconocimiento al ser un científico* ( $\mu=1.91$ ), *por recomendación de un familiar* ( $\mu=1.67$ ) y *por recomendación de algún amigo* ( $\mu=1.36$ ).

**Tabla 12**

*Razones para estudiar ciencias naturales post test*

Ítems de razones para estudiar ciencias naturales post test	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Para cuidar del medio ambiente	2.73	4	0	4	90	2.00	3.00	4.00
Para resolver problemas de la sociedad actual	2.61	4	0	4	86	2.00	3.00	3.50
Para contribuir al desarrollo científico de México	2.48	4	0	4	82	2.00	2.00	3.00
Porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico.	2.42	4	0	4	80	2.00	2.00	3.00
Para contribuir a la invención de algo nuevo	2.42	4	0	4	80	2.00	3.00	3.00
Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas	2.39	4	0	4	79	2.00	2.00	3.00
Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela.	2.30	4	0	4	76	2.00	2.00	3.00
Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta.	2.27	4	0	4	75	2.00	2.00	3.00
Porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica.	1.97	4	0	4	65	1.00	2.00	3.00
Porque admiras a alguna científica o científico famoso	1.94	4	0	4	64	1.00	2.00	3.00
Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico	1.91	4	0	4	63	1.00	2.00	2.50
Por recomendación de un familiar	1.67	4	0	4	55	1.00	2.00	2.00
Por recomendación de algún amigo	1.36	4	0	4	45	1.00	1.00	2.00



De acuerdo con los resultados del pretest y post test en esta misma sección de *razones para estudiar ciencias naturales*, el ítem *para cuidar del medio ambiente* fue la primera opción mejor calificada según las medias, tanto en el pretest ( $\mu=3.00$ ) como en el post test ( $\mu=2.73$ ). En el pretest, el ítem *para contribuir al desarrollo científico de México* ocupó el puesto dos y el ítem *para resolver problemas de la sociedad actual* ocupó el puesto tres, en el post test estos ítems intercambiaron lugares, pero se mantuvieron en los puestos tres y dos respectivamente. El ítem calificado de manera más baja fue *por recomendación de algún amigo* y en el post test fue calificado con una media todavía más baja que en el pretest.

### **Promedios de calificaciones**

Se tomaron dos mediciones de los promedios de los estudiantes participantes, una en el primer período escolar (agosto-noviembre) y la otra en el segundo período escolar (noviembre-marzo). La siguiente tabla muestra estos dos promedios por estudiante en dos columnas y una tercera columna muestra la diferencia entre calificaciones, que se calculó restando la calificación del primer período a la del segundo.

**Tabla 13**

*Calificaciones de los estudiantes*

Estudiante	Calificación del primer período	Calificación del segundo período	Diferencia de calificaciones
1	7.18	7.5	0.32
2	6.11	6.57	0.46
3	4.52	3.12	-1.4
4	3.21	2.3	-0.91
5	6.84	7.36	0.52
6	7.09	4.56	-2.53
7	8.08	8.54	0.46
8	5.78	6.44	0.66
9	8.8	6.42	-2.38
10	8.54	7.57	-0.97
11	6.25	5.05	-1.2
12	7.69	7.27	-0.42
13	9.16	8.63	-0.53
14	9.98	9.57	-0.41
15	9.8	9.84	0.04
16	5.5	5.87	0.37
17	6.97	6.13	-0.84
18	8.69	8.28	-0.41
19	5.58	4.7	-0.88
20	8.55	9.1	0.55
21	8.48	5.72	-2.76
22	5.81	4.6	-1.21



Estudiante	Calificación del primer período	Calificación del segundo período	Diferencia de calificaciones
23	7.11	7.38	0.27
24	3.21	7.11	3.9
25	7.91	8.41	0.5
26	6.22	6.18	-0.04
27	7.16	5.86	-1.3
28	5.95	5.34	-0.61
29	6.86	6.86	0
30	7.86	7.04	-0.82
31	7.19	5.86	-1.33
32	9.62	9.67	0.05
33	6.53	4.65	-1.88

Puede notarse que 20 estudiantes empeoraron su promedio (60.60%), mientras que solo 12 estudiantes (36.36%) lo mejoraron y uno solo lo mantuvo igual (3%). Inicialmente se había esperado que fuera más notorio el aumento y en más casos, ya que las diferencias de calificaciones no son muy amplias entre los que aumentaron su promedio. Podría considerarse que los resultados desfavorables se relacionan con que los estudiantes suelen empeorar sus calificaciones en el segundo período y algunos pueden repuntar en el tercero.

### **Dimensiones de análisis**

Para los análisis que se presentan a continuación, se generaron diez dimensiones de análisis, a partir de la suma de variables relacionadas conceptualmente y por ende agrupadas en dichas dimensiones: 1) *Aplicación de los conocimientos científicos*; 2) *Valor de la ciencia pretest*; 3) *Gusto por la ciencia pretest*; 4) *Razones para estudiar ciencias naturales pretest*; 5) *Desempeño en el laboratorio*; 6) *Uso del lenguaje científico*; 7) *Experiencias con las prácticas de laboratorio*; 8) *Valor de la ciencia post test*; 9) *Gusto por la ciencia post test*; y 10) *Razones para estudiar ciencias naturales post test*. Las primeras cuatro corresponden al cuestionario diagnóstico, la quinta son las sumatorias de las calificaciones obtenidas en las prácticas de laboratorio, ignorando el uso del lenguaje científico, dados los resultados tan bajos que se obtuvieron; mientras que las restantes cuatro dimensiones corresponden al cuestionario final. A continuación se presentan las pruebas de aditividad de Tukey de estas nueve dimensiones, para demostrar la pertinencia de tales agrupaciones.

#### ***Aplicación de los conocimientos científicos.***

En cuanto a la dimensión *Aplicación de los conocimientos científicos*, esta reúne las siguientes catorce variables: 1) *En tu vida diaria*; 2) *En tus estudios*; 3) *En tus sueños sobre tu futuro*; 4) *Al armar o reparar algún objeto*; 5) *Con propósitos de juego y exploración*; 6) *Para*



la cocina y alimentación; 7) En experimentos caseros; 8) Para practicar deportes o actividades físicas; 9) Para mejorar tus habilidades de observación; 10) Para satisfacer tu curiosidad; 11) Para prevenir accidentes en el hogar o la escuela; 12) Para evitar que tus acciones tengan consecuencias negativas en el medio ambiente; 13) Al revisar las etiquetas antes de comprar o usar algún producto; y 14) Para resolver los problemas de tu entorno. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey basada en un análisis de varianza (ANOVA).

**Tabla 14**

Aplicación de los conocimientos científicos

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		194.01	32	6.06		
Intra sujetos	Entre elementos	72.90	13	5.60	5.50	.00
	Residuo	4.17 <sup>a</sup>	1	4.17	4.13	.04
	Balanza	419.62	415	1.01		
	Total	423.80	416	1.01		
	Total	496.71	429	1.15		
	Total	690.72	461	1.49		

Media global = 1.82

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = 1.672.

### **Valor de la ciencia pretest.**

En cuanto a la dimensión *Valor de la ciencia pretest*, esta reúne las siguientes quince variables: 1) Permite tener un pensamiento más ordenado; 2) Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea; 3) Aumenta tu creatividad; 4) Beneficia a la sociedad al resolver problemas; 5) Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes; 6) No está bien valorada en la actualidad; 7) Requiere que se publiquen los descubrimientos científicos; 8) Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas; 9) Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente; 10) Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad; 11) Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente; 12) Permite comprobar teorías o hipótesis; 14) Siempre se comunican los resultados de los experimentos; y 15) Permite clasificar el mundo que nos rodea. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 15***Valor de la ciencia pretest*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		120.06	32	3.75		
Intra sujetos	Entre elementos	58.85	13	4.52	6.76	.00
	Residuo	1.92 <sup>a</sup>	1	1.92	2.88	.09
	Balanza	276.43	415	.66		
	Total	278.35	416	.66		
	Total	337.21	429	.78		
Total		457.28	461	.99		

Media global = 2.85

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = -.012.

**Gusto por la ciencia pretest.**

En cuanto a la dimensión *Gusto por la ciencia pretest*, esta reúne las siguientes ocho variables: 1) *La ciencia es fácil de entender*; 2) *Te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora*; 3) *Te gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia*; 4) *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes*; 5) *Las visitas a los museos de ciencia te parecen entretenidas*; 6) *Has adquirido libros de ciencia por iniciativa propia*; 7) *Te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos*; y 8) *¿Quieres aprender más sobre ciencia?*. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 16***Gusto por la ciencia pretest*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		5.52	32	.17		
Intra sujetos	Entre elementos	19.09	7	2.72	18.70	.00
	Residuo	.00 <sup>a</sup>	1	.00	.03	.85
	Balanza	32.65	223	.14		
	Total	32.65	224	.14		
	Total	51.75	231	.22		
Total		57.27	263	.21		

Media global = .68

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = .925.

**Razones para estudiar ciencias naturales pretest.**

En cuanto a la dimensión *Razones para estudiar ciencias naturales pretest*, esta reúne las siguientes trece variables: 1) *Por recomendación de un familiar*; 2) *Por recomendación de*



algún amigo; 3) Porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica; 4) Porque admiras a alguna científica o científico famoso; 5) Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela; 6) Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta; 7) Porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico; 8) Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico; 9) Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas; 10) Para contribuir a la invención de algo nuevo; 11) Para resolver problemas de la sociedad actual; 12) Para cuidar del medio ambiente; y 13) Para contribuir al desarrollo científico de México. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 17**

Razones para estudiar ciencias naturales pretest

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		174.74	32	5.46		
Intra sujetos	Entre elementos	50.81	12	4.23	5.52	.00
	Residuo	1.80 <sup>a</sup>	1	1.80	2.36	.12
	Balanza	292.30	383	.76		
	Total	294.10	384	.76		
	Total	344.92	396	.87		
Total		519.66	428	1.21		

Media global = 2.34

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = .311.

### **Desempeño en el laboratorio.**

En cuanto a la dimensión *Desempeño en el laboratorio*, se otorgó una calificación para cada práctica, esta reúne las siguientes trece variables: 1) Práctica 1 Desempeño; 2) Práctica 1 Uso de lenguaje científico; 3) Práctica 2 Desempeño; 4) Práctica 2 Uso de lenguaje científico; 5) Práctica 3 Desempeño, 6) Práctica 3 Uso de lenguaje científico; 7) Práctica 4 Desempeño; 8) Práctica 5 Desempeño; 9) Práctica 5 Uso de lenguaje científico; 10) Práctica 6 Desempeño; 11) Práctica 6 Uso de lenguaje científico; 12) Práctica 7 Desempeño; y 13) Práctica 7 Uso de lenguaje científico. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 18***Desempeño en el laboratorio*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		97336.14	32	3041.75		
Intra sujetos	Entre elementos	183679.72	6	30613.28	38.75	.00
	Residuo	12685.20 <sup>a</sup>	1	12685.20	17.43	.00
	Balanza	138972.58	191	727.60		
	Total	151657.79	192	789.88		
	Total	335337.52	198	1693.62		
Total		432673.66	230	1881.19		

Media global = 57.4544

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = .264.

***Uso del lenguaje científico.***

Después de cada práctica, se evaluó el uso del lenguaje científico por parte de los estudiantes al revisar su cuaderno y, por lo tanto, esta dimensión solamente promedia las seis mediciones realizadas a este respecto. Para la Práctica 4 no se evaluó el uso de lenguaje científico porque no se plantearon preguntas de análisis para responder; en esta práctica los estudiantes únicamente registraron las mediciones que obtuvieron en el laboratorio.

**Tabla 19***Uso del lenguaje científico*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		45101.01	32	1409.40		
Intra sujetos	Entre elementos	24760.10	5	4952.02	8.28	.00
	Residuo	20303.85 <sup>a</sup>	1	20303.85	42.84	.00
	Balanza	75352.71	159	473.91		
	Total	95656.56	160	597.85		
	Total	120416.66	165	729.79		
Total		165517.67	197	840.19		

Media global = 15.4040

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = .076.

***Experiencias con las prácticas de laboratorio.***

En cuanto a la dimensión *Experiencias con las prácticas de laboratorio*, ésta reúne las siguientes cinco variables: 1) *Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química*; 2) *Tu interés en general en la ciencia*; 3) *La posibilidad de que estudies en el futuro una carrera relacionada con las ciencias naturales*; 4) *Tu percepción acerca de la utilidad de la ciencia*; y



5) Tu relación con la química en tu vida cotidiana. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 20**

*Experiencias con las prácticas de laboratorio*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		62.70	32	1.95		
Intra sujetos	Entre elementos	18.33	4	4.58	8.18	.00
	Residuo	1.16 <sup>a</sup>	1	1.16	2.10	.14
	Balanza	70.49	127	.55		
	Total	71.66	128	.56		
	Total	90.00	132	.68		
Total		152.70	164	.93		

Media global = 2.44

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = 2.000.

### **Valor de la ciencia post test.**

En cuanto a la dimensión Valor de la ciencia post test, esta reúne las siguientes catorce variables: 1) Permite tener un pensamiento más ordenado; 2) Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea; 3) Aumenta tu creatividad; 4) Beneficia a la sociedad al resolver problemas; 5) Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes; 6) No está bien valorada en la actualidad; 7) Requiere que se publiquen los descubrimientos científicos; 8) Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas; 9) Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente; 10) Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad; 11) Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente; 12) Permite comprobar teorías o hipótesis; 13) Siempre se comunican los resultados de los experimentos; y 14) Permite clasificar el mundo que nos rodea. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 21***Valor de la ciencia post test*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		87.70	32	2.74		
Intra sujetos	Entre elementos	75.02	13	5.77	9.40	.00
	Residuo	2.18 <sup>a</sup>	1	2.18	3.58	.05
	Balanza	253.07	415	.61		
	Total	255.26	416	.61		
	Total	330.28	429	.77		
Total		417.99	461	.90		

Media global = 2.81

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = -.102.

**Gusto por la ciencia post test.**

En cuanto a la dimensión *Gusto por la ciencia post test*, esta reúne las siguientes ocho variables: 1) *La ciencia es fácil de entender*; 2) *Te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora*; 3) *Te gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia*, 4) *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes*; 5) *Las visitas a los museos de ciencia te parecen entretenidas*; 6) *Has adquirido libros de ciencia por iniciativa propia*, 7) *Te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos*; y 8) *¿Quieres aprender más sobre ciencia?* A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 22***Gusto por la ciencia post test*

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		5.75	32	.18		
Intra sujetos	Entre elementos	21.93	7	3.13	23.44	.00
	Residuo	.12 <sup>a</sup>	1	.12	.89	.34
	Balanza	29.82	223	.13		
	Total	29.93	224	.13		
	Total	51.87	231	.22		
Total		57.63	263	.21		

Media global = .68

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = .661.

**Razones para estudiar ciencias naturales post test.**

En cuanto a la dimensión *Valor de la ciencia post test*, esta reúne las siguientes catorce variables: 1) *Por recomendación de un familiar*; 2) *Por recomendación de algún amigo*; 3)



Porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica; 4) Porque admiras a alguna científica o científico famoso; 5) Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela; 6) Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta; 7) Porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico; 8) Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico; 9) Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas; 10) Para contribuir a la invención de algo nuevo; 11) Para resolver problemas de la sociedad actual; 12) Para cuidar del medio ambiente; y 13) Para contribuir al desarrollo científico de México. A continuación se presenta la prueba de aditividad de Tukey.

**Tabla 23**

Razones para estudiar ciencias naturales post test

ANOVA con prueba para no aditividad de Tukey						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		202.32	32	6.32		
Intra sujetos	Entre elementos	61.59	12	5.13	7.45	.00
	Residuo	5.05 <sup>a</sup>	1	5.05	7.47	.00
	Balanza	259.34	383	.67		
	Total	264.40	384	.68		
	Total	326.00	396	.82		
Total		528.32	428	1.23		

Media global = 2.19

a. La estimación de Tukey de potencia en la que se deben realizar observaciones para conseguir una aditividad = .086.

### **Calificaciones de las dimensiones de análisis.**

La siguiente tabla presenta los estadísticos de las ocho dimensiones de análisis, ordenadas según su aparición en los dos cuestionarios empleados.

**Tabla 24**

Dimensiones de análisis

Dimensiones de análisis	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Aplicación de los conocimientos científicos	1.81	2.50	.71	3.21	60.00	1.21	1.78	2.25
Valor de la ciencia pretest	2.58	2.50	1.07	3.57	85.36	2.39	2.57	2.92
Gusto por la ciencia pretest	.68	.63	.25	.88	22.50	.62	.75	.75
Razones para estudiar ciencias naturales pretest	2.33	3.00	.62	3.62	77.08	1.80	2.38	2.84
Desempeño en el laboratorio	57.45	79.29	0	79.29	1896	42.81	66.66	73.57
Uso del lenguaje científico	15.40	50	0	50	508.33	0	8.33	29.16
Experiencias con las prácticas de laboratorio	2.44	3.00	.60	3.60	80.60	2.20	2.40	2.80
Valor de la ciencia post test	2.54	1.43	1.79	3.21	83.86	2.17	2.57	2.89



Dimensiones de análisis	Media	Rango	Mín.	Máx.	Suma	Percentiles		
						25	50	75
Gusto por la ciencia post test	.67	.63	.25	.88	22.38	.62	.75	.75
Razones para estudiar ciencias naturales post test	2.19	3.31	.31	3.62	72.31	1.84	2.23	2.65

De acuerdo con las medias, la dimensión mejor calificada fue *desempeño en el laboratorio* ( $\mu=57.45$ ) y la que obtuvo la media más baja fue gusto por la ciencia post test ( $\mu=.67$ ). Lo primero que se calificó fue la *aplicación de los conocimientos científicos*, dimensión que obtuvo la tercera media más baja ( $\mu=1.81$ ), por lo cual se puede determinar que se partió de una apreciación bastante baja en cuanto a la utilidad de la ciencia por parte de los estudiantes. Seguidamente, el *valor de la ciencia pretest* resultó con una media de 2.58, apenas superior al post test ( $\mu=2.54$ ), en casos como este se esperaba que la calificación mejorara, pero esto no ocurrió, aunque en la mayoría de los casos no empeoró de manera significativa. Luego se calificó el *gusto por la ciencia pretest*, la media obtenida en esta dimensión fue la penúltima más baja ( $\mu=.68$ ), en esta dimensión igualmente se esperaba que en el post test hubiera un aumento, sin embargo tuvo una ligera disminución ( $\mu=.67$ ). La siguiente dimensión *razones para estudiar ciencias naturales pretest* obtuvo una media de 2.33 que ocupa el sexto lugar, esta dimensión calificó más alta que su equivalente en el post test ( $\mu=2.19$ ). Enseguida, la dimensión *desempeño en el laboratorio* obtuvo una media de 57.45 y el *uso del lenguaje científico* calificó con una media de 15.40, es importante recalcar que estas mediciones, aunque se realizaron a la par, tienen medias muy diferentes y ocupan el primero y segundo lugar de las mejor calificadas. La siguiente dimensión, *experiencias con las prácticas de laboratorio*, obtuvo una media de 2.44 y ocupa el quinto lugar entre todas las dimensiones. La dimensión que se calificó después fue *valor de la ciencia post test* con una media de 2.54, ocupando el cuarto lugar de las medias más altas. La siguiente dimensión fue *gusto por la ciencia post test*, calificada con una media de .67, la media más baja que todas las dimensiones. La última dimensión, *razones para estudiar ciencias naturales post test*, obtuvo una media de 2.19, ocupando el lugar siete de las diez dimensiones analizadas.

### Análisis correlacional

A continuación, se enumeran las correlaciones obtenidas entre variables, las cuales se seleccionaron a partir de las que tuvieran un coeficiente de Pearson igual o superior a .600 (es decir, aquellas que pueden considerarse como altas). Bajo la sección de *aplicar conocimientos científicos (pretest)*, la opción *Al armar o reparar algún objeto* se correlacionó con *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* ( $r=.618^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Para la cocina y alimentación* se correlacionó con *Para prevenir accidentes en el hogar o la escuela* ( $r=.670^{**}$ ,  $sig=.000$ ), y



con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.651^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *En experimentos caseros* se correlacionó con *Para cuidar del medio ambiente* ( $r=.629^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Para practicar deportes o actividades físicas* se correlacionó con *Para mejorar tus habilidades de observación* ( $r=.601^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Para mejorar tus habilidades de observación* se correlacionó con *Para practicar deportes o actividades físicas* ( $r=.601^{**}$ ,  $sig=.000$ ), y con *Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico* ( $r=.612^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Para prevenir accidentes en el hogar o la escuela* se correlacionó con *Para la cocina y alimentación* ( $r=.670^{**}$ ,  $sig=.000$ ).

En la sección de *valor de la ciencia (pretest)*, la opción *Permite tener un pensamiento más ordenado* se correlacionó con *Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea* ( $r=.639^{**}$ ,  $sig=.000$ ), y con *Beneficia a la sociedad al resolver problemas* ( $r=.706^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea* se correlacionó con *Permite tener un pensamiento más ordenado* ( $r=.639^{**}$ ,  $sig=.000$ ), y con *Beneficia a la sociedad al resolver problemas* ( $r=.647^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Aumenta tu creatividad* se correlacionó con *Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes* ( $r=.721^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Beneficia a la sociedad al resolver problemas* se correlacionó con *Permite tener un pensamiento más ordenado* ( $r=.706^{**}$ ,  $sig=.000$ ), y con *Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea* ( $r=.647^{**}$ ,  $sig=.000$ ).

La opción *Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes* se correlacionó con *Aumenta tu creatividad* ( $r=.721^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* se correlacionó con *Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente* ( $r=.670^{**}$ ,  $sig=.000$ ), con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.733^{**}$ ,  $sig=.000$ ), con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.779^{**}$ ,  $sig=.000$ ), con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.663^{**}$ ,  $sig=.000$ ), y con *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes* ( $r=.658^{**}$ ,  $sig=.000$ ).

La opción *Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente* se correlacionó con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.670^{**}$ ,  $sig=.000$ ). La opción *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* se correlacionó con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.733^{**}$ ,



sig=.000), con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.717^{**}$ , sig=.000), con *Tu interés en general en la ciencia* ( $r=.602^{**}$ , sig=.000), con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.740^{**}$ , sig=.000), y con *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes* ( $r=.625^{**}$ , sig=.000).

La opción *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* se correlacionó con *Al armar o reparar algún objeto* ( $r=.618^{**}$ , sig=.000), con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.615^{**}$ , sig=.000), con *Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta* ( $r=.604^{**}$ , sig=.000), y con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.719^{**}$ , sig=.000). La opción *Permite comprobar teorías o hipótesis* se correlacionó con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.779^{**}$ , sig=.000), con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.717^{**}$ , sig=.000), con *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* ( $r=.615^{**}$ , sig=.000), con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.618^{**}$ , sig=.000), con *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* ( $r=.758^{**}$ , sig=.000), con *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes* ( $r=.640^{**}$ , sig=.000), y con *Práctica 3 Desempeño* ( $r=.624^{**}$ , sig=.000).

En la sección acerca de las razones para estudiar ciencias naturales (pretest), la opción *Por recomendación de un familiar* se correlacionó con *Por recomendación de un familiar* ( $r=.722^{**}$ , sig=.000). La opción *Por recomendación de algún amigo* se correlacionó con *Por recomendación de un familiar* ( $r=.722^{**}$ , sig=.000). La opción *Porque admiras a alguna científica o científico famoso* se correlacionó con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.759^{**}$ , sig=.000). La opción *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela* se correlacionó con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.658^{**}$ , sig=.000), y con *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela* ( $r=.613^{**}$ , sig=.000). La opción *Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta* se correlacionó con *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* ( $r=.604^{**}$ , sig=.000), y con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.601^{**}$ , sig=.000). La opción *Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico* se correlacionó con *Para mejorar tus habilidades de observación* ( $r=.612^{**}$ , sig=.000).

La opción *Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas* se correlacionó con *Para contribuir a la invención de algo nuevo* ( $r=.713^{**}$ , sig=.000). La opción *Para contribuir a la invención de algo nuevo* se correlacionó con *Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas* ( $r=.713^{**}$ , sig=.000), y con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.712^{**}$ ,



sig=.000). La opción *Para resolver problemas de la sociedad actual* se correlacionó con *Para la cocina y alimentación* ( $r=.651^{**}$ , sig=.000), con *Porque admiras a alguna científica o científico famoso* ( $r=.759^{**}$ , sig=.000), con *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela* ( $r=.658^{**}$ , sig=.000), con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.654^{**}$ , sig=.000), con *Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes* ( $r=.611^{**}$ , sig=.000), con *Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas* ( $r=.606^{**}$ , sig=.000), con *Para contribuir a la invención de algo nuevo* ( $r=.617^{**}$ , sig=.000), con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.722^{**}$ , sig=.000), y con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.604^{**}$ , sig=.000).

La opción *Para cuidar del medio ambiente* se correlacionó con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.658^{**}$ , sig=.000). La opción *Para contribuir al desarrollo científico de México* se correlacionó con *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* ( $r=.719^{**}$ , sig=.000), con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.618^{**}$ , sig=.000), con *Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta* ( $r=.601^{**}$ , sig=.000), con *Para contribuir a la invención de algo nuevo* ( $r=.712^{**}$ , sig=.000), con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.654^{**}$ , sig=.000), con *Para cuidar del medio ambiente* ( $r=.658^{**}$ , sig=.000), y con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.659^{**}$ , sig=.000).

En la sección de *gusto por la ciencia (post test)*, la opción *Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química* se correlacionó con *Tu interés en general en la ciencia* ( $r=.638^{**}$ , sig=.000), con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.608^{**}$ , sig=.000), y con *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* ( $r=.624^{**}$ , sig=.000). La opción es *Tu interés en general en la ciencia* se correlacionó con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.602^{**}$ , sig=.000), y con *Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química* ( $r=.638^{**}$ , sig=.000).

En la sección acerca de las *características de la ciencia (post test)*, la opción *Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes* se correlacionó con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.611^{**}$ , sig=.000). La opción *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* se correlacionó con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.663^{**}$ , sig=.000), con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.740^{**}$ , sig=.000), con *Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente* ( $r=.698^{**}$ , sig=.000), y con *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes* ( $r=.722^{**}$ , sig=.000).



La opción *Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente se correlacionó con Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.698^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* se correlacionó con *Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química* ( $r=.608^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.668^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con *Práctica 6 Desempeño* ( $r=.602^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción *Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente* se correlacionó con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.758^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con *Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química* ( $r=.624^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción *Permite comprobar teorías o hipótesis* se correlacionó con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.668^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).

En la sección de *interés por la ciencia (post test)*, la opción *La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes* se correlacionó con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.658^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con *Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad* ( $r=.625^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con *Permite comprobar teorías o hipótesis* ( $r=.640^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con *Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas* ( $r=.722^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).

En la sección acerca de las *razones para estudiar ciencias naturales (post test)*, la opción *Porque admiras a alguna científica o científico famoso* se correlacionó con *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela* ( $r=.695^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con *Para contribuir al desarrollo científico de México* ( $r=.644^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela (pretest)* se correlacionó con *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela (post test)* ( $r=.613^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con *Porque admiras a alguna científica o científico famoso* ( $r=.695^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con *Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta* ( $r=.696^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con *Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas* ( $r=.623^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción *Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta* se correlacionó con *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela* ( $r=.696^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).

La opción *Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas* se correlacionó con *Para resolver problemas de la sociedad actual* ( $r=.606^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con *Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela* ( $r=.623^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con



Para contribuir a la invención de algo nuevo ( $r=.855^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.663^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con Para contribuir al desarrollo científico de México ( $r=.658^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Para contribuir a la invención de algo nuevo se correlacionó con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.617^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas ( $r=.855^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.699^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para cuidar del medio ambiente ( $r=.613^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con Para contribuir al desarrollo científico de México ( $r=.670^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).

La opción Para resolver problemas de la sociedad actual se correlacionó con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.722^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para contribuir al desarrollo científico de México ( $r=.659^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas ( $r=.663^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para contribuir a la invención de algo nuevo ( $r=.699^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para cuidar del medio ambiente ( $r=.638^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con Para contribuir al desarrollo científico de México ( $r=.683^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Para cuidar del medio ambiente se correlacionó con En experimentos caseros ( $r=.629^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para contribuir a la invención de algo nuevo ( $r=.613^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.638^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con Para contribuir al desarrollo científico de México ( $r=.670^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).

La opción Para contribuir al desarrollo científico de México se correlacionó con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.604^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Porque admiras a alguna científica o científico famoso ( $r=.644^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas ( $r=.658^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para contribuir a la invención de algo nuevo ( $r=.670^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), con Para resolver problemas de la sociedad actual ( $r=.683^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con Para cuidar del medio ambiente ( $r=.670^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).

En la sección del desempeño de prácticas y del uso del lenguaje científico, la opción Práctica 2 Desempeño se correlacionó con Práctica 2 Uso de lenguaje científico ( $r=.629^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Práctica 2 Uso de lenguaje científico se correlacionó con Práctica 2 Desempeño ( $r=.629^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Práctica 3 Desempeño se correlacionó con Permite comprobar teorías o hipótesis ( $r=.624^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Práctica 5 Desempeño se correlacionó con Práctica 6 Desempeño ( $r=.603^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Práctica 6 Desempeño se correlacionó con Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad ( $r=.602^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ), y con Práctica 5 Desempeño ( $r=.603^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Práctica 6 Uso de lenguaje científico se correlacionó con Práctica 7 Uso de lenguaje científico ( $r=.671^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ). La opción Práctica 7 Uso de lenguaje científico se correlacionó con Práctica 6 Uso de lenguaje científico ( $r=.671^{**}$ ,  $\text{sig}=.000$ ).



En cuanto a las correlaciones observadas entre las dimensiones de análisis, la siguiente tabla las resume, al ser considerablemente menos variables.

**Tabla 25**

*Correlaciones entre dimensiones de análisis*

Variable/Dimensiones	Estadísticos	¿Quieres aprender más sobre ciencia?	Gusto por la ciencia pretest	Razones para estudiar ciencias naturales pretest	Experiencias con las prácticas de laboratorio	Gusto por la ciencia post test	Razones para estudiar ciencias naturales post test
¿Quieres aprender más sobre ciencia? (post test)	r	1	.580**	.281	.364*	.649**	.336
	Sig.		.000	.114	0.037	.000	.056
Gusto por la ciencia pretest	r	.580**	1	.592**	.568**	.657**	.627**
	Sig.	.000		.000	0.001	.000	.000
Razones para estudiar ciencias naturales pretest	r	.281	.592**	1	.484**	.405*	.651**
	Sig.	.114	.000		.004	.019	.000
Experiencias con las prácticas de laboratorio	r	.364*	.568**	.484**	1	.658**	.530**
	Sig.	.037	.001	.004		.000	0.001
Gusto por la ciencia post test	r	.649**	.657**	.405*	.658**	1	.489**
	Sig.	.000	.000	.019	.000		.004
Razones para estudiar ciencias naturales post test	r	.336	.627**	.651**	.530**	.489**	1
	Sig.	.056	.000	.000	.001	.004	

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Se observó una correlación entre una de las preguntas clave del cuestionario final y una de las dimensiones: *¿Quieres aprender más sobre ciencia? (post test)*, que mostró asociarse con *Gusto por la ciencia post test* ( $r = .649^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ). La dimensión *Gusto por la ciencia pretest* se correlacionó con *Gusto por la ciencia post test* ( $r = .657^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ), y con *Razones para estudiar ciencias naturales post test* ( $r = .627^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ). La dimensión *Razones para estudiar ciencias naturales pretest* se correlacionó con *Razones para estudiar ciencias naturales post test* ( $r = .657^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ). La dimensión *Experiencias con las prácticas de laboratorio* se correlacionó con *Gusto por la ciencia post test* ( $r = .658^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ).

La dimensión *Gusto por la ciencia post test* se correlacionó con la pregunta *¿Quieres aprender más sobre ciencia? (r = .649^{\*\*}, sig = 0)*, con las dimensiones *Gusto por la ciencia pretest* ( $r = .657^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ) y con *Experiencias con las prácticas de laboratorio* ( $r = .658^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ). La dimensión *Razones para estudiar ciencias naturales post test* se correlacionó con *Gusto por la ciencia pretest* ( $r = .627^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ) y con *Razones para estudiar ciencias naturales pretest* ( $r = .651^{**}$ ,  $\text{sig} = 0$ ).



## Análisis inferencial

A pesar de haber trabajado con una muestra no probabilística, se ofrecen las pruebas de hipótesis planteadas al inicio del trabajo, en el entendido de que no son generalizables a la población, sino que solo explican los comportamientos de la muestra. Primeramente, se realizaron las pruebas de normalidad involucradas en las hipótesis planteadas, a saber: 1) *Promedio Primer Periodo*; 2) *Promedio Segundo Periodo*; 3) *Edad*; 4) *Sexo*; 5) *Ciencias naturales*; 6) *¿Quieres aprender más sobre ciencia? (pretest)*; 7) *¿Quieres aprender más sobre ciencia? (post test)*; 8) *Aplicación de los conocimientos científicos (ACC modificada)*; 9) *Valor de la ciencia (diferencia)*; 10) *Gusto por la ciencia (diferencia)*; 11) *Razones para estudiar ciencias naturales (diferencia)*; y 12) *Experiencias con las prácticas de laboratorio*.

Las variables marcadas con la palabra ‘diferencia’ fueron variables calculadas a partir de la resta entre los valores obtenidos en el post test y el pretest. La Tabla 24 muestra las pruebas de normalidad, que debido al tamaño de la muestra ( $n=33$ ), se tomaron como válidos los coeficientes de prueba de Shapiro-Wilk.

**Tabla 26**

*Pruebas de normalidad*

Variables	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Promedio Primer Período	.08	33	.20*	.96	33	.39
Promedio Segundo Período	.06	33	.20*	.98	33	.78
Edad	.41	33	.00	.66	33	.00
Sexo	.45	33	.00	.55	33	.00
Ciencias naturales	.49	33	.00	.47	33	.00
¿Quieres aprender más sobre ciencia? (pretest)	.52	33	.00	.38	33	.00
¿Quieres aprender más sobre ciencia? (post test)	.53	33	.00	.32	33	.00
Vdif	.08	33	.20*	.99	33	.99
Gdif	.24	33	.00	.88	33	.00
Rdif	.07	33	.20*	.98	33	.88
Experiencias con las prácticas de laboratorio	.20	33	.00	.92	33	.03

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

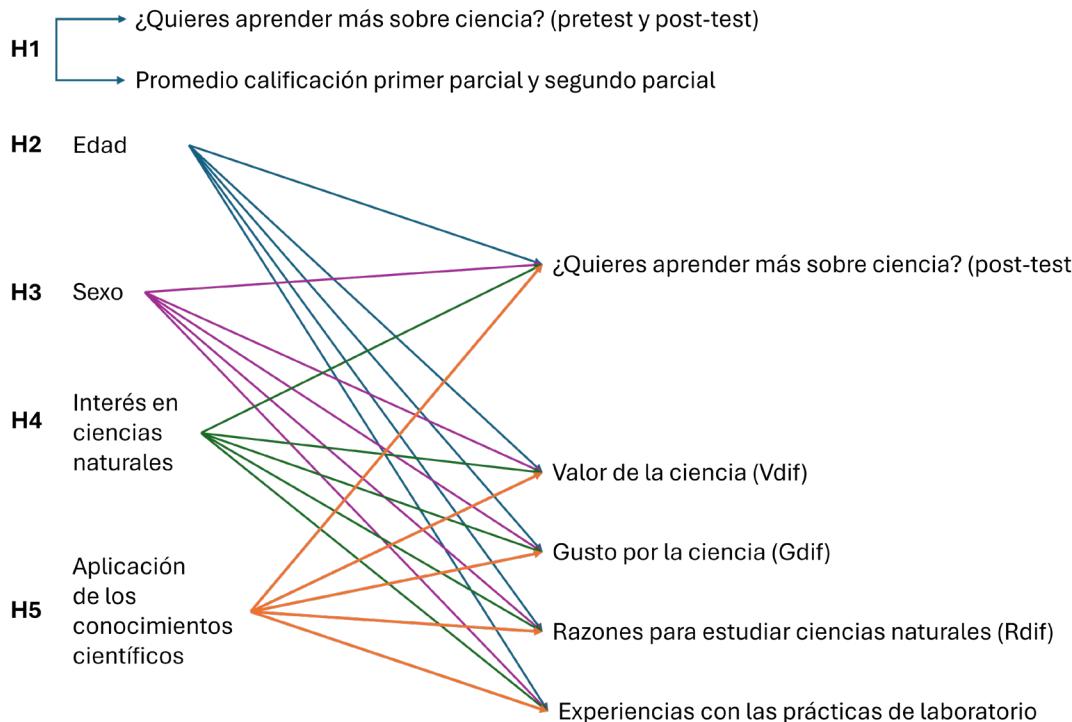
Tomando en cuenta los coeficientes de significancia de la prueba de Shapiro-Wilk, se rechazó la hipótesis nula de distribución normal, al ser  $p < 0.05$  en todos los casos, excepto para cuatro variables: promedio primer período, promedio segundo período, *Valor de la*



ciencia (diferencia, Vdif) y Razones para estudiar ciencias naturales (diferencia, Rdif), por lo que se decidió acudir a pruebas no paramétricas para todas las comprobaciones de hipótesis que se presentan a continuación. La siguiente figura muestra gráficamente la articulación entre hipótesis y variables.

**Figura 3**

Articulación de hipótesis y variables



### **Hipótesis 1**

Esta hipótesis postuló que los estudiantes que realizaron prácticas experimentales por quincena incrementaron su promedio trimestral entre el primer y el segundo período y de manera similar incrementaron su interés en saber más sobre ciencia. Considerando que las variables de los promedios y de interés por aprender más sobre ciencia consistieron en dos mediciones del mismo tipo, se empleó una prueba de t de Student para muestras relacionadas.

**Tabla 27***Prueba de hipótesis H1*

Pares	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)			
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia							
				Inferior	Superior						
Par 1											
¿Quieres aprender más sobre ciencia? (pretest – post test)	-.03	.30	.05	-.13	.07	-.57	32	.57			
Par 2											
Promedio (primer período - segundo período)	.44	1.21	.21	.01	.87	2.11	32	.04			

La prueba de hipótesis muestra que para el caso de los promedios es donde se registró una diferencia significativa, dado que el coeficiente obtenido fue inferior a .05 y en el caso del interés en aprender más sobre ciencia, no hubo diferencia significativa a la hora de responder. Por lo cual resta observar la siguiente comparación de medias para concluir que el promedio del segundo período fue significativamente inferior.

**Tabla 28***Comparación de estadísticos entre pares de la H1*

Pares	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	.88	33	.33	.05
¿Quieres aprender más sobre ciencia? (pretest – post test)	.91	33	.29	.05
Par 2	7.09	33	1.67	.29
Promedio (primer período - segundo período)	6.65	33	1.81	.31

Adicionalmente, en cuanto al promedio, puede notarse que solo 12 estudiantes (36.36%) mejoraron su promedio y uno solo lo mantuvo igual (3%). Inicialmente se había esperado que fuera más notorio el aumento y en más casos, ya que las diferencias de calificaciones no resultaron ser muy amplias entre los que aumentaron su promedio. Por lo tanto, la primera hipótesis se rechazó.

En cuanto al primer par (aprender más sobre ciencia), puede observarse en la Tabla 26 que aunque la media se incrementó entre el pretest y post test, la diferencia no fue estadísticamente significativa, como lo indica la Tabla 25. Respecto al segundo par (promedios), aunque la diferencia fue estadísticamente significativa, fue a la baja, es decir, las calificaciones bajaron en las medias del segundo período respecto al primero. El resultado no fue el esperado, dado que se estimaba que el promedio se incrementara. Sin embargo, esto puede no resultar tan fuera de lo común, dado que los estudiantes de secundaria suelen calificar



de manera inferior en el segundo período cuando esta calificación se compara con la del primero o tercero.

### Hipótesis 2

Esta hipótesis postuló que los estudiantes de mayor edad tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgaron un mayor valor y mostraron un mayor gusto por la ciencia; además, al final del estudio manifestaron querer aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales.

En esta hipótesis, la variable empleada para separar la muestra en grupos fue la edad, separándola en tres grupos: 13, 14 y 15 años, por lo cual se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis, una prueba no paramétrica, dado que la mayoría de las variables observaron una distribución no normal.

**Figura 4**

Prueba de hipótesis H<sub>2</sub>

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Experiencias con las prácticas de laboratorio es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.741	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de Vdif es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.447	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de Gdif es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.245	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de ¿Quieres aprender más sobre ciencia? es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.499	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de Rdif es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	.732	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

En todos los casos se rechazó la segunda hipótesis.

### Hipótesis 3

Esta hipótesis postuló que los estudiantes hombres tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgaron un mayor valor y mostraron un mayor gusto por la



ciencia; además, al final del estudio manifestaron querer aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales.

**Figura 5**

Prueba de hipótesis H3

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1 Las medianas de Experiencias con la mediana las prácticas de laboratorio son las para mismas entre las categorías de muestras Sexo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.025	Rechace la hipótesis nula.
2 Las medianas de Vdif son las mismas entre las categorías de Sexo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.915	Conserve la hipótesis nula.
3 Las medianas de Gdif son las mismas entre las categorías de Sexo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.772	Conserve la hipótesis nula.
4 Las medianas de ¿Quieres aprender más sobre ciencia? son para las mismas entre las categorías de muestras Sexo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.	No se puede calcular.
5 Las medianas de Rdif son las mismas entre las categorías de Sexo.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.059	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Esta hipótesis solo se aceptó en el caso de las experiencias con las prácticas de laboratorio y se rechazó en los demás casos. En el caso de querer aprender más sobre ciencia, la comprobación no se pudo calcular por el carácter dicotómico de la variable. Como recomendación para estudios posteriores, se sugiere reutilizar esta y otras variables dicotómicas, pero cambiándolas a variables intervalares. Para el caso en que se aceptó la hipótesis, deben consultarse las medianas de la variable experiencias con las prácticas de laboratorio por sexo, para determinar para quiénes resultó más favorable.

**Tabla 29**

Comparación de medianas de las experiencias con las prácticas de laboratorio por sexo

Sexo	Estadísticos	
Femenino	N	9
	Mediana	2.20
Masculino	N	24
	Mediana	2.60



Dada la comparación de medias de la Tabla 27, tenemos que los estudiantes hombres fueron quienes calificaron con una mediana superior a estas experiencias con las prácticas de laboratorio, en comparación con las mujeres.

#### Hipótesis 4

Esta hipótesis postuló que los estudiantes interesados en las ciencias naturales desde un inicio tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgaron un mayor valor y gusto por la ciencia; además, al final del estudio manifestaron querer aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales.

**Figura 6**

Comprobación de hipótesis H4

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Prueba de Las medianas de Experiencias con la mediana las prácticas de laboratorio son las para mismas entre las categorías de Ciencias naturales.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.712	Conserve la hipótesis nula.
2	Las medianas de Vdif son las mismas entre las categorías de Ciencias naturales.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.594	Conserve la hipótesis nula.
3	Las medianas de Gdif son las mismas entre las categorías de Ciencias naturales.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.962	Conserve la hipótesis nula.
4	Las medianas de ¿Quieres aprender más sobre ciencia? son las mismas entre las categorías de Ciencias naturales.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.	No se puede calcular.
5	Las medianas de Rdif son las mismas entre las categorías de Ciencias naturales.	Prueba de la mediana para muestras independientes	.837	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Esta cuarta hipótesis se rechazó en todos los casos.

#### Hipótesis 5

Esta hipótesis postuló que los estudiantes que calificaron de manera más alta a la aplicación de los conocimientos científicos tuvieron experiencias más positivas con las prácticas de laboratorio, otorgaron un mayor valor y mostraron un mayor gusto por la ciencia,



además, al final del estudio manifestaron querer aprender más sobre ciencia y calificaron de manera más positiva a las razones para estudiar ciencias naturales.

**Figura 7**

*Prueba de hipótesis H5*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de ¿Quieres aprender más sobre ciencia? es la misma entre las categorías de ACCmuestras agrupada.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independiente s	.745	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de Experiencias co las prácticas de laboratorio es la misma entre las categorías de ACCmuestras agrupada.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independiente s	.308	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de Vdif es la misma entre las categorías de ACC agrupada.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independiente s	.801	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de Gdif es la misma entre las categorías de ACC agrupada.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independiente s	.254	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de Rdif es la misma entre las categorías de ACC agrupada.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independiente s	.700	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es .05.

Esta cuarta hipótesis se rechazó en todos los casos.



## Capítulo V. Conclusión

Este capítulo ofrece una síntesis de los hallazgos de la presente investigación, integrando los resultados derivados del análisis descriptivo, correlacional e inferencial. Se reflexiona sobre el alcance de la intervención didáctica basada en prácticas de laboratorio elementales y su efecto en el fortalecimiento del pensamiento científico y el rendimiento académico de los estudiantes de secundaria. Asimismo, se valoran las implicaciones pedagógicas de los resultados, sus limitaciones metodológicas y las posibles fuentes de sesgo, especialmente en lo relativo al contexto y al diseño del estudio. Finalmente, se proponen posibles líneas para futuras investigaciones orientadas a continuar explorando el papel de la experimentación como herramienta de enseñanza en contextos educativos con recursos limitados, reafirmando la relevancia de metodologías activas para el desarrollo integral del alumnado y como elemento de promoción de la ciencia en la educación secundaria.

La presente investigación permitió evidenciar, según el análisis realizado en la revisión de la literatura (ver Capítulo II: Marco teórico), que la aplicación sistemática y contextualizada de prácticas de laboratorio de química constituye una estrategia pedagógica eficaz para el fortalecimiento del pensamiento científico en los estudiantes. Así pues, centrando la atención en tal revisión, se observó que la implementación de actividades experimentales fomenta habilidades como la observación, la formulación de hipótesis, el análisis crítico de resultados y la argumentación con base en evidencias. Además de que los diferentes autores afirman que los estudiantes mostraron un mayor interés por la ciencia, así como una comprensión más profunda y significativa de los contenidos abordados. Basado en estos resultados, se destaca la importancia de integrar metodologías activas y vivenciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, reafirmando el valor del laboratorio no solo como espacio físico, sino como recurso didáctico fundamental para el desarrollo de competencias científicas y para promover el interés y el gusto por la ciencia en contextos escolares.

Conviene destacar que en la intervención realizada en la presente investigación, aunque coincidió con características que se mencionan en el marco teórico, tales como: 1) vincular la química con la vida cotidiana es útil para los estudiantes; 2) las experiencias en el laboratorio son indispensables para el desarrollo de habilidades, incluso si son sólo demostraciones; 3) el aprendizaje abstracto se concretiza con las prácticas de laboratorio; 4) un enfoque constructivista mejora el rendimiento de los estudiantes, comparado con el enfoque tradicional que no utilice el laboratorio y se maneje únicamente en el plano teórico; y 5) el uso del laboratorio despierta el interés de los estudiantes por la ciencia. Sin embargo, solo se reflejaron algunos de estos beneficios, lo cual abre la necesidad de profundizar en el tipo de intervención



a diseñar y ajustar los instrumentos para indagar con mayor profundidad en los aspectos mencionados.

### **Conclusiones sobre el análisis descriptivo**

En el cuestionario diagnóstico, es decir, el pretest aplicado antes de realizar la intervención consistente de las siete prácticas de laboratorio, según el análisis descriptivo, la mayoría de los estudiantes mostraron una mayor afinidad hacia disciplinas que combinan el estudio del entorno natural, la creatividad y las dinámicas sociales, lo cual resultó inesperado, al haber supuesto inicialmente que mostrarían predilección casi exclusiva hacia las ciencias sociales, humanidades y las artes. Es posible considerar que debido a la etapa del desarrollo en la que se encontraban los estudiantes, sus respuestas pudieron haber estado inclinadas a complacer a su maestra de ciencias naturales en este caso. Probablemente las respuestas hubieran sido diferentes de tratarse de un grupo de estudiantes al que no le impartiera la materia la misma investigadora. En contraste, las disciplinas que los estudiantes calificaron como las menos preferidas podrían deberse a percepciones de dificultad, menor familiaridad o una menor conexión emocional con estas áreas. Esto podría subrayar la necesidad de promover todas las disciplinas científicas desde una edad temprana y que tal promoción sea realizada en distintos medios, para que llegue a los jóvenes y permita idealmente desarrollar vocaciones científicas hacia las áreas de su interés o al menos que puedan tener una mayor claridad acerca del quehacer de las distintas disciplinas. En general, el análisis mostró que, para el grupo estudiado, existe una inclinación mayoritaria hacia disciplinas con componentes científicos naturales, artísticos y sociales, mientras que se observó un menor agrado hacia áreas más técnicas o abstractas.

La mayoría de los estudiantes consideró que principalmente aplican sus conocimientos científicos en sus estudios, con base en este resultado se pudiera pensar que no aprecian o no pueden identificar el vínculo que existe entre los conocimientos adquiridos en clase y la vida cotidiana, dado que las opciones con medias más bajas fueron las que estaban relacionadas con actividades domésticas, la adquisición de productos y para desarrollar habilidades de observación, las cuales están directamente relacionadas con su contexto y vida diaria.

Los estudiantes mostraron que las características que mayormente aprecian de la ciencia eran las relacionadas con los logros que esta ha tenido a lo largo de la historia; por lo tanto, no le encuentran aplicación a sus conocimientos científicos en la vida cotidiana, pero sí reconocen los beneficios que la ciencia ha aportado a la humanidad. Por otra parte, se observó que los estudiantes no logran percibir características representativas del pensamiento científico.



Respecto a aquello que la ciencia ha permitido, según marcaron las tendencias en las respuestas al cuestionario diagnóstico, las opciones con las medias más altas fueron: 1) el avance y desarrollo de la humanidad; 2) ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas; y 3) permite comprobar teorías o hipótesis. Cabe señalar que las medias de estas tres opciones aumentaron en el cuestionario final, aplicado al culminar con la séptima práctica de laboratorio. Las opciones con medias más bajas concordaron entre ambos diagnósticos, ocupando también los mismos lugares. Estas opciones estuvieron relacionadas con que la ciencia: 1) aumenta su creatividad; 2) permite tener un pensamiento más ordenado; y 3) no está bien valorada en la actualidad. Conviene subrayar que los valores disminuyeron levemente en comparación con los últimos tres lugares del cuestionario diagnóstico. Se recomienda que para poblaciones con características similares a las del presente estudio que todas las preguntas se formulen de manera positiva, debido a lo observado en las respuestas obtenidas en la opción *no está bien valorada en la actualidad*, pues tanto en el cuestionario diagnóstico, como en el cuestionario final, los estudiantes la calificaron muy bajo, por lo tanto esto podría indicar que consideraban que sí está bien valorada actualmente, aunque cabría la posibilidad de que algunos se confundieran por la redacción de dicha opción.

Al comparar las medias obtenidas en el pretest y el post test, se observó un ligero cambio positivo en la percepción de algunos aspectos clave de la ciencia. Las mayores mejoras en la media se observaron en: 1) ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad (de 3.18 a 3.42); 2) permite comprobar teorías o hipótesis (de 3.00 a 3.27); y 3) brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea (de 2.97 a 3.15). Estos aumentos sugieren que la intervención ayudó a reforzar la comprensión de la naturaleza comprobable, explicativa y progresista de la ciencia. En contraste, algunas variables mostraron una leve disminución, como: 1) sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente (de 3.21 a 2.94); 2) nos enseña cómo cuidar el medio ambiente (de 3.12 a 2.79); y 3) beneficia a la sociedad al resolver problemas (de 2.85 a 2.76), lo cual puede indicar que estos aspectos no fueron tan enfatizados durante la intervención, o que se generó una reflexión más crítica entre los participantes. En resumen, el análisis comparativo de los ítems comunes en el pre y el post test, mostró una tendencia positiva en la valoración de la ciencia tras la intervención, especialmente en lo que respecta a su capacidad explicativa, comprobable y su papel en el progreso humano, lo que sugiere que se influenció de manera favorable en la percepción de la ciencia.

Respecto al gusto por la ciencia, se vio reflejada una alta valoración de la ciencia desde el inicio, ya que en el pretest todos los estudiantes declararon que les ha gustado lo que han



aprendido de ciencia hasta ahora, también hubo alta valoración sobre el interés por la naturaleza y sus fenómenos y el deseo de aprender más sobre ciencia, lo cual indica una actitud positiva inicial.

En el post test se notó una ligera disminución en algunos ítems, por ejemplo, las respuestas afirmativas a la pregunta: te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora bajaron de 100% a 93.93%, las visitas a museos de ciencia bajaron de 66.66% a 57.57% y la adquisición de libros de ciencia por iniciativa propia bajó de 12.12% a 6.06%. Esto puede sugerir que algunas actividades o experiencias durante la intervención no reforzaron el entusiasmo, o bien no cumplieron con las expectativas de los estudiantes.

Se observó un aumento importante en el ítem, te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos (de 75.75% a 87.87%), también creció el gusto por consumir contenidos científicos (de 69.69% a 75.75%). Esto reflejó una mejor disposición hacia la ciencia o una mayor curiosidad y posiblemente la comprensión de conceptos abstractos fue estimulada por ciertas actividades de la intervención.

La percepción de dificultad de la ciencia no cambió, dado que el ítem, la ciencia es fácil de entender, se mantuvo constante tanto en el pretest como en el post test. A pesar de los esfuerzos pedagógicos, los estudiantes siguieron percibiendo la ciencia como un tema complejo, lo cual pudo influir, a lo largo de la intervención y entre los dos instrumentos, en su motivación futura para elegir carreras relacionadas con las ciencias naturales.

Los porcentajes de estudiantes que afirmaron haber adquirido libros de ciencia por cuenta propia fueron bajos en ambos momentos, disminuyendo incluso en el post test. Esto refleja una baja autonomía o interés en la exploración científica por iniciativa propia, lo que podría abordarse mediante estrategias que incentiven el acceso y el gusto por materiales científicos de forma lúdica o contextualizada.

En general, los estudiantes presentaron una actitud positiva hacia la ciencia, especialmente en lo relacionado con el aprendizaje en clase y el interés en fenómenos naturales. Sin embargo, persisten barreras en la percepción de la dificultad de la ciencia y en la motivación para explorarla de forma autónoma. Además, algunos aspectos como las visitas a museos y la adquisición de libros mostraron un descenso, lo cual sugiere que no todas las experiencias asociadas al aprendizaje científico lograron fortalecer el entusiasmo.

Respecto a las razones para estudiar ciencias naturales, se observó que la principal motivación en ambas mediciones (pretest y post test) correspondió al compromiso ambiental, dado que la razón mejor valorada fue para cuidar del medio ambiente, con una media de 3.00



en el pretest y 2.73 en el post test, esto refleja que los estudiantes tienen cierta conciencia ecológica y consideran que la ciencia puede ser una herramienta para proteger el entorno natural. Las razones para resolver problemas de la sociedad actual y para contribuir al desarrollo científico de México se ubicaron consistentemente en los primeros lugares, aunque con ligeros ajustes en orden; estos datos indican que los estudiantes también percibieron la ciencia como un medio para generar impacto social y desarrollo nacional, más allá de intereses personales.

Respecto a otros ítems relacionados con las razones por las cuales estudiar ciencias naturales, se observaron los siguientes casos en los que disminuyeron las puntuaciones entre los dos instrumentos: porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela (de 2.48 a 2.30) y porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta (de 2.52 a 2.27). Esto podría sugerir que, tras la intervención educativa o el paso del tiempo, disminuyó la motivación intrínseca basada en experiencias previas con la ciencia. El atractivo económico y tecnológico se mantuvo moderado, las razones relacionadas con beneficios materiales y técnicos, como obtener un buen ingreso económico, contribuir a inventos, o fabricar aparatos o máquinas, se mantuvieron en un rango medio (alrededor de 2.4 de media), esto sugirió que si bien estos factores son considerados, no son los más decisivos para la mayoría de los estudiantes. Por su parte, razones como, porque te inspire alguno de tus maestros, por recomendación de un familiar o amigo, o porque admiras a un científico famoso obtuvieron las medias más bajas en ambas mediciones. Entonces, la influencia social directa no parece ser un factor determinante en la decisión de estudiar ciencias naturales para los jóvenes que participaron en la investigación, lo cual podría señalar cierto nivel de autonomía en la toma de decisiones vocacionales.

La mayoría de los ítems disminuyeron ligeramente en su media del pretest al post test, lo cual podría interpretarse como que los estudiantes pudieron responder desde un mayor realismo o realizaron un ajuste de expectativas tras una experiencia educativa concreta, o bien, hubo cierta pérdida de motivación o interés en estudiar ciencias naturales como opción futura. En resumen, el interés por seguir una carrera científica necesita ser reforzado con experiencias educativas más significativas, personalizadas e inspiradoras.

### **Conclusiones sobre el análisis correlacional**

Los datos reflejaron que los estudiantes tienen una visión sistémica y positiva del valor de la ciencia; además, permiten señalar que estos pueden identificar cómo el pensamiento ordenado, el conocimiento del mundo, la creatividad, el desarrollo cultural, la salud pública, la



tecnología, el cuidado ambiental y el progreso social están interrelacionados dentro del quehacer científico. Esta percepción integral es favorable para fomentar vocaciones científicas y fortalecer el sentido de la ciencia como herramienta de transformación individual y colectiva.

Las motivaciones para estudiar ciencias naturales estuvieron fuertemente interrelacionadas, lo que sugiere que los estudiantes no responden a una única razón, sino a un conjunto de factores personales, sociales, cognitivos y éticos. El interés social y el compromiso con el entorno destacaron como razones clave, ya que muchas de las correlaciones más altas se vincularon con el deseo de resolver problemas sociales, cuidar el medio ambiente y contribuir al desarrollo científico del país. Las influencias externas (familia, amigos, admiración por científicos) también juegan un papel relevante según el análisis correlacional, elemento que no era observable en el análisis descriptivo al fijarse únicamente en las medias. Sin embargo, dichas influencias están estrechamente ligadas a motivaciones internas, como el gusto por el contenido científico y el deseo de generar cambios.

Los datos muestran que las razones para estudiar ciencias naturales no son aisladas, sino que forman una estructura motivacional compleja y coherente. Las influencias personales (familia, admiración, gusto por contenidos) se combinan con intereses sociales, ambientales, científicos y tecnológicos. Esto refleja un perfil estudiantil con potencial para asumir la ciencia no solo como conocimiento, sino como herramienta de transformación individual y colectiva, especialmente en el contexto mexicano.

Los resultados reflejan una visión positiva e interconectada de la ciencia en los estudiantes: el gusto y el interés por la ciencia no solo dependen del contenido, sino del modo en que este se relaciona con el progreso humano y el cuidado ambiental. En particular, la materia de química parece jugar un papel clave como puente entre el aprendizaje académico, el interés general y la conciencia social y ecológica. Esto subraya la necesidad de que la enseñanza científica no se limite a conceptos aislados, sino que promueva experiencias significativas, conectadas con problemas reales y motivaciones personales.

Los datos reflejan que los estudiantes tienen una visión amplia y funcional de la ciencia, que abarca desde su fundamento metodológico (comprobar teorías) hasta su incidencia concreta en la salud, la tecnología, el ambiente y el desarrollo humano. Esta percepción está estrechamente relacionada con su experiencia educativa, especialmente con el aprendizaje en química según lo obtuvieron a lo largo de la intervención realizada. Por lo tanto, fortalecer la enseñanza científica a través de contextos aplicados, interdisciplinarios y culturalmente



significativos podría consolidar aún más el reconocimiento de la ciencia como herramienta clave para enfrentar los retos del mundo actual.

Los resultados evidencian que un interés genuino por la naturaleza se asocia con una valoración integral de la ciencia, tanto en su capacidad para explicar el mundo como en su función para mejorar la calidad de vida humana, promover el desarrollo y generar conocimiento confiable. En este sentido, fomentar el asombro y la curiosidad por los fenómenos naturales puede ser una estrategia efectiva para fortalecer la percepción positiva y el compromiso de los estudiantes con la ciencia.

Los datos revelan que las motivaciones para estudiar ciencias naturales entre los estudiantes están fuertemente conectadas con factores de admiración, gusto por los contenidos científicos y un compromiso con la innovación, el medio ambiente y el desarrollo de la sociedad. Estas correlaciones podrían indicar que en los estudiantes se está gestando una visión integral y socialmente comprometida de la ciencia, en la cual el interés individual se articula con objetivos colectivos de mejora y transformación. Fortalecer el vínculo entre los contenidos escolares, el trabajo de científicos reconocidos y los problemas actuales de la sociedad puede potenciar el interés por las ciencias naturales desde una perspectiva más significativa y transformadora.

Los resultados muestran que existe una estrecha relación entre el desempeño experimental, el uso del lenguaje científico y la comprensión conceptual de la ciencia. El progreso en estas dimensiones es paralelo, indicando que una enseñanza que fortalezca el pensamiento crítico, la comunicación científica y el conocimiento del rol social de la ciencia contribuye significativamente al éxito de los estudiantes en actividades prácticas. Fomentar el uso adecuado del lenguaje científico y conectar los contenidos con su aplicación histórica y social puede potenciar tanto el rendimiento práctico como la apropiación significativa del conocimiento científico.

Los resultados revelan una red de correlaciones significativas entre las distintas dimensiones de análisis que se estudiaron: 1) *Aplicación de los conocimientos científicos*; 2) *Valor de la ciencia pretest*; 3) *Gusto por la ciencia pretest*; 4) *Razones para estudiar ciencias naturales pretest*; 5) *Desempeño en el laboratorio*; 6) *Uso del lenguaje científico*; 7) *Experiencias con las prácticas de laboratorio*; 8) *Valor de la ciencia post test*; 9) *Gusto por la ciencia post test*; y 10) *Razones para estudiar ciencias naturales post test*. Tal red permite concluir que el gusto por la ciencia, las experiencias prácticas y las razones para estudiar ciencias naturales se encuentran estrechamente vinculados. Esta interrelación respalda la idea



de que el desarrollo de actitudes científicas positivas requiere una estrategia educativa integral que combine el estímulo emocional, la motivación académica y la experiencia directa con el objeto de estudio. En conjunto, los hallazgos obtenidos aportan evidencia sobre la eficacia de estrategias didácticas basadas en la experimentación y la motivación, las cuales pueden ser clave para promover el interés sostenido por la ciencia en contextos escolares.

### **Conclusiones sobre el análisis inferencial**

Es importante destacar nuevamente que la muestra fue no probabilística y los resultados, por lo tanto, no pueden ser generalizados a la población en cuestión. A pesar de esto, de todos modos se realizó el ejercicio de realizar un análisis inferencial, que comprobara las hipótesis, aunque los resultados sean aplicables solamente al grupo que se estudió.

Para la mayoría de las hipótesis se conservó la hipótesis nula, por ejemplo, los estudiantes no incrementaron su promedio del primer periodo al segundo periodo. De manera similar, se encontró que la edad no es un factor que influyera para que los estudiantes otorgaran mayor valor a la ciencia, ni tampoco mostraran un mayor gusto por la ciencia.

Al analizar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, solamente se encontraron en cuanto a las experiencias con las prácticas de laboratorio, resultando en que los estudiantes hombres valoraron ligeramente más estas experiencias en comparación con las estudiantes mujeres. Este resultado puede orientar futuras investigaciones hacia una comprensión más profunda de las percepciones por sexo en entornos experimentales. Asimismo, se encontró que ni el interés por las ciencias naturales, ni la aplicación de los conocimientos científicos fueron afectados por los demás aspectos estudiados.

### **Oportunidades para futuras investigaciones**

Se recomienda en una futura investigación realizar la recolección de datos a lo largo de un ciclo escolar completo y, de ser posible, realizar una investigación longitudinal. Específicamente para optimizar varios aspectos relacionados con la dimensión de uso del lenguaje científico, como mejorar los reactivos que lo midan o incluir un instrumento adicional, por ejemplo, una rúbrica o lista de verificación. Por lo tanto, se señala la oportunidad de profundizar en el tipo y la duración de la intervención a diseñar y ajustar los instrumentos para lograr una indagación más profunda de las temáticas estudiadas. Además, podría contemplarse el empleo de un diseño de metodología mixta o al menos incluir algunas preguntas abiertas que muestren y permitan evaluar la evolución del estudiante, específicamente para aspectos subjetivos y afectivos como la motivación y el interés en las ciencias.



Como se señaló, se recomienda integrar de manera más profunda en una intervención y en la medición de sus resultados, las discutidas características de la investigación científica, incluyendo elementos como: 1) el desarrollo de habilidades como la observación, la formulación de hipótesis, el análisis crítico de resultados y la argumentación con base en evidencias; 2) seguir de manera más sistemática la evolución del interés o desinterés por la ciencia, así como el desarrollo de las distintas vocaciones científicas; 3) relacionar de manera más profunda y significativa los contenidos abordados y sus aplicaciones cotidianas y su importancia para la sociedad. Las investigaciones futuras en esta línea deberían seguirse realizando bajo la integración de metodologías activas, constructivistas y vivenciales, dentro de las cuales el laboratorio puede ser un elemento importante, como ejemplifica esta investigación. Adicionalmente, podría ser útil desarrollar un abordaje transversal en varias materias del currículo de educación secundaria que considere los aspectos medidos, así como las lecciones aprendidas en esta investigación.



## Referencias

- Ahtineva, A. (2014). On assessing laboratory work. *Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education*, 2(2), 113-123. <https://doi.org/10.31129/lumat.v2i2.1060>
- Aladejana, F., y Aderibigbe, O. (2007). Science laboratory environment and academic performance. *Journal of Science Education and Technology*, 16(6), 500–506. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9072-4>
- Aldonza Cimas, P. D. (2020). *Propuesta de investigación educativa. Comparación de los efectos sobre la motivación y el interés de distintos recursos en la asignatura de física y química en Enseñanza Secundaria Obligatoria. Recurso Cinematográfico y Laboratorio por Descubrimiento* [Tesis de maestría, Universidad de Salamanca]. Repositorio documental GREDOS. <https://gredos.usal.es/handle/10366/143755>
- Ali, M. T., Lykknes, A., y Tiruneh, D. T. (2023). Examining the effects of supervised laboratory instruction on students' motivation and their understanding of chemistry. *Education Sciences*, 13(8), 798. <https://doi.org/10.3390/educsci13080798>
- Aliyu, F., y Talib, C. A. (2019). Virtual chemistry laboratory: A panacea to problems of conducting chemistry practical at science secondary schools in Nigeria. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5c), 544–549. <https://doi.org/10.35940/ijeat.e1079.0585c19>
- Andreoli, K., Calascibetta, F., Campanella, L., Favero, G., y Occhionero, F. (2002). Plants and chemistry: A teaching course based on the chemistry of substances of plant origin. *Journal of Chemical Education*, 79(8), 976. <https://doi.org/10.1021/ed079p976>
- Broman, K., Ekborg, M., y Johnels, D. (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *Nordic Studies in Science Education*, 7(1), 43-60. <https://doi.org/10.5617/nordina.245>
- Bunce, D. M., y Robinson, W. R. (1997). Research in chemical education - the third branch of our profession. *Journal of Chemical Education*, 74(9), 1076. <https://doi.org/10.1021/ed074p1076>
- Campos Arenas, A. (2007). *Pensamiento crítico. Técnicas para su desarrollo*. Editorial Magisterio.
- Castro Sánchez, A. I. (2018). *Las prácticas de laboratorio de química como estrategia didáctica para el mejoramiento de los resultados en el área de ciencias naturales de las pruebas saber 110*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Universidad UNAB. <http://hdl.handle.net/20.500.12749/2504>



- Chan, Y. M., Hom, W., y Montclare, J. K. (2011). Implementing and evaluating mentored chemistry–biology technology lab modules to promote early interest in science. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 751–754. <https://doi.org/10.1021/ed100476e>
- Cheung, D. (2008). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 107-130. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9102-y>
- Chien, S. I., Su, C., Chou, C. C., y Wang, H. H. (2021). Research insights and challenges of secondary school energy education: A dye-sensitized solar cells case study. *Sustainability*, 13(19), 10581. <https://doi.org/10.3390/su131910581>
- Chogyel, N., y Wangdi, N. (2021). Factors influencing teaching of chemistry in class nine and ten in the schools under Chhukha District, Bhutan. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 14(4), 13-25. <https://doi.org/10.9734/ajess/2021/v14i430360>
- Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (2020). *Repensar la evaluación para la mejora educativa. Resultados de México en PISA 2018*. Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación. <https://tinyurl.com/bdmxcbbu>
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. (2023). *Padrón de beneficiarios del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores*. <https://tinyurl.com/776aaf25>
- Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. E., y Mendoza, C. P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. <https://tinyurl.com/wnxtcp32>
- de Jong, O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 14(3), 279–288. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4204>
- de Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(2), 305–314. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4133>
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. UNESCO. <https://tinyurl.com/3ckd6en9>
- Ding, N., y Harskamp, E. G. (2011). Collaboration and peer tutoring in chemistry laboratory education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 839-863. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.498842>



- du Toit, M. H. (2021). Chemistry for the masses: The value of small scale chemistry to address misconceptions and re-establish practical work in diverse communities. En L. Mammino, y J. Apotheker (Eds.), *Research in chemistry education* (pp. 31-55). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59882-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59882-2_3)
- Eilks, I., Lathwesen, C., y Belova, N. (2022). Students' perception of an individualized open lab learning experience during the COVID-19 Pandemic in German chemistry teacher education. *Journal of Chemical Education*, 99(4), 1628–1634. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1co1012>
- Erduran, S., Cullinane, A., y Wooding, S. J. (2019). Assessment of practical chemistry in england: an analysis of scientific methods assessed in high-stakes examinations. En M. Schultz, S. Schmid, y G. Lawrie (Eds.), *Research and practice in chemistry education* (pp. 135-147). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6998-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6998-8_9)
- Figueiredo, M., Esteves, M. L., Neves, J., y Vicente, H. (2014). Lab classes in chemistry learning an artificial intelligence view. En *International Joint Conference SOCO'14-CISIS'14-ICEUTE'14* (pp. 565-575). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07995-0\\_56](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07995-0_56)
- Finch, K. S. (2021). Chemistry-kit as an intervention tool in emergency education in secondary schools. *International Journal of Pedagogy Innovation and New Technologies*, 8(1), 72-80. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.9142>
- Fisher, D., Harrison, A., Henderson, D., y Hofstein, A. (1998). Laboratory learning environments and practical tasks in senior secondary science classes. *Research in Science Education*, 28(3), 353–363. <https://doi.org/10.1007/bf02461568>
- Formariz Pascual, A. (2021). *Aplicación de experimentos en física y química como herramienta motivadora par el currículo de 4º de ESO* [Tesis de maestría, Universidad de Salamanca]. Repositorio documental GREDOC. <https://gredos.usal.es/handle/10366/146944>
- Galeano, M. C. (2023). Pensamiento crítico en estudiantes de nivel medio: Estudio comparativo entre dos modelos pedagógicos. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 28(1), 141-155. <https://tinyurl.com/ycpjamp46>
- Gambari, A. I., Kawu, H., y Falode, O. C. (2018). Impact of virtual laboratory on the achievement of secondary school chemistry students in homogeneous and heterogeneous collaborative environments. *Contemporary Educational Technology*, 9(3), 246-263. <https://doi.org/10.30935/cet.444108>
- Garner, N., Siol, A., y Eilks, I. (2015). The potential of non-formal laboratory environments for innovating the chemistry curriculum and promoting secondary school level students



- education for sustainability. *Sustainability*, 7(2), 1798–1818.  
<https://doi.org/10.3390/su7021798>
- Gobierno de México. (2024). *Calendario Escolar 2024-2025*.  
<https://calendarioescolar.sep.gob.mx/2024-2025>
- Goldstein, K. L., Seri, N., Viale, G., Grazioli, C., Pirovano, L., y Ofrath, N. (2018). Opening advanced laboratories to school students: our model for structuring round-trip activities from school to university and back. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6–7), 524–535. Portico. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800096>
- González Herrera, K. C. (2022). Estrategias para el fomento de las vocaciones científicas a partir de la covid-19 en los jóvenes de educación superior en Yucatán, México. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24), e359.  
<https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1215>
- González-López, M., Machin-Mastromatteo, J. D., y Tarango, J. (2019). Alfabetización Informacional: Enseñanza y desarrollo de su competencia en la educación básica. *e-Ciencias de la Información*, 9(2), 3-19. <http://doi.org/10.15517/ECI.V9I2.35774>
- Gregorio Castaño, A. (2020). *Experimentos para la enseñanza de química en la ESO*. [Tesis de maestría, Universidad de Valladolid]. UVaDOC Repositorio documental de la Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/43374>
- Gurung, R., y Gurung, B. B. (2023). Laboratory work and its impact in learning chemistry at middle secondary schools of Trongsa, Bhutan. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 48(3), 175-184. <https://doi.org/10.9734/ajess/2023/v48i31078>
- Hodges, G. W., Wang, L., Lee, J., Cohen, A. y Jang, Y. (2018). An exploratory study of blending the virtual world and the laboratory experience in secondary chemistry classrooms. *Computers and Education*, 122, 179-193.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.003>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio: Enseñanza de las ciencias. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 12(3), 299-313.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4417>
- Högström, P., Ottander, C., y Benckert, S. (2009). Lab work and learning in secondary school chemistry: The importance of teacher and student interaction. *Research in Science Education*, 40(4), 505-523. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9131-3>
- Hussen Seid, M., Assefa, Y., Legas Muhammed, B., Moges, B. T., Tsehay Birhanu, E., Fentaw, Y., Ahmed Tilwani, S., y Reshid Ahmed, M. (2022). Students' and teachers' perception and practice towards laboratory work in chemistry teaching-learning: Evidence from



- secondary schools in North Wollo Zone, Ethiopia. *Education Research International*, 254105. <https://doi.org/10.1155/2022/7254105>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2018). *La educación obligatoria en México: Informe 2018*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://tinyurl.com/2a8p9z9c>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2019). *El estado que guardan nuestras escuelas Infraestructura escolar en primarias y secundarias*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://tinyurl.com/42bpyeyc>
- Itzek-Greulich, H., Randler, C., y Vollmer, C. (2016). The interaction of chronotype and time of day in a science course: Adolescent evening types learn more and are more motivated in the afternoon. *Learning and Individual Differences*, 51, 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.09.013>
- Izquierdo, I., y Atristan, M. (2019). Experiencias de investigadoras en su ingreso, promoción y permanencia en el Sistema Nacional de Investigadores: Tensiones y estrategias identitarias. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(18), 127-142. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v10i18.466](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.466)
- Jagodziński, P., y Wolski, R. (2014). Assessment of application technology of natural user interfaces in the creation of a virtual chemical laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 16-28. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9517-5>
- Jammeh, A. L. J., Karegeya, K., y Ladage, L. (2022). Chemistry lesson plan design and teaching: A case study of senior secondary schools in the urban regions of the Gambia. *FWU Journal of Social Sciences*, 16(2), 108-124. <https://tinyurl.com/hr68wwwd>
- Kaiser, A. D. (2014). A modular approach to using the engineering design process in secondary science curriculum: Experiences in Singapore and the United States. En *Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference, Madrid, Spain* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044428>
- Karpudewan, M., y Kulandaisamy, Y. (2018). Malaysian teachers' insights into implementing green chemistry experiments in secondary schools. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13, 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.06.015>
- Kovács, L. , Betyár, G., y Korom, E. (2021). An integrated database of common chemicals and chemistry demonstrations and student experiments used in Hungary. *Journal of Chemical Education*, 98(12), 3813-3823. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00540>
- Kulandaisamy, Y., y Karpudewan, M. (2020). Teachers' view on replacing traditional chemistry experiments with green chemistry (GC) experiments. En T. W. Teo, A. L. Tan, y Y. S.



- Ong (Eds.), *Science education in the 21st century* (pp. 225-239). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-5155-0\\_15](https://doi.org/10.1007/978-981-15-5155-0_15)
- Lang, Q. C., Wong, A. F. L., y Fraser, B. J. (2005). Student perceptions of chemistry laboratory learning environments, student–teacher interactions and attitudes in secondary school gifted education classes in Singapore. *Research in Science Education*, 35(2-3), 299-321. <https://doi.org/10.1007/s11165-005-0093-9>
- Largo Manteca, D. (2023). *Influencia de experimentos de física y química en 3º de ESO*. [Tesis de maestría, Universidad de Salamanca]. Repositorio documental GREDOS. <https://gredos.usal.es/handle/10366/152855>
- Li, T. y Tse, A. W. C. (2021). An exploration of the influence of 2d image-based augmented reality, virtual reality, and on-site experiment on learning achievement and technology acceptance: Based on a secondary school chemical experiment class. En *International Conference on Education and E-learning* (pp. 86-92). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3502434.3502452>
- Lin, Y. (2023). Bringing virtual simulation experiments into the secondary school chemistry class. En C. F. Peng, A. Asmawi, y C. Zhao (Eds.), *Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Educational Innovation and Multimedia Technology* (pp. 916-922). Atlantis Press. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-192-0\\_120](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-192-0_120)
- López Rua, A. M., y Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166. <https://tinyurl.com/3kbh8xv2>
- Machin-Mastromatteo, J. D. (2025). Information literacy and informational tools for education. En K. Hytten (Ed.), *Oxford Research Encyclopedia of Education*. Oxford University Press. <http://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.2043>
- Mahmudova, A. J. (2023). Peculiarities of knowledge assimilation in chemistry at secondary school: Methodological and social problems. *Alma Mater: Vestnik Vysshey Shkoly*, 9, 57-62. <https://doi.org/10.20339/am.09-23.057>
- Manyilizu, M. C. (2023). Effectiveness of virtual laboratory vs. paper-based experiences to the hands-on chemistry practical in Tanzanian secondary schools. *Education and Information Technologies*, 28, 4831-4848. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11327-7>
- Milliam, K., y Dominic, K. (2022). A critical analysis of the compulsory science education policy at the secondary level of education in Uganda. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 9(8), 297-306. <https://doi.org/10.14738/assrj.98.12895>



- Mosotho, J. G. (2017). Assessing the level of laboratory resources for teaching and learning of chemistry at advanced level in Lesotho secondary schools. *South African Journal of Chemistry*, 70, 154-162. <https://tinyurl.com/esz78f2c>
- Musili Olubu, O. (2015). Influence of laboratory learning environment on students' academic performance in secondary school chemistry. *US-China Education Review A*, 5(12), 814-821. <https://doi.org/10.17265/2161-623x/2015.12.005>
- Nsanzimana, P., Ngendabanga, C., y Nkurunziza, J. B. (2021). Investigation of constraints faced by teaching and learning of chemistry in Nyarugenge District secondary schools: Quest for quality improvement. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 16(2), 110–121. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2021.16.2.0222>
- Nurmi, T., y Siitonen, J. (2021). Upper secondary school and university level students' perceptions of extractions in context: Experiences from a simple laboratory experiment. *ChemRxiv*. <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2021-wdrwc>
- Odewumi, M. O., Falade, A. A., Adeniran, A. O., Akintola, D. A., Oputa, G. O., y Ogunlowo, S. A. (2019). Acquiring basic chemistry concepts through virtual learning in nigerian senior secondary schools, *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education*, 2(1), 56-67. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v2i1.7832>
- Oliva, J. M., Aragón Méndez, M. del M., Soto Mancera, F., Vicente Martorell, J. J., Matos Delgado, J., Marín Barrios, R., y Franco-Mariscal, R. (2021). ¿Varía la masa de la Tierra? Modelizando a partir de un experimento mental. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 39(2), 25-43. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3116>
- Orongan, M. J. Q., y Nabua, E. B. (2020). A causal model for psycho-social aspects of science learning environment on academic performance of secondary school students in region X, Philippines. *Proceedings of the International Conference on Future of Education* 3(1), 77-92. <https://doi.org/10.17501/26307413.2020.3108>
- Pathommapas, N. (2018). *Student understanding development in chemistry concepts through constructivist-informed laboratory and science camp process in secondary school*. AIP Conference Proceedings. <https://doi.org/10.1063/1.5019526>
- Peña Quintana, A. (2016). Los intereses de los estudiantes en el currículum de secundarias generales federales y estatales del municipio de Nuevo Casas Grandes, Chihuahua. *RECIE: Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 3(1), 319-325. <https://tinyurl.com/49nf5rcn>
- Reyes-Cárdenas, F., Ruiz-Herrera, B., Llano Lomas, M., Lechuga Uribe, P., y Mena Zepeda, M. (2021). El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio.



- Enseñanza de Las Ciencias. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 39(2), 103-122. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3229>
- Ribau, I. (2023). Engaging students in chemistry and physics with an active methodology. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 9(12), 488-508. <https://doi.org/10.14738/assrj.912.13708>
- Rodríguez Hernández, D. Y., Morales Corral , D., Cordova Lozoya, M. T., Martínez López, I. C., Manjarrez Nevárez, L. A., y Martínez Ramos, P. J. (2022). Análisis comparativo de la participación por género en la olimpiada estatal de química Chihuahua, México. *Ciencia Latina: Revista Científica Multidisciplinaria*, 6(2), 2775-2791. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i2.2053](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2053)
- Secretaría de Educación Pública. (1982). *Manual de organización de la escuela de educación secundaria*. Secretaría de Educación Pública. <https://tinyurl.com/rn5z36r3>
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Programas de estudio: Guía para el maestro. Educación básica secundaria, ciencias*. Secretaría de Educación Pública. <https://tinyurl.com/h3r82xhp>
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Aprendizajes clave para la educación integral: Plan y programas de estudio para la educación básica*. Secretaría de Educación Pública. <https://tinyurl.com/32r5k9x5>
- Secretaría de Educación Pública. (2022). *Avance del contenido del programa sintético de la Fase 6*. Secretaría de Educación Pública. <https://tinyurl.com/3u5nuxxf>
- Séré, M. G. (1999). Learning science in the laboratory: Issues raised by the European project 'labwork in science education'. En M. Bandiera, S. Caravita, E. Torracca, y M. Vicentini (Eds.), *Research in science education in Europe* (pp. 165–174). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-9307-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9307-6_21)
- Singhal, R., y Gupta, A. (2023). Introducing pharmaceutics to middle school students using with hypothesis-driven, at-home activities. *Journal of Chemical Education*, 100(6), 2466-2472. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00160>
- Stieff, M. (2019). Improving learning outcomes in secondary chemistry with visualization-supported inquiry activities. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1300-1307. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00205>
- Strippel, C. G., y Sommer, K. (2015). Teaching nature of scientific inquiry in chemistry: How do German chemistry teachers use labwork to teach NOSI? *International Journal of Science Education*, 37(18), 2965-2986. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1119330>



- Subedi, R. R. (2021). Constructivist approach in learning chemistry: A case of high school in Nepal. *Interdisciplinary Research in Education*, 6(2), 35-42. <https://doi.org/10.3126/ire.v6i2.43535>
- Surif, J., Ibrahim, N. H., Alwi, A. M., Loganathan, P., y Serman, N. S. (2019). Effect of inductive teaching method to improve science process skills in electrochemistry. En *IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)*, Yogyakarta, Indonesia (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/tale48000.2019.9225869>
- Tan, K. C. D. (2014). Using inquiry to facilitate meaningful learning in inorganic chemistry qualitative analysis. En A. L. Tan, C. L. Poon, y S. Lim (Eds.), *Inquiry into the Singapore science classroom* (pp. 211–226). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-4585-78-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-4585-78-1_11)
- Tan, M. C. (1987). Introducing chemical industries into the secondary curriculum in the Philippines. En D. J. Waddington (Ed.), *Education, industry and technology* (pp. 139-144). Pergamon. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-033913-9.50034-8>
- Telenius, M. (2014). Virtual laboratory environments in chemistry education. *Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education*, 2(2), 125-130. <https://doi.org/10.31129/lumat.v2i2.1061>
- Tomperi, P., y Aksela, M. (2014). In-service teacher training project on inquiry-based practical chemistry. *Lumat: International Journal of Math, Science and Technology Education*, 2(2), 215–226. <https://doi.org/10.31129/lumat.v2i2.1075>
- Torres Cruz, M. D., Prendes Sans, J. A., y Rodríguez León, M. (2023). Actividades experimentales alternativas de química octavo grado con enfoque creativo e innovador. *Maestro y Sociedad*, 20(3), 731-739. <https://tinyurl.com/57a26tw5>
- Vineetha, N. R., y Geetha, C. (2021). Effectiveness of using mathematics laboratory in teaching chemistry on achievement of secondary school students. *Indian Journal of Applied Research*, 11(7), 1-4. <https://doi.org/10.36106/ijar/4918783>
- Vinko, L., Delaney, S., y Devetak, I. (2020). Teachers' opinions about the effect of chemistry demonstrations on students' interest and chemistry knowledge. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 10(2), 9-25. <https://doi.org/10.26529/cepsj.893>
- Vrtačnik, M., Sodja, K., y Jurišević, M. (2014). Students' achievement in learning chemistry through the design and construction approach to laboratory activity and the relation with their prior achievements and motivation to learn. En I. Devetak, y S. Glažar (Eds.), *Learning with understanding in the chemistry classroom* (pp. 209-231). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4366-3\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4366-3_11)



- Wan Yunus, F., y Mat Ali, Z. (2018). Attitude towards learning chemistry among secondary school students in Malaysia. *Asian Journal of Behavioural Studies*, 3(9), 63-70. <https://doi.org/10.21834/ajbes.v3i9.61>
- Wong, A. F. L., y Fraser, B. J. (1996). Environment: Attitude associations in the chemistry laboratory classroom. *Research in Science & Technological Education*, 14(1), 91-102. <https://doi.org/10.1080/0263514960140107>
- Wong, A. F. L., Young D. J., y Fraser B. J. (1997). A multilevel analysis of learning environments and student attitudes. *Educational Psychology*, 17(4), 449-468. <https://doi.org/10.1080/0144341970170406>
- Wong, H., y Sim, S. (2022). A curriculum-based laboratory kit for flexible teaching and learning of practical chemistry. *Chemistry Teacher International*, 4(4), 343-353. <https://doi.org/10.1515/cti-2022-0014>
- Wright, L. J. (2008). Learning by doing: The objectification of knowledge across semiotic modalities in middle school chemistry lab activities. *Linguistics and Education*, 19(3), 225–243. <https://doi.org/10.1016/j.linged.2008.06.007>
- Yüksel, M., Dağdeviren, M., y Kabak, M. (2018). Kimya eğitiminin etkililiğini belirleyen faktörlerin balık kılçığı analizi ve AHP-PROMETHEE teknikleri ile incelenmesi [Investigación de los factores que determinan la eficacia de la enseñanza de la química mediante el análisis de espina de pescado y las técnicas AHP-PROMETHEE]. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen Ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 442-472. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437833>
- Zorrilla, E. G., y Mazzitelli, C. A. (2020) Las actitudes hacia los trabajos prácticos de laboratorio en la formación docente en física y en química. *Latin American Journal of Physics Education*, 14(4), 1-8. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/156625>



## Anexo 1. Cuestionario diagnóstico

Estimada(o) estudiante, te invitamos a responder el siguiente cuestionario, que tiene como objetivo evaluar cómo las actividades del laboratorio de química pueden favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento científico y una mejor percepción hacia la ciencia. Esta encuesta es parte de la investigación titulada "Fortalecimiento del pensamiento científico en los estudiantes de educación secundaria con la aplicación de prácticas de laboratorio en la asignatura de química", realizada por la Lic. Xochitl Manjarrez Sandoval, como parte de sus estudios de Maestría en Innovación Educativa de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

### I. Datos generales:

1. Escribe tu nombre completo: \_\_\_\_\_
2. Indica tu edad: \_\_\_\_\_
3. Indica tu sexo: Femenino: \_\_\_\_\_ Masculino: \_\_\_\_\_

### II. Gusto por la ciencia.

4. Marca con una X si te gusta o no te gusta cada una de las siguientes disciplinas científicas.

	Me gusta	No me gusta
Ciencias naturales (por ejemplo, química, física, biología, geografía, astronomía)		
Ciencias de la salud (por ejemplo, medicina, odontología, enfermería, veterinaria)		
Ingenierías y tecnología (por ejemplo, ingenierías civil, industrial, en sistemas, eléctrica, mecánica)		
Ciencias sociales (por ejemplo, historia, derecho, economía, contaduría y administración, sociología, información y comunicación, psicología).		
Humanidades (por ejemplo, filosofía, letras, idiomas, antropología)		
Artes (por ejemplo, teatro, música, artes plásticas)		



5. Marca con una X la casilla correspondiente a cada fila, para calificar qué tan frecuentemente consideras que has aplicado conocimientos científicos en las siguientes situaciones.

	Nunca	Muy pocas veces	Pocas veces	Muchas veces	Siempre
En tu vida diaria					
En tus estudios					
En tus sueños sobre tu futuro					
Al armar o reparar algún objeto					
Con propósitos de juego y exploración					
Para la cocina y alimentación					
En experimentos caseros					
Para practicar deportes o actividades físicas					
Para mejorar tus habilidades de observación					
Para satisfacer tu curiosidad					
Para prevenir accidentes en el hogar o la escuela					
Para evitar que tus acciones tengan consecuencias negativas en el medio ambiente.					
Al revisar las etiquetas antes de comprar o usar algún producto					
Para resolver los problemas de tu entorno					

6. Marca con una X la casilla correspondiente a cada fila, indicando qué tan de acuerdo estás con cada afirmación. Indica si estás de acuerdo o no con que la ciencia:

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Permite tener un pensamiento más ordenado					
Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea.					
Aumenta tu creatividad					
Beneficia a la sociedad al resolver problemas					
Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes.					
No está bien valorada en la actualidad					
Requiere que se publiquen los descubrimientos científicos					
Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas.					
Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente.					
Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad					
Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente					
Permite comprobar teorías o hipótesis					
Siempre se comunican los resultados de los experimentos.					
Permite clasificar el mundo que nos rodea					



7. Marca con una X según consideres que estés de acuerdo con cada cuestión.

	Sí	No
La ciencia es fácil de entender		
Te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora		
Te gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia		
La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes		
Las visitas a los museos de ciencia te parecen entretenidas		
Has adquirido libros de ciencia por iniciativa propia		
Te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos		
¿Quieres aprender más sobre ciencia?		

8. ¿Crees que en el futuro vas a estudiar algo relacionado con las ciencias naturales (por ejemplo, química, física, biología, geografía, astronomía)?

Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_

9. ¿Por cuáles razones considerarías estudiar algo relacionado con las ciencias naturales en el futuro?

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Por recomendación de un familiar					
Por recomendación de algún amigo					
Porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica.					
Porque admiras a alguna científica o científico famoso					
Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela.					
Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta.					
Porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico.					
Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico					
Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas					
Para contribuir a la invención de algo nuevo					
Para resolver problemas de la sociedad actual					
Para cuidar del medio ambiente					
Para contribuir al desarrollo científico de México					



## Anexo 2. Cuestionario final

Estimada(o) estudiante, te invitamos a responder el siguiente cuestionario, que tiene como objetivo evaluar cómo las actividades del laboratorio de química pueden favorecer el desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento científico y una mejor percepción hacia la ciencia. Esta encuesta es parte de la investigación titulada "Fortalecimiento del pensamiento científico en los estudiantes de educación secundaria con la aplicación de prácticas de laboratorio en la asignatura de química", realizada por la Lic. Xochitl Manjarrez Sandoval, como parte de sus estudios de Maestría en Innovación Educativa de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

### I. Datos generales:

1. Escribe tu nombre completo: \_\_\_\_\_

### II. Gusto por la ciencia.

2. Marca con una X la casilla correspondiente a cada fila, indicando qué tan de acuerdo estás con cada afirmación. Tomando en cuenta tus experiencias con las prácticas de laboratorio de química, consideras que estas han ayudado a que mejores:

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Tu aprendizaje de los contenidos de la materia de química					
Tu interés en general en la ciencia					
La posibilidad de que estudies en el futuro una carrera relacionada con las ciencias naturales					
Tu percepción acerca de la utilidad de la ciencia					
Tu relación con la química en tu vida cotidiana					

3. Marca con una X la casilla correspondiente a cada fila, indicando qué tan de acuerdo estás con cada afirmación. Indica si estás de acuerdo o no con que la ciencia:

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Permite tener un pensamiento más ordenado					
Brinda los conocimientos necesarios para entender mejor el mundo que te rodea.					
Aumenta tu creatividad					
Beneficia a la sociedad al resolver problemas					
Permite conocer los aportes de los distintos pueblos y culturas a través de sus fuentes.					
No está bien valorada en la actualidad					
Requiere que se publiquen los descubrimientos científicos					



	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Ha llevado a avances significativos en el tratamiento y prevención de enfermedades, aumentando la esperanza y la calidad de vida de las personas.					
Sus principios están detrás de muchas de las tecnologías que utilizamos diariamente.					
Ha permitido el avance y desarrollo de la humanidad					
Nos enseña cómo cuidar el medio ambiente					
Permite comprobar teorías o hipótesis					
Siempre se comunican los resultados de los experimentos.					
Permite clasificar el mundo que nos rodea					

4. Marca con una X según consideres que estés de acuerdo con cada cuestión.

	Sí	No
La ciencia es fácil de entender		
Te ha gustado lo que has aprendido de ciencia hasta ahora		
Te gusta leer, ver o escuchar contenidos acerca de ciencia		
La naturaleza y sus fenómenos te parecen interesantes		
Las visitas a los museos de ciencia te parecen entretenidas		
Has adquirido libros de ciencia por iniciativa propia		
Te gusta imaginar cómo son las cosas que no puedes percibir con tus propios ojos		
¿Quieres aprender más sobre ciencia?		

5. ¿Por cuáles razones considerarías estudiar algo relacionado con las ciencias naturales en el futuro?

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Por recomendación de un familiar					
Por recomendación de algún amigo					
Porque te inspire alguno de tus maestros de la escuela a seguir una carrera científica.					
Porque admirás a alguna científica o científico famoso					
Porque te gustan los contenidos relacionados con la ciencia que has visto en la escuela.					
Porque te han gustado los contenidos relacionados con la ciencia que has leído, visto o escuchado por tu cuenta.					
Porque consideras que te permitiría obtener un buen ingreso económico al ser científico.					



Por el prestigio o reconocimiento al ser un científico					
Para fabricar aparatos, mecanismos o máquinas					
Para contribuir a la invención de algo nuevo					
Para resolver problemas de la sociedad actual					
Para cuidar del medio ambiente					
Para contribuir al desarrollo científico de México					