



**El laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje de los modelos de ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en estudiantes de 8° de la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro**

**AUTOR**

Diosemel Rodríguez Becerra

Universidad Popular del Cesar  
Facultad de Educación  
Departamento de Ciencias Naturales y Medio Ambiente  
Valledupar, Colombia  
2026

---

**El laboratorio portátil como estrategia didáctica para el  
aprendizaje de los modelos de ácidos bases de  
Brønsted -Lowry y Lewis en estudiantes de 8° de la  
Institución Educativa Rodolfo Castro Castro**

**AUTOR**

Diosemel Rodríguez Becerra

Proyecto de investigación presentado como requisito para optar al título de:

**Licenciado en Ciencias Naturales y Educación  
Ambiental**

Director (a):

Dra. Yerine Zuley Dajil Turizo

Profesora Titular

Departamento de Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Codirector (a):

Mg. Claudia Patricia Tovar

Gonzalez Profesora Titular

Línea de Investigación: Pedagogía y

Didáctica Grupo de Investigación:

**DIDACINNOVACIÓN**

Universidad Popular del Cesar

Facultad de Educación

Departamento de Ciencias Naturales y Medio Ambiente

Valledupar, Colombia

2026

---

## **Agradecimientos**

Estoy muy agradecido con mi directora Dra. Yerine Zuley Dajil Turizo, quien ha sido y continúa siendo un apoyo en muchas áreas de mi vida, lo cual fue decisivo en la culminación de este trabajo de grado.

*Diosemel Rodríguez Becerra*

# Dedicatoria

A mis padres y hermanos.

*Diosemel Rodríguez Becerra*

# Resumen

La presente investigación pedagógica, tuvo como finalidad evaluar la influencia del laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje de los modelos ácido base de Bronsted-Lowry y Lewis en estudiantes de octavo grado de la institución Educativa Rodolfo Castro Castro, la cual se encuentra en el corregimiento de Mariangola, que hace parte del departamento del Cesar. Siendo el enfoque del estudio cuantitativo, con un diseño cuasi experimental con pre y post cuestionario, con un grupo control y un grupo experimental. Con una población participante de 40 estudiantes en edades entre 14 y 15 años aproximadamente, distribuidos en 20 para el grupo control y 20 para el experimental respectivamente. En la implementación se incluyó un plan de clase tanto para el grupo control, como para el grupo experimental. Además, se llevó a cabo la aplicación del laboratorio portátil solo para el grupo experimental, el cual se centró en la neutralización entre HCl y NaOH, y determinación de pH a través de indicadores. En la determinación de los conocimientos de los estudiantes, por medio del precuestionario, inicialmente el grupo control obtuvo un rango de acierto de 28,5% y el experimental de 24,0%, dejando ver que existía un bajo dominio en la parte conceptual. Sin embargo, en el post cuestionario, se vieron reflejados mejores resultados en el grupo experimental, alcanzando resultados en los intervalos que van entre 50% y 90%, en comparación con el grupo control, que obtuvo porcentajes inferiores. Llegándose a la conclusión de que el laboratorio portátil mejoró la comprensión conceptual, y permitió la mejor vinculación de la teoría-práctica y la adquisición de aprendizaje significativo en los entornos rurales.

Palabras clave: laboratorio portátil; estrategia didáctica; ácidos y bases; Brønsted-Lowry; Lewis; aprendizaje químico; educación rural.

## Abstract

This pedagogical research aimed to evaluate the influence of the portable laboratory as a didactic strategy for learning the Brønsted-Lowry and Lewis acid-base models among eighth-grade students at Rodolfo Castro Castro Educational Institution, located in the district of Mariangola, in the department of Cesar. The study followed a quantitative approach, with a quasi-experimental design using a pre- and post-questionnaire, with a control group and an experimental group. The participating population consisted of 40 students, approximately 14 to 15 years old, distributed into 20 students in the control group and 20 students in the experimental group, respectively. The implementation included a lesson plan for both the control group and the experimental group. In addition, the portable laboratory was applied only to the experimental group, focusing on the neutralization between HCl and NaOH and the determination of pH through indicators. In determining the students' knowledge through the pre-questionnaire, the control group initially obtained a correct response rate of 28.5%, while the experimental group obtained 24.0%, showing a low level of conceptual mastery. However, in the post-questionnaire, better results were reflected in the experimental group, reaching results within intervals ranging from 50% to 90%, compared to the control group, which obtained lower percentages. It was concluded that the portable laboratory improved conceptual understanding and allowed for a stronger connection between theory and practice, as well as the acquisition of meaningful learning in rural educational settings.

**Keywords:** portable laboratory; didactic strategy; acids and bases; Brønsted-Lowry; Lewis; chemistry learning; rural education.

# Contenido

Contenido.....	9
Planteamiento del problema .....	13
OBJETIVO GENERAL .....	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
1. Antecedentes .....	20
2. Marco teórico.....	30
2.1 Disciplina.....	30
2.2 Didáctico / pedagógico .....	38
3. Metodología.....	44
3.1 Diseño de la investigación .....	44
4. Técnica e instrumento de recolección de datos .....	46
4.1 Técnicas de recolección de datos.....	46
1. Instrumentos de recolección de datos.....	46
5. Lugar de estudio.....	49
5.2 Actividad metodológica .....	51
5.3 Cronograma de actividades .....	53
6. Presentación de resultados .....	55
7. Conclusión .....	71
8. Recomendaciones .....	72
Bibliografía .....	73

## Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz de especificación</i> .....	47
Tabla 2 <i>puntuación e interpretación</i> .....	48
Tabla 3 <i>Cronograma de actividades</i> .....	53
Tabla 4 <i>Identificación de respuestas correctas del grupo control</i> .....	55
Tabla 5 <i>Identificación de respuestas correctas del grupo experimental</i> .....	56
Tabla 6 <i>Identificación de respuestas correctas del grupo control</i> .....	63
Tabla 7 <i>Identificación de respuestas del grupo experimental</i> .....	64
Tabla 8 <i>Resultado general del nivel de rendimiento académico del grupo control y experimental luego del post cuestionario</i> .....	65

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>promedio del puntaje en Ciencias Pisa (2006-2022)</i> .....	13
Figura 2 <i>Porcentaje de estudiantes en los niveles de desempeño de la prueba de ciencias en PISA (2006-2022)</i> .....	14
Figura 3 <i>Niveles de desempeño en Ciencias Naturales - grado 11° (2023)</i> .....	16
Figura 4 <i>Ionización de HCl en agua para formar el ion hidronio y el ion cloruro</i> .....	31
Figura 5 <i>Ionización del amoniacó en agua para formar el ion amonio y el ion hidróxido</i> .....	33
Figura 6 <i>Laboratorio portátil</i> .....	38
Figura 7 <i>Beneficios de las prácticas experimentales</i> .....	41
Figura 8 <i>Institución Educativa Rodolfo Castro Castro</i> .....	49
Figura 9 <i>zona rural del corregimiento de Mariangola cesar, donde se encuentra la IE.</i> .....	50
Figura 10 <i>Resultado general del nivel de rendimiento académico del control y experimental inicialmente</i> .....	57
Figura 11 <i>Aplicación del plan de clase al grupo control (8°01) y al grupo experimental (8°02)</i> .	59
Figura 12 <i>Laboratorio portátil</i> .....	60
Figura 13 <i>Aplicación del laboratorio portátil</i> .....	61
Figura 14 <i>Resultado general del nivel de rendimiento académico del control y experimental luego del post cuestionario</i> .....	65

## Índice de Anexos

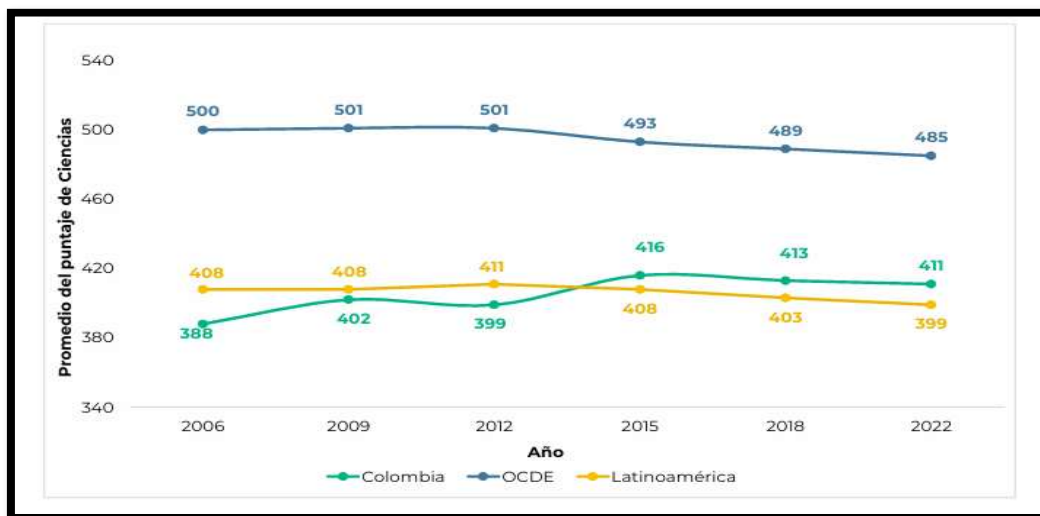
Anexo 1 <i>Instrumento cuestionario para pre y postes</i> .....	76
Anexo 2 <i>Validación de instrumentos</i> .....	78
Anexo 3 <i>Instrumento plan de clase</i> .....	78
Anexo 4 <i>Instrumento guía de laboratorio</i> .....	84

# Planteamiento del problema

A nivel transnacional, el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) liderado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), mide mediante pruebas estandarizadas la calidad de la educación en Ciencias. Siendo los resultados que ha obtenido Colombia según el (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES], 2024) en el periodo de tiempo comprendido desde el 2006 al 2022 los siguientes:

**Figura 1**

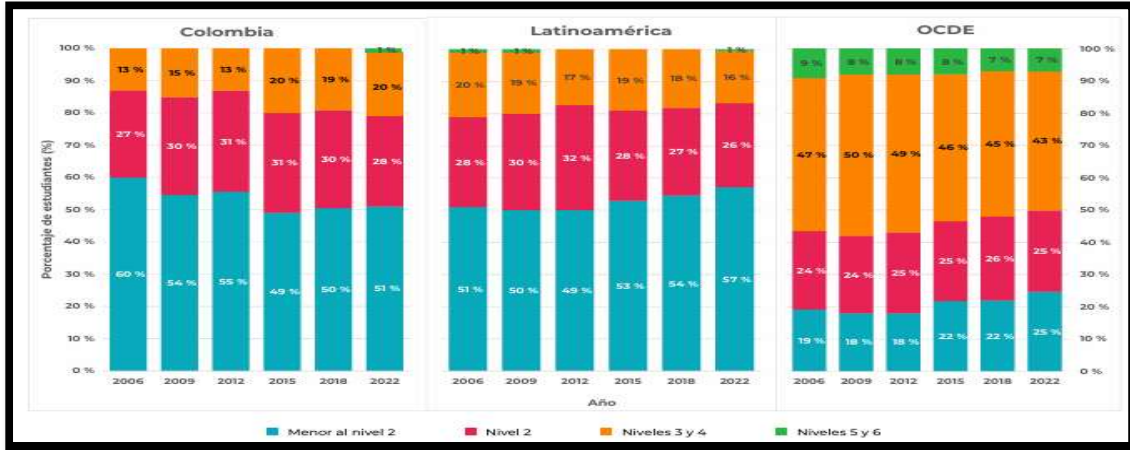
*Promedio del puntaje en Ciencias Pisa (2006-2022)*



El ICFES (2024), explica que la aplicación de esta evaluación estandarizada tiene 7 niveles de desempeño, clasificado como el nivel más bajo el 2, seguidos por los niveles intermedios 3 y 4, y los más altos 5 y 6. La proporción de alumnos que se encuentra en estos niveles para la OCDE, Latinoamérica y Colombia se muestra en la siguiente figura.

**Figura 2**

*Porcentaje de estudiantes en los niveles de desempeño de la prueba de ciencias en PISA (2006-2022)*



Si se analiza los resultados del 2022 de los niveles de desempeño en ciencias en los que se encuentran los estudiantes de Colombia, Latinoamérica y la OCDE, se evidencia que Colombia y Latinoamérica tienen un 51% y 57% respectivamente en niveles menores al 2, en contraste con la OCDE que tiene solo el 25% en este nivel, dejando en evidencia que más de la mitad de estudiantes de Colombia no logran obtener las competencias científicas básicas imprescindibles para desenvolverse en situaciones del día a día donde solo se necesita comprensión científica mínima.

En los niveles 3 y 4 Colombia y Latinoamérica solo presentan 20% y 16% respectivamente en contraste con la OCDE que en este nivel tiene un 43%, reflejando la cruda realidad de que la mayoría de los estudiantes colombianos no consiguen adquirir competencias científicas intermedias que les den la facultad de analizar, interpretar y aplicar conceptos en diferentes contextos. Esto es un problema serio que limita la formación de ciudadanos críticos, lo que a la vez disminuye la cantidad de personas preparadas para el mercado laboral en áreas tecnológicas y científicas, y hace crecer la distancia que separa a Colombia con respecto a los estándares internacionales de calidad educativa.

Este problema se agudiza al observar que, en los niveles 5 y 6 Colombia y Latinoamérica solo logran el 1% en relación al 7% obtenido por OCDE, evidenciando la existencia de jóvenes que han avanzado en competencias científicas. Demostrando que gran parte de ellos no desarrollan habilidades cognitivas altas, como el pensamiento crítico complejo, el poder evaluar y organizar investigaciones científicas con un nivel alto de rigurosidad o de emplear el conocimiento en escenarios novedoso y de varias disciplinas. Todo esto hace que sean mínimas las posibilidades de que se formen líderes académicos, personas que investiguen e innoven en áreas de ciencia y tecnología, formando una sociedad consumidora de estos avances y dependientes de los conseguidos por otros países en vez de ilustrar a una que pueda producirlos y aportar al progreso del país.

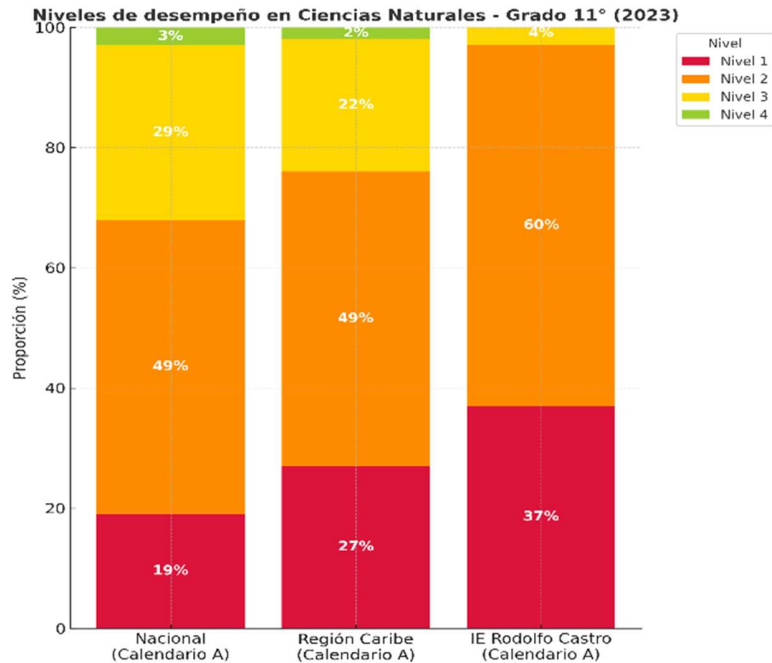
En el contexto nacional, el ICFES, según el (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2022), aplica evaluaciones externas estandarizadas, con el fin de medir el rendimiento alcanzado por los estudiantes de acuerdo con las competencias básicas definidas por el MEN.

Una de las áreas que evalúa las pruebas saber, es la de ciencias naturales, con la que se busca diagnosticar la forma en que los examinados entienden y ejecutan conceptos, teorías e ideas esenciales de las ciencias naturales para resolver problemas. Con el objetivo de medir el nivel de desempeño con el que detallan procesos naturales apoyándose en el saber científico a través de la observación, identificación de patrones y la comprensión conceptual. Según ICFES (2022), la prueba de Ciencias Naturales se basa en las tres competencias específicas de ciencias naturales, uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación.

Presentándose según el ICFES (2024), los siguientes niveles de desempeño en los calendarios A en las Pruebas Saber 11 aplicadas en el 2023 a nivel nacional, región Caribe y en la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro.

**Figura 3**

*Niveles de desempeño en Ciencias Naturales - grado 11° (2023)*



El ICFES (2024), para evaluar las competencias de Ciencias Naturales utiliza los niveles de desempeño que permiten agrupar a los estudiantes en cuatro niveles (1,2,3 y 4). Estos resultados en el área de Ciencias Naturales del 2023 de las pruebas saber 11 permiten ver la gran diferencia que existe en los porcentajes de estudiantes en cada uno de los niveles de competencia, en todo el país, la región caribe y la Institución Educativa Rodolfo Castro.

En la gráfica se puede ver que la institución Educativa Rodolfo Castro Castro tiene un desempeño más bajo que el que presenta el país y la región. Lo cual se puede evidenciar muy fácil con solo ver el porcentaje de estudiantes en los niveles más bajos. La institución en el nivel más bajo, el cual es el 1, presenta un 37%, mientras que la región Caribe tiene un 27% y el país solo tiene un 19%. Superando la institución a la región por 10 diez puntos porcentuales y al país por 18 puntos porcentuales en uno de los niveles más críticos.

La institución en el nivel dos, presenta un valor de 60%, el cual es superior en comparación al 49% de la región y el país. Pero, aunque el nivel 2 es mejor que el 1, sigue sucediendo que una gran cantidad considerable se ubica en un rango de desempeño básico, mostrando que no han logrado dominar satisfactoriamente las competencias científicas esperadas.

En los niveles más altos la situación empeora. En el nivel 3, la institución presenta solo 4%, la región Caribe un 22% y el país un 29%. Reflejando esto una brecha porque la institución está 18 puntos debajo de la región y 25 por debajo del país. Lo que significa que muy pocos estudiantes logran desempeños que requieren comprensión más sólida, análisis y aplicación adecuada del conocimiento científico.

Para terminar, en el nivel 4 la institución no presenta estudiantes, en comparación con el país que tiene 3% y la región 2%. Reflejando que no hay estudiantes con un alto dominio de las competencias en Ciencias Naturales.

La Institución Educativa Rodolfo Castro del corregimiento de Mariangola, presenta unas condiciones que son características de las zonas rurales, las cuales dificultan que se pueda acceder a los recursos e infraestructura para llevar a cabo actividades experimentales científicas. Afectando en los procesos de enseñanza aprendizaje de la química, porque se da a través de clases teóricas donde la oportunidad de corroborar a través de la experimentación es prácticamente inexistente. Adicionalmente, se identificaron las dificultades de aprendizaje en relación con los contenidos de química que presentan los estudiantes de grado octavo, especialmente en la comprensión de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis, en aspectos como determinación de quién dona y quién acepta los protones, el reconocimiento de pares ácido-base conjugados, y la comprensión de las interacciones ácido-base desde el enfoque de Lewis.

Por tal motivo, es de vital importancia la implementación de estrategias didácticas

contextualizadas que faciliten que se pueda llevar a cabo la experimentación en el aula de clase, permitiendo que la teoría vaya acompañada con la práctica experimental. Siendo una de estas, el laboratorio portátil, entendido como un recurso que permite llevar a cabo prácticas de laboratorio en contextos educativos donde no se cuentan con los recursos ni la infraestructura necesaria. Por ello, la presente investigación se orienta a evaluar la influencia del uso del laboratorio portátil como estrategia didáctica en el aprendizaje de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro.

Por tanto, bajo este análisis este trabajo pretende responder la pregunta, ¿Cómo influye el uso de un laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje de los modelos ácidos bases de Brønsted -Lowry y Lewis en estudiantes de 8° de la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro?

---

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia del uso del laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje del modelo de ácidos bases de Brønsted -Lowry y Lewis en estudiantes de 8° de la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes del grado octavo en relación con los modelos ácidos bases de Brønsted -Lowry y Lewis en el grupo control y grupo experimental.
- Diseñar e implementar un plan de clase a los estudiantes del grupo control y experimental sobre los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis.
- Aplicar el laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje del modelo de ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en los estudiantes del grupo experimental.
- Comparar los resultados del aprendizaje de los modelos ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en los estudiantes del grupo experimental y el grupo control, a través del post cuestionario.

---

# 1. Antecedentes

## 1.1 Antecedente a nivel Internacional

Vizcarra Sánchez y Vizcarra Gavilán (2021) desarrollaron un estudio titulado el laboratorio portátil: herramienta efectiva de enseñanza de la química en entornos rurales, con el objetivo general de evaluar la influencia del Laboratorio Portátil (LP) en el aprendizaje de la química en estudiantes de educación básica de una institución educativa ubicada en los Andes centrales del Perú. La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi-experimental de tipo pre y post test con grupo control, y tuvo un alcance explicativo. Participaron 40 estudiantes de tercero de secundaria, distribuidos en dos aulas: un grupo experimental (3°C) y un grupo control (3°B), con edades entre 14 y 15 años. El instrumento utilizado fue un examen estructurado de 28 ítems alineado a los estándares del currículo nacional peruano y con ítems del programa PISA, cuya fiabilidad fue de 0.77 según el coeficiente Alpha de Cronbach. Los temas abordados incluyeron propiedades de la materia, tabla periódica, funciones químicas, reacciones químicas, unidades de masa y enlaces químicos.

Entre los resultados más relevantes, se observó que el grupo experimental mejoró significativamente su rendimiento académico tras el uso del laboratorio portátil (promedio post test =  $15.80 \pm 2.5$ ) en comparación con el grupo control (promedio post test =  $13.70 \pm 2.1$ ), con una diferencia estadísticamente significativa ( $t_c = -5.805$ ,  $p < 0.001$ ). En conclusión, los autores destacaron que el uso del laboratorio portátil favoreció el aprendizaje significativo de la química, facilitó la conexión entre teoría y práctica, promovió el trabajo colaborativo y aumentó la motivación de los estudiantes. Se recomienda su replicación en instituciones con condiciones similares, como una herramienta útil para fortalecer los procesos de enseñanza-

---

aprendizaje en contextos rurales.

Como aporte este antecedente proporciona argumentos para defender el uso de estrategias experimentales que sean de fácil acceso y de bajo costo en la enseñanza de la química, sobre todo en lugares donde se tiene muchas carencias de infraestructura. Sustentando metodológicamente la implementación de diseños pretest-postest con grupo control para evaluar la efectividad de las estrategias didácticas sobre el aprendizaje, suministrando evidencias a favor de que la experimentación facilita una comprensión más significativa de temas como ácidos, bases y pH.

Krebs et al. (2023) desarrollaron y evaluaron con la participación de estudiantes de secundaria superior, un examen de conocimiento de opción múltiple acerca de las reacciones ácido-base de Brønsted-Lowry. Teniendo como objetivo general, diseñar y pilotear un instrumento útil para medir el conocimiento sobre este tema, además usarlo para valorar que tanto conocimiento se adquirió por haberse llevado a cabo la intervención didáctica enfocada en una perspectiva más actual, científicamente apropiada, y guiada al estudio del modelo de Brønsted-Lowry. Se tomó a los estudiantes de Austria de secundaria superior como la población, participando en el pilotaje 134 estudiantes, y 57 estudiantes en la intervención real con datos emparejados de pretest y postest, pertenecientes a cinco clases de dos instituciones.

La metodología que siguió el estudio fue el desarrollo y validación del instrumento, intervención educativa con la elaboración de pretest-postest, llevándose a cabo el análisis a través del modelo Rasch y comparación robusta entre mediciones. Los resultados evidenciaron que el examen fue confiable para estimar el conocimiento declarativo, reflejando un aumento significativamente en la puntuación del pretest al postest.

En conclusión, los autores afirman que hubo un incremento del conocimiento declarativo

---

sobre las reacciones ácido-base luego de la intervención didáctica, aceptando que existieron limitaciones relacionadas al tamaño muestral, por tanto, recomiendan que se aplique el estudio a muestras más numerosas y diversas. Siendo el aporte que brinda este antecedente, brindar un andamiaje metodológico que permitió diseñar intervenciones didácticas en química y para construir instrumentos de evaluación del aprendizaje con sustento psicométrico.

Faustino, Aguayo da Rosa & Ignachewski (2025) desarrollaron un estudio titulado Ácido y base de Brønsted-Lowry y de Lewis: una problematización de química para la educación superior, teniendo como objetivo general crear y aplicar un problema en forma de estudio de caso, con un tema llamativo que atrajera a los educandos de educación superior a las teorías de ácido-base de Brønsted- Lowry y Lewis, para determinar sus comprensiones sobre estos contenidos.

Los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Química de la Universidad Estadual do centro Oeste (UNICENTRO), fueron elegidos como la población de donde se tomó la muestra, reportándose en los resultados que 9 estudiantes contestaron el cuestionario diagnóstico y tan solo 8 estudiantes participaron en resolución del estudio de caso, situación de inconsistencia que se explica por inasistencias durante la recolección de datos. Siguiendo los parámetros de una investigación educativa sustentada en teorías de aprendizaje significativo de David Ausubel, mediante revisión bibliográfica para la metodología de este estudio. Elaboración de un caso relacionado con un incidente en un lugar, que afectaba el agua sanitaria, aplicación de cuestionarios abiertos, antes y después de la realización de actividades y observación de cómo se comportaron los estudiantes durante la implementación.

Con un enfoque cualitativo y un diseño de investigación descriptiva, donde se tuvieron en cuenta estudio de caso y análisis documental de las respuestas dadas por los alumnos.

---

Siendo su alcance descriptivo e interpretativo, porque se pretendía comprender cuales eran las ideas previas, los progresos conceptuales y dificultades que presentaban los alumnos frente a las teorías ácido-base. Utilizándose un cuestionario impreso inicial y final con interrogantes abiertas, la implementación de un estudio de caso y la observación.

En los resultados, encontraron los autores que empezando los estudiantes relacionaban ácidos y bases casi exclusivamente con el modelo de Arrhenius, pero el modelo de Brønsted-Lowry era recordado por pocos de ellos, y el modelo de Lewis ni siquiera lo tuvieron en cuenta en sus respuestas. Después de que se llevó a cabo la intervención, los estudiantes distinguieron de mejor manera los modelos y progresaron en la descripción de Bronsted-Lowry y Lewis, a pesar de esto seguían presentándose dificultades importantes en la representación simbólica, evidenciándose con mayor frecuencia en la comprensión de los movimientos electrónicos y el uso correcto de las flechas curvas. Concluyendo, el estudio mostro que se presentaron avances en como los estudiantes comprendían las teorías ácido base, sin embargo, se dejó en evidencia la necesidad de que los docentes centren esfuerzos en fortalecer como explican y enseñan las simbologías químicas y estrategias que prioricen al estudiante, como las estrategias basadas en problemas contextualizados, para mejorar una comprensión más significativa.

Como aporte, este antecedente proporciona evidencia para justificar propuestas didácticas dirigidas a la enseñanza de ácidos bases que empleen metodologías activas, demostrando que los estudios de caso y la problematización permiten diagnosticar saberes previos, identificar equivocaciones conceptuales y facilitar progreso en la comprensión científica, sirviendo de referente para elaborar estrategias pedagógicas y de evaluación en proyectos de investigación en química.

Rodríguez Montoro et al. (2024), publicaron un artículo titulado practica de laboratorio

---

virtual de química general: ácidos y bases, llevaron a cabo una actividad educativa orientada a virtualizar una práctica de laboratorio de química ácido-base como una alternativa a la modalidad presencial. Siendo el objetivo general lograr que las competencias adquiridas por los estudiantes fueran parecidas en la práctica experimental convencional como en la actividad virtual, utilizando Visual Basic de Excel para diseñar una herramienta de simulación para determinar pH de disoluciones, valoraciones ácido-base y hacer comparaciones entre los resultados en ambas modalidades. Estudiantes universitarios de química general, conformaron la población de donde se tomó la muestra, repartidos en dos grupos: un grupo VIRT de 75 estudiantes que trabajo con laboratorio virtual y un grupo CONV de 68 que utilizo la metodología de laboratorio convencional.

En la metodología, se combinaron la descripción de la practica tradicional con el diseño e implementación de una práctica virtual sustentada en hojas de cálculo de Excel con macros, comparándose el desempeño académico en ambos grupos basándose en las calificaciones obtenidas en laboratorio y en la asignatura. Siendo el enfoque del estudio cuantitativo, porque se analizaron promedios, medianas y pruebas de similitud a través de t-test y z-test para comparar distribuciones de los resultados.

El tipo de diseño fue cuasi experimental comparativo, porque se compararon dos grupos con diferente modalidad en la práctica, siguiendo la misma metodología teórica. Presentado un alcance descriptivo y comparativo, porque describe la puesta en acción de la práctica virtual y compara la similitud con la modalidad empleada convencionalmente. Siendo la hoja de cálculo programada en Visual Basic de Excel, la guía de la practica convencional y virtualizada, la hoja de trabajo diseñada con una rubrica con especificaciones para evaluar competencias, y posterior análisis de las calificaciones de la práctica de laboratorio y la asignatura, los instrumentos.

---

En los resultados se evidencio que la practica virtual tuvo una buena efectividad en grupos de alrededor de 70 estudiantes, no se presentaron problemas técnicos, siendo comparables las competencias adquiridas en ambas metodologías. presentando el grupo virtual un promedio de 8,0 y el grupo convencional 8,7, pero presentando calificaciones finales promedio de 2,8 y 4,1, respectivamente, mostrando las pruebas de similitud, valores de p por encima de 0,05, para la equiparación entre laboratorio virtual y convencional, respaldando la equivalencia de resultados.

Como conclusión, los autores afirmaron que si bien la practica virtual no reemplaza por completo las competencias que se desarrollan en el trabajo practico de laboratorio, si permite desarrollar otras parecidas en operaciones básicas, como lo son el registro de datos, interpretación y calculo, convirtiéndola en una opción funcional y flexible cuando no se cuenta con la posibilidad de realizar la práctica de laboratorio convencionalmente en un laboratorio real. Aportando este antecedente un apoyo para estudios que deseen incluir herramientas virtuales en la enseñanza de la química ácido-base, porque demuestra que las prácticas de laboratorio haciendo uso de recursos virtuales puede generar resultados similares con los laboratorios presenciales y servir para la educación remota o hibrida.

Por otro lado, Neira Morales (2021) desarrolló una investigación titulada La experimentación en Ciencias Naturales como estrategia de alfabetización científica, cuyo objetivo general fue revisar y discutir el estado actual de la realización de actividades experimentales como estrategia para el logro de la alfabetización científica en etapas escolares, con especial énfasis en el contexto chileno. La metodología empleada fue de enfoque cualitativo mediante una revisión documental y análisis teórico-descriptivo, correspondiente a un estudio de tipo interpretativo con alcance exploratorio y crítico, sustentado en la revisión de investigaciones previas, estudios empíricos y fuentes teóricas actualizadas sobre el uso de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias

---

naturales. No se utilizaron instrumentos aplicados a campo, ya que se trató de un estudio basado en la revisión de literatura científica. Sin embargo, se analizaron múltiples estudios y datos secundarios de investigaciones realizadas por autores como Cofré, Fernández, González-Weil, Carrascosa, entre otros.

Entre los principales hallazgos, se identificó que en muchos casos las actividades experimentales (AE) en ciencias naturales han sido reducidas a simples comprobaciones de teorías ya explicadas en clases teóricas, dejando de lado su potencial indagatorio y su papel fundamental en el desarrollo del pensamiento crítico y científico. Se destaca que estas AE frecuentemente presentan bajos niveles de apertura y escasa orientación hacia la resolución de problemas reales. Además, se identificaron limitaciones estructurales y pedagógicas como la falta de insumos, el exceso de carga horaria docente, y la escasa autonomía para innovar.

En la conclusión, el autor resalta que las actividades experimentales son una vía catalizadora para fomentar vocaciones científicas, promover la alfabetización científica y desarrollar competencias clave como la autonomía, la indagación y el pensamiento crítico. Para lograrlo, es necesario que los docentes reciban formación inicial y continua enfocada en la gestión del laboratorio, el diseño de AE con sentido pedagógico, y el uso de metodologías centradas en la investigación escolar y las ferias científicas. Finalmente, el estudio sugiere que futuras investigaciones analicen las condiciones institucionales y pedagógicas que determinan el éxito de las AE en contextos escolares diversos.

En cuanto Angulo-Delgado et al. (2022) llevaron a cabo un estudio titulado el trabajo práctico de laboratorio en clase de Ciencias Naturales durante la pandemia: Experiencias en Argentina y Colombia, cuyo objetivo general fue describir las decisiones pedagógicas adoptadas por profesores de Ciencias Naturales en relación con los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) durante la emergencia sanitaria por la COVID-19 en contextos de Argentina

---

y Colombia. El enfoque metodológico fue cualitativo de tipo descriptivo, con un diseño no experimental basado en encuestas abiertas, aplicadas mediante muestreo por conveniencia. El estudio tuvo un alcance exploratorio y comprensivo, dirigido a comprender las percepciones, estrategias y adaptaciones realizadas por los docentes frente a la imposibilidad de acceder a laboratorios físicos durante la pandemia. Los participantes fueron 86 profesores de Ciencias Naturales: 51 de Argentina y 35 de Colombia, pertenecientes a diferentes niveles educativos (básica, media y superior), con formación en disciplinas como biología, física y química. El instrumento de recolección de información fue un formulario tipo Google con tres preguntas abiertas, aplicado entre abril y junio de 2020, que indagó sobre opiniones respecto a materiales e insumos, estrategias aplicadas en prácticas experimentales durante la pandemia y posibles replanteamientos sobre el trabajo experimental.

Entre los resultados, se evidenció que la mayoría de los docentes se adaptaron a las condiciones impuestas por la educación remota, recurriendo al uso de materiales caseros de bajo costo, videos, simulaciones digitales y guías impresas. No obstante, señalaron que ciertas prácticas experimentales son insustituibles en modalidad presencial, especialmente en el nivel universitario. También se identificó una marcada conciencia de los docentes frente a las limitaciones socioeconómicas de sus estudiantes, particularmente en zonas rurales sin acceso a internet, lo que llevó a que muchos profesores asumieran personalmente los costos de los materiales experimentales. En conclusión, los autores resaltan que la pandemia se convirtió en una oportunidad para replantear la enseñanza de las ciencias desde la creatividad, la autonomía y el compromiso docente, aunque también reveló profundas desigualdades que afectan el derecho a una educación científica de calidad. El estudio sugiere capitalizar las lecciones aprendidas para integrar estrategias presenciales y digitales de forma más efectiva en el futuro.

---

## 1.2 Antecedentes a nivel Nacional

Causil y Rodríguez (2021) realizaron una investigación cuyo objetivo general fue estudiar los efectos del uso de la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) mediante la experimentación en el laboratorio como metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales, en estudiantes de noveno grado de la Escuela Normal Superior Santa Teresita, en Loricá (Córdoba, Colombia). La metodología utilizada tuvo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional analítico de cohorte y un alcance explicativo-comparativo; en la cual, participaron 65 estudiantes, divididos en dos grupos: un grupo experimental (n=30) que desarrolló un proyecto pedagógico mediante prácticas de laboratorio sobre grupos sanguíneos, y un grupo control (n=35) que siguió una enseñanza tradicional. Como instrumento principal se aplicó un cuestionario de 10 ítems con un Alpha de Cronbach de 0.88, diseñado para evaluar tres dimensiones: competencia cognitiva, interpersonal e intrapersonal. Se utilizó una rúbrica de niveles de logro basada en los modelos de Wilson (2005) y Ramírez y Tamayo (2011). El análisis de los datos se realizó mediante ANOVA, utilizando el software SPSS v25.

Entre los resultados, se encontró que el grupo experimental obtuvo medias significativamente más altas en las tres competencias evaluadas en comparación con el grupo control. Por ejemplo, en el ítem relacionado con la descripción del procedimiento para realizar una hemoclasificación, el grupo experimental logró una media de 4.5 frente a 1.7 del grupo control. En conclusión, los autores determinaron que el ABP, apoyado en la experimentación de laboratorio, no solo mejora la comprensión conceptual, sino que además promueve la resolución de problemas, el trabajo colaborativo, la autonomía y la motivación. La estrategia demostró ser altamente eficaz para fortalecer las competencias integradoras en el área de Ciencias Naturales, especialmente al permitir que los estudiantes apliquen conocimientos en contextos reales y significativos.

---

En segundo lugar, se encuentra Marín Quintero (2021) quien desarrolló un estudio titulado el trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales: una experiencia con docentes en formación inicial, cuyo objetivo general fue contribuir a la formación docente respecto al uso de prácticas experimentales en la enseñanza de biología y química, desde su concepción, planificación e implementación en contextos escolares. La metodología fue cualitativa, con enfoque constructivista, diseño de investigación-acción participativa y método de estudio de caso, con un alcance exploratorio y descriptivo. Participaron cinco docentes en formación inicial del programa de Licenciatura en Educación Básica de la Universidad del Valle. Se utilizaron instrumentos como cuestionarios tipo Likert, observación no participante y registros narrativos para analizar sus concepciones, planeaciones e intervenciones.

Los resultados evidenciaron debilidades iniciales en las concepciones de los docentes sobre la relación entre teoría y práctica, el diseño de actividades experimentales y el dominio de contenidos científicos. Sin embargo, al finalizar el proceso, se observó una mejora significativa en su capacidad para diseñar y aplicar prácticas experimentales basadas en resolución de problemas reales, logrando aprendizajes activos y contextualizados por parte de los estudiantes. Las propuestas abordaron tópicos innovadores como bioindicadores atmosféricos, fitohormonas, hongos filamentosos, entre otros.

En la conclusión, se destacó que el modelo de práctica experimental basado en resolución de problemas resulta más coherente con la naturaleza de la ciencia y con los enfoques didácticos actuales, al articular teoría y experimentación. Además, se reconoció la importancia de fortalecer la formación inicial docente mediante estrategias que permitan planear, ejecutar y reflexionar sobre prácticas pedagógicas innovadoras y contextualizadas, favoreciendo la transición del modelo tradicional de enseñanza a uno más crítico, reflexivo e investigativo.

---

## 2. Marco teórico

### 2.1 Disciplina

#### 2.1.1 Ácidos y bases de Brønsted

Chang y Goldsby (2016) describen que una base de Brønsted es una especie química que acepta protones, y un ácido de Brønsted es sustancia química que dona protones. Siendo un ejemplo de un ácido Brønsted, el ácido clorhídrico, debido a que le regala un protón al agua.

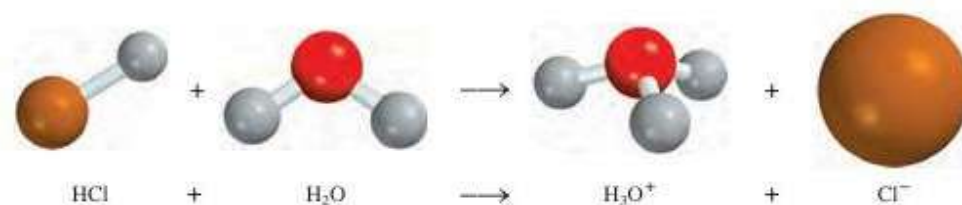


En este caso el ion  $\text{H}^+$  es un átomo de hidrogeno que cedió su electrón, por tanto, es solo un protón, ya que el isotopo mas abundante del hidrogeno solo tiene un protón en su núcleo, y orbitando en una nube de probabilidades de donde puede ser encontrado, un solo electrón, por ende, al perder su único electrón solo queda con un protón. Teniendo el protón un tamaño de  $10^{-15}$  m, y un átomo o ion comúnmente presenta un diámetro aproximadamente de  $10^{-10}$  m. Por tanto, debido a su tamaño, este protón cargado no se encuentra de forma aislada en una disolución acuosa, porque se presenta una fuerte atracción a causa del polo negativo del  $\text{H}_2\text{O}$  (en el átomo de oxígeno). En consecuencia, solo puede existir de forma hidratada, como se ilustra en la figura.

---

**Figura 4**

*Ionización de HCl en agua para formar el ion hidronio y el ion cloruro*

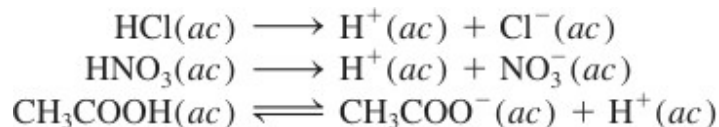


Así, la ionización del ácido clorhídrico deberá escribirse como:



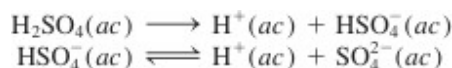
El H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, recibe el nombre de Ion hidronio. Mostrando esta reacción como una base de Brønsted (H<sub>2</sub>O) acepta un protón que le dono un ácido de Brønsted (HCl). Comprobado experimentalmente que este ion se sigue hidratando, teniendo la capacidad de asociarse con múltiples moléculas de agua. Por consiguiente, como esto no modifica las propiedades acidas del protón humedecido, para facilitar las cosas en este documento se usará H<sup>+</sup> (ac) con el fin de representarlo, aunque sea también válido la nomenclatura H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, debido a que se asemeja mas a la realidad. Hay que tener presente que ambas describen el mismo ion en disolución acuosa (Chang y Goldsby, 2016).

De los ácidos más empleados en los laboratorios están el ácido clorhídrico (HCl), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y el ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>). Siendo monopróticos los tres primeros, porque cada unidad de ácido cede un ion hidrogeno tras la ionización:



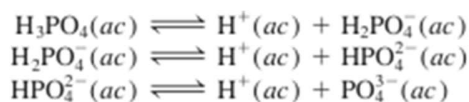
El ácido acético es un electrolito débil, porque presenta una ionización incompleta (véase en la doble flecha). Es por esto que se clasifica como un ácido débil. Pero en el caso del HCl y el HNO<sub>3</sub> son clasificados como ácidos fuertes debido a que son electrolitos fuertes, disociándose completamente en disolución (mire las flechas sencillas).

Siendo diprótico el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ya que cada unidad del ácido genera dos protones H<sup>+</sup>, en dos en dos etapas:



Otro ácido fuerte es el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, porque en su primera etapa de ionización es completa, pero en la segunda etapa HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> es un ácido débil, representándose su ionización incompleta por medio de una doble flecha.

Los ácidos triproticos producen tres iones H<sup>+</sup>. Siendo el mas conocido el ácido fosfórico, presentando las siguientes ionizaciones:

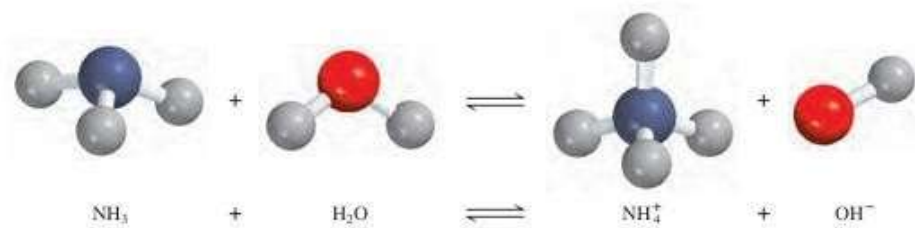


En este caso particular, estas especies (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> y HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) utilizan dobles flechas para representar la secuencia de como ocurre la disociación, por ende, son ácidos débiles. El

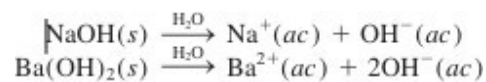
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{HPO}_4^{2-}$  se encuentran en disoluciones acuosas de fosfato,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

### Figura 5

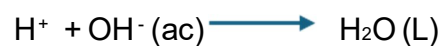
*Ionización del amoníaco en agua para formar el ion amonio y el ion hidróxido*



El  $(\text{NaOH})$  y el  $[\text{Ba}(\text{OH})_2]$  son ácidos fuertes. Lo que quiere decir que disolución están 100% ionizados:



Aceptando el ion  $\text{OH}^-$  un protón como se muestra a continuación:



Lo que deja en evidencia que el  $\text{OH}^-$  es una base de Brønsted.

Clasificándose como una base de Brønsted al  $(\text{NH}_3)$  porque tiene la capacidad de recibir un protón  $\text{H}^+$ .



---

Este es una base débil, debido a que una pequeña cantidad de moléculas de  $\text{NH}_3$  que se disuelven producen una reacción con el agua para generar como producto los iones  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{OH}^-$ .

El hidróxido de sodio es la base mas fuerte que se utiliza en el laboratorio. De bajo costo y muy soluble. (Esta característica de ser soluble realmente la comparte con los demás hidróxidos de metales alcalinos). Por otro lado, la disolución acuosa de amoniaco es la base más débil usada en laboratorios. La cual se suele atribuir un nombre erróneo, hidróxido de amonio, debido a que no se cuenta con pruebas de haya tal especie ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

Los elementos del grupo 2A cuando se unen con un metal alcalinotérreo forman hidróxidos de la forma  $\text{M}(\text{OH})_2$ . De los cuales, solo el  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  es soluble. Los que resultan de unirse con el aluminio [ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ] y el zin [ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ] no son solubles y se emplean como bases.

### Neutralización ácido-base

Una reacción de neutralización es una reacción que se produce entre un ácido y una base. Generalmente, en las reacciones acuosas ácido-base se forma agua y una sal, que es un compuesto iónico formado por un catión distinto del  $\text{H}^+$  y un anión distinto del  $\text{OH}^-$  u  $\text{O}^{2-}$  (Chang y Goldsby, 2016).



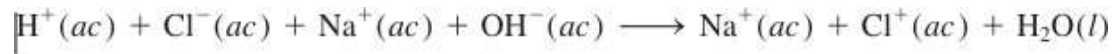
De esta forma se produce la sal de mesa,  $\text{NaCl}$ , gracias a una reacción ácido- base.



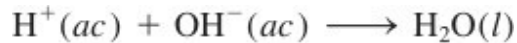
Pero, como el ácido y la base son electrolitos fuertes, estos se encuentran completamente

---

disociados en la disolución. La fórmula química es:



En consecuencia, esta se puede ilustrar con la ecuación iónica neta.



El  $\text{Na}^+$  y el  $\text{Cl}^-$  son iones espectadores.

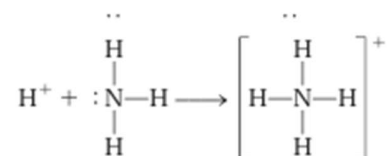
En la anterior reacción, si se inicia con cantidades molares del ácido y base, produciría una sal y no se encontrarían ni rastro de ácido o base. Siendo esta una de las particularidades de las reacciones de neutralización ácido base.

Un ejemplo de una reacción entre una base fuerte y un ácido débil es:



### 2.1.2 Ácidos bases de Lewis

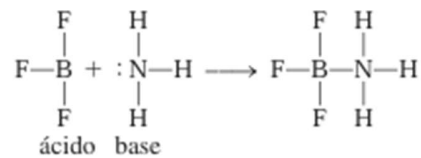
Chang y Goldsby (2016) explican que un ácido de Lewis es una especie química que posee la capacidad de recibir un par de electrones. Mientras que una base es la que puede regalar un par de electrones. Como ejemplo se presenta la reacción del amoníaco, comportándose como una base de Lewis ya que regala un par de electrones al protón, el cual actúa como un ácido de Lewis al aceptar el par de electrones (Chang y Goldsby, 2016).



---

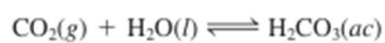
En consecuencia, cuando existe una donación de un par de electrones de una sustancia a otra, esta se trata de una reacción ácido base de Lewis. Este cambio químico al entrar en contacto estas dos sustancias no genera una sal y agua. Estas reacciones de ácido-base de Lewis abordan muchas en las que no participan los ácidos de Brønsted.

Como ejemplo, cuando entran en contacto el  $\text{BF}_3$  y el amoníaco dando como resultado un compuesto aducto.



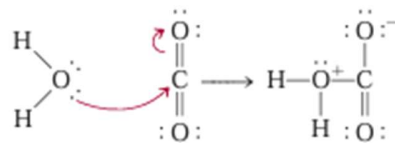
Presentándose una hibridación  $sp_2$  en el átomo de boro del  $\text{BF}_3$ . Debido a que el orbital  $2p_z$  está vacío, por ende, tiene la capacidad de aceptar el par de electrones provenientes del  $\text{NH}_3$ . Comportándose el  $\text{BF}_3$  como un ácido en concordancia con el modelo de Lewis, aunque en esta sustancia no este presente un protón ionizable. Formándose un enlace covalente coordinado entre el B y N, como sucede en todas las reacciones que abarca el modelo de Lewis (Chang y Goldsby, 2016).

A continuación, se presenta como se hidrata el dióxido de carbono para producir ácido carbónico.

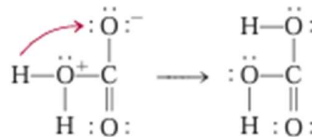


---

En la primera fase ocurre la donación de uno de los pares de electrones del átomo de oxígeno del H<sub>2</sub>O al átomo de carbono perteneciente al CO<sub>2</sub>. Se desocupo un orbital en el carbono para introducir el par electrónico libre, por medio de desplazar el par de electrones del enlace pi C-O.



Siendo el H<sub>2</sub>O una base de Lewis y el CO<sub>2</sub> un ácido de Lewis. Luego se pasa un protón al átomo de oxígeno que soporta una carga negativa para formar el H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.



Pero, aunque esta definición de Lewis es muy importante, generalmente se suele hablar de un ácido y una base bajo los criterios de la definición del modelo de Brønsted. Siendo empleada la frase ácido de Lewis para sustancias que tienen la capacidad de aceptar un par de electrones, pero no contienen átomos de hidrogeno que se disocie para formar un ion.

---

## 2.2. Didáctico / pedagógico

### 2.2.1. El laboratorio portátil

Basándonos en el trabajo que realizó Sánchez & Gavilán (2021), un laboratorio portátil es aquel que contiene materiales básicos para llevar a cabo prácticas experimentales que permitan la enseñanza de la química de acuerdo con la temática. Siendo estos materiales básicos, los elementos de protección, los cuales incluyen, guantes, mascarillas, gorros; además cuenta con los materiales, reactivos y por último las guías de práctica de laboratorio.

**Figura 6**

*Laboratorio portátil*



*Nota.* La figura muestra los materiales incluidos en un laboratorio portátil, utilizado para el desarrollo de competencias científicas en entornos educativos

La figura 3 muestra los materiales que se deben incluir en un laboratorio portátil y estos son los siguientes:

#### I. Elementos de protección

Los elementos de protección personal tienen como propósito principal, prevenir las

---

enfermedades y accidentes que pudieran alterar la salud de los estudiantes en el desempeño de cualquier actividad experimental en el laboratorio (Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). Siendo los elementos de protección más comunes los siguientes:

- Los guantes: “la función principal de un guante es proteger la mano y la muñeca del contacto con un material peligroso que podría irritar o infectar la piel o contaminar al operador” (Shield Scientific, 2026, p 1).
- Mascarillas o tapabocas: “Las mascarillas son equipos de protección individual (EPI). Su función es proteger de la exposición a contaminantes a través de las vías respiratorias” (Hospital Universitario Donostia, s. f. p 2)
- Bata de laboratorio: “Son prendas laborales diseñadas para proteger al usuario de sustancias peligrosas y productos químicos, así como evitar riesgos de contaminación y evitar manchas en la propia ropa” (Creyconfe, 2023, p 1.).
- Gorros: “Son usados para proteger la cabeza de derrames, salpicaduras y otros peligros” (HX Protective Clothing, 2023, p 1).

## **II. Materiales y reactivos**

Los materiales de laboratorio son herramientas diseñadas para llevar a cabo experimentos y ensayos científicos de manera segura y precisa; mientras que los reactivos químicos hacen parte de los compuestos que se combinan para provocar una reacción química o analizar la

---

composición de otras sustancias; la mayoría de los reactivos buscan una reacción específica cuando se utilizan, ya sea un cambio de color o la detección de una sustancia, entre otras (DC Fine Chemicals, 2024).

### **III. Guías de práctica de laboratorio**

La guía de laboratorio es la herramienta encargada de informar al alumnado las instrucciones necesarias para el adecuado desarrollo de las prácticas, facilitando un adecuado registro de los datos relevantes dentro del desarrollo de la práctica, así como las indicaciones para el análisis de estos y la elaboración de informes, con el fin de reforzar competencias y conceptos en los estudiantes. No obstante, las guías de laboratorio llevan al estudiante a que se concentre en un tema en específico, con el fin de generar un aprendizaje significativo que le permita al estudiante el desarrollo del auto aprendizaje, y competencias” (Montoya, 2012) que promueven el desarrollo de habilidades ante situaciones de la vida real.

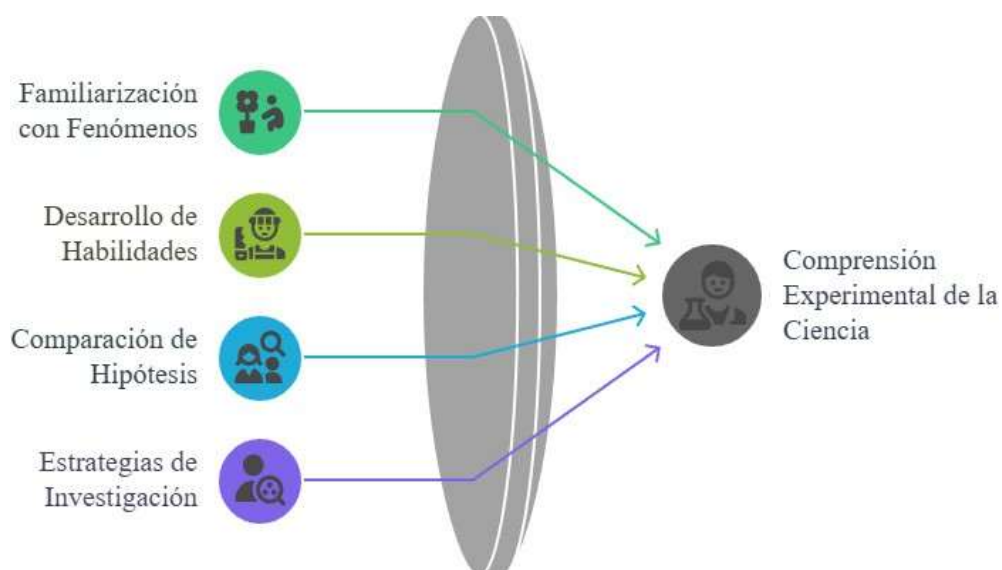
En este sentido, el laboratorio portátil se constituye en una herramienta pedagógica innovadora que permite acercar la práctica experimental a contextos educativos con limitaciones de infraestructura, facilitando el proceso de la enseñanza - aprendizaje de conceptos abstractos como los modelos ácidos - bases de Bronsted-Lowry y Lewis. Al integrar elementos de protección personal, materiales, reactivos y guías de laboratorio, se promueve un aprendizaje activo, seguro y significativo en los estudiantes, fomentando tanto el desarrollo de competencias científicas como la apropiación de conocimientos teóricos a través de la experiencia; su implementación en el grado 8° de la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro representa una oportunidad para fortalecer la enseñanza de la química desde una perspectiva contextualizada, práctica y motivadora, favoreciendo así el desarrollo del pensamiento científico y la comprensión de fenómenos químicos en la vida cotidiana.

#### IV. La importancia del Trabajo Práctico de Laboratorio (TPL) en la educación en ciencias

Las prácticas experimentales como un recurso de gran valor y utilidad para la enseñanza integral de las ciencias naturales; estas ayudan a que los educandos comprendan cómo funciona el pensamiento científico, las clases de problema que pueden resolver, el lenguaje empleado, e incluso como la ciencia sigue desarrollándose (Canavarro-Benite y Machado-Benite, 2009). En palabras de López-Rua & Tamayo-Alzate (2012) el TPL refuerza la teoría, favorece la mejora de habilidades y capacidades de pensamiento, estimulando la incorporación y desarrollo de habilidades y destrezas que se necesitan para llevar a cabo la actividad experimental

**Figura 7**

*Beneficios de las prácticas experimentales*



*Nota.* Elaboración propia, utilizando la herramienta napkin. Datos tomados de Caamaño (2003) y (Sánchez Moreno et al, 2016).

Según Caamaño (2003) con los trabajos experimentales se consigue que los estudiantes se familiaricen, observen e interpreten los hechos o diferentes fenómenos; además se logra

---

incentivar que comparen diferentes hipótesis, dándoles también habilidades que les permiten un buen manejo de los equipos; la posibilidad de usar una variedad de estrategias y métodos de investigación que les permite encontrar soluciones a algún problema; traduciendo las prácticas de laboratorio en una actividad que promueve la comprensión experimental de la ciencia (Sánchez Moreno et al, 2016).

Por su parte Lacolla (2012) dice que una de las representaciones sociales, asociadas a la ciencia es la de alguien que trabaja en un laboratorio, usa los elementos de seguridad y experimenta con reacciones que pueden ser geniales o incluso hasta peligrosas.

### **¿Cómo se ejecuta la experimentación en la educación básica y media?**

Según Hodson (1994), diferentes autores están de acuerdo con que el trabajo práctico de laboratorio se centra en una enseñanza a partir de métodos de transmisión - recepción o por descubrimiento, en lo que los estudiantes van confirmando lo que aprenden, como si fuera una receta de cocina, dejando ver esto que se ve la ciencia y la enseñanza desde un punto de vista empírico inductivista, lo que deja en evidencia la separación de la teoría y la experimentación. Estando la práctica a merced de la teoría, siendo el estudiante orientado paso a paso por experiencias que no tienen ninguna relación entre ellas, y sin aplicación alguna, dando mucha relevancia a las respuestas correctas. De ahí que el laboratorio tienda a la confirmación de cosas ya conocidas. Por todo lo mencionado, los TPL son estructurados de forma confusa y poco productiva, confiriéndoles muy poco valor educativo.

Por lo anterior, se considera que el laboratorio portátil es una herramienta educativa que sirve para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, porque brinda los materiales y reactivos necesarios para llevar a cabo las prácticas experimentales, sin depender de la existencia de

---

un espacio destinado para tal fin, teniendo la ventaja de poder transformar cualquier salón de clase en un laboratorio, y todo esto gracias a su tamaño compacto que permite que se pueda transportar de forma fácil.

# 3. Metodología

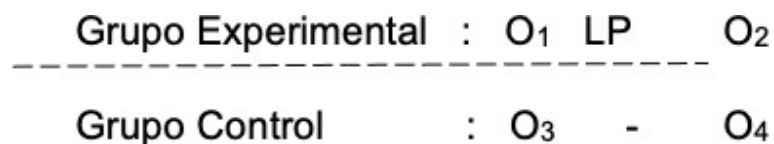
## 3.1 Diseño de la investigación

### 3.1.1. Enfoque

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, el cual, “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Sampieri et al, 2014, p. 4).

### 3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación fue cuasi experimental en donde se utilizó un pre y post cuestionario con grupo control, debido a que los grupos fueron elegidos por conveniencia (no probabilística), adaptándonos a las aulas concedidas por el Institución Educativa Rodolfo Castro Castro ubicada en el corregimiento de Mariangola Cesar para llevar a cabo el estudio.



Donde:

GE: Grupo Experimental

GC: Grupo Control

---

O1 y O3: Prueba Pre Cuestionario

O2 y O4: Prueba Post Cuestionario

### **Procedimiento del diseño cuasi experimental**

Esta investigación se llevó a cabo con dos grupos uno control (salón 8°01) y uno experimental (salón 8°02), donde se les aplicó un pre y post cuestionario a los dos grupos (experimental y control); seguidamente se desarrolló una clase de química sobre los modelos de ácido base de Brønsted – Lowry y Lewis en los dos grupos, llevándose a cabo la experimentación con el laboratorio portátil (LP) al grupo experimental (8°02).

### **3.1.3. Alcance de la investigación**

El alcance de la presente investigación fue descriptivo - correlacional, debido a que según, Hernández Sampieri et al. (2014). Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Por tal razón, como en este trabajo hay una intervención, el laboratorio portátil, una variable dependiente que es el aprendizaje/ rendimiento académico, y además se quiere determinar qué tan efectiva es la estrategia, por ende, se quiere saber cómo se relacionan diferentes variables, lo que justifica que también sea correlacional, entendido según Hernández Sampieri et al. (2014). Que un estudio correlacional es un tipo estudio que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables.

---

## **4. Técnica e instrumento de recolección de datos**

### **4.1. Técnicas de recolección de datos.**

Diferentes autores consideran a las encuestas como un diseño o método. Siendo clasificada en la obra de Metodología de la Investigación de Sampieri, como investigaciones no experimentales transversales o transeccionales descriptivas o correlacionales-causales, porque en ocasiones se tiene la finalidad de uno o otros diseños y en ocasiones de ambos. Empleándose usualmente cuestionarios implementados en distintos entornos, por ejemplo, entrevistas en persona, por medios electrónicos como correos o páginas web, en grupo, etc.). Sampieri et al. (2014).

### **4.2. Instrumentos de recolección de datos.**

En esta investigación se tuvo en cuenta como instrumento de recolección de datos el cuestionario, el cual es un instrumento estructurado utilizado en investigaciones cuantitativas, especialmente en aquellas que aplican la metodología de encuestas. Esta herramienta permite al investigador formular preguntas específicas para obtener información organizada de una muestra de personas. Posteriormente, las respuestas recolectadas se procesan cuantitativamente con el objetivo de describir características de la población o analizar estadísticamente las relaciones entre variables de interés (Meneses, 2016).

Por lo anterior, se elaborará un cuestionario pre y post para determinar el nivel de rendimiento académico de los modelos ácidos bases Brønsted- Lowry y Lewis de los estudiantes antes y después de la implementación del laboratorio portátil en el grupo experimental.

---

## Cuestionario

Prueba de desempeño: Modelos ácido-base (Brønsted-Lowry y Lewis).

Propósito: Determinar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes sobre los modelos ácido-base antes y después de la intervención con laboratorio portátil.

Instrucciones: Marca una única opción por pregunta. Cada ítem vale 1 punto. Puntaje total: 10.

## Clave de respuestas

1. B 2) B 3) B 4) B 5) D 6) A 7) B 8) C 9) B 10) A

## Tabla 1

*Matriz de especificación*

Ítem	Modelo/Competencia evaluada	Nivel cognitivo
1	Identifica ácido/base Brønsted en reacción	Comprensión
2	Reconoce pares conjugados	Comprensión
3	Distingue especie anfótera	Comprensión
4	Identifica ácido/base de Lewis	Comprensión
5	Diferencia alcances de ambos modelos	Análisis
6	Jerarquiza fortaleza ácida en agua	Aplicación
7	Selecciona par conjugado correcto	Aplicación
8	Distingue reacción Lewis sin protón	Análisis
9	Clasifica rol de especie en equilibrio	Aplicación
10	Justifica roles en formación de $\text{H}_3\text{O}^+$ $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$	Análisis

## Puntuación e interpretación

- **Puntaje bruto:** 0–10 (1 punto por respuesta correcta).
- **Conversión a niveles (tu escala 1–5):**

---

**Tabla 2**

*Puntuación e interpretación*

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel</b>
0-2	1 = Muy bajo
3-4	2 = Bajo
5-6	3 = Medio
7-8	4 = Alto
9-10	5 = Muy alto

**Indicadores de logro (sugeridos):**

- $\geq 7/10$ : Maneja adecuadamente ambos modelos y aplica criterios en reacciones típicas.
- 5–6/10: Comprende definiciones clave pero presenta vacíos en aplicación/análisis.
- $\leq 4/10$ : Requiere refuerzos conceptuales básicos y actividades guiadas.

**Aplicación pre/post y análisis**

1. **Aplicación:** Usa el mismo instrumento como **pretest** y **postest**.
2. **Medida de cambio:**

- **Ganancia absoluta:**  $\Delta = \text{post} - \text{pre}$ .
- **% Mejora:**  $\frac{\text{post} - \text{pre}}{10} \times 100$ .
- (Opcional) **Tamaño del efecto (Cohen's d):**  $\frac{\bar{X}_{\text{post}} - \bar{X}_{\text{pre}}}{SD_{\text{pooled}}}$ .

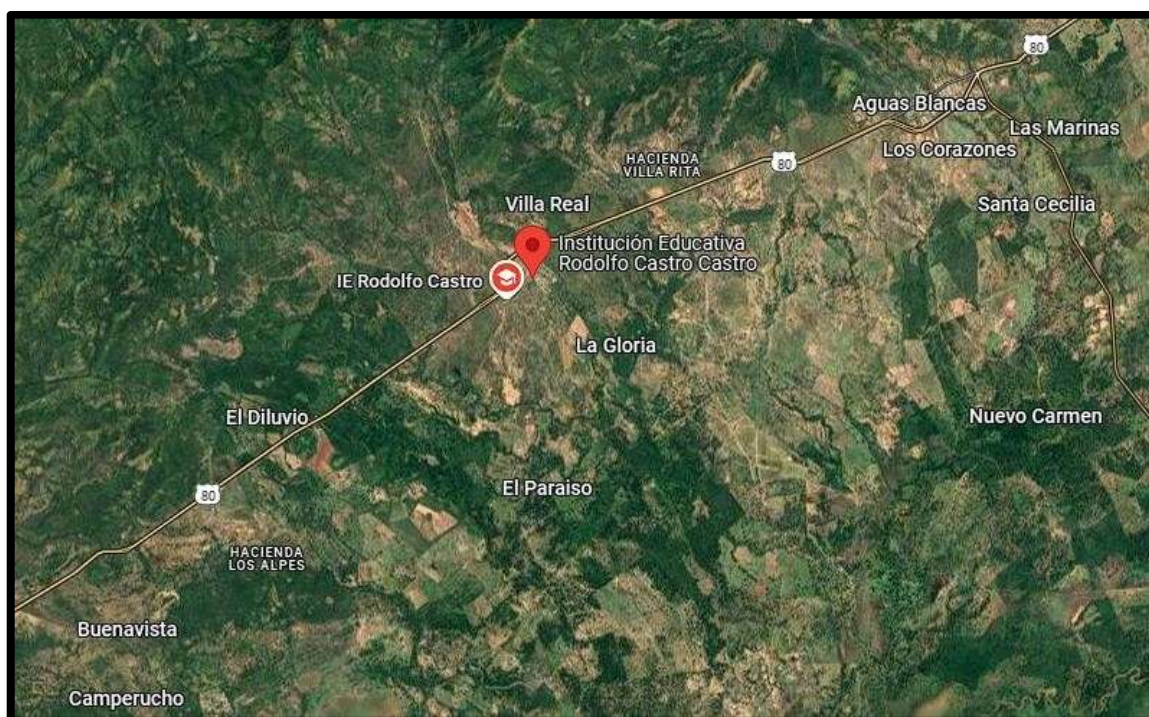
---

## 5. Lugar de estudio

El presente proyecto se desarrolló en la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro, ubicada en el corregimiento de Mariangola, municipio de Valledupar, departamento del Cesar. Esta institución de carácter oficial y mixto presta servicios educativos en los niveles de preescolar, básica primaria, secundaria, media académica y bachillerato por ciclos.

**Figura 8**

*Institución Educativa Rodolfo Castro Castro*



*Nota.* Imagen tomada desde Google map

La sede principal, localizada en la Carrera 13 N.º 6 – 05, funciona como centro administrativo y académico, y se complementa con otras sedes en sectores rurales como Juana de Atuesta, Josefina Castro, El Diluvio Abajo, Los Ciruelos y Santa Rosa.

---

**Figura 9**

*Zona rural del corregimiento de Mariangola cesar, donde se encuentra la IE.*



*Nota.* La imagen representa la zona en donde se encuentra ubicada el Establecimiento Educativo Rodolfo Castro Castro

La institución se encuentra en una zona rural de estrato 1, lo que le confiere particularidades sociales, económicas y educativas que justifican su elección como escenario para la investigación.

## **5.1 Comunidad participante**

La población de esta investigación la conforman cuarenta (40) estudiantes matriculados en el grado octavo de básica secundaria del Establecimiento Educativo Rodolfo Castro Castro ubicada en el corregimiento de Mariangola Cesar, en donde se utilizó el muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia para determinar la muestra; por lo

---

anterior, la muestra seleccionada son los estudiantes matriculados del grado del 8°01 grupo control (20 estudiantes) y grupo experimental 8°02 (20 estudiantes). de edades entre 14 y 15 años.

## 5.2 Actividad metodológica

La actividad metodológica se desarrolló en cuatro etapas. En la primera fase se determinó el nivel del aprendizaje que tienen los estudiantes acerca de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis por medio de la elaboración, implementación y análisis del pretest en los grupos control y experimental. En la segunda fase se diseñó e implementó un plan de clase acerca de los modelos ácido base de Brønsted-Lowry y Lewis en ambos grupos. En la tercera fase se aplicó el laboratorio portátil como estrategia didáctica solo al grupo experimental, donde se registró todo lo relacionado con la experiencia mediante observación de aula. En la cuarta y última fase se implementó el postest y se hizo una comparación de los resultados obtenidos en ambos grupos, con la finalidad de determinar la influencia de la estrategia.

**Objetivo 1:** Determinar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes del grado octavo en relación con los modelos ácidos bases de Brønsted -Lowry y Lewis en el grupo control y grupo experimental.

- Elaboración del instrumento del pre cuestionario.
- Implementación del instrumento del pre cuestionario.
- Recolección de información del pre cuestionario.
- Procesamiento de los resultados.
- Análisis de resultados.

**Objetivo 2:** Diseñar e implementar un plan de clase a los estudiantes del grupo control y experimental sobre los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis.

- 
- Diseñar una clase sobre los modelos de ácidos bases de Brønsted –Lowry y Lewis.
  - Aplicar la clase de los modelos de ácidos bases de Brønsted-Lowry a los dos grupos (experimental y control)
  - Recolección de información de la aplicación por medio de la observación no estructurada
  - Procesamiento de los resultados.
  - Análisis de resultados.

**Objetivo 3:** Aplicar el laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje del modelo de ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en los estudiantes del grupo experimental.

- Diseño del laboratorio portátil con sus materiales, reactivos y guía de laboratorio.
- Aplicación de la práctica experimental al grupo experimental.
- Recolección de información de la aplicación por medio de la observación no estructurada
- Procesamiento de los resultados.
- Análisis de resultados.

**Objetivo 4:** Comparar los resultados del aprendizaje de los modelos ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en los estudiantes del grupo experimental y el grupo control, a través del post cuestionario.

- Ejecución del instrumento del post cuestionario
- Recolección de información del post cuestionario
- Procesamiento de los resultados del post cuestionario.

- Comparar el pre y el post cuestionario.
- Analizar los resultados.

### 5.3 Cronograma de actividades

Tabla 3 Cronograma de actividades

Actividades	Semanas																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A1	■																							
A2		■																						
A3			■																					
A4				■																				
A5					■																			
A6						■																		
A7							■																	
A8								■																
A9									■															
A10										■														
A11											■													
A12												■												
A13													■											
A14														■										
A15															■									
A16																■								
A17																	■							
A18																		■						
A19																			■					
A20																				■				

#### Actividades metodológicas

- A1:** Elaboración del instrumento del pre cuestionario.
- A2:** Implementación del instrumento del pre cuestionario.
- A3:** Recolección de información del pre cuestionario
- A4:** Procesamiento de los resultados.
- A5:** Análisis de resultados.
- A6:** Diseñar una clase sobre los modelos de ácidos bases de Brønsted –Lowry y Lewis.

---

**A7:** Aplicar la clase de los modelos de ácidos bases de Brønsted-Lowry a los dos grupos (experimental y control).

**A8:** Recolección de información de la aplicación por medio de la observación no estructurada

**A9:** Procesamiento de los resultados.

**A10:** Análisis de resultados.

**A11:** Diseño del laboratorio portátil con sus materiales, reactivos y guía de laboratorio.

**A12:** Aplicación de la práctica experimental al grupo experimental.

**A13:** Recolección de información de la aplicación por medio de la observación no estructurada

**A14:** Procesamiento de los resultados.

**A15:** Análisis de resultados.

**A16:** Ejecución del instrumento del post cuestionario.

**A17:** Recolección de información del post cuestionario

**A18:** Procesamiento de los resultados del post cuestionario.

**A19:** Comparar el pre y el post cuestionario.

**A20:** Analizar los resultados

## 6. Presentación de resultados

### 6.1. Análisis e interpretación de resultados

#### 6.1.1. Análisis del primer objetivo

El propósito del primer objetivo fue determinar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes del grado octavo en relación con los modelos ácidos bases de Brønsted -Lowry y Lewis en el grupo control y grupo experimental. A continuación, se presentan en la tabla 4 los resultados obtenidos.

**Tabla 4**

*Identificación de respuestas correctas del grupo control*

Pregunta	Respuesta Correcta	Frecuencia (F)	Porcentaje Válido (%V)
1. Identificación de la base de Brønsted-Lowry en $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	B. $\text{NH}_3$	6	30%
2. Reconocimiento del ácido conjugado de esa base	B. $\text{NH}_4^+$	4	20%
3. Identificación de especie anfótera	B. $\text{H}_2\text{O}$	6	30%
4. Identificación del ácido de Lewis en $\text{BF}_3 + \text{:NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{B-NH}_3$	B. $\text{BF}_3$	8	40%
5. Comprensión comparativa de modelos	D. Lewis explica interacciones ácido-base sin transferencia de protones	6	30%
6. Selección del ácido de Brønsted más fuerte en agua	A. HCl	6	30%
7. Identificación de par conjugado correcto	B. $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$	8	40%
8. Reconocimiento de una reacción ácido-base de Lewis que no es Brønsted-Lowry	C. $\text{Ag}^+ + 2\text{:NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	6	30%
9. Rol ácido/base de $\text{HS}^-$ en $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$	B. Base	4	20%
10. Identificación ácida/base de Lewis en: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$	A. $\text{H}^+$ ácido de Lewis y $\text{H}_2\text{O}$ base de Lewis	3	15%

Nota. n=20

En el grupo control (8°01), la identificación de respuestas correctas por ítem evidencia un

desempeño inicial bajo, ya que en ningún caso se supera el 40% de aciertos, las mayores proporciones se registran en las preguntas 4 y 7 (8 estudiantes con un 40% cada una), seguidas de un bloque intermedio en las preguntas 1, 3, 5, 6 y 8 (6 estudiantes con un 30% en cada ítem); en contraste, las preguntas 2 y 9 presentan 4 aciertos (20%) y la pregunta 10 concentra el menor resultado con 3 aciertos (15%), lo que indica mayores dificultades en la temática evaluado dentro de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis.

**Tabla 5** Identificación de respuestas correctas del grupo experimental

Pregunta	Respuesta Correcta	Frecuencia (F)	Porcentaje Válido (%V)
1. Identificación de la base de Brønsted-Lowry en $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	B. $\text{NH}_3$	5	25%
2. Reconocimiento del ácido conjugado de esa base	B. $\text{NH}_4^+$	7	35%
3. Identificación de especie anfótera	B. $\text{H}_2\text{O}$	2	10%
4. Identificación del ácido de Lewis en $\text{BF}_3 + \text{:NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{B-NH}_3$	B. $\text{BF}_3$	7	35%
5. Comprensión comparativa de modelos	D. Lewis explica interacciones ácido-base sin transferencia de protones	4	20%
6. Selección del ácido de Brønsted más fuerte en agua	A. HCl	3	15%
7. Identificación de par conjugado correcto	B. $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$	5	25%
8. Reconocimiento de una reacción ácido-base de Lewis que no es Brønsted-Lowry	C. $\text{Ag}^+ + 2\text{:NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	3	15%
9. Rol ácido/base de $\text{HS}^-$ en $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$	B. Base	6	30%
10. Identificación ácido/base de Lewis en: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$	A. $\text{H}^+$ ácido de Lewis y $\text{H}_2\text{O}$ base de Lewis	6	30%

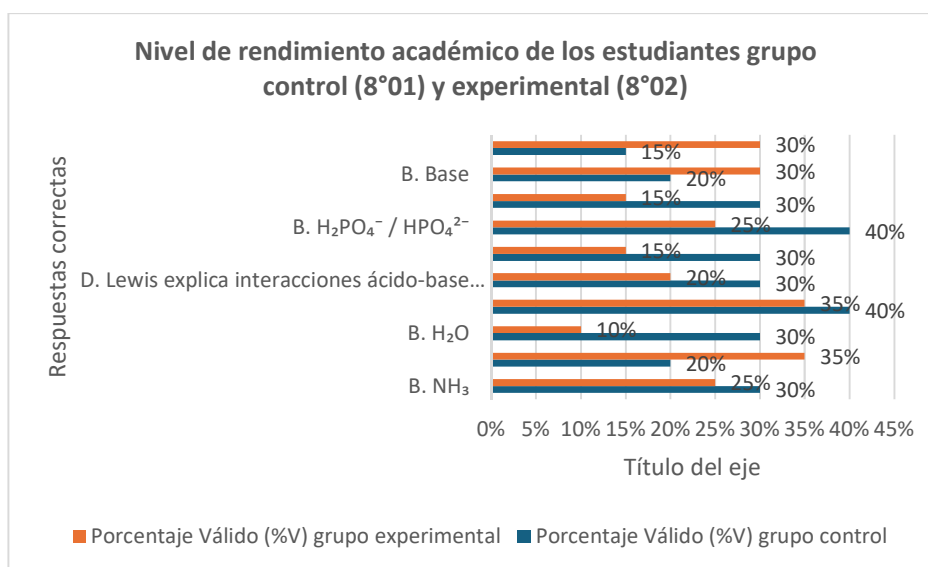
Nota. n=20

En el grupo experimental (8°02), también en el marco del pre cuestionario, los resultados muestran una tendencia similar de aciertos bajos, referidos a 20 estudiantes según las frecuencias y porcentajes reportados, destacándose las preguntas 2 y 4 como las de mayor logro (7 aciertos con un 35% en cada una), seguidas por las preguntas 9 y 10 (6 aciertos; con un 30%); en un nivel intermedio aparecen las preguntas 1 y 7 (5 aciertos con 25%) y la pregunta 5 (4 aciertos con 20%), mientras que los menores desempeños se observan en las

preguntas 6 y 8 (3 aciertos con 15%) y, especialmente, en la pregunta 3 (2 aciertos con 10%), indicando que ese aspecto conceptual fue el más complejo para el grupo en la medición diagnóstica inicial.

### Figura 10

Resultado general del nivel de rendimiento académico del control y experimental inicialmente



Nota. Comparación entre grupo control (8°01) y grupo experimental (8°02).

La figura 10 evidencia que, en la medición diagnóstica del primer objetivo relacionado con la determinación del nivel de rendimiento académico en modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis, ambos grupos parten con un dominio bajo; en donde el grupo control (8°01) presenta porcentajes de acierto por ítem entre 15% y 40% con un promedio global de 28,5%, mientras que el grupo experimental (8°02) oscila entre 10% y 35% con un promedio global 24,0%.

En el grupo control, los mejores resultados se observan en contenidos como identificar el ácido de Lewis ( $\text{BF}_3$ ) y reconocer un par conjugado correcto ( $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ ) con 40%, pero

---

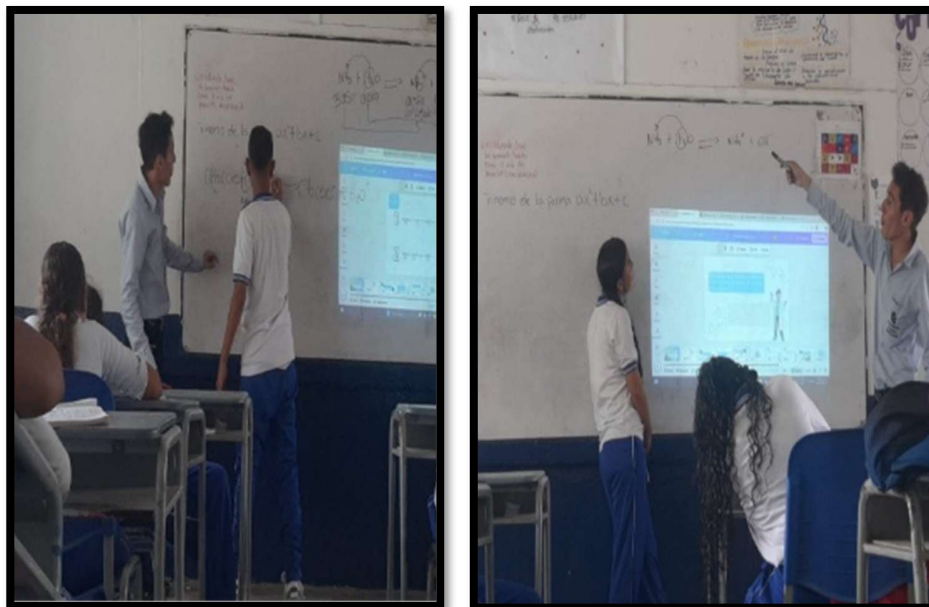
se evidencian mayores dificultades en la identificación de roles ácido/base de Lewis en la formación de  $\text{H}_3\text{O}^+$  (15%) y en algunos ítems de reconocimiento conceptual es el caso de ácido conjugado y rol de  $\text{HS}^-$  como base con 20%. En el grupo experimental, los mayores aciertos aparecen en ácido conjugado ( $\text{NH}_4^+$ ) y ácido de Lewis ( $\text{BF}_3$ ) con 35%, y en la clasificación de  $\text{HS}^-$  como base y roles Lewis en  $\text{H}_3\text{O}^+$  con 30%; sin embargo, el desempeño más bajo se concentra en la identificación de especie anfótera ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (10%) y en temas como ácido más fuerte en agua (HCl) y reacción de Lewis que no es Brønsted-Lowry (ambas 15%). Cabe resaltar que, el patrón comparativo muestra rendimiento inicial limitado en los dos grupos, con ligera ventaja del grupo control en el promedio general, lo que justifica la necesidad de fortalecer estos conceptos mediante la intervención de la propuesta.

### **6.1.2. Análisis del segundo objetivo**

Para conocer la influencia de la aplicación de un plan de clase sobre los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis, se trabajó con dos condiciones que son, el grupo control desarrolló el taller, exposición dialogada, ejercicios guiados y socialización, mientras que el grupo experimental realizó la misma secuencia, pero además incluyó la práctica con laboratorio portátil (neutralización, indicadores de pH y discusión). Ver figura 11.

**Figura 11**

*Aplicación del plan de clase al grupo control (8°01) y al grupo experimental (8°02)*



En cuanto a los aprendizajes logrados, después de la intervención del taller se evidenciaron avances en cuanto a (i) reconocer ácido y base según Brønsted-Lowry a partir de la transferencia de protones identificando correctamente quién dona o acepta  $H^+$ ; (ii) identificar con mayor precisión los pares ácido-base conjugados en reacciones representativas tales como, ácido/base conjugados a partir de una especie que gana o pierde un protón); y (iii) diferenciar el modelo de Lewis como el más general al explicar reacciones donde no hay protones, pero sí interacción por pares de electrones, por ejemplo  $BF_3$  como ácido de Lewis y  $:NH_3$  como base de Lewis.

### **6.1.3. Análisis del tercer objetivo**

Inicialmente se diseñó un laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje del modelo de ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en los estudiantes del grupo experimental, tal como se observa en la figura 12.

**Figura 12** *Laboratorio portátil*



El laboratorio portátil fue fabricado con madera y material triple, con medidas de 45 cm de ancho, 35 cm de alto, y 10 cm de profundidad. Su estructura interna es sencilla y funcional igual a un portafolio, lo que facilita organizar y transportar los materiales.

Disponiéndose en su interior de los siguientes materiales y reactivos, agua, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio, fenolftaleína, papel tornasol, botellas de vidrio, recipientes de compota, pipeta, guantes, gorro, guía de laboratorio y jeringas.

---

En cuanto a la aplicación del laboratorio portátil en el grupo experimental (8°02) se pudo evidenciar, de manera práctica, la comprensión de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis a partir de una experiencia de neutralización entre HCl (0,1 M) y NaOH (0,1 M). Durante la práctica, los estudiantes observaron el cambio progresivo del medio desde ácido hacia neutro y luego ligeramente básico, identificado mediante fenolftaleína, tornasol y papel indicador de pH.

El punto de neutralización se reconoció cuando apareció una coloración rosa tenue con fenolftaleína y cuando los indicadores mostraron el tránsito hacia valores cercanos a  $\text{pH} \approx 7$ , lo que permitió relacionar el fenómeno observable con el concepto de neutralización y con la variación del pH a lo largo del proceso (antes, durante y después).

### Figura 13

*Aplicación del laboratorio portátil*



En el análisis conceptual, los estudiantes lograron interpretar el experimento desde ambos modelos; según Brønsted-Lowry, identificaron que el ácido (HCl) actúa como donador de protones ( $\text{H}^+$ ) y la base ( $\text{OH}^-$  proveniente de NaOH) como aceptora de protones, formando agua

---

y una sal (NaCl). De manera complementaria, desde el modelo de Lewis, comprendieron que el  $H^+$  puede considerarse un aceptor de par de electrones (ácido de Lewis) y que el  $OH^-$  actúa como donador de par de electrones (base de Lewis), lo cual les permitió explicar el mismo proceso con un enfoque electrónico. Esta doble lectura fortaleció la capacidad de diferenciar los modelos: Brønsted-Lowry centrado en protones y Lewis centrado en pares electrónicos, pero ambos útiles para interpretar la neutralización.

Finalmente, la discusión grupal y las preguntas de análisis evidenciaron que el laboratorio portátil funcionó como estrategia didáctica porque favoreció: (i) el aprendizaje significativo al conectar teoría con evidencia experimental (cambio de color y pH), (ii) el razonamiento científico al justificar por qué ocurre el cambio del indicador en el punto de neutralización, y (iii) la transferencia a contextos cotidianos al reconocer ejemplos de neutralización en la vida diaria (antiácidos, suelos, productos de limpieza). Cabe resaltar que, la práctica consolidó la comprensión aplicada de los modelos ácido-base y fortaleció la argumentación de los estudiantes al explicar un mismo fenómeno químico desde dos marcos teóricos complementarios.

#### **6.1.4. Análisis del cuarto objetivo**

El propósito del cuarto objetivo fue comparar los resultados del aprendizaje de los modelos ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en los estudiantes del grupo experimental y el grupo control a través del post cuestionario. A continuación, se presentan en las tablas 6 Y 7 los resultados obtenidos.

**Tabla 6***Identificación de respuestas correctas del grupo control*

Pregunta	Respuesta Correcta	Frecuencia (F)	Porcentaje Válido (%V)
1. Identificación de la base de Brønsted-Lowry en $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	B. $\text{NH}_3$	10	50%
2. Reconocimiento del ácido conjugado de esa base	B. $\text{NH}_4^+$	8	40%
3. Identificación de especie anfótera	B. $\text{H}_2\text{O}$	7	35%
4. Identificación del ácido de Lewis en $\text{BF}_3 + \text{:NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{B-NH}_3$	B. $\text{BF}_3$	14	70%
5. Comprensión comparativa de modelos	D. Lewis explica interacciones ácido-base sin transferencia de protones	10	50%
6. Selección del ácido de Brønsted más fuerte en agua	A. HCl	8	40%
7. Identificación de par conjugado correcto	B. $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$	8	40%
8. Reconocimiento de una reacción ácido-base de Lewis que no es Brønsted-Lowry	C. $\text{Ag}^+ + 2\text{:NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	13	65%
9. Rol ácido/base de $\text{HS}^-$ en $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$	B. Base	8	40%
10. Identificación ácido/base de Lewis en: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$	A. $\text{H}^+$ ácido de Lewis y $\text{H}_2\text{O}$ base de Lewis	10	50%

Nota. n = 20

En el grupo evaluado, la identificación de respuestas correctas por ítem muestra un desempeño variable, con porcentajes de acierto que van del 35% al 70%. Las mayores proporciones se registran en las preguntas 4 y 8, con 14 y 13 aciertos respectivamente (70% y 65%), evidenciando mejor comprensión en la identificación del ácido de Lewis y de reacciones ácido-base de Lewis que no corresponden a Brønsted-Lowry. Un bloque intermedio se observa en las preguntas 1, 5 y 10 (10 aciertos, 50%), mientras que las preguntas 2, 6, 7 y 9 presentan 8 aciertos (40%) y la pregunta 3 alcanza el menor porcentaje de aciertos con 7 respuestas correctas (35%), lo que indica que los estudiantes presentan mayores dificultades en la identificación de especies anfóteras y de pares conjugados, mostrando un entendimiento parcial de los modelos

ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis.

**Tabla 7**

*Identificación de respuestas del grupo experimental*

Pregunta	Respuesta Correcta	Frecuencia (F)	Porcentaje Válido (%V)
1. Identificación de la base de Brønsted-Lowry en $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	B. $\text{NH}_3$	14	70%
2. Reconocimiento del ácido conjugado de esa base	B. $\text{NH}_4^+$	11	55%
3. Identificación de especie anfótera	B. $\text{H}_2\text{O}$	15	75%
4. Identificación del ácido de Lewis en $\text{BF}_3 + \text{:NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{B-NH}_3$	B. $\text{BF}_3$	16	80%
5. Comprensión comparativa de modelos	D. Lewis explica interacciones ácido-base sin transferencia de protones	15	75%
6. Selección del ácido de Brønsted más fuerte en agua	A. HCl	18	90%
7. Identificación de par conjugado correcto	B. $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$	17	85%
8. Reconocimiento de una reacción ácido-base de Lewis que no es Brønsted-Lowry	C. $\text{Ag}^+ + 2\text{:NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	16	80%
9. Rol ácido/base de $\text{HS}^-$ en $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$	B. Base	14	70%
10. Identificación ácido/base de Lewis en: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$	A. $\text{H}^+$ ácido de Lewis y $\text{H}_2\text{O}$ base de Lewis	10	50%

En el grupo experimental, la identificación de respuestas correctas por ítem evidencia un desempeño general alto, con porcentajes de aciertos que van del 50% al 90%. Las mayores proporciones se observan en las preguntas 6 y 7, con 18 y 17 aciertos respectivamente (90% y 85%), relacionadas con la selección del ácido de Brønsted más fuerte y la identificación de pares conjugados correctos. Un bloque intermedio se registra en las preguntas 3, 4, 5 y 8, con 15 a 16 aciertos (75% a 80%), demostrando buena comprensión de especies anfóteras, ácidos de Lewis y reacciones ácido-base de Lewis. Las preguntas 1 y 9 muestran un desempeño sólido con 14 aciertos cada una (70%), mientras que la pregunta 10 alcanza el menor porcentaje de aciertos con 10 respuestas correctas (50%), evidenciando que los estudiantes presentan mayores dificultades en la identificación de ácidos y bases de Lewis en ciertas reacciones, aunque en

general muestran un entendimiento positivo de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis.

**Tabla 8**

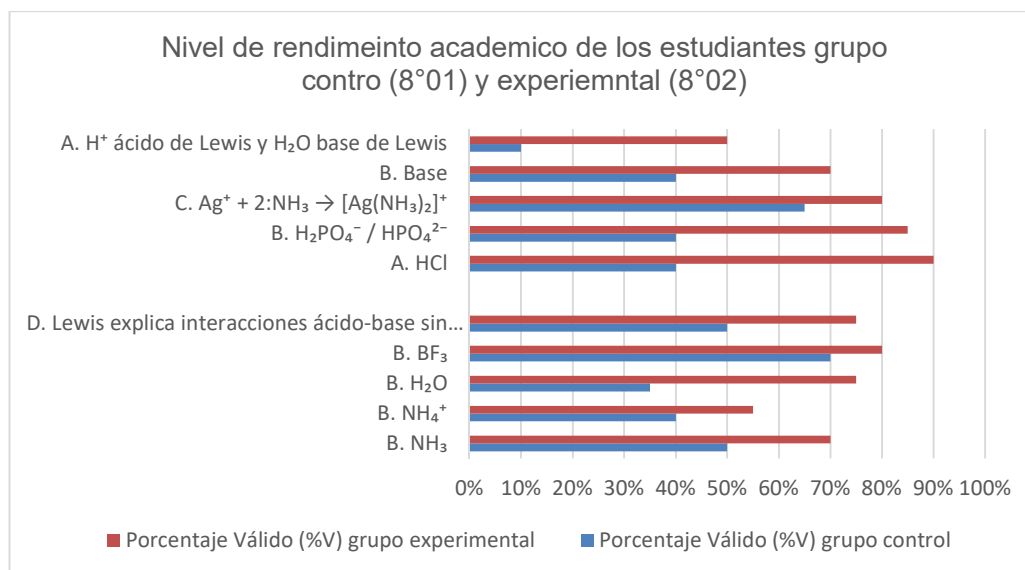
*Resultado general del nivel de rendimiento académico del grupo control y experimental luego del post cuestionario*

Respuestas correctas	Porcentaje Válido (%V) grupo control	Porcentaje Válido (%V) grupo experimental
B. NH <sub>3</sub>	50%	70%
B. NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	40%	55%
B. H <sub>2</sub> O	35%	75%
B. BF <sub>3</sub>	70%	80%
D. Lewis explica interacciones ácido-base sin transferencia de protones	50%	75%
A. HCl	40%	90%
B. H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> / HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	40%	85%
C. Ag <sup>+</sup> + 2:NH <sub>3</sub> → [Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>+</sup>	65%	80%
B. Base	40%	70%
A. H <sup>+</sup> ácido de Lewis y H <sub>2</sub> O base de Lewis	10%	50%

Nota. Comparación entre grupo control (8°01) y grupo experimental (8°02).

**Figura 14**

*Resultado general del nivel de rendimiento académico del control y experimental luego del post cuestionario*



Nota. Comparación entre grupo control (8°01) y grupo experimental (8°02).

---

La figura 14 muestra los resultados obtenidos en la medición posterior a la intervención pedagógica relacionada con el aprendizaje de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis. En este caso se evidencia una mejora en el nivel de rendimiento académico de ambos grupos; sin embargo, el grupo experimental (8°02) presenta porcentajes de acierto considerablemente superiores al grupo control (8°01) en la mayoría de los ítems evaluados.

En el grupo experimental, los porcentajes de acierto oscilan aproximadamente entre 70% y 90%, destacándose resultados altos en contenidos como la identificación del ácido fuerte en agua (HCl) con cerca del 90%, el reconocimiento del par conjugado  $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$  con alrededor del 85%, y la identificación de la reacción de complejación  $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  con aproximadamente 80%. Asimismo, se observan desempeños favorables en la comprensión del modelo de Lewis para explicar interacciones ácido-base, así como en la identificación de especies como  $\text{BF}_3$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4^+$ , con porcentajes cercanos al 70% y 80%.

Por su parte, el grupo control presenta porcentajes de acierto menores, que se ubican aproximadamente entre 35% y 70%. Los mejores resultados de este grupo se evidencian en ítems relacionados con  $\text{BF}_3$  y la reacción de  $\text{Ag}^+$  con  $\text{NH}_3$ , con valores cercanos al 70%, mientras que las mayores dificultades se observan en la identificación de  $\text{H}_2\text{O}$  como especie anfótera y en la comprensión de algunos aspectos del modelo de Lewis, con porcentajes cercanos al 35% y 40%.

Es de afirmar que, el patrón comparativo evidencia un mejor desempeño del grupo experimental frente al grupo control, lo cual indica que la implementación del laboratorio portátil como estrategia didáctica contribuyó de manera significativa al fortalecimiento del aprendizaje de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis en los estudiantes del grado octavo.

---

## 6.2. Discusión

Los resultados del precuestionario muestran que tanto el grupo control como el grupo experimental iniciaron con un nivel bajo de rendimiento académico en los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis, con porcentajes de acierto reducidos en la mayoría de los ítems. Esto evidencia dificultades para identificar especies anfóteras, pares conjugados y diferencias entre ambos modelos. Este hallazgo no solo coincide con Marín Quintero (2021), quien encontró debilidades iniciales en la comprensión de contenidos científicos y en la articulación entre teoría y práctica. Ni tampoco solo con Neira Morales (2021), quien señala que, cuando la enseñanza de las ciencias se desarrolla de forma teórica y poco experimental, se limita la comprensión profunda de los conceptos.

Sino coincidiendo también con Faustino, Aguayo da Rosa & Ignachewski (2025) los cuales encontraron que al principio los estudiantes se inclinaban a explicar los ácidos y las bases desde modelos más sencillos, presentando lagunas para diferenciar de manera correcta los modelos de Brønsted - Lowry y Lewis. También se relaciona con Krebs et al. (2023) porque ellos recalcan la importancia de evaluar de manera específica los conocimientos en los estudiantes sobre reacciones ácido- base de Brønsted - Lowry para diagnosticar las dificultades conceptuales. Por tanto, el bajo desempeño inicial de ambos grupos sirvió de justificación para llevar a cabo una implementación de una estrategia pedagógica orientada al fortalecimiento conceptual de estas temáticas.

La aplicación del plan de clase permitió avances en el reconocimiento de ácidos y bases según Brønsted-Lowry, en la identificación de pares conjugados y en la diferenciación del modelo de Lewis como explicación de interacciones sin transferencia de protones. Estos resultados muestran que la mediación pedagógica favoreció una mejor comprensión conceptual del tema.

---

Lo anterior coincide con Causil y Rodríguez (2021), porque ellos dejaron evidencia que uso de estrategias activas ayudan a mejorar la comprensión conceptual y competencias científicas, y con Marín Quintero (2021) porque ella destaca las actividades practicas guiadas a resolver problemas facilitan el aprendizaje contextualizado.

Asimismo, también se guarda relación con Krebs et al. (2023) porque después de una intervención didáctica reportaron incremento en el conocimiento declarativo sobre las reacciones ácido-base, y con Faustino, Aguayo da Rosa & Ignachewski (2025), quienes tras actividades basadas en la problematización del contenido mostraron progreso en la comprensión de los modelos de Brønsted-Lowry y Lewis. Por ende, el plan de clase fue una base conceptual que permitió preparar a los estudiantes antes de llevar a cabo la etapa experimental.

El diseño y aplicación del laboratorio portátil permitió que los estudiantes del grupo experimental comprendieran de manera práctica la neutralización entre HCl y NaOH, asociando los cambios de color y de pH con los modelos de Brønsted-Lowry y Lewis. Este resultado evidencia que la estrategia facilitó la relación entre teoría y práctica, promoviendo un aprendizaje más significativo. Dicho hallazgo coincide con Vizcarra Sánchez y Vizcarra Gavilán (2021), quienes concluyeron que el laboratorio portátil mejora el rendimiento académico, incrementa la motivación y fortalece el trabajo colaborativo. También guarda relación con Angulo-Delgado et al. (2022), quienes resaltan que el uso de materiales accesibles y estrategias flexibles favorece la enseñanza experimental de las ciencias, incluso en contextos con limitaciones.

Vinculándose desde lo disciplinar con Rodriguez Montoro et al. (2024) ya que ellos mostraron que otras alternativas de trabajo experimental aplicada en ácidos y base pueden facilitar que se desarrollen competencias de interpretación, calculo y análisis iguales a las que se pueden generar en las actividades practicas convencionales, pero también coincide con Faustino, Aguayo da

---

Rosa & Ignachewski (2025), mostrando la necesidad de mejorar la comprensión de las teorías ácido-base a través de actividades que permiten entender el mismo fenómeno de distintos modelos. Los estudiantes que participaron en esta investigación lograron explicar como ocurre la neutralización tanto desde la transferencia de protones como desde donación y aceptación de pares electrónicos, evidenciando un dominio más avanzado del tema.

Los resultados del pos-cuestionario evidencian mejora en ambos grupos, pero con un desempeño considerablemente superior en el grupo experimental. Este grupo alcanzó mayores porcentajes de acierto en casi todos los ítems, especialmente en la identificación del ácido fuerte en agua, pares conjugados y reacciones de Lewis. Esto demuestra que la implementación del laboratorio portátil incidió positivamente en el aprendizaje de los modelos ácido-base. Este resultado coincide con Vizcarra Sánchez y Vizcarra Gavilán (2021), quienes reportaron diferencias significativas a favor del grupo que trabajó con laboratorio portátil. Asimismo, se relaciona con Causil y Rodríguez (2021), quienes concluyeron que la experimentación fortalece la comprensión conceptual, la autonomía y la resolución de problemas.

Aunque también estas evidencias podrían ser interpretadas con el estudio de Krebs et al. (2023), debido a que ellos por medio de una intervención centrada en contenidos ácido-base, lograron demostrar que estas producen mejoras en el conocimiento de Brønsted- Lowry, y Montoro et al. (2024, defendiendo la efectividad de modos alternativos para llevar a cabo la enseñanza de ácido base. En consecuencia, puede afirmarse que el laboratorio portátil fue una estrategia didáctica efectiva para mejorar el aprendizaje de la química en los estudiantes.

Finalmente, los resultados muestran que los estudiantes partían de un bajo dominio conceptual, pero la intervención pedagógica, especialmente mediante el laboratorio portátil, permitió fortalecer significativamente su aprendizaje, confirmando lo planteado en los antecedentes, en cuanto a que la experimentación favorece la comprensión conceptual, la

---

motivación y la articulación entre teoría y práctica, convirtiéndose en una alternativa pertinente para la enseñanza de la química. Los resultados encontrados ratifican lo que dicen los antecedentes didácticos, los cuales subrayan el valor de la actividad experimental en los procesos de enseñanza en ciencias, al igual que los antecedentes disciplinares actuales, los cuales dejan ver el aprendizaje de las teorías ácido-base pide que las intervenciones sean explícitas, contextualizadas y dirigidas a que se diferencie conceptualmente entre Brønsted-Lowry y Lewis.

Consolidándose el laboratorio portátil como una estrategia pertinente para la enseñanza de química en contextos con limitaciones tanto de infraestructura como de materiales en zonas rurales.

---

## 7. Conclusión

Los resultados del diagnóstico inicial permitieron evidenciar que tanto el grupo control como el grupo experimental presentaban un nivel de rendimiento académico bajo en relación con los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis. Las principales dificultades se observaron en la identificación de especies anfóteras, pares conjugados y en la diferenciación entre ambos modelos, lo cual demuestra que los estudiantes tenían vacíos conceptuales previos sobre estos contenidos.

La aplicación del plan de clase favoreció avances en la comprensión de los conceptos trabajados, especialmente en el reconocimiento de ácidos y bases según la transferencia de protones, la identificación de pares conjugados y la diferenciación del modelo de Lewis frente al -de Brønsted-Lowry. Esto demuestra que una mediación pedagógica estructurada contribuye al mejoramiento progresivo del aprendizaje en química.

El diseño y aplicación del laboratorio portátil permitió que los estudiantes del grupo experimental relacionaran la teoría con la práctica mediante la observación directa de fenómenos como la neutralización, los cambios de color de los indicadores y la variación del pH. Esta experiencia fortaleció el aprendizaje significativo, el razonamiento científico y la comprensión de los modelos ácido-base desde una perspectiva más concreta y aplicada.

La comparación de los resultados finales evidenció que ambos grupos mejoraron su rendimiento académico; sin embargo, el grupo experimental alcanzó niveles de desempeño considerablemente superiores al grupo control. Esto permite concluir que la implementación del laboratorio portátil tuvo una incidencia positiva en el fortalecimiento del aprendizaje de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis.

---

## 8.Recomendaciones

Se sugiere que, antes de abordar temáticas complejas de química, se realicen actividades diagnósticas y de nivelación conceptual que permitan identificar los conocimientos previos de los estudiantes y fortalecer las bases necesarias para un aprendizaje más sólido y comprensivo.

Es importante continuar diseñando e implementando planes de clase organizados, participativos y contextualizados, que integren explicación, ejercicios guiados y espacios de socialización, con el fin de facilitar una mejor apropiación de los contenidos científicos por parte de los estudiantes.

Resulta pertinente promover el uso del laboratorio portátil como estrategia didáctica en la enseñanza de la química, especialmente en instituciones educativas que no cuentan con laboratorios convencionales, ya que constituye una alternativa práctica, accesible y eficaz para favorecer la experimentación y el aprendizaje contextualizado.

Se recomienda incorporar con mayor frecuencia estrategias experimentales e innovadoras en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que estas no solo favorecen mejores resultados académicos, sino que también aumentan la motivación, la participación y la comprensión profunda de los contenidos por parte de los estudiantes.

---

## Bibliografía

- Angulo-Delgado, F., Calle-Restrepo, A., Soto-Lombana, C., Zorrilla, E., & Mazzitelli, C. A. (2022). El trabajo práctico de laboratorio en clase de ciencias naturales durante la pandemia: Experiencias en Argentina y Colombia. *Didacticae: Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (11), 99-115. <https://doi.org/10.1344/did.2022.11.99-115>
- Caamaño, A. (2003). *Los trabajos prácticos en ciencias*. Editorial Graó.
- Canavarro-Benite, A. M., & Machado-Benite, R. C. (2009). O laboratório didático no ensino de química: Uma experiência do ensino público brasileiro. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(2), 1-10. <https://bit.ly/3GdZPJp>
- Causil V., L. A., & Rodríguez B., A. E. (2021). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): Experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las ciencias naturales. *Plumilla Educativa*, 2A7(1), 105-128. <https://doi.org/10.30554/pe.1.4204.2021>
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). *Química*. McGraw-Hill Education. <https://archive.org/details/libro-de-quimica-raymond-chang-12va-edi>
- Creyconfe. (2023, febrero). ¿Por qué son necesarias las batas en laboratorios? [Página web]. Web <https://creyconfe.com/blog/batas-en-laboratorios/>
- DC Fine Chemicals. (2024, 19 de septiembre). Reactivos químicos: La clave para realizar experimentos precisos y seguros en el laboratorio. [Página web]. Web. <https://www.dcfinechemicals.com/es/blog/reactivos-quimicos-la-clave-para-realizar-experimentos-precisos-y-seguros-en-el-laboratorio>
- Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). *Equipo de protección personal*. [Página institucional]. Repositorio. <https://quimica.unam.mx/proteccion-civil-facultad-quimica/equipo-de-proteccion-personal/>
- Faustino, L. de L., Aguayo da Rosa, E., & Ignachewski, F. (2025). Ácido e base de Brønsted-Lowry e de Lewis: Uma problematização de química para o ensino superior. *Revista Docência do Ensino Superior*, (15), 1 -22. <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2025.53639>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores. [https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hospital Universitario Donostia. (s. f.). *Guía informativa: mascarillas*. Osakidetza. [Página web]. Web [https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/hd\\_publicaciones/es\\_hdon/adjuntos/GuiaSL23c.pdf](https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/hd_publicaciones/es_hdon/adjuntos/GuiaSL23c.pdf)

- 
- HX Protective Clothing. (2023). *Chemical lab bouffant caps and hoods*. [Página web]. Web [https://www.hxprotective.com/news\\_disp\\_1519.html](https://www.hxprotective.com/news_disp_1519.html)
- ICFES. (2024). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA): Informe nacional de resultados para Colombia 2022*. [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-421217\\_recurso\\_03.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articulos-421217_recurso_03.pdf)
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes). (2022). *Marco de referencia: Prueba de ciencias naturales Saber 11*. <https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/Marco-de-referencia-Prueba-de-ciencias-naturales-Saber-11-2.pdf>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes). (2024, noviembre). *Niveles de desempeño: Prueba ciencias naturales - Saber 11° (2022)*. <https://www.icfes.gov.co/wp-content/uploads/2024/11/Niveles-de-desempeno-Ciencias-Naturales-Saber-11.o-2022.pdf>
- Krebs, R. E., Rost, M., & Lembens, A. (2023). Developing and evaluating a multiple-choice knowledge test about Brønsted-Lowry acid-base reactions for upper secondary school students. *Chemistry Teacher International*, 5(2), 177-188. <https://doi.org/10.1515/cti-2022-0038>
- Lacolla, L. (2012). *La representación social que los estudiantes poseen acerca de las reacciones químicas y su incidencia en la construcción del concepto de cambio químico* [Tesis doctoral, Universidad de Burgos].
- López-Rúa, A. M., & Tamayo-Alzate, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- Marín-Quintero, M. (2021). El trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales: Una experiencia con docentes en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (49), ¿163? <http://orcid.org/0000-0003-2903-2914>
- Meneses, J. (2016). *El cuestionario*. Universitat Oberta de Catalunya. <https://femrecerca.cat/meneses/publication/cuestionario/>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2022, 2 de septiembre). *Pruebas Saber*. [Página institucional]. Repositorio. <https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-preescolar-basica-y-media/Evaluacion/Evaluacion-de-estudiantes/397384:Pruebas-saber>
- Montoya, D. (2012). *Diseño e implementación de guías para el aprendizaje de la materia y sus propiedades apoyadas en herramientas virtuales* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11631>
- Neira Morales, J. C. R. N. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, (60), 102-116. <https://doi.org/10.29035/ucmaule.60.102>
- Rodríguez Montoro, O., Suárez, I., & Coto, B. (2024). Práctica de laboratorio virtual de química general: Ácido-base. *Educación Química*, 35(3), 179-192. <https://www.researchgate.net/publication/382552514> [Practica de laboratorio virtual de Química General acido-base](https://www.researchgate.net/publication/382552514)

---

Sánchez-Moreno, A., Jaimes-Gómez, O., Jiménez-Rojas, F., Magallán-Muñoz, C. O., & Álvarez-López, J. L. (2016). Diseños experimentales caseros para la enseñanza de conceptos electromagnéticos en el Tecnológico Nacional de México. *Revista Iberoamericana de Educación*, 70(2), 45-62. DOI:[10.1344/did.2022.11.99-115](https://doi.org/10.1344/did.2022.11.99-115).

Shield Scientific. (2026, marzo 18.). *Guantes de laboratorio: Proteger a los técnicos y garantizar la seguridad en el laboratorio* [Mensaje de la web]. Web <https://www.shieldscientific.com/es/entornos/laboratorio/>

Vizcarra Sánchez, Y. A., & Vizcarra Gavilán, A. M. (2021). El laboratorio portátil: Herramienta efectiva de enseñanza de la química en entornos rurales. *Educación Química*, 32(2), 37-52. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.72724>

## Anexos

### Anexo 1 Instrumento cuestionario para pre y postes

<p>Cuestionario</p> <p>Instrumento de Evaluación Diagnóstica Tema: Modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis Objetivo: Determinar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la implementación del laboratorio portátil en el grupo experimental. Número de ítems: 10 Escala: Opción múltiple (una respuesta correcta)</p> <p>Nombre del estudiante _____ -</p>
<p>Instrucciones:   Lea cada pregunta cuidadosamente y seleccione una única opción. Puntaje total: 10 puntos (1 punto por respuesta correcta).</p>
<p>Sección A. Conocimientos conceptuales (Selección múltiple con única respuesta) Cuestionario</p> <p>1) En la reacción: <math>\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-</math>. Según Brønsted-Lowry, ¿cuál es la base? A) <math>\text{H}_2\text{O}</math> B) <math>\text{NH}_3</math> C) <math>\text{NH}_4^+</math> D) <math>\text{OH}^-</math></p> <p>2) En la reacción anterior, ¿cuál es el ácido conjugado de la base identificada? A) <math>\text{NH}_2^-</math> B) <math>\text{NH}_4^+</math> C) <math>\text{H}_3\text{O}^+</math> D) <math>\text{OH}^-</math></p> <p>3) ¿Cuál de las siguientes especies puede actuar como anfótera? A) <math>\text{Cl}^-</math> B) <math>\text{H}_2\text{O}</math> C) <math>\text{Na}^+</math> D) <math>\text{CH}_4</math></p> <p>4) En la reacción: <math>\text{BF}_3 + \text{:NH}_3 \rightarrow \text{F}_3\text{B-NH}_3</math>. Según Lewis, el ácido es: A) <math>\text{NH}_3</math> B) <math>\text{BF}_3</math> C) <math>\text{F}^-</math> D) <math>\text{F}_3\text{B-NH}_3</math></p> <p>5) ¿Cuál afirmación es correcta sobre los modelos? A) Brønsted-Lowry requiere transferencia de pares de electrones. B) Lewis requiere transferencia de protones. C) Brønsted-Lowry describe reacciones sin protones. D) Lewis explica interacciones ácido-base sin transferencia de protones.</p>

## Cuestionario

Instrumento de Evaluación Diagnóstica

Tema: Modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis

Objetivo: Determinar el nivel de rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la implementación del laboratorio portátil en el grupo experimental.

Número de ítems: 10

Escala: Opción múltiple (una respuesta correcta)

Nombre del estudiante \_\_\_\_\_ -

6) En agua, ¿cuál es el ácido Brønsted más fuerte del siguiente grupo?

- A) HCl
- B)  $\text{NH}_4^+$
- C)  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- D)  $\text{H}_2\text{S}$

7) Señala el par conjugado correcto:

- A)  $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{CO}_3^{2-}$
- B)  $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$
- C)  $\text{NH}_3 / \text{NH}_2^-$
- D)  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^{2-}$

8) ¿Cuál reacción es ácido-base de Lewis, pero no de Brønsted-Lowry?

- A)  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
- B)  $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$
- C)  $\text{Ag}^+ + 2:\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
- D)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

9) En la reacción:  $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$ . Según Brønsted-Lowry,  $\text{HS}^-$  actúa como:

- A) Ácido
- B) Base
- C) Ácido de Lewis
- D) Espectador

10) En la formación de  $\text{H}_3\text{O}^+$ :  $:\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ . Identifica correctamente:

- A)  $\text{H}^+$  ácido de Lewis,  $\text{H}_2\text{O}$  base de Lewis
- B)  $\text{H}^+$  base de Lewis,  $\text{H}_2\text{O}$  ácido de Lewis
- C) Ambos son ácidos de Brønsted
- D) Ninguno encaja en Lewis

---

## Anexo 2 Validación de instrumentos

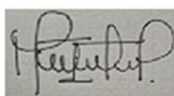
### VALIDACIÓN:

Sí, el instrumento es apropiado como prueba diagnóstica de conocimiento conceptual sobre los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis y está alineado con el título del proyecto, El laboratorio portátil como estrategia didáctica para el aprendizaje del modelo

---

de ácidos bases de Brønsted - Lowry y Lewis en estudiantes de 8°01 de la Institución Educativa Rodolfo Castro Castro, porque mide puntos conceptuales básicas que se espera que el laboratorio ayude a consolidar.

Revisar sugerencias y recomendaciones



**MARIA ISABEL TELLEZ LUNA**

**1065809122**

**3016866156**

**mitellez@unicesar.edu.co**

## Anexo 3 Instrumento plan de clase

### Plan de Clase

Tema: Modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis

Asignatura: Química General

Duración: 2 horas (120 minutos)

Nivel: Educación superior (grupo experimental)

#### 1. Objetivos

General: Diseñar una clase que permita a los estudiantes comprender y diferenciar los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis, aplicándolos en reacciones químicas representativas.

Específicos:

- 1) Reconocer los conceptos de ácido y base según cada modelo.
- 2) Identificar pares ácido-base conjugados en diferentes reacciones.
- 3) Analizar reacciones que solo se explican mediante el modelo de Lewis.

4) Aplicar los conceptos en ejercicios prácticos y casos de laboratorio portátil.

## 2. Competencias a desarrollar

Cognitivas: Comprensión de los modelos teóricos, diferenciación conceptual.

Procedimentales: Resolución de ejercicios, identificación de pares conjugados, análisis de reacciones.

Actitudinales: Trabajo colaborativo, responsabilidad en el aprendizaje, interés por la experimentación científica.

## 3. Recursos didácticos

- Presentación en diapositivas
- Pizarra y marcadores.
- Laboratorio portátil (kits de titulación y reactivos básicos).
- Instrumento cuantitativo pre/post (cuestionario de 10 preguntas).

## 4. Metodología y actividades

Fase/Actividad	Descripción	Tiempo	Recursos
Inicio	- Saludo y motivación con un ejemplo cotidiano (limón y jabón). - Pregunta generadora: ¿Cómo podemos clasificar y explicar los ácidos y bases? - Aplicación rápida del pretest (cuestionario).	15 min	Pizarra, ejemplos, cuestionario
<p>Saludo inicial: Buenos días queridos estudiantes. Espero que se encuentren muy bien y con toda la disposición para seguir aprendiendo. Hoy vamos a explorar un tema fundamental en la química: los modelos de ácidos y bases de Brønsted-Lowry y Lewis.</p> <p><b>Motivación con ejemplo cotidiano:</b> Quiero que pensemos en dos elementos que seguramente todos hemos usado: el limón y el jabón. Si prueban el limón, notarán un sabor muy ácido. En cambio, cuando usan jabón para lavarse las manos, sienten que es resbaloso y amargo, porque es una sustancia básica. Estos ejemplos sencillos nos muestran cómo, en nuestra vida diaria, los ácidos y las bases están presentes constantemente: en los alimentos, en los productos de limpieza, incluso en nuestro propio cuerpo. La pregunta es: ¿cómo podemos explicarlos científicamente? Para eso existen diferentes modelos que nos ayudan a comprender su comportamiento: el de Brønsted-Lowry, que se centra en la transferencia de protones, y el de Lewis, que se basa en el movimiento de pares de electrones. Hoy vamos a descubrir cómo funcionan y cuándo aplicamos uno u otro</p>			
Desarrollo (1)	Exposición dialogada: - Definición de ácido y base según Brønsted-Lowry. - Definición de ácido y base según Lewis. - Comparación entre ambos modelos.	30 min	Presentación, pizarra

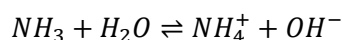
Exposición dialogada

### 1. Definición según Brønsted-Lowry

En 1923, Johannes Brønsted y Thomas Lowry propusieron un modelo basado en la transferencia de protones.

- **Ácido:** sustancia que dona un protón ( $H^+$ ).
- **Base:** sustancia que acepta un protón ( $H^+$ ).

**Ejemplo:**



En esta reacción:

- El  $H_2O$  dona un protón, por lo tanto actúa como **ácido**.
- El  $NH_3$  acepta un protón, por lo tanto actúa como **base**.

**Pregunta para los estudiantes:**

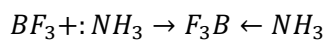
Si el  $NH_3$  actúa como base, ¿cuál es su ácido conjugado en esta reacción?

### 2. Definición según Lewis

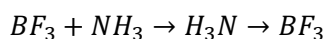
Ese mismo año, Gilbert Lewis propuso un modelo más amplio, que no depende de la presencia de protones.

- **Ácido de Lewis:** sustancia que acepta un par de electrones.
- **Base de Lewis:** sustancia que dona un par de electrones.

**Ejemplo:**



También puede representarse como un aducto:



En esta reacción:

- El  $BF_3$  acepta un par de electrones, por lo tanto es **ácido de Lewis**.
- El  $NH_3$  dona un par de electrones, por lo tanto es **base de Lewis**.

**Pregunta para los estudiantes:**

¿Por qué esta reacción no puede explicarse adecuadamente con el modelo de Brønsted-Lowry?

Aspecto	Brønsted-Lowry	Lewis
Enfoque	Transferencia de protones ( $H^+$ )	Transferencia de pares de electrones
Definición de ácido	Dona un protón	Acepta un par de electrones
Definición de base	Acepta un protón	Dona un par de electrones
Alcance	Explica reacciones con protones	Explica reacciones con y sin protones
Ejemplo típico	$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$	$BF_3 + NH_3 \rightarrow F_3B \leftarrow NH_3$

Reflexión para los estudiantes:

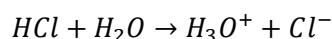
Ambos modelos son complementarios. El modelo de Brønsted-Lowry resulta especialmente útil para interpretar reacciones en solución acuosa, mientras que el modelo de Lewis posee un alcance más amplio y permite explicar interacciones químicas en las que no intervienen protones.

Desarrollo (2)	Ejercicios guiados:	20 min
----------------	---------------------	--------

Ejercicios guiados

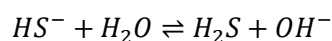
**1. Identificación de pares conjugados en Brønsted-Lowry**

Un par ácido-base conjugado se diferencia por un protón ( $H^+$ ).

**Ejercicio 1**

Identificación:

- **Ácido de Brønsted-Lowry:**  $HCl$
- **Base de Brønsted-Lowry:**  $H_2O$
- **Ácido conjugado:**  $H_3O^+$
- **Base conjugada:**  $Cl^-$

**Ejercicio 2**

Preguntas orientadoras:

- ¿Quién actúa como ácido?
- ¿Quién actúa como base?
- ¿Cuáles son las especies conjugadas?

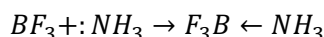
**Explicación esperada:**

- $HS^-$  acepta un protón y se transforma en  $H_2S$ , por tanto actúa como **base**.
- $H_2O$  dona un protón y se transforma en  $OH^-$ , por tanto actúa como **ácido**.
- Pares conjugados:
  - $HS^-/H_2S$
  - $H_2O/OH^-$

## 2. Reacciones de Lewis sin protones

El modelo de Lewis permite explicar reacciones en las que no ocurre transferencia de protones, sino interacción entre pares de electrones.

### Ejemplo 1

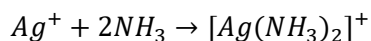


- $BF_3$ : ácido de Lewis, porque acepta un par de electrones.
- $NH_3$ : base de Lewis, porque dona un par de electrones.

**Pregunta al grupo:**

¿Por qué esta reacción no puede explicarse con el modelo de Brønsted-Lowry?

### Ejemplo 2



- $Ag^+$ : ácido de Lewis, porque acepta pares de electrones de las moléculas de amoníaco.
- $NH_3$ : base de Lewis, porque dona su par de electrones.

### Actividad rápida

Solicitar a los estudiantes que representen mediante flechas el movimiento del par de electrones desde la base de Lewis hacia el ácido de Lewis.

### Cierre de esta parte

- Socialización de respuestas.
- Corrección colectiva.
- Reafirmación conceptual:

- **Brønsted-Lowry = protones**
- **Lewis = pares de electrone**

Desarrollo (3)	Práctica con laboratorio portátil:	30 min	Laboratorio portátil, reactivos, indicadores
Ver guía de laboratorio			
Cierre	- Socialización y resolución de dudas. - Aplicación del postest. - Conclusiones grupales. - Reflexión final: ¿Por qué se requieren diferentes modelos?	25 min	Cuestionario

### 5. Evaluación

Diagnóstica: Aplicación del pretest al inicio.

Formativa: Participación, ejercicios, desempeño en práctica.

Sumativa: Resultados del postest

---

## Anexo 4 Instrumento guía de laboratorio

### Guía de Laboratorio Portátil

Tema: Ácidos y bases - Modelos de Brønsted-Lowry y Lewis

#### 1. Datos generales

- **Asignatura:** Química General
- **Duración:** 2 horas
- **Grupo:** Experimental
- **Práctica:** Neutralización ácido-base, observación de indicadores de pH y análisis de resultados.

#### 2. Objetivos

**General:** Aplicar los conceptos de los modelos ácido-base de Brønsted-Lowry y Lewis mediante una práctica experimental con laboratorio portátil.

#### Específicos:

- Observar experimentalmente el proceso de **neutralización** entre un ácido y una base.
- Utilizar **indicadores de pH** para identificar cambios durante la reacción.
- Analizar los resultados experimentales a la luz de los modelos ácido-base.

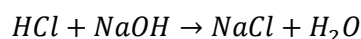
#### 3. Fundamento teórico

Los ácidos y las bases pueden explicarse a partir de distintos modelos teóricos. En esta práctica se trabajarán los modelos de **Brønsted-Lowry** y **Lewis**, con el fin de interpretar el proceso de neutralización observado en el laboratorio.

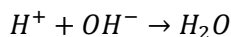
##### Modelo de Brønsted-Lowry

Según este modelo, un **ácido** es una especie química capaz de **donar un protón** ( $H^+$ ), mientras que una **base** es una especie capaz de **aceptarlo**.

En una neutralización entre ácido clorhídrico y hidróxido de sodio, la ecuación global puede expresarse así:



Sin embargo, desde el punto de vista de Brønsted-Lowry, la reacción se entiende mejor considerando la especie que acepta el protón:



En este proceso, el ácido aporta el protón y el ion hidróxido ( $OH^-$ ) lo acepta para formar agua.

### Modelo de Lewis

De acuerdo con Lewis, un **ácido** es una especie que **acepta un par de electrones**, mientras que una **base** es una especie que **dona un par de electrones**.

En la reacción de neutralización, el protón ( $H^+$ ) actúa como ácido de Lewis porque acepta un par de electrones proveniente del ion hidróxido ( $OH^-$ ), que se comporta como base de Lewis. Como resultado de esta interacción se forma la molécula de agua.

### Indicadores de pH

Los indicadores de pH son sustancias que cambian de color según el grado de acidez o basicidad de una solución. En esta práctica se podrán emplear sustancias como la **fenolftaleína**, el **tornasol** y el **papel indicador de pH**, con el propósito de evidenciar visualmente los cambios ocurridos durante la neutralización.

## 4. Materiales y reactivos (portátiles)

- Vasos plásticos transparentes (o tubos de ensayo portátiles).
- Pipetas o goteros.
- Solución de HCl diluido (0.1 M).
- Solución de NaOH diluido (0.1 M).
- Indicadores: tornasol, fenolftaleína, papel indicador de pH.
- Agua destilada.
- Guantes, gafas de seguridad, bata.

## 5. Procedimiento experimental

### a) Neutralización ácido-base

1. Colocar en un vaso aproximadamente **10 mL de HCl** diluido.
2. Añadir **2 o 3 gotas de fenolftaleína**.
3. Con ayuda de una pipeta o gotero, agregar la solución de **NaOH** gota a gota hasta observar una **coloración rosada tenue**, indicativa de que el medio ha pasado de ácido a ligeramente básico.
4. Registrar la cantidad de base agregada durante el proceso.

### b) Observación de indicadores de pH

1. Repetir el procedimiento anterior utilizando **papel indicador de pH** o **tornasol**.
2. Comparar los cambios de color observados con cada indicador.
3. Registrar los valores aproximados de pH **antes, durante y después** de la neutralización.

---

### c) Análisis y discusión grupal

1. Relacionar los resultados con el modelo de **Brønsted-Lowry**, identificando qué especie donó el protón y cuál lo aceptó.
2. Interpretar el mismo proceso desde el modelo de **Lewis**, estableciendo qué especie aceptó y cuál donó el par de electrones.
3. Reflexionar sobre por qué ambos modelos permiten explicar la misma reacción, aunque desde enfoques conceptuales diferentes.