

Valoración potenciométrica del ibuprofeno como estrategia didáctica para el aprendizaje de fundamentos de Química Analítica basado en el enfoque ABI

Potentiometric titration of ibuprofen as a teaching strategy for learning the fundamentals of analytical chemistry based on the ABI approach

Laura del Carmen Méndez Gutiérrez¹, Anthony Rudelmy Ureña Pérez², Pedro Leonardo Peña Duarte³ y Pedro Luis Peña Méndez⁴

¹Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, l.mendez@ce.pucmm.edu.do, <https://orcid.org/0000-2222-1111-0007>, República Dominicana

²Universidad ISA, 20200420@isa.edu.do, <https://orcid.org/0009-0009-2172-3447>, República Dominicana

³Instituto de Formación Docente Salomé Ureña, pedro.pena@isfodosu.edu.do, <https://orcid.org/0000-0002-3746-0030>, República Dominicana

⁴Investigador Independiente, mendezp026@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0005-4479-4521>, República Dominicana

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 14-07-2026

Revisado 27-07-2026

Aceptado 15-09-2026

Palabras Clave:

ABI

Valoración Potenciométrica

Química Analítica

Ibuprofeno

Competencias científicas

RESUMEN

Se implementó la valoración potenciométrica del ibuprofeno como estrategia didáctica, bajo el enfoque Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI), para el mejoramiento de fundamentos teóricos de Química Analítica II. La metodología se llevó a cabo bajo el enfoque cualitativo, donde participaron los seis estudiantes matriculados y trabajaron en parejas. La intervención didáctica fue diseñada con las etapas de la metodología investigación acción y las actividades estructuradas con el enfoque ABI. Para la recolección de datos se aplicó una rúbrica para evaluar las competencias experimentales e investigativas de los participantes mediante el enfoque ABI obtenidas durante el desarrollo de las guías, en las producciones orales y los informes de laboratorio. Los resultados de los diferentes equipos durante la actividad experimental y desarrollados en los informes, determinaron que el contenido de ibuprofeno de las diferentes muestras farmacéuticas estaba cercana al valor de referencia (800mg) y los resultados son significativos con un 95% del nivel de confianza, demostrando un manejo adecuado de la técnica y fortalecimiento cognitivo para interpretar y analizar los resultados. Se concluye la actividad experimental desarrollada bajo el enfoque ABI favorece el aprendizaje por descubrimiento, permite el desarrollo integral de las competencias científicas.

ABSTRACT

Potentiometric titration of ibuprofen was implemented as a teaching strategy, using the Inquiry-Based Learning (IBL) approach, to improve students' theoretical foundations in Analytical Chemistry II. The methodology was carried out using a qualitative approach, with all six enrolled students participating and working in pairs. The teaching intervention was designed using the stages of the action research methodology, and the activities were structured according to the RBL approach. For data collection, a rubric was applied to evaluate the participants' experimental and investigative competencies—as assessed through the RBL approach—based on their performance in developing the experimental guides, oral presentations, and laboratory reports. The results from the different teams during the experimental activity and as documented in their reports indicated that the ibuprofen content in the various pharmaceutical samples was close to the reference value (800 mg), and the results were statistically significant at a 95% confidence level, demonstrating proper mastery of the technique and enhanced cognitive skills for interpreting and analyzing the results. It is concluded that the experimental activity conducted using the ABI approach promotes discovery-based learning and enables the comprehensive development of scientific competencies.

Keywords:

ABI

Potentiometric Analysis

Analytical Chemistry

Ibuprofen

Scientific Competencies

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en la investigación (ABI) se basa en combinar la investigación con la enseñanza, permitiendo la incorporación del estudiante en una investigación basada en el método científico, bajo la supervisión del docente (Ruiz & Estrada, 2021). Esta estrategia proporciona en los estudiantes habilidades investigativas en la búsqueda de información relevante, analizar aspectos teóricos, diseñar investigaciones e interpretar los resultados y de manera transversal los estudiantes fortalecen las competencias comunicativas. Por todo lo expuesto el ABI es una estrategia que se adapta fácilmente en las prácticas de laboratorio de química, para investigar una problemática o dar respuesta a una hipótesis analizando aspectos de vida diaria (Díaz, 2023). Paralelamente ayude a los estudiantes a desarrollar habilidades del pensamiento crítico y comprender conceptos de equilibrio ácido y base a partir de la valoración potenciométrica.

En cuanto, a la valoración ácido y base es una técnica analítica usada para obtener la concentración desconocida de un ácido o una base donde se lleva a cabo una reacción de neutralización con una solución patrón. Para obtener resultados precisos, es necesario conocer en primer lugar la concentración del titulante, en segundo lugar, la naturaleza ácido-base de los reactivos involucrados, ya que estas influyen en las reacciones que ocurren en las diferentes zonas de la curva de titulación y por último el punto de equivalencia donde ocurre un cambio brusco de pH durante la valoración (Tomas & Pastor, 2022; Morales et al., 2019). Este cambio de pH puede detectarse de dos maneras, mediante el uso de indicadores químicos o a través de un potenciómetro.

Al determinar el pH en una muestra problema con un indicador químico esta cambia de color al llegar en el punto de final de la valoración. Los indicadores químicos de pH son ampliamente usados, pero a veces presentan dificultades como por ejemplo que el viraje de color no sea claro, por lo que no se pueden usar muestras coloridas y se debe conocer el pH en el punto de equivalencia para escoger el indicador más apropiado (Tomas & Pastor, 2022). Para evitar los inconvenientes que trae el uso de indicadores químicos se recurre a las valoraciones potenciométricas, donde se usan medidores de pH o potenciómetro.

El punto final de una titulación potenciométrica corresponde a la máxima velocidad de cambio de pH en función del volumen de titulante añadido y se obtiene a partir del punto de inflexión de la curva valoración, facilitando datos más confiables que los procedentes del método con indicadores químicos. La precisión en la determinación del punto final es mayor cuanto más cuantitativa sea la reacción involucrada, no obstante, se puede mejorar la veracidad de los datos en una valoración potenciométrica obteniendo el punto final mediante los gráficos de la primera y segunda derivada (Andrade, 2020). Los resultados obtenidos en las valoraciones con detección potenciométrica del punto final son confiables y reproducibles, porque se realizan varias medidas y se puede realizar la valoración en disoluciones muy diluidas.

La enseñanza para la comprensión de los contenidos teóricos que sustenta la valoración ácido y base tiende a ser difícil para los estudiantes porque presentan dificultades para entender las reacciones involucradas en las diferentes zonas de la curva de titulación, el cálculo de pH de ácidos débiles, soluciones buffer y el manejo del pKa (Mex et al, 2021). Es por ello por lo que se recurre a enseñar estos contenidos mediante actividades experimentales en laboratorio que son de suma importancia para la construcción del conocimiento haciendo un engranaje entre la teoría y la práctica, siendo un aspecto importante para el desarrollo de actitudes, habilidades científicas e investigativas. De acuerdo Álvarez et al., (2025) una actividad experimental, los estudiantes deben tomar decisiones informadas, interpretar resultados y generar soluciones a las problemáticas propuestas.

Por otra parte, la realización de actividades experimentales tiene un impacto significativo en el desarrollo de competencias científicas e investigativas, ya que fomenta el pensamiento crítico, fortalece la comprensión de las reacciones ácido base en las valoraciones potenciométrica y favorece la construcción de conocimientos por parte de los estudiantes. Asimismo, estas experiencias contribuyen a incrementar la motivación y el interés por el aprendizaje de las ciencias, al tiempo que promueven el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior.

Del mismo modo, la implementación de actividades experimentales llevada a cabo con un enfoque ABI favorece la resolución de preguntas de investigación y problemas asociados con fenómenos del mundo real, permitiendo que los estudiantes participen activamente en la construcción de su aprendizaje. En este sentido, Sánchez (2022) señala que, antes de iniciar las experimentales es conveniente proporcionar a los estudiantes estímulos positivos mediante información relevante sobre el objeto de estudio y ofrecerles retroalimentación constante por parte del docente, con propósito de fortalecer compromiso y desempeño durante proceso investigativo (citado por Álvarez, et al., 2025).

En concordancia con lo anterior, Guerrero (2025) plantea que el ABI debe complementarse con procesos de modelización a partir de las evidencias obtenidas durante la experimentación. En este marco, la

evaluación de las actividades experimentales se lleva a cabo a través de la elaboración de informes, ya que constituyen una herramienta que permite valorar de manera integral las habilidades cognitivas, experimentales e investigativas desarrolladas por los estudiantes. Cuando los resultados y su interpretación son consistentes con los fundamentos teóricos del experimento, se evidencia una adecuada comprensión de los fenómenos estudiados y correcta aplicación del protocolo experimental. Por el contrario, cuando los resultados no son los esperados, resulta necesario analizar críticamente las posibles causas, considerando aspectos relacionados con la comprensión conceptual de los fenómenos involucrados, así como la presencia errores sistemáticos aleatorios durante la ejecución de la metodología.

Así mismo, la discusión y la socialización de los resultados favorecen el desarrollo de competencias transversales o habilidades blandas, entre las que destacan la comunicación efectiva, el trabajo colaborativo, la toma de decisiones, el liderazgo y la planificación, competencias esenciales para la formación científica e investigativa de los futuros profesionales de la Educación Química. El ABI constituye una estrategia pedagógica que fortalece las competencias investigativas al favorecer el desarrollo del pensamiento crítico, entendido como un proceso mediante el cual los individuos analizan, cuestionan y reconstruyen sus propias estructuras cognitivas a partir de la reflexión profunda (Cupare & Resplandor, 2023; Espinola & Santos, 2022 citado por Salazar et al., 2025). Además, este enfoque promueve la alfabetización científica y la formulación de argumentos fundamentados en evidencias, mediante el proceso de indagación guiada que favorecen la construcción activa del conocimiento. Desde esta perspectiva, el docente actúa como facilitador de aprendizaje, generando condiciones necesarias para que los estudiantes construyan nuevos conocimientos dentro de su zona de desarrollo próximo de acuerdo con los postulados de Vygotsky (Sagastegui-Bazan, 2021 citado por Guerrero 2025).

Por todo lo expuesto se propone como propósito la implementación de la valoración potenciométrica de ibuprofeno como estrategia didáctica bajo el enfoque ABI para el mejoramiento de contenidos clave como equilibrio ácido-base, estequiometría y el tratamiento estadístico, el desarrollo de actividades experimentales que promueva competencias científicas e investigativas y resaltar la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de la ciencia para la formación de estudiantes de educación química como futuros docentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo mediante la metodología investigación acción, la cual permitió analizar y reflexionar sobre la implementación aprendizaje basado en la investigación (ABI) para la enseñanza de la valoración potenciométrica ácido – base aplicada en la determinación de ibuprofeno. En la investigación acción interactúa la teoría y la práctica estableciendo cambios apropiados en la situación estudiada (Peralta & Mayoral, 2022). Este enfoque favorece la comprensión de los procesos educativos en contextos reales, promoviendo mejora en la práctica docente a partir de la observación sistemática y reflexión crítica.

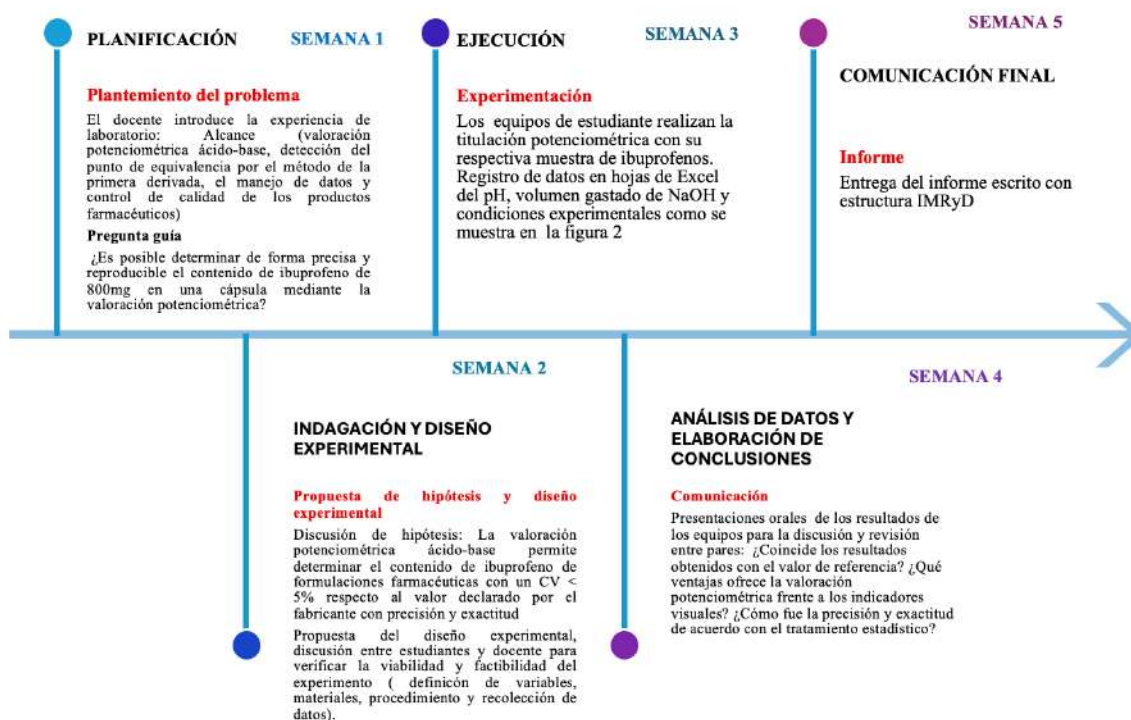


Fig. 1: Diagrama de las actividades planteadas en la intervención didáctica para la titulación potenciométrica de ibuprofeno bajo el enfoque ABI

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Química de la Universidad ISA de la República Dominicana. En donde participaron seis estudiantes matriculados en la asignatura de Química Analítica II de la carrera de Licenciatura en Química orientada a la Educación Secundaria del cuatrimestre enero a abril 2025. Por ser una población y muestra pequeña, de acuerdo con la investigación acción, los participantes estuvieron involucrados en la ejecución de la práctica de laboratorio, en la recolección de los resultados y en el análisis de los datos recolectados (Arias et al., 2016).

La intervención didáctica se llevó a cabo siguiendo las etapas de la investigación acción: primero el diagnóstico y planificación, donde se identificó la necesidad de fortalecer las competencias investigativas de los estudiantes mediante estrategias activas de aprendizaje. A partir de esta necesidad se diseñó la determinación potenciométrica de ibuprofeno en formulaciones farmacéuticas de diferentes marcas comerciales, para cinco semanas y cada encuentro presencial de tres horas, estructurada de acuerdo con las tres etapas de ABI que corresponde a la primera etapa a la planificación, la segunda, a la ejecución del trabajo y la tercera, comunicación con el análisis de los datos y la elaboración de conclusiones (Segovia & Núñez, 2025; Ruiz & Estrada, 2021; Figueroa et al, 2018), como se muestra en la figura 1.

Segundo en la etapa de acción, los estudiantes desarrollaron la actividad de laboratorio partieron de la pregunta de investigación, organizados en parejas. Durante esta etapa analizaron el guion de la práctica de laboratorio y la información técnica de los fármacos bajo la orientación del docente, promoviendo la toma decisiones fundamentadas, el razonamiento científico y la argumentación basada en la experiencia. En el diseño experimental los estudiantes siguieron la guía de laboratorio con enfoque ABI, donde propusieron seguir el procedimiento sugerido por Fernández & Kazakova (s/f) con algunas modificaciones (figura 2), como las muestras de ibuprofeno farmacéuticas en presentación de 800mg y no usaron fenolftaleína para la detección del punto equivalencia (Andrade, 2020).

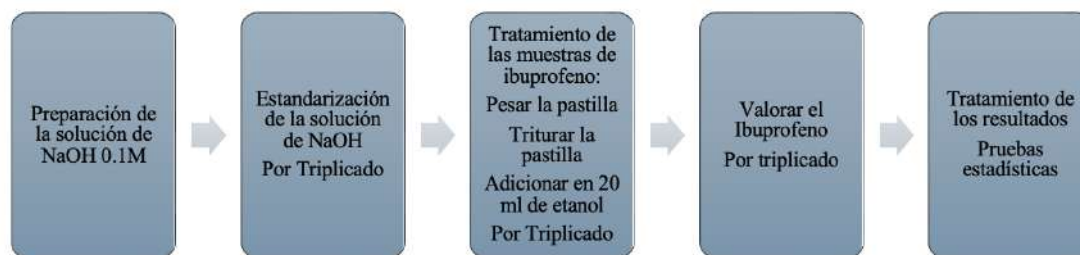


Fig. 2: Diseño Experimental para la valoración potenciométrica del ibuprofeno de 800mg

Los datos experimentales obtenidos de la valoración ácido-base se registraron mediante un pHmetro digital con rango de 0.00 a 14.00 con una resolución 0.01pH y una precisión 0.05 pH en función del volumen de titulante agregado con una bureta ± 0.1 ml, lo cual permitió la construcción de la curva de valoración potenciométrica y la determinación del punto de equivalencia mediante el análisis de la primera derivada del potencial respecto al volumen. Todos los reactivos usados fueron de grado analítico y de alta pureza. Las muestras de ibuprofenos de 800 mg fueron Iberofeno, Artran e Ibuprofeno Caplin, la cuáles se identificaron como muestra 1, 2 y 3. Se pesaron con una balanza analítica ± 0.001 g. Para el análisis de datos se calcularon la cantidad de contenido de ibuprofeno presente en cada una de las muestras de ibuprofeno por triplicado e incluyendo el blanco. El análisis estadístico incluyó la media, la desviación estándar el coeficiente de variación (CV), el error relativo porcentual (%Error) y la t-students con un 95 % de confiabilidad, se realizaron mediante el software estadístico de Excel. Con los datos estadísticos anteriores se realizó una prueba de hipótesis y verificar la hipótesis nula: las muestras de los diferentes medicamentos contienen 800mg de ibuprofeno.

La tercera etapa de investigación acción la observación, se realizó de manera continua durante el desarrollo de la actividad experimental. Se documentaron aspectos relacionados a la participación de los estudiantes, el trabajo colaborativo, la formulación de preguntas, la toma de decisiones durante la práctica de laboratorio, el análisis de los datos obtenidos y la construcción de conclusiones basadas en evidencias. Por último, la etapa de la reflexión donde los resultados fueron analizados por el docente-investigador para valorar el alcance de la estrategia implementada y la contribución al desarrollo de habilidades experimentales e investigativas en los estudiantes.

Para la recolección de datos de la estrategia didáctica en las diferentes etapas de la investigación acción se realizaron diferentes técnicas e instrumentos de evaluación: rúbrica para evaluar las competencias experimentales e investigativas de las participantes mediante el enfoque ABI, con los siguientes criterios: planteamiento del problema e hipótesis, diseño experimental, ejecución experimental, registro de datos, análisis e interpretación de los resultados, comunicación científica de los resultados y el trabajo colaborativo.

Las guías de laboratorios desarrolladas por los estudiantes, fomentaba la participación y la resolución de problemas durante la experimentación. Estas guías estaban estructuradas en secciones adaptadas al enfoque ABI, las cuáles contenían: planteamiento del problema, formulación de hipótesis, diseño del procedimiento experimental, identificación de variables, recolección y registro de datos, análisis de resultados, discusión orientada y comunicación de resultados. Informes de laboratorio elaborados por los equipos de trabajo con estructura IMRYD que permitió evaluar la capacidad de los estudiantes para interpretar, argumentar y comunicar los datos experimentales con un lenguaje propio de química analítica, fortaleciendo la competencia investigativa y el desarrollo del pensamiento crítico.

En conjunto y el uso articulado de estos instrumentos favoreció una evaluación integral de la intervención didáctica, fortaleciendo la validez y la confiabilidad de los resultados. La guía de laboratorio y la rúbrica fueron sometidas a un proceso de validación por el juicio de tres expertos, conformado por docentes especialista en química analítica y en didáctica de la ciencia. Cada experto evaluó los instrumentos considerando los criterios de claridad, coherencia interna, relevancia interna, alineación con el enfoque ABI y adecuación a los contenidos de química analítica. Se garantizó la cooficialidad de la información recopilada y el uso de datos exclusivamente para fines académicos e investigativos. La participación de los estudiantes se realizó respetando los principios éticos de la investigación educativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para valorar el alcance de la estrategia implementada se pudo evidenciar en los resultados plasmado en los informes por los estudiantes y durante el desarrollo de la intervención didáctica. Se evidenció en los

informes y en la socialización de los resultados, que los estudiantes construyeron las curvas de valoración potenciométrica de las tres muestras de los diferentes fármacos de ibuprofeno por triplicado como se muestra en la figura 3, donde identificaron el comportamiento sigmoidal característicos de la neutralización de un ácido débil con una base fuerte ($C_{12}H_{17}COOH + NaOH \rightarrow C_{12}H_{17}COONa + H_2O$) y sin el uso de los indicadores visuales.

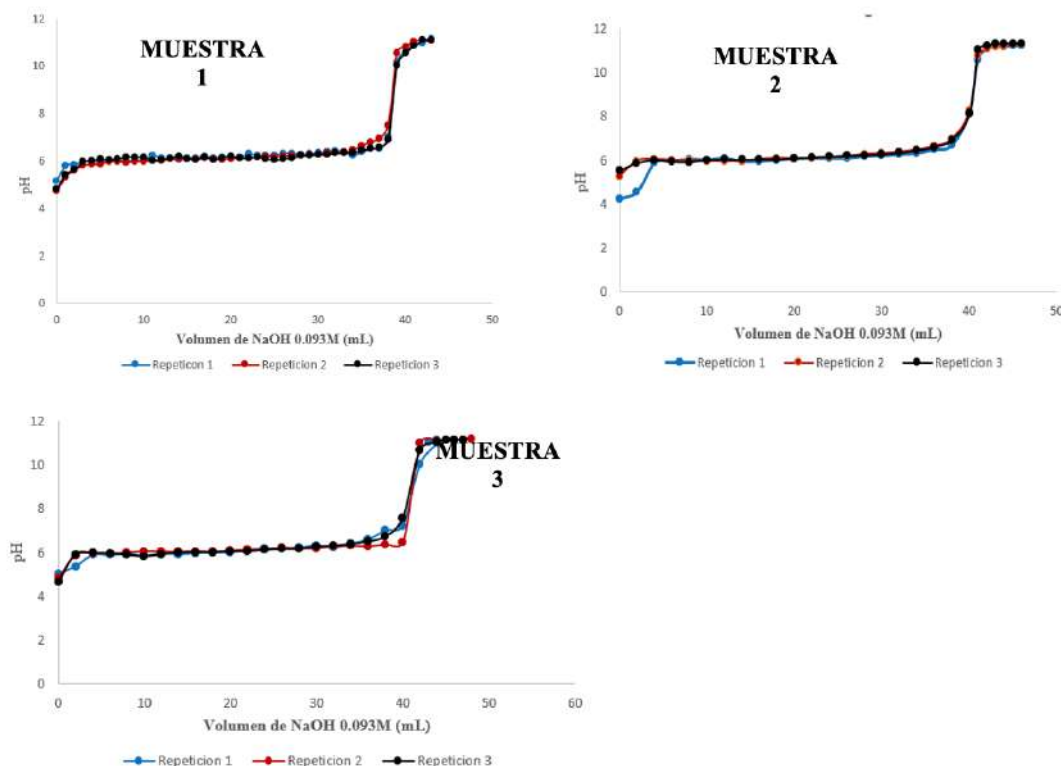


Fig. 3: Curvas de valoraciones potenciométricas de las muestras farmacéuticas comerciales de ibuprofeno 800mg con NaOH 0.093M.

También se pudo evidenciar en la figura 4 que los estudiantes determinaron los puntos de equivalencias, mediante el análisis de la primera derivada. Donde se observa un valor máximo o pico pronunciado, el cual les permitió encontrar el volumen de titulante gastado en el punto equivalencia (Vpe) de una manera sencilla y exacta, que a través de la simple observación visual de las curvas valoraciones potenciométricas de la figura 4, concuerda con lo reportado por Andrade (2020). A partir del Vpe, hallaron el contenido ibuprofeno en las muestras 1, 2 y 3 mediante estequiometría obteniendo valores cercanos a los referenciados en la presentación de los medicamentos de 800 mg (ver tabla 2). Del mismo modo, la identificación del punto equivalencia favoreció la comprensión de los conceptos de equilibrio ácido-base, titulaciones potenciométricas, curvas de valoración y estequiometría.

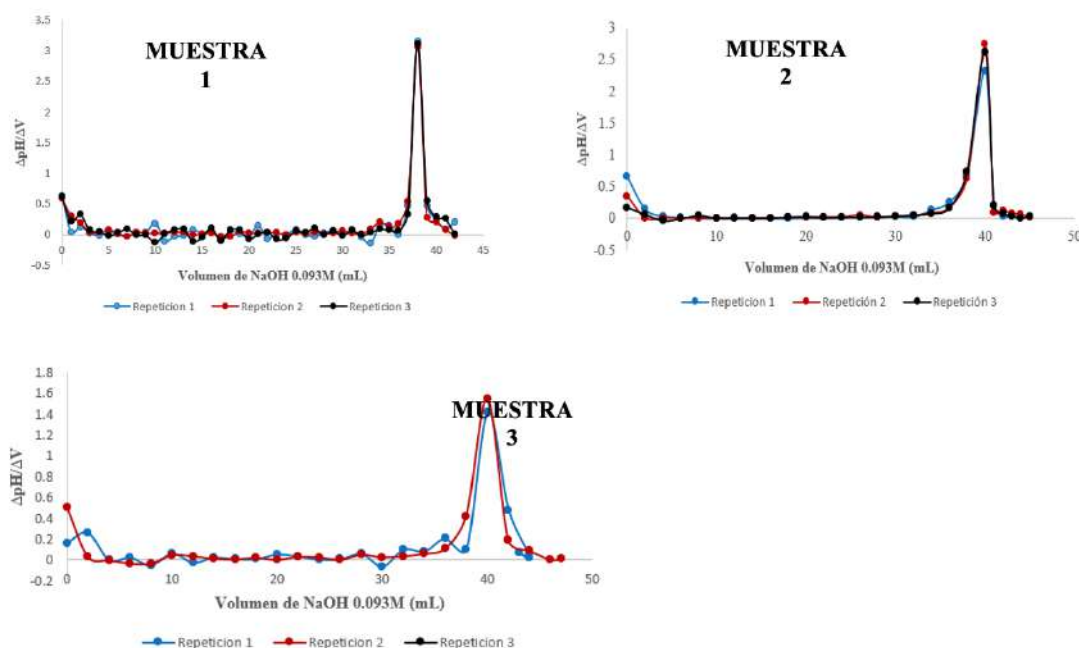


Fig. 4: Graficas del método de la primera derivada para la estimación del punto de equivalencia de las muestras farmacéuticas comerciales de ibuprofeno 800mg con NaOH 0.093M.

Además de determinar el contenido de muestra de ibuprofeno de los diferentes fármacos, los estudiantes realizaron tratamiento estadístico, lo que permitió garantizar la confiabilidad de los resultados y la calidad del análisis químico. Este proceso evidenció el desarrollo de destrezas y habilidades matemáticas para el cálculo e interpretación de parámetros estadísticos, fortaleciendo la comprensión del contenido de estadística aplicada y el manejo datos de la asignatura de Química Analítica (Castro, 2024).

A partir de los resultados estadísticos obtenidos por los estudiantes, presentados en la tabla 1, se observó que los valores del CV fueron menores al 5%, indicando una adecuada precisión y reproducibilidad del método aplicado (Vilchez et al., 2020). Así mismo, el %Error se mantuvo por debajo de los límites aceptados para prácticas académicas confirmando la confiabilidad de la valoración potenciométrica ácido base (Morales et al., 2019, Tomás & Pastor, 2022).

Tabla 1: Contenido de Ibuprofeno y tratamiento estadístico en las diferentes muestras farmacéuticas comerciales

Muestras	$\bar{X} \pm S$ (mg)	%CV	%Error	tcalculada	tcrítica
1	758±19.0	2.51	5.25	3.829	4.303
2	783±10.8	1.40	2.91	2.726	
3	774±22.5	2.91	3.25	2.001	

De igual manera, se encontró que la $t_{calculada} < t_{crítica}$ con un nivel de confianza del 95%, evidenciando ausencia de errores sistemáticos significativos. Por tanto, puede afirmarse que el método de titulación potenciométrica presentó una adecuada exactitud y las diferencias observadas con respecto al valores de referencia de las muestras 1, 2 y 3 no son estadísticamente significativas (Morales et al., 2019). Los datos recogidos son cantidades en mg elegidos al azar, son datos numéricos donde se tiene una varianza poblacional desconocida. Se supone que la distribución de las muestras es normal usando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con los promedios muestrales. El estadístico W de Shapiro-Wilk da como resultado 0.975, en este caso el p-valor es aproximadamente 0.723. Al ser $p > 0.05$ se acepta que los datos no difieren significativamente de una distribución normal.

La pregunta planteada en la problemática fue si efectivamente las capsulas de ibuprofeno contienen los 800 mg como lo indica la caja. Partiendo de la hipótesis nula de que el promedio de ibuprofeno es 800 mg y se contrastó con la hipótesis de que el promedio es menor al que indica el fabricante. Por tanto, se usó un nivel de significancia del 5% juntamente con prueba t de Student asumiendo que los datos siguen una distribución normal como se menciona anteriormente. Al observar la tabla 1 se observa que todos los valores calculados

están por debajo del valor crítico, lo que significa que la evidencia muestral sigue apoyando la hipótesis nula de que la cantidad de ibuprofeno es de 800 mg por capsula.

Cabe destacar que el uso de herramienta estadísticas para el procesamiento y análisis de datos contribuyó a fortalecer la interpretación cuantitativa del contenido de ibuprofeno en las diferentes muestras farmacéuticas e incorporar criterios de control de calidad propios del análisis químico. Asimismo, favoreció el desarrollo de competencias cognitivas y procedimentales fundamentales en la formación de los estudiantes de la Licenciatura en Educación Química.

La recopilación e interpretación de los resultados obtenidos durante la intervención didáctica, evidenció que las actividades desarrolladas bajo el enfoque ABI favorecen el aprendizaje por descubrimiento permiten una evaluación integral de los conocimientos y habilidades adquiridas por los estudiantes. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ramos & Zambrano, (2026); Barahona et al., 2023; Böttcher & Thiel, 2018 citado por Espinoza et al., (2026), quienes destacan que el ABI promueve el desarrollo de competencias vinculadas al proceso de investigación y al aprendizaje colaborativo.

En este sentido, se observa que los participantes desarrollaron habilidades para abordar de manera autónoma y reflexiva, fortaleciendo capacidades como el análisis crítico. Asimismo, estos hallazgos respaldan los señalado por Salazar et al. (2025), quienes afirman que las experiencias de indagación contribuyen a la construcción de la identidad científica de los estudiantes. En consecuencia, los resultados sugieren que los participantes fortalecieron sus competencias investigativas, mediante el diseño y la ejecución de procedimientos experimentales, así como como sus competencias digitales a través del procesamiento, análisis y comunicación de la información obtenida durante la práctica (Segovia & Núñez, 2025; Martínez & Rodríguez, 2020).

Estos resultados resaltan la importancia de la actividad experimental como estrategia didáctica fundamental en la enseñanza de las ciencias, ya que permite a los estudiantes de Educación Química construir conocimiento a partir de evidencia, desarrollar habilidades científicas y comprender el valor de la experimentación en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Barahona & Andrade, 2023). Además de las habilidades experimentales e investigativas durante la intervención se fortalecieron las habilidades lingüísticas como la comprensión lectora, producción escrita a través de informes y las presentaciones orales de los resultados desarrollando el pensamiento crítico y la integración del conocimiento (Cardona, 2025). La elaboración del informe final constituyó la última actividad desarrollada por los estudiantes y permitió evidenciar la apropiación progresiva del lenguaje científico a través de textos escritos, integrando los conocimientos teóricos y la actividad experimental de forma clara, coherente y bien estructurado. Estos resultados muestran el fortalecimiento de las competencias comunicativas y de la capacidad para interpretar, analizar y argumentar los resultados a partir de evidencias, aspectos considerados fundamentales en la formación científica (Fernández et al., 2025). Lo anterior adquiere especial relevancia al considerar que la comunicación escrita de los resultados experimentales suele presentar una dificultad en el contexto de enseñanza basados en las metodologías tradicionales de laboratorio (Suyo et al, 2021).

Además del desarrollo de competencias cognitivas y de la mejora en la calidad del discurso científico mostrada en los informes, se observaron avances en habilidades técnicas relacionadas con la manipulación de equipos, la preparación de soluciones y el cumplimiento de las normas de seguridad (Álvarez et al, 2025). Así mismo, les proporciona a los futuros docentes integrar conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarios para la enseñanza de química. Estas competencias pueden atribuirse tanto a la formación recibida durante la experiencia como el nivel de motivación y compromiso demostrado por los estudiantes a lo largo del proceso investigativo, concuerda con lo reportado por Díaz (2023).

A pesar de estos resultados favorables, este estudio presentó algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los hallazgos. Entre ellas destacan el tamaño de la muestra de participantes y la ausencia de un grupo control, factores que limitan la posibilidad de generalizar los resultados a otros contextos educativos. Sin embargo, la evidencia obtenida permite reconocer el potencial didáctico del enfoque ABI para promover el desarrollo de competencias científicas, investigativas y comunicativas en el laboratorio de Química Analítica II. Así mismo, los resultados destacan la importancia del trabajo experimental como componente primordial en la formación de estudiantes de Educación Química, al favorecer la articulación entre la teoría, la práctica y la construcción de conocimientos científicos significativos.

En consecuencia, se recomienda ampliar futura investigaciones mediante la incorporación de diseños experimentales comparativos que incluya otras técnicas instrumentales para la determinación de ibuprofeno. Esto permitirá contrastar los resultados obtenidos y profundizar en la formación investigativa de los estudiantes de química, favoreciendo el desarrollo de competencias cada vez más integrales para el ejercicio profesión y la generación del conocimiento científico (Ramos & Zambrano, 2016).

CONCLUSIÓN

La implementación de la valoración potenciométrica de ibuprofenos mediante el enfoque ABI resultó una estrategia didáctica efectiva que favoreció la comprensión de contenidos de Química Analítica II con la integración del análisis de datos experimentales y fortaleció habilidades en la resolución de problemas. A partir de los resultados obtenidos en las presentaciones orales y plasmada en los informes, los estudiantes determinaron el contenido de ibuprofeno en las muestras farmacéuticas mediante relaciones estequiométricas, obteniendo valores cercanos al valor declarado de 800mg con un CV inferior al 5% y la $t_{calculada} < t_{crítica}$ con un nivel de confianza del 95%, demostrando una adecuada precisión y reproducibilidad del procedimiento experimental. Estos hallazgos evidencian la capacidad de los participantes para aplicar conocimiento matemáticos y químicos en situaciones reales de análisis cuantitativo, contribuyendo en el fortalecimiento de competencias cuantitativas y analíticas para interpretar resultados experimentales con los criterios de calidad propio del análisis químico. La elaboración de informes científicos permitió evidenciar la apropiación progresiva del lenguaje científico, una mejor integración ente los conocimientos teóricos y prácticos, fortaleciendo las competencias comunicativas indispensable para la práctica profesional y la investigación

Las actividades desarrolladas bajo el enfoque ABI promovieron el aprendizaje por descubrimiento, la autonomía, el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico, favoreciendo el desarrollo de competencias científicas e investigativas necesarias para la formación integral de los futuros docentes de Química. A pesar de la limitación relacionada al tamaño de la muestra de los participantes y la ausencia de un grupo control, los resultados evidencian el potencial del enfoque ABI para promover aprendizajes significativos y el desarrollo de competencias científicas, investigativas, estadísticas, digitales y comunicativas en los estudiantes de la Licenciatura de educación Química.

REFERENCIAS

- Álvarez, P., Garrido, C., Godoy, M., Tomljenovic, M., & Zuniga, E. (2025). Propuesta de medios educativos que promueven habilidades experimentales durante actividades curriculares de Química Inorgánica. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación, REXE*, 24(55), 335-366. <https://doi.org/10.21703/rexe.v24i55.2905>
- Andrade, JC de. (2020). Química analítica básica: uso del diagrama de Gran en volumetría ácido-base. *Chemkeys Journal*, Artículo e020003. <https://doi.org/10.20396/chemkeys.v2i.14318>
- Arias-Gómez, J., Villasis-Keever, M. A., & Miranda-Novales, M.G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia Mexico*, 63(2), 201-206. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Barahona, L.A., & Andrade Ortiz, Y. (2023). ABI: aplicación de cromatografía de Pfeiffer como herramienta de aprendizaje de química en la educación agricultura. *Ceiba*, 56(2), 90-98. <https://doi.org/10.5377/ceiba.v56i2.17119>
- Cardona Moreno, A. (2025). El fortalecimiento de las competencias comunicativas en la educación superior: una revisión de enfoques y prácticas pedagógicas. *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, 14(5), 16-24. <https://www.irjes.com/v14-i5.html>
- Castro Escobar, J. A. (2024). Realidad aumentada: estrategia didáctica para el desarrollo de competencias matemáticas. *Revista Latinoamericana Ogmios, RLO*, 4(9), 86-105. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9238505>
- Cupare-Castro, O. J., & Resplandor-Barreto, G. E. (2023). Estrategias didácticas para el desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Prohominum*, 5(1), 126-143. <https://doi.org/10.47606/ACVEN/PH0175>
- Díaz Linares, G. L. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): una estrategia para mejorar la enseñanza - aprendizaje de la química. *Ciencias Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 27-41. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378
- Espinoza -Montes, F., Caverro-Carrasco, J., García-Bautista, E., & Pucuhuaranga-Espinoza, T. (2025). Competencias investigativas en la formación universitaria. Una revisión sistemática de enfoques e instrumentos de evaluación. *Revista de Filosofía y Ciencias – PROMETEICA*, Artículo e20087. <https://doi.org/10.34024/prometeica.2025.32.20087>
- Figueroa de la Fuente, M., Reyes Coronado, D., & Fiorentini Cañedo, N. (2018). El aprendizaje basado en la investigación (ABI) como un factor para el fortalecimiento de los programas educativos de la Universidad Quintana Roo en Playa del Carmen, México. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 131-156. <https://doi.org/10.15359/rep.13-1.6>
- Fernández Sánchez, M. J., Orquera Saavedra, D. S., & Guañuna Minango, C. A. (2025). Innovación educativa para el fortalecimiento de las competencias comunicativas en la educación superior:

- estrategias didácticas para el desarrollo de habilidades lingüísticas y su impacto en el ámbito profesional. *Reincisol.*, 4(7), 1245–1267. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)1245-1267](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)1245-1267)
- Fernández-Torres, R., & Kazakova, J. (s.f.). *Determinación de Ibuprofeno en formulaciones farmacéuticas genéricas* [Informe de investigación]. Departamento de Química Analítica, Universidad de Sevilla; Jóvenes con Investigadores. <https://jovenesconinvestigadores.files.wordpress.com/2014/10/proyecto-3.pdf>
- Guerrero Santana, B. I. (2025). Aprendizaje del modelo cinético de partículas en educación secundaria Implementando la metodología de indagación con enfoque steam. *Revista Electrónica Desafíos Educativos-REDECI*, 4(8), 127-140. <https://revista.ciinsev.com/es/articulos/16.5/9>
- Martínez Díaz, L. Y., & Rodríguez Hernández, A. A. (2020). El booktrailer como estrategia Didáctica para el desarrollo de Competencias comunicativas, Narrativas y digitales. *Revista Boletín Redipe*, 9(6), 168-182. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i6.1010>
- Mex-Álvarez, R., Yanez-Nava, D., Garman-Quen, P., Novelo-Pérez, M., & Robaldino, D. (2021). Valoración potenciométrica a microescala de ácido acético como método de enseñanza en el laboratorio de química analítica. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 8(3), 151-153. <https://www.reibci.org/dic-21.html>
- Morales-Erazo, L., González-Cárdenas, I., Abella-Gamba, J., & Ahumada-Forigua, D. (2019). Técnicas de titulación ácido-base: consideraciones metroológicas. *Revista Colombiana de Química*, 48(1), 26-34. <https://www.redalyc.org/journal/3090/309058491010/html/>
- Peralta-Castro, F., & Mayoral-Valdivia, P.J. (2022). La investigación acción como estrategia de reflexión, mejora y cambio en la práctica docente de la enseñanza de lenguas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, RIDE*, 12(24), 1-25. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1152>
- Ramos Gallo, W., & Zambrano Vargas, C. (2026). Integración del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI): análisis de la percepción de estudiantes. *LUMEN Revista de innovación educativa*, 1(1), 1-10. <https://revistas.unitec.edu/lumen/article/view/622>
- Ruiz Espinoza, F.H., & Estrada Cervante, R. (2021). Revisión Bibliográfica: La Metodología del Aprendizaje basado en la Investigación. *Ciencias Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 1079-1093. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.312
- Salazar Peralta, J., Melendez Cruz, J., & Cárdenas Riveras, M. (2025). Competencias investigativas de los estudiantes: un artículo de revisión sistemática. *Revista InveCom*, Artículo e602032. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15866881>
- Segovia-Aranibar, E. L., & Núñez-Lira, L. A. (2025). Estrategia de aprendizaje basado en investigación para desarrollar competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Horizontes Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 9(37), 888–904. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i37.958>
- Suyo Cruz, G., Velasco Palacio, M.D., & Huamaní Cayllahua, J. (2021). Nivel de comunicación escrita, deficiencias lingüísticas, y el logro de competencias en estudiantes ingresantes en una universidad pública del Cusco. *Ciencias Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(4), 4840-4859. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.662
- Tomas-Serrano, A., & Pastor-Belda, M. (2022). Validación del uso de medidores de pH de bajo coste en valoraciones ácido/base. *Anales de Química de la RSEQ*, 118(3), 177-184. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1777>
- Vílchez Rodríguez, A., González Cantó, J., Esteve Poblador, S., Valldecabres Ortiz, C. & Estela Burriel, P. (2020). Precision and trueness verification study of an Atellica system. *Advances in Laboratory Medicine/Avances en Medicina de Laboratorio*, 1(4), 20200096. <https://doi.org/10.1515/almed-2020-0096>