

<https://doi.org/10.47460/minerva.v5i13.151>

Aprendizaje basado en proyecto para favorecer la enseñanza de la química

Karla Sofia Echeverría Giler
<https://orcid.org/0000-0001-8750-6984>
kecheverria5903@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Jean Carlos Pérez Parra
<https://orcid.org/0000-0002-7971-1782>
jean.perez@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Recibido (10/10/2023), Aceptado (10/01/2024)

Resumen: El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se posiciona como una estrategia educativa valiosa que promueve el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas prácticos. En este estudio se investigó la efectividad del ABP en comparación con el método de enseñanza tradicional en el contexto de la enseñanza de la química en la educación secundaria, específicamente en el abordaje del tema ácido-base. Para ello se empleó una muestra de 42 estudiantes de bachillerato. Los participantes se dividieron equitativamente en dos grupos de 21 estudiantes: Uno sometido al enfoque ABP (grupo experimental) y otro al enfoque tradicional (grupo de control). Se aplicaron dos test, uno previo y otro posterior a la intervención, a ambos grupos. La investigación se apoyó en el análisis de los resultados obtenidos a través de la prueba t-student para comparación de medias. Los resultados arrojaron que el ABP tiene un impacto significativo en el proceso de aprendizaje

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, ácido-base, estrategia educativa.

Project Based Learning to promote the teaching of chemistry

Abstract.- Project Based Learning (PBL) is positioned as a valuable educational strategy that promotes the development of skills for solving practical problems. This study investigated the effectiveness of PBL compared to the traditional teaching method in the context of teaching chemistry in secondary education, specifically in addressing the acid-base topic. For this, a sample of 42 high school students was used. The participants were divided equally into two groups of 21 students: One subjected to the PBL approach (experimental group) and the other to the traditional approach (control group). Two tests were applied, one before and one after the intervention, to both groups. The research was supported by the analysis of the results obtained through the t-student test for comparison of means. The results showed that PBL has a significant impact on the learning process.

Keywords: Project Based Learning, acid-base, educational strategy.



I. INTRODUCCIÓN

Las metodologías de enseñanza se han proyectado en el mundo a través de diversas iniciativas y programas que buscan mejorar la calidad de la educación y adaptarse a las necesidades y desafíos actuales y futuros. Algunas de las tendencias más importantes en la metodología de enseñanza que se están aplicando en el mundo incluyen el aprendizaje basado en proyectos, que es una metodología centrada en el aprendizaje activo y colaborativo, donde los estudiantes trabajan en proyectos que les permiten aplicar y poner en práctica los conocimientos adquiridos. Los proyectos se enfocan en temas concretos y actuales, lo que hace que los estudiantes se sientan más motivados y comprometidos con el proceso de aprendizaje.

Estos cambios en la manera de enseñar vienen unidos a las necesidades laborales que exigen cada vez más, el enfoque de habilidades blandas en la educación, esto implica que, además de los conocimientos técnicos y académicos, se está enfatizando cada vez más en el desarrollo de habilidades personales, como la comunicación, el liderazgo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, que son esenciales para el éxito en el mundo laboral y en la vida en general. Esto implica la adaptación de las metodologías de enseñanza para atender las necesidades individuales de los estudiantes y garantizar que todos puedan participar y tener éxito en el proceso de aprendizaje.

El Aprendizaje Basado en Proyecto (de aquí en adelante ABP) es parte de un método activo desarrollado en los últimos años. Estos métodos se enfocan en el aprendizaje profundo en estudiantes que participan activamente en el contenido de la materia. Además, con la implementación de ABP se potencia su motivación y desarrollo de habilidades de equipo. Con esta metodología se busca la implicación autónoma de los alumnos en un proceso de investigación que se materializa en un proyecto final [1].

En el ABP el docente se convierte en guía y asesor durante todo el desarrollo del proyecto. La retroalimentación de los maestros se vuelve más importante ya que los maestros necesitan redirigir el pensamiento de los estudiantes y formular preguntas clave que fomenten el pensamiento crítico de ellos [2]. Con la aplicación del ABP se desarrollan varias competencias transversales: trabajo en equipo, planificación, comunicación y creatividad.

Maldonado subraya la importancia del trabajo en equipo, el cual permite que los alumnos aprendan a través de la colaboración. Mediante el trabajo colaborativo, los estudiantes intercambian sus puntos de vista sobre la materia, además de desarrollar su capacidad de interacción y comunicación eficaz, indispensable para su futuro laboral [3]. El desarrollo de los proyectos engloba etapas de planificación, gestión y evaluación por parte de los estudiantes, las cuales ayudan al estudiante a aprender el contenido de la asignatura, habilidades y competencias transversales [4].

Por otro lado, existe una desmotivación a nivel de bachillerato por el estudio de las ciencias naturales o exactas, esta afirmación se fundamenta en el hecho de que cada vez son menos los alumnos que cursan el bachillerato científico. En el caso de la química, esta es percibida por el alumnado como una asignatura de alta complejidad y con contenidos alejados de la vida cotidiana, a falta de trabajo en el laboratorio y de su interrelación con la ciencia, la tecnología y la sociedad [5]. La enseñanza de la química en el bachillerato se debe centrar en el desarrollo de habilidades prácticas, como la observación, la medición, el análisis y la interpretación de datos, la realización de experimentos, el trabajo en equipo, la comunicación de resultados y la resolución de problemas. Además, la química como asignatura del bachillerato tiene como objetivo fomentar el pensamiento crítico, la curiosidad científica y la capacidad de reflexionar sobre las aplicaciones y las implicaciones de la química en la sociedad. La química es también una asignatura que debe proporcionar una base sólida para aquellos estudiantes que deseen continuar sus estudios en áreas como Ciencias Básicas, Ingeniería, Medicina y Ciencias Agropecuarias, entre otras.

Esta situación plantea entonces la necesidad de revisar los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia en bachillerato para despertar el interés en el estudiantado. Al ser el ABP una estrategia de enseñanza que presenta la característica de reforzar las asignaturas experimentales, como la química, al tiempo que permite a los estudiantes proponer soluciones a los problemas, formulándose preguntas, discutiendo ideas, analizando resultados, llegando a conclusiones y comunicando resultados [6], hace que este sea una estrategia de enseñanza adecuada para el aprendizaje de la química, por ser una metodología activa que tiene como finalidad conseguir un aprendizaje mediante el cual el estudiante piensa, planea, implementa y evalúa los proyectos para la aplicación en el mundo real mucho más allá del aula de clase. El ABP también constituye una metodología para realizar un proyecto de investigación y fortalecer las competencias científicas [7], además de promover el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes.

A. El ABP y la enseñanza de la Química

El ABP se presenta así, como una herramienta de enseñanza ideal para que el alumnado llegue a implicarse en el proceso de aprendizaje de manera participativa, y pueda al mismo tiempo trabajar en la adquisición de competencias. Incrementar la inclusión de contenidos relacionados con el día a día, así como experiencias prácticas, es uno de los pilares fundamentales de esta propuesta [8].

Uno de los temas fundamentales que aborda la química son las reacciones ácido-base. Estas reacciones son de suma importancia en la naturaleza y, en algunos casos, desempeñan un papel crucial en nuestro organismo. Existen numerosas aplicaciones de las reacciones ácido-base en laboratorios escolares, en investigaciones y en la industria. A pesar de que los conceptos de ácido y base son comunes en la vida cotidiana de los estudiantes, debido a su contacto diario con alimentos, productos de limpieza, medicamentos y fenómenos como la lluvia ácida, a menudo tienen dificultades para identificar sustancias ácidas, básicas o neutras. Esto se debe en parte a que el término "pH" es nuevo para ellos, y el tema se complica aún más cuando deben comprender conceptos como productos iónicos y la escala de pH, entre otros.

Además, es común que los estudiantes muestren desinterés y apatía hacia la asignatura, lo que puede afectar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es importante abordar estos desafíos con enfoques pedagógicos efectivos que hagan que el aprendizaje de la química, y en particular de las reacciones ácido-base, sea más accesible y atractivo para los estudiantes. Esto podría incluir el uso de ejemplos prácticos y relevantes, demostraciones en el laboratorio, actividades interactivas y la creación de un entorno de aprendizaje estimulante para fomentar el interés y la comprensión de los conceptos químicos.

El propósito de esta investigación es implementar el ABP como enfoque pedagógico en la enseñanza del tema de ácido-base a los estudiantes de primer año de bachillerato en la Unidad Educativa Locke Cantos Barberán, con el objetivo principal de abordar tanto el bajo rendimiento académico que se ha evidenciado en los registros de calificaciones de los estudiantes, así como para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico entre el alumnado. Esta investigación también busca superar las dificultades que los estudiantes han experimentado en la comprensión y aplicación del concepto de ácido-base.

II. DESARROLLO

En los últimos 10 años, las metodologías educativas han experimentado un cambio significativo en todo el mundo. Los enfoques educativos tradicionales basados en la memorización y la repetición han sido reemplazados por modelos más innovadores centrados en la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. La educación basada en competencias ha ganado terreno en todo el mundo. Las competencias se centran en el desarrollo de habilidades prácticas y aplicadas en lugar de la memorización de hechos y conceptos teóricos. El enfoque educativo basado en la tecnología también ha aumentado en popularidad en los últimos años. Las tecnologías digitales se utilizan cada vez más para mejorarla experiencia de aprendizaje y para ofrecer contenido de alta calidad. Por otra parte, la enseñanza personalizada también ha sido un enfoque popular en la educación en los últimos años. Los educadores utilizan diferentes estrategias para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que ayuda a garantizar que cada uno tenga la mejor oportunidad de éxito. Además, los métodos de enseñanza colaborativos también han ganado popularidad. Los estudiantes trabajan en equipo para resolver problemas y completar tareas, lo que fomenta el desarrollo de habilidades sociales y emocionales.

El ABP es otro enfoque educativo que ha ganado popularidad en los últimos años. Los estudiantes trabajan en proyectos prácticos y relevantes que les permiten aplicar lo que están aprendiendo a situaciones de la vida real. El aprendizaje móvil también ha ganado terreno en la educación en los últimos años. Los estudiantes pueden acceder al contenido de aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que les permite aprender a su propio ritmo. Otro elemento incorporado en la educación es el enfoque educativo basado en el juego también ha aumentado en popularidad en los últimos años. Los juegos educativos se utilizan para enseñar habilidades específicas y para hacer que el proceso de aprendizaje sea más atractivo para los estudiantes. Por otra parte, la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) también ha ganado popularidad en los últimos años. Se está haciendo un mayor esfuerzo para fomentar el interés en estas materias y para preparar a los estudiantes para carreras en estos campos.

Los métodos de enseñanza basados en la neurociencia también están ganando popularidad. Los educadores están utilizando técnicas basadas en la comprensión de cómo funciona el cerebro para mejorar el proceso de aprendizaje. Finalmente, la educación emocional también se ha convertido en una parte importante de la educación en los últimos años. Los educadores están tomando medidas para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades emocionales que les ayuden a tener éxito tanto dentro como fuera del aula. En este sentido es posible afirmar que el aprendizaje constituye un proceso permanente de construcción de competencias a partir de las experiencias, saberes previos y emocionales de los estudiantes [9]. En definitiva, el aprendizaje es el proceso de construcción activa del conocimiento [10]. De modo que, un aprendizaje verdaderamente significativo surge cuando el estudiante es el constructor de su propio conocimiento, basado en los conocimientos previos y los conocimientos nuevos que va adquiriendo [11].

De manera más específica, algunos autores[12] han evaluado la implementación del ABP en proyectos en laboratorios de Química Analítica del grado de Química y han verificado que la implementación de estos proyectos ha facilitado la generación de un mayor volumen de resultados interrelacionados entre ellos y a la vez ha permitido que los estudiantes realicen una evaluación crítica de los resultados con mayor profundidad.

El uso del ABP le permite al docente organizar el aprendizaje a partir de proyectos basados en preguntas e involucrando al estudiante en una investigación, diseño, análisis, resolución y toma de decisiones. Estudios realizados por Martí et al. [13] concluyen que el ABP es una herramienta evaluativa útil, que permite a los estudiantes adquirir habilidades y destrezas e integrar los conocimientos teóricos y prácticos, dejando de lado la enseñanza memorística y mecánica. El ABP se apoya en el constructivismo del aprendizaje humano, asumiendo que los estudiantes aprenden mejor cuando resuelven problemas del entorno [14]. Por otra parte, los ABP fortalecen el rol de los estudiantes en el aula, haciéndolos más reflexivos, críticos, creativos, autónomos y responsables.

En base a la fundamentación constructivista del aprendizaje de las ciencias, algunos especialistas como Salas [15] mencionan que las metodologías activas, donde se sitúa el ABP, se presentan como un instrumento para el desarrollo de las habilidades de pensamiento, que se requieren para el aprendizaje significativo. El método implica una pregunta central, problema de interés para los estudiantes y en relación con el entorno. El alumnado trabaja de manera práctica y en grupos reducidos, donde autodirige su aprendizaje buscando la información necesaria para solucionar el planteamiento inicial y sintiendo la necesidad de comprender contenidos teóricos relacionados con el tema. Esto facilita trabajar con estudiantes que poseen distintos ritmos de aprendizaje. Cada miembro del grupo asume un rol (moderador, secretario y portavoz), que se irá rotando a lo largo de las sesiones [16]. En definitiva, el ABP constituye un enfoque de instrucción basado en actividades de aprendizaje y tareas que presentan desafíos para que los estudiantes los resuelvan.

A. Fases para elaborar un ABP

Las fases para elaborar un ABP son: Análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. El docente debe elaborar una guía de aprendizaje, equivalente a una unidad didáctica. A la hora de diseñar un ABP es de gran importancia tener en cuenta la disposición tanto temporal como material. En el desarrollo de esta técnica en el aula, la figura docente tiene la función de facilitar el aprendizaje, de tal manera que sus intervenciones son puntuales y de carácter orientativo. Este tipo de aprendizaje consiste en plantear una problemática real a un grupo de alumnos, para lograr la solución tendrán que trabajar de forma colaborativa en un proyecto que tendrán que diseñar siguiendo unas pautas iniciales, y donde cada alumno tiene un rol individualizado con unos objetivos a conseguir. Aunque el profesor monitorea continuamente el estado del proyecto, los estudiantes son independientes. Ciertos elementos son necesarios para que el proyecto avance satisfactoriamente, entre ellos, se puede destacar la importancia de la resolución de problemas donde se trabajará sobre el proyecto, los objetivos del proyecto global y los objetivos de cada participante, el tipo de formación inicial y valoración final recibida por cada participante. Lo fundamental es que el estudiante toma las riendas de su aprendizaje y el profesor garantiza que los proyectos encuentren el equilibrio entre la habilidad y el desafío, desencadenando una experiencia agradable en el aprendizaje. Le corresponde por tanto al profesor aplicar estrategias y acciones dirigidas a estimular el correcto actuar de los estudiantes a lo largo del proceso del ABP de modo que se recojan los resultados esperados [17]. En este contexto, los creadores del método sugieren cuatro fases fundamentales: Elección del tema, preparación, ejecución y evaluación.

B. ABP aplicado en la enseñanza de la química

El ABP es una metodología educativa que se enfoca en el aprendizaje a través de la resolución de problemas y situaciones reales. En la enseñanza de la química, el ABP es una herramienta valiosa para que los estudiantes puedan aplicar los conceptos teóricos a situaciones prácticas. Entre los elementos más destacados del ABP en la asignatura de química, es posible señalarlo siguiente:

- El ABP en la enseñanza de la química permite a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos a situaciones prácticas. Por ejemplo, los estudiantes pueden resolver problemas prácticos como el cálculo de la cantidad de reactivo necesario para una reacción química o el diseño de una solución para un problema ambiental.
- El ABP también puede fomentar la colaboración y el trabajo en equipo en la enseñanza de la química. Los estudiantes pueden trabajar juntos para resolver un problema, lo que les ayuda a desarrollar habilidades sociales y emocionales.
- Al utilizar el ABP en la enseñanza de la química ácido-base, los estudiantes también pueden desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Los problemas presentados son situaciones reales que requieren de análisis crítico para identificar y aplicar los conceptos teóricos adecuados.

C. Ácidos y bases

Los ácidos y bases son sustancias químicas que tienen propiedades opuestas y complementarias. Los ácidos son sustancias que pueden liberar protones (iones hidrógeno) en solución acuosa, mientras que las bases son sustancias que pueden aceptar protones en solución acuosa. Los ácidos se caracterizan por tener un pH menor a 7 en solución acuosa, ya que su concentración de iones hidrógeno es mayor que la de iones hidróxido. Los ácidos tienen un sabor agrio, pueden corroer algunos metales y pueden reaccionar con bases para producir una sal y agua. Las bases, por su lado, se caracterizan por tener un pH mayor a 7 en solución acuosa, ya que su concentración de iones hidróxido es mayor que la de iones hidrógeno. Las bases tienen un sabor amargo, pueden ser resbaladizas al tacto y pueden reaccionar con ácidos para producir una sal y agua.

Es importante destacar que algunos ácidos y bases son más fuertes que otros, lo que significa que tienen una mayor capacidad para liberar o aceptar protones en solución acuosa. La fuerza de un ácido o una base se puede medir utilizando el valor de su constante de acidez o basicidad, respectivamente. Estos conceptos pueden ser retenidos por los estudiantes, sin embargo, la intención es que no sean retenidos sino aprendidos y que puedan reconocerlos en su vida profesional futura. Sin embargo, al evaluar las características de los estudiantes en la asignatura de química, este es uno de los temas con mayor dificultad para comprender y aplicar por parte de los estudiantes. En este sentido, esta investigación pretende aportar una metodología educativa existente pero focalizada en la enseñanza de ácidos y bases de la asignatura de química, con el fin de aportar su comprensión, entendimiento y efectividad en los estudiantes de bachillerato.

III. METODOLOGÍA

El método empleado en esta investigación se corresponde con una investigación experimental comparativa. Esta investigación implica la manipulación controlada de una variable independiente como lo es el método de enseñanza (ABP versus enseñanza tradicional) y la posterior comparación de los resultados obtenidos por ambos grupos de estudiantes. El objetivo principal es determinar si existe alguna diferencia significativa en el aprendizaje entre los dos grupos y, por lo tanto, establecer relaciones de causa y efecto entre la metodología de enseñanza y los resultados académicos.

Se realizó una descripción del estudio utilizando diversas técnicas de recolección de datos, tales como cuestionarios y guía de observación. Además, se utilizó la estadística descriptiva para identificar las diferencias entre los grupos de control y experimental con base en los resultados obtenidos en las pruebas de conocimientos (pre-intervención y post-intervención). Para analizar los datos se utiliza la prueba t-student para comparar medias y determinar si las diferencias observadas entre grupos son estadísticamente significativas. Para este estudio se consideró una población de 42 estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Rocke Cantos Barberán. Se procedió a dividir la población de forma aleatoria en dos grupos de 21 estudiantes, uno se estableció como grupo de control y el otro como grupo experimental.

Fase de diagnóstico

Con el objetivo de obtener una evaluación inicial del nivel de conocimiento de los estudiantes, así como sus perspectivas y comprensión científica con relación al tema de ácido-base, se creó y aplicó a los dos grupos de estudiantes (control y experimental) un cuestionario tipo test (pre-intervención) que constaba de 10 preguntas, a cada una de las cuales se le asignó una puntuación de un punto.

Fase de planeación

Durante esta fase se llevaron a cabo varios procesos. Se evaluaron diferentes opciones y se optó por aquellos que mejor se adaptaban al enfoque y objetivos de la intervención. Además, se realizó una revisión bibliográfica detallada para asegurar la adecuada elección y aplicación de los instrumentos y estrategias seleccionadas. Se tomaron en cuenta varios aspectos fundamentales para el desarrollo y fortalecimiento del tema ácido-base. En primer lugar, se consideraron los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica para diseñar actividades específicas que permitieran abordar las debilidades identificadas en los estudiantes. En resumen, esta fase implicó la integración de diferentes elementos para lograr una propuesta de intervención coherente y efectiva. Asimismo, se llevó a cabo una cuidadosa selección de los instrumentos de recolección de datos, considerando los objetivos de la intervención y el tipo de metodología implementada. Esta fase tuvo una duración de diez días hábiles y permitió la adecuada preparación de los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo la intervención de manera eficiente.

Fase de aplicación

En el grupo control, compuesto por 21 estudiantes, se llevó a cabo una clase tradicional en la que la docente empleó recursos visuales como gráficos en la pizarra y proporcionó ejemplos de manera verbal. Durante la clase, la docente les explicó a los estudiantes qué es el pH y cómo se determina, todo en el contexto de la química ácido-base. A los estudiantes del grupo experimental se les impartió una clase en la que se exploraron conceptos relacionados con las propiedades ácido-base. Se definió el nombre del proyecto "Explorando la relación entre el pH del suelo y el crecimiento de las plantas" y se planteó la pregunta guía ¿Cómo varía el pH del suelo en diferentes áreas de nuestra comunidad y cuál es su impacto en el crecimiento de las plantas? Luego, en el proceso de implementación de la estrategia ABP, se procedió a organizarse en grupos pequeños de trabajo y se empezó a recolectar muestras de suelo del huerto escolar. Siguiendo las pautas proporcionadas en una guía de pH facilitada previamente por la docente, los estudiantes emplearon vinagre y bicarbonato de sodio para analizar cada una de las muestras de suelo, en tubos de ensayo. El propósito de esta actividad consistía en llevar a los estudiantes al laboratorio con el fin de que, mediante el uso del método colorimétrico, pudieran determinar el pH de cada muestra. Para ello, registraron los valores numéricos de acuerdo con la escala de pH disponible en la guía. Además, durante este proceso, los estudiantes realizaron experimentos adicionales utilizando sustancias como el vinagre y el bicarbonato de sodio en diferentes muestras de suelo.

Observaron que en algunas de las muestras se producía una efervescencia. Si esta efervescencia se presentaba al agregar vinagre a la muestra de suelo, se interpretaba como un indicativo de que el suelo era básico. En cambio, si la efervescencia ocurría al añadir bicarbonato de sodio a la muestra de suelo, se consideraba una señal de que el suelo era ácido. Si no se observaba efervescencia ni al agregar vinagre o bicarbonato de sodio, se concluía que la tierra era de carácter neutro.

Posteriormente, los resultados obtenidos con el uso de vinagre y bicarbonato fueron verificados, implementando papel indicador de pH. Al sumergir este papel indicador en una sustancia ácida toma una tonalidad rojasi la sustancia es fuertemente ácida, o naranja, amarillo o verde claro si se trata de una solución acida débil. En el caso de las sustancias básicas, la tonalidad que toma el papel indicador es morada cuando la solución es fuertemente básica, o azul si es básica débil. Las tonalidades del papel indicador de pH con su correspondencia con la escala de pH se pueden apreciar en la Figura 1.



Figura 1. Correspondencia entre color y escala de pH en papel medidor de pH.
Fuente: Youtube. Canal Biología 2.0

Con el uso del papel medidor de pH los estudiantes lograron determinar el valor del pH más cercano al valor esperado. Esta fase de la investigación tuvo una duración de aproximadamente 3 semanas y permitió la adecuada ejecución de las actividades planificadas como exposiciones de lo aprendido.

Fase Final

En la fase final, se administró una prueba tipo test (post-intervención) tanto al grupo experimental como al grupo de control con el fin de evaluar si los estudiantes habían adquirido los conocimientos necesarios y habían alcanzado los resultados de aprendizaje establecidos para el tema de ácido-base.

Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos de la implementación de los test pre- y post intervención obtenidos para ambos grupos de estudiantes (control y experimental se analizaron mediante la técnica estadística de comparación de medias (t-student), empleando Microsoft Excel.

IV. RESULTADOS

A continuación, se presenta un gráfico de bigotes obtenido a partir de las calificaciones alcanzadas por los estudiantes de los grupos control y experimental en la pre- y post-intervención (Figura 2). En esta grafica se puede apreciar que existe una pequeña diferencia entre los grupos de control y experimental en la pre-intervención, y que esta diferencia se hace más grande en la post-intervención, presentando una media mayor el grupo experimental. Para dar validez estadística a esta afirmación se procedió a realizar una prueba de diferencia de medias en las calificaciones obtenidos por los grupos tanto en la pre- (tabla 1) como en la post-intervención (tabla 2).

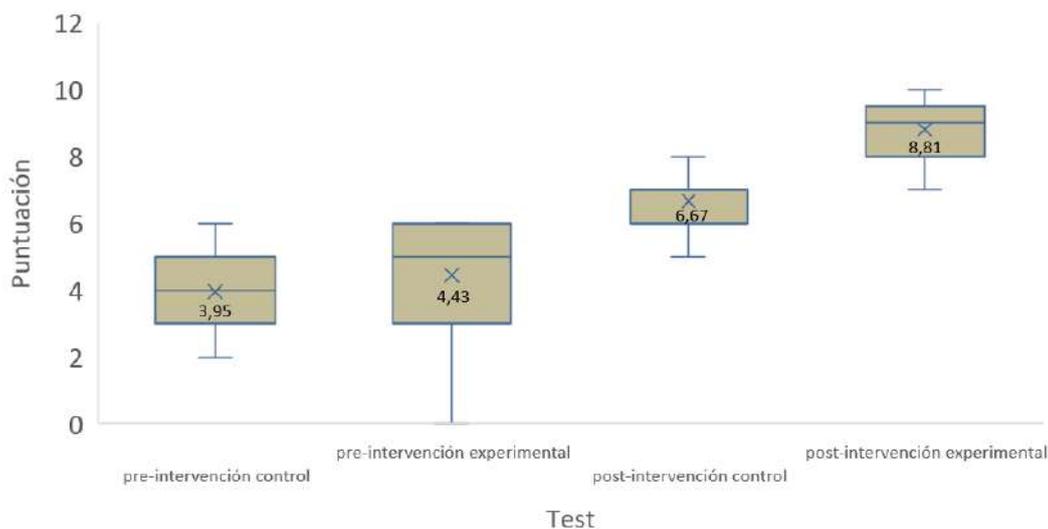


Figura 2. Diagrama de cajas y bigotes obtenido a partir de las calificaciones alcanzadas por los estudiantes de los grupos de control y experimental en los test pre- y post-intervención.

Tabla 1. Comparación de medias de las calificaciones obtenidas en el test de los grupos de control y experimental en la pre-intervención.

	Grupo control	Grupo experimental
Media	3,95	4,43
Varianza	1,65	2,66
Observaciones	21	21
Estadístico t	-1,05	
P(T<=t) dos colas	0,299	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02	

Los resultados obtenidos en las calificaciones de los grupos de control y experimental sugieren que, en promedio, el grupo experimental logró una puntuación ligeramente superior en comparación con el grupo de control. Respecto a la varianza, se observa que los datos del grupo experimental presentan una mayor dispersión en comparación con los del grupo de control. En este contexto, dado que el valor de t (-1,05) es inferior al valor crítico (2,02), se puede inferir que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (control y experimental) en cuanto a las puntuaciones obtenidas en el test pre-intervención. Esto sugiere que, inicialmente, ambos grupos se encontraban en condiciones similares en términos de su nivel de conocimiento sobre el tema ácido-base.

Para conocer si hubo diferencia entre el conocimiento adquirido por los estudiantes del grupo de control y experimental sobre ácido-base, posterior a la intervención, se procedió a llevar a cabo, igualmente, un análisis estadístico de comparación de medias sobre las calificaciones obtenidas en el test post-intervención. Este análisis se presenta en la tabla 2, del mismo se desprenden las siguientes aseveraciones: En promedio, el grupo experimental obtuvo puntuaciones significativamente más altas que el grupo de control después de la intervención. En el caso de la dispersión de los datos, el grupo experimental muestra una dispersión de los datos ligeramente mayor en comparación con la del grupo de control. El valor del estadístico t es aproximadamente -8,03, siendo considerablemente menor que el valor crítico de t (dos colas), que es de aproximadamente 2,02. La probabilidad de obtener un valor de t igual o menor al valor calculado es extremadamente baja, aproximadamente 7.18×10^{-10} , lo que indica una alta significación estadística. Por lo tanto, se infiere que los resultados del test post-intervención muestran que el grupo experimental obtuvo puntuaciones significativamente más altas en comparación con el grupo de control. Es por ello, entonces que la diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa, lo que sugiere que la intervención, que involucró el método ABP, tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes en relación al tema ácido-base.

Tabla 2. Comparación de medias de las calificaciones obtenidas en el test de los grupos de control y experimental en la post-intervención.

	Grupo control	Grupo experimental
Media	6,67	8,81
Varianza	0,63	0,86
Observaciones	21	21
Estadístico t	-8,03	
P(T<=t) dos colas	$7,18 \times 10^{-10}$	
Valor crítico de t (dos colas)	2,02	

Estos resultados coinciden con los obtenidos en un estudio [18] en el que los estudiantes mejoraron el rendimiento y cambiaron su percepción de autoeficacia en la formulación de un plan de clase, siendo el ABP parte de ese logro. De igual manera, los resultados de [19] obtenidos a partir de una investigación explicativa de diseño cuasi experimental permitió demostrar que el método ABP influye positivamente en el desarrollo de competencias en el área de ciencia tecnología.

CONCLUSIONES

Una vez finalizada la investigación, es posible hacer las siguientes conclusiones:

Esta metodología permitió que los estudiantes se involucraran activamente en su propio proceso de aprendizaje, y que tuvieran la oportunidad de aplicar sus conocimientos de manera práctica en situaciones reales. Los resultados obtenidos en las observaciones detalladas de los estudiantes y en los cuestionarios aplicados antes y después del experimento, evidenciaron una mejora significativa en el desempeño estudiantil y en la comprensión del concepto de ácido-base.

Incorporar elementos prácticos en la asignatura es fundamental para la comprensión de los conceptos, la visualización de elementos reales y la coordinación del trabajo en equipo.

Incluir la metodología basada en proyectos en la enseñanza de la química permitió presentar contenidos de manera activa, donde los estudiantes participaron activamente en la construcción de conceptos y definiciones, lo que fortaleció las competencias científicas básicas que se reflejaron.

Cuando se aplicó una metodología tradicional, los resultados no fueron tan satisfactorios en comparación con los obtenidos al utilizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Con la aplicación del ABP, los estudiantes lograron desarrollar sus competencias de manera más efectiva. También, el uso del huerto escolar como parte del proceso de aprendizaje fue un factor determinante en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y competencias, como la identificación de fenómenos, que aumentó la media de las calificaciones de 4,43 al 8,81; en el caso del grupo experimental. Pero además el vínculo de los estudiantes con la tierra y el ambiente enriquece sus destrezas, habilidades y sensibilidad del trabajo en equipo y despertando el interés de los estudiantes por el cuidado del medio ambiente.

REFERENCIAS

- [1] Fernández-Cabezas, «Aprendizaje basado en proyectos en el ámbito universitario : una experiencia de innovación metodológica en educación.» *International Journal of Development and Educational Psychology*, vol. vol. 2, pp. núm. 1, p. 269-278, 2017.
- [2] Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., Mendoza Bravo, K. L., «El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica.» *Conrado*, Vols. %1 de %2o, vol. 18, núm. 84., 2022.
- [3] M. Maldonado Pérez, «Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior.» *Laurus*, Vols. %1 de %2vol. 14, núm. 28, , pp. p. 158-180, 2008.
- [4] Toledo Morales, P., Sánchez García, J.M. , «Aprendizaje basado en proyectos : una experiencia universitaria. Profesorado.» *Revista de currículum y formación del profesorado*, Vols. %1 de %2 vol. 22, núm. 2, , pp. p. 471-491., 2018.
- [5] «. Anzules, «Estrategias metodológicas del aula invertida para motivar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.» *Master's thesis*, Jipijapa-Unesum, 2022.
- [6] Mercado F., M. Hoyos y E. Flores, «Aprendizaje Basado en Proyectos, una estrategia para desarrollar competencias en estudiantes de Secundaria en Colombia.» *Revista Tecné, Episteme*, 2022.
- [7] Ayala, «Implementación Del Aprendizaje Basado En Proyectos En Laboratorios De Química Analítica Del Grado De Química.» *Revista Internacional de Estudios de Educacion* , Vols. %1 de %2 vol. 11, nº 2, , pp. pp. 31-40., , 2020.
- [8] Fernández, «Desarrollo de proyectos en formación profesional desde entornos de aprendizaje sostenible.» *Recursos educativos para el aula del siglo XXI*, vol. nº 120, 2019.
- [9] Flores y A. Fernández, «Estrategias de aprendizaje mediadas por tecnología para el aprendizaje significativo en la asignatura de Biología.» *Revista de Tecnología y Educación*, Vols. %1 de %2 vol. 3, nº 10, pp. pp. 18-28, 2019.
- [10] Gómez, «Estrategias de aprendizaje colaborativo en estudiantes de nivel medio superior en las unidades de aprendizaje de Biología y Fundamentación de Genética y Biotecnología.» *Revista Internacional de Estudios en Educacion* , vol. n. 2, pp. pp. 67-73, 2019.
- [11] Barrera, T. Barragán y G. Ortega, «La realidad educativa ecuatoriana desde una perspectiva docente.» *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. Volumen 72 n. 2, pp. p. 9-20, 2017.
- [12] Ayala, O. Nuñez y S. Nuria,, «Aprendizaje Basado En Proyectos Como Estrategia Metodológica En Laboratorios De Química Analítica.» *Actualidad Analítica. Xxii Seqa. Docencia Aprendizaje*, vol. Vol. 69, pp. pp. 13-26, 202.
- [13] Martí J., «Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente.» *Revista Universidad EAFIT*, Vols. %1 de %2vol. 46, nº 158, pp. pp. 11-21, 2010.
- [14] Gilardi, G. Firpo, A. Giles y D. Del Arca, «Aprendizaje Basado En Proyectos: Competencia Científica Y Aprendizaje Basado En Proyectos.» *Competencia Científica Y Autoregulación Del Aprendizaje*, vol. Vol. August, 2021.

- [15] Salas, «Las metodologías activas y su incidencia en el aprendizaje significativo en tiempos de pandemia en los estudiantes de tercer año paralelo "A" de la Escuela de educación básica "San Mateo,» Bachelors Thesis, Riobamba, vol. Vol. 1, 2022.
- [16] Casado, «El uso de las redes sociales como herramienta para el trabajo de contenidos musicales en Educación Primaria,» Polo del Conocimiento, 2022.
- [17] De los Ríos y E. Navío, «El aprendizaje basado en proyectos y las tecnologías de la información y la comunicación dentro de un centro escolar,» EDMETIC Un estudio de caso, Vols. %1 de %2vol. 9, nº 2,, pp. pp. 116-136, 2020.
- [18] Barros, «El aprendizaje basado en proyectos y la autoeficacia de los/las profesores/as en la formulación de un plan de clase.,» Alteridad, 9(1), pp. 56-64, 2014.
- [19] Díaz Amasifuen, «Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo de competencias de los estudiantes del cuarto grado de educación secundaria en el área de ciencia tecnología y ambiente de la Institución Educativa Industrial "Hermilio Valdizán",» Huánuco , 2016.