

TAREAS EXPERIMENTALES EN QUÍMICA PARA MEJORAR HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL

EXPERIMENTAL TASKS IN CHEMISTRY TO IMPROVE RESEARCH SKILLS IN CIVIL ENGINEERING STUDENTS

Jorge Antonio Delgado-Soto¹* <https://orcid.org/0000-0003-2275-8608>

¹Docente de la Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Educación. Departamento Académico de Ciencias Químicas y Dinámicas, Perú

* Autor para la correspondencia: jdelgado@unc.edu.pe

Recibido: 28 de agosto de 2024

Aprobado: 11 de octubre de 2024

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue aplicar tareas experimentales en química para mejorar las habilidades investigativas de percepción, instrumental y pensamiento en estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. El método fue inductivo, aplicado, diseño preexperimental, aplicado a 60 estudiantes. La metodología consistió en un pre y pos test, con un programa de intervención de tres tareas experimentales. Los resultados fueron que los estudiantes mejoraron sus habilidades de percepción, instrumentales y de pensamiento de 42,25 % a 79,53 %; de 40,03 % a 82,05 %, y de 41,13 % a 73,16 %, respectivamente. Se realizó la prueba estadística t de student, encontrándose el valor de t experimental de 73,44 mayor al t teórico, existiendo diferencia significativa entre las medias, lo que llevó a la conclusión, que las tareas experimentales contextualizadas en química mejoraron las habilidades investigativas estudiadas.

Palabras clave: percepción; instrumental; pensamiento.

ABSTRACT

The objective of the work was to apply contextualized experimental tasks in chemistry to improve the investigative skills of perception, instrumental and thinking in students of the Professional Academic School of Civil Engineering of the National University of Cajamarca. The method was inductive, applied, pre-experimental design, applied to 60 students. The methodology consisted of a pre and a post-test, with an intervention program of three experimental tasks. The results were that: the students improved their perceptual, instrumental and thinking skills from 42,25 % to 79,53 %, from 40,03 % to 82,05 % and from 41,13 % to 73,16 %, respectively. The statistical t test of student was carried out, finding the value of "experimental t of 73,44 greater than the theoretical t, with a significant difference between the means, concluding that the experimental tasks contextualized in chemistry improved the investigative skills studied.

Keywords: perception; instrumental; thinking.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de habilidades investigativas en las sesiones de laboratorio favorece la formación de un profesional con pensamiento crítico, reflexivo y flexible, cualidades necesarias para afrontar los problemas actuales y futuros de la sociedad. La asignatura de química se encuentra incluida en el tercer ciclo del plan de estudios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca. El desarrollo de la práctica química en el laboratorio con orientación investigativa fomenta en el estudiante sensibilidad a los fenómenos; intuición; dominio del lenguaje; dominio de operaciones cognitivas; saber observar y preguntar; pensar crítica y lógicamente, y de manera autónoma; pensar reflexivamente y flexibilizar el pensamiento.

Las tareas experimentales en química representan una variante de las actividades que pueden realizarse en el aula o en el laboratorio; son diseñadas de tal forma que abarquen contenidos relacionados a la especialidad, incorpora en el estudiante las herramientas necesarias para que desarrolle investigaciones de calidad. Su diseño se fundamenta en el método científico, parte del objeto de estudio, el problema de investigación, la hipótesis, variables de investigación, fase experimental, registro de datos, discusión de los resultados obtenidos y conclusiones. Estas actividades fomentan en el estudiante habilidades investigativa.

Las habilidades investigativas, no son propias de los investigadores académicos, una habilidad es una capacidad, destreza o cualidad que se logra potenciar y desarrollar a partir de una serie de estímulos sistematizados. El docente que trabaja en la planificación y ejecución de las actividades que mejoran las habilidades investigativas, tiene como objetivo formar estudiantes que puedan realizar investigaciones de calidad.

El objetivo del trabajo fue aplicar tareas experimentales en química para mejorar las habilidades investigativas de percepción, instrumental y pensamiento en estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Seijo⁽¹⁾ señala, que los estudiantes del primer año de Ingeniería Civil de la Universidad de Camagüey, le prestaban poca importancia a la asignatura de

química, debido a que no la relacionaban eficientemente con su especialidad, generando desmotivación en ellos.

Vigotsky⁽²⁾ señala, que el aprendizaje surge de la interrelación entre pares y adultos, estableciendo comunicación enlazante en un espacio tiempo histórico y con determinantes culturales singulares. La construcción social del conocimiento, habilidades, actitudes y valores, no es una transmisión mecánica interpersonal, se realiza mediante operaciones cognitivas complejas entre el sujeto y el mundo material social desarrollado en un entorno dialéctico.

Camaño⁽³⁾ señala que, “[...] desde el punto de vista teórico la enseñanza contextualizada se fundamenta en la visión del aprendizaje situado. Mientras que las teorías cognitivas consideran el conocimiento como una entidad abstracta que se encuentra en la mente de los individuos, los enfoques situados enfatizan la situación y el contexto en el cual el aprendizaje tiene lugar”. La contextualización de la química es relacionar una actividad cotidiana, donde intervenga esta ciencia, enfocándola a un conocimiento aprovechable, cuyo impacto beneficiará en la adquisición de competencias investigativas, trata de colocar a la ciencia al servicio responsable.

En la ingeniería civil, por ejemplo, al determinar la acidez de un suelo en cada uno de sus horizontes, favorecerá el empleo de un tipo adecuado de cemento para la elaboración del concreto. Rociar una solución alcohólica de fenolftaleína con un spray en una columna que ha sufrido deterioro, nos dará una idea de los cambios químicos que experimentan los materiales. El conocimiento de la alcalinidad del agua de un río a lo largo de su recorrido, nos ayudará a conocer si es apta para elaborar mortero, etcétera.

Machado⁽⁴⁾ señala, que las tareas experimentales surgieron como una estrategia didáctica, la cual integraba diferentes formas del experimento químico, considerando un enfoque investigativo, lo cual derivó en su diseño. Dichas tareas en químicas son actividades que desempeñan un papel importante en la formación de habilidades investigativas.

García y colaboradores⁽⁵⁾ indican, que estas pueden ser cualitativas cuando la información y las variables a controlar son percibidas sensorialmente, por ejemplo: la formación del precipitado color blanco del sulfato de bario (BaSO_4) por la acción de cloruro de bario (BaCl_2) sobre los aniones sulfatos (SO_4^{2-}).

Las tareas experimentales cuantitativas incluyen cálculos estequiométricos, por ejemplo, determinar el peso del dióxígeno que se desprende, cuando un peso exacto de clorato de potasio (KClO_3)

contenido en un tubo de ensayo, en presencia del catalizador dióxido de manganeso (MnO_2), es calentado a la llama de un mechero de bunsen, obteniendo como productos cloruro de potasio sólido (KCl) y dióxígeno gaseoso (O_2), por lo tanto, es posible determinar a nivel de laboratorio el peso del dióxígeno, por diferencias de peso.

Entre los objetos de estudio de la química se encuentran: las sustancias, reacciones y disoluciones. Es por ello que, García⁽⁵⁾ proponen tareas vinculadas con el conocimiento de operaciones básicas en el laboratorio como la pesada, mediciones volumétrica y manejo de reactivos químicos. También figuran las tareas relacionadas con: propiedades, obtención y purificación de sustancias, determinaciones de magnitudes físicas, fórmulas empíricas y moleculares y mediciones fisicoquímicas (pH y conductividad eléctrica). Estas últimas representan parámetros de interés en la calidad de agua y suelo para la construcción.

Las habilidades investigativas son un conjunto de destrezas, necesarias para realizar investigaciones científicas de calidad. Montes de Oca⁽⁶⁾ señala, que estas habilidades no quedan circunscritas a propósitos específicamente educativos, disciplinas principales integradoras o asignaturas específicas relacionadas con la investigación.

Al respecto, Moreno⁽⁷⁾ señala:

[...]las habilidades investigativas hacen referencia a un conjunto de habilidades de diversa naturaleza, que empieza a consolidarse desde antes que el individuo tenga acceso a procesos sistemáticos de formación para la investigación, que en su mayoría no se logran sólo para posibilitar la realización de las tareas propias de la investigación, sino que contribuyen fundamentalmente en la formación integral del futuro ciudadano. Además, la consolidación de estas habilidades en los futuros investigadores asegura la calidad de sus investigaciones.

Habilidades de percepción: son consideradas como las iniciadoras de los procesos cognitivos, responden de manera natural y sirven de catalizador para iniciar el complejo mecanismo del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. Su desarrollo obedecerá a los estímulos y la temporalidad. Entre estas habilidades figuran: poseer sensibilidad a los fenómenos, intuición, amplitud de percepción y la percepción selectiva.

Leontiev⁽⁸⁾ señalaba que, cuando el sujeto trabaja con instrumentos, lo enfrenta a la interacción entre objetos

materiales, los cuales son controlados y reproducidos por él. Es en este proceso donde opera su conocimiento, el mismo que supera las posibilidades del reflejo sensorial directo, la dependencia surgirá en el tiempo que dure la covalencia sujeto-objeto.

Habilidades instrumentales: constituyen la base sobre la cual el sujeto hace funcionar procesos cognitivos, como el lenguaje comunicacional conformado por la lectura, escritura, escucha, comunicación oral, las cuales serán instrumentos y herramientas que permitan dominar operaciones cognitivas básicas, como la inferencia (inducción, deducción, abducción), análisis, síntesis, interpretación, saber observar y preguntar; la constancia en el ejercicio mejorará el nivel de esta habilidad y su función será facilitar los aprendizajes del ser humano.

Habilidades de pensamiento: representan el conjunto de destrezas, que permiten al sujeto crear ideas en su mente a partir de un objeto material, las ideas se construyen a partir de relacionar el objeto con su entorno, dándole un significado concreto. Entre estas habilidades destacan los pensamientos críticos, lógicos, reflexivos, autónomos y flexibles.

Diseño de la tarea experimental

Las observaciones de Labarrere⁽⁹⁾ señalan, que los alumnos tienden a la “inclinación exagerada” hacia la transformación práctica del problema, realizando series ininterrumpidas de operaciones de diversa naturaleza (de cálculo, manipulativas, etc.), carente del análisis crítico, lógico y reflexivo. En su investigación descubrió dos situaciones frecuentes; primero el desequilibrio entre las tres funciones del pensamiento, las cuales las definió como ejecutiva, de análisis y control valorativo, y la segunda el incremento en una misma dirección a la tendencia a la ejecución y la ausencia de control valorativo, las cuales aparentemente están sujetas a influencias y factores comunes.

Leyva⁽¹⁰⁾ señala, que para un diseño de nivel fenomenológico, donde se trata de evitar la tendencia del estudiante a la ejecución mecánica, la tarea experimental, es una actividad que requiere de procesos cognitivos de elevada escala, con los cuales se alcanzan logros significativos, al desarrollar habilidades investigativas en el estudiante, que encuentra su solución en los resultados de un experimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la investigación, se aplicó el método inductivo, porque se basó en la observación y experimentación, logrando derivar en conclusiones.⁽¹¹⁾ Se trabajó con una muestra representativa, para después realizar inferencias válidas en la población. La investigación fue un estudio aplicativo, de diseño preexperimental. La población estuvo conformada por 220 estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, y la muestra se creó por 60 estudiantes. La técnica de muestreo fue no probabilística.

Se empleó una ficha de observación, donde se visualizó el logro de los indicadores, debido al programa de intervención, constituida por tres dimensiones:

Dimensión 1: tareas vinculadas con la preparación que necesitan los estudiantes para el laboratorio (con seis ítems).

Dimensión 2: tareas relacionadas con propiedades de las sustancias químicas (con siete ítems).

Dimensión 3: tareas relacionadas con las reacciones químicas (con siete ítems).

Las tareas experimentales propuestas se aprecian en la figura 1.

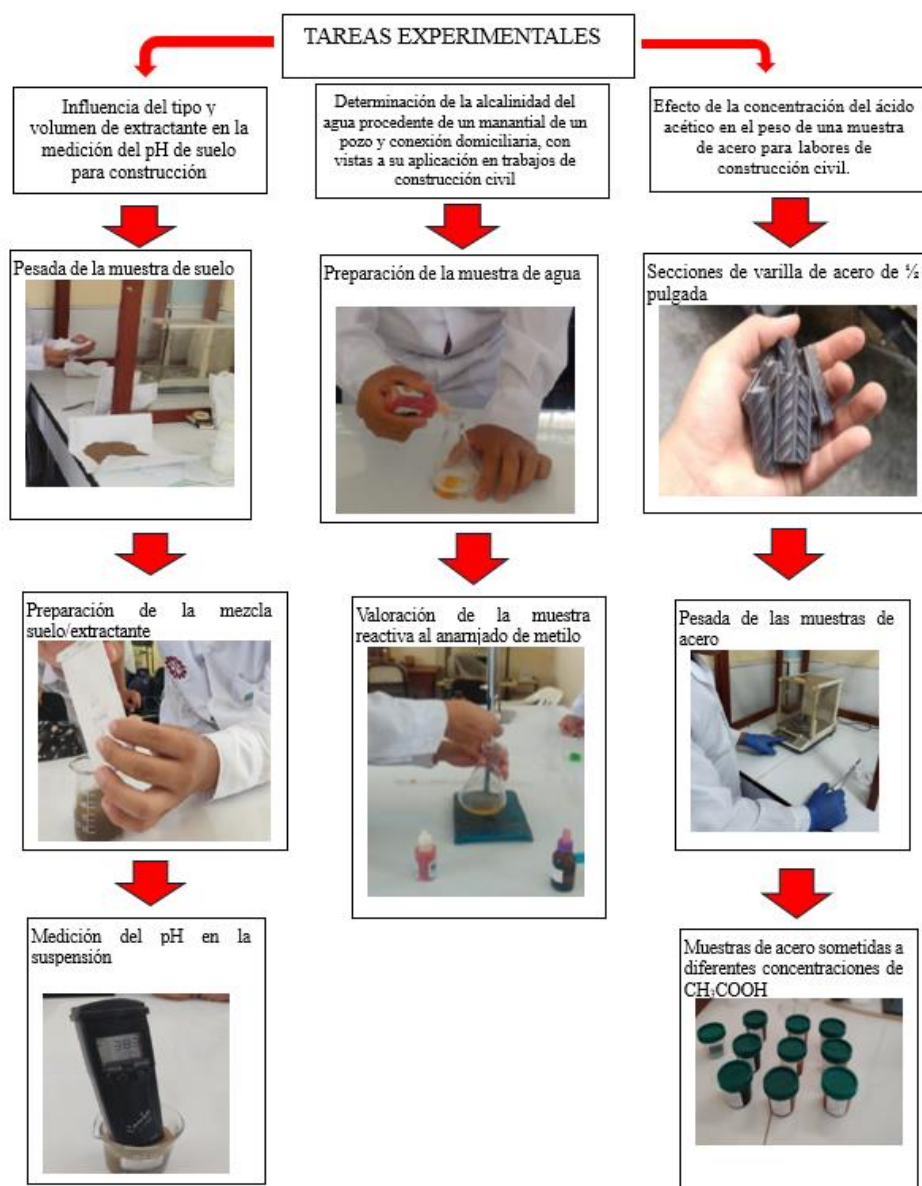


Fig.1- Esquema de las tareas experimentales
Fuente: Propia

Tarea experimental 1

Influencia del tipo y volumen de extractante en la medición del pH de suelo, para llevar a cabo construcciones civiles.

Problema de investigación: ¿cómo influye el incremento del volumen de agua, cloruro de potasio (KCl) 0,1 M y el cloruro de calcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0,01 M en el valor del pH?

Objetivo: determinar la influencia de los aditivos especificados en la medición de pH de un suelo proveniente de una calicata.

Hipótesis: La medición del pH en el suelo, estudiado a partir de la metodología experimental propuesta por Delgado^(12,13) y la interpretación de los resultados obtenidos, permitirán demostrar la influencia de los aditivos en el mismo, lo que aportará criterios para futuras construcciones civiles.

Procedimiento:

Se siguió el procedimiento propuesto por Delgado.^(12,13)

- Secar la muestra de suelo en estufa a peso constante.
- Triturar la muestra seca en mortero.
- Tamizar a un tamaño de partícula de 2 mm.
- Pesar diez gramos de suelo, y proceder a colocarlos en vasos precipitados de 100 mL.
- Añadir volúmenes de 25, 50, 75, 100 y 125 mL de agua, KCl 0,1 M y $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M, respectivamente.
- Calibrar el pechímetro en los puntos 7 y 4, utilizando soluciones buffer.
- Medir el valor de pH en las relaciones suelo (g)/extractor (mL): 10/50, 10/75, 10/100, 10/125 y 10/150.
- Registrar los resultados en tablas y gráficas en Excel
- Interpretar los resultados experimentales alcanzados.

Tarea experimental 2

Determinación de la alcalinidad del agua procedente de un manantial de un pozo y conexión domiciliaria, con vistas a su aplicación en trabajos de construcción civil.

Problema de investigación: ¿cuál de las muestras de agua cumple con la Norma Técnica Peruana 339.088, respecto a la alcalinidad, para preparar mezclas de concreto?

Objetivo: determinar la alcalinidad del agua procedente de un manantial de un pozo y conexión domiciliaria, con vistas a su aplicación en trabajos de construcción civil.

Hipótesis: los valores de alcalinidad de las aguas de diferente procedencia, una vez precisados según procedimiento propuesto por Harris,⁽¹⁴⁾ serán

comparados con la Norma Técnica Peruana 339.088,⁽¹⁵⁾ lo que permitiría identificar si son adecuados para uso en la preparación de la mezcla para concreto.

Procedimiento: Harris⁽¹⁴⁾ señala, que la alcalinidad en aguas se puede determinar a partir de una valoración ácido-base, y se define como la capacidad de un agua natural, para reaccionar con H^+ y alcanzar el pH 4,5. Se expresa en partes por millón de carbonato de calcio (ppm CaCO_3).

- Colocar 25 mL de muestra de agua en un matraz de 100 mL.
- Añadir 2-3 gotas de fenolftaleína, si la muestra cambia de color a rosado la alcalinidad se deberá a la presencia de carbonatos y oxhidrilos.
- Valorar con ácido clorhídrico 0,02 N.
- Anotar el volumen gastado del titulante.
- En la misma muestra añadir 2-3 gotas de anaranjado de metilo, tornándose la muestra color amarillo.
- Valorar con ácido clorhídrico 0,02 N hasta coloración anaranjado.

Anotar el volumen de ácido gastado.

En este caso, la alcalinidad se deberá a la presencia de bicarbonatos, las cuales se habrán transformado en ácido carbónico y dióxido de carbono. Para la determinación de la alcalinidad total, se considerarán los gastos de ácido clorhídrico con la fenolftaleína y con el anaranjado de metilo.

Interpretación de los resultados obtenidos

Con los resultados de alcalinidad, se decide si el agua es apta para elaborar concreto desde el punto de vista de la alcalinidad. Estos valores pueden variar de acuerdo con la normativa de cada país. Para el Perú es la Norma Técnica Peruana 339.088,⁽¹⁵⁾ la cual señala que las aguas con aptitud para elaborar concreto, deben tener un contenido menor a 1 000 partes por millón de carbonato de calcio.

En la figura 1 se aprecia el esquema general de las tareas experimentales propuestas en la presente investigación.

Tarea experimental 3

Efecto de la concentración del ácido acético en el peso de una muestra de acero para labores de construcción civil.

Problema de investigación: ¿cuál es el efecto del ácido acético en diversas concentraciones de cantidad de sustancia en el peso de muestras de acero?

Objetivo: determinar el efecto de la concentración del ácido acético en el peso de una muestra de acero, para labores de construcción civil

Hipótesis: el estudio del efecto de la concentración de ácido acético en el peso de muestras de acero, según procedimiento propuesto por Castañeda⁽¹⁶⁾ y López⁽¹⁷⁾ permitirá precisar su calidad para labores de construcción civil.

Procedimiento:

- Preparar soluciones a diversas concentraciones de cantidad de sustancia 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 y 0,6 de CH₃COOH.

- Pesar las muestras de acero y sumergirlas en las soluciones preparadas.

- Pesar las muestras semanalmente durante nueve semanas.

- Interpretar los resultados experimentales.

En los resultados se aprecia una dependencia de la pérdida de peso, en función de la concentración del ácido acético, aun a bajas concentraciones.

Las tres tareas experimentales dieron origen a informes elaborados por los estudiantes, los cuales fueron corregidos con una rúbrica, que no se presenta en este artículo.

Instrumentos empleados para la recolección de datos

Se empleó una ficha de observación del docente, elaborada por el autor (tabla 1), con una escala valorativa de 1 = nada, 2 = algo, 3 = poco, 4 = bastante, 5 = mucho.

Para la obtención de los porcentajes de rendimiento de los estudiantes para las tareas experimentales, mostrados en la tabla 1, se procedió de la siguiente manera: se sumaron los puntajes obtenidos por cada alumno para los seis indicadores de la primera dimensión de la ficha de observación, dicho puntaje se totalizó para los 60 estudiantes; este valor se dividió entre el máximo puntaje que debería obtenerse si todos obtuvieran un puntaje de 5 (5 puntos x 6 indicadores x 60 estudiantes) = 1 800 puntos, para llevarlo a porcentaje; el resultado de ese cociente se multiplicó por 100. De igual forma se procedió para las otras dos dimensiones.

Tabla 1- Ficha de observación del docente

Dimensiones	Indicadores	Ítems
Dimensión 1: tareas vinculadas con la preparación que necesitan los estudiantes para el laboratorio.	I1. Manipula los equipos, materiales y reactivos comúnmente empleados en el laboratorio de química.	1.-Es capaz de utilizar materiales de vidrio que permiten medir volúmenes.
		2.-Mide el volumen de un líquido en la probeta graduada.
	I2. Conoce el procedimiento para realizar la pesada de un suelo en la balanza analítica.	3.-Conoce los protocolos para realizar una pesada óptima.
		4.-Al pesar una muestra de suelo, no derrama partículas sobre el platillo.
	I3. Realiza el procedimiento de filtración de una suspensión.	5.-Antes de proceder a filtrar, se cerciora de contar con un papel de filtro, embudo de vidrio soporte universal y un aro.
		6.-Trasvasa toda la suspensión, dentro del papel de filtro.
	I4. Preparara soluciones salinas molares y normales.	7.-Emplea eficazmente la fórmula de molaridad para hallar el peso de la sal, necesario para preparar una solución.
		8.-Emplea eficazmente la fórmula de normalidad para hallar el peso de la sal, necesario para preparar una solución.
		9.-Determina con propiedad la carga neta de una sal.
		10.-Emplea con familiaridad las fioles, pipetas y probetas graduadas.
	I5. Calibra el pH metro empleando soluciones buffer.	11.-Conoce la importancia del empleo de buffers antes de la medición del pH.
		12.-Manipula con mucho cuidado el electrodo del pH metro
		13.-Considera la importancia de calibrar el electrodo frecuentemente.
	I6. Mide el pH de extracto.	14.-Guarda el electrodo en una solución de cloruro de potasio 3 molar, ya que de no hacerlo sabe que se deteriora.
		15.-Conoce el proceso de filtración de la suspensión suelo agua.
		16.-Entiende que la medición del pH de un suelo se puede realizar en la suspensión o en el extracto.
17.-Puede utilizar cloruro de potasio 0,1 molar o cloruro de calcio 0,01 molar, como extractante.		
Dimensión 2 tareas relacionadas con propiedades de las sustancias químicas.	I1. Conoce los fundamentos de la volumetría.	18.-Define volumetría.
		19.-Prepara soluciones.
		20.-Conoce el uso de los indicadores.
	I2. Preparara soluciones básicas molares y normales.	21.-Detecta el punto de equivalencia, empleando indicadores.
		22.-Define molaridad de una solución.
		23.-Calcula el peso de una sustancia necesaria para preparar una solución molar o normal

		(Continuación tabla 1)
		24.-Define normalidad de una solución.
		25.-Determina el número de oxidación en soluciones ácidas, básicas y sales.
Dimensión 2 tareas relacionadas con propiedades de las sustancias químicas.	I3. Realiza el método de valoración.	26.- Conoce el proceso de valoración de una solución.
		27.- Determina la concentración del analito, empleando la valoración.
		28.- Desarrolla cálculos en función a la igualdad de los números de equivalentes gramo.
	I4. Conoce el uso de los indicadores.	29.-Conoce el rango de acción del anaranjado de metilo
		30.- Conoce el rango de acción de la fenolftaleína.
		31.-Detecta los cambios de coloración de las soluciones cuando se emplea la fenolftaleína y el anaranjado de metilo.
	I5. Conoce el término alcalinidad.	32.-Define alcalinidad.
		33.-Conoce la alcalinidad debida a los carbonatos e hidróxido.
		34.- Conoce la alcalinidad debida a los bicarbonatos.
	I6. Conoce las reacciones químicas que ocurren en la determinación de la alcalinidad.	35.-Define reacción de neutralización.
		36.-Conoce qué productos de la reacción se forman cuando el pH es mayor a 8,3.
		37.-Conoce qué productos de la reacción se forman cuando el pH es menor a 4,5
I7. Conoce los efectos que produce el agua para elaboración de concreto con alto contenido de alcalinidad.	38.-Conoce los efectos del agua con elevada alcalinidad, en la resistencia a la compresión del concreto.	
	39.-Manifiesta la pérdida en la resistencia del concreto, debido a la presencia de alcalinidad en el agua de concreto.	
	40.-Señala los impactos de deterioro en el concreto, que produce el agua de mezclado con elevada alcalinidad.	
Dimensión 3 Tareas relacionadas con las reacciones químicas.	I1. Conoce las características y propiedades del ácido acético	41.-Conoce la estructura del ácido acético.
		42.-Conoce las fuentes dónde encontrar al ácido acético y su obtención a partir de la síntesis.
		43.-Conoce las propiedades corrosivas del ácido acético.
	I2. Prepara soluciones ácidas.	44.-Realiza cálculos donde intervienen la concentración, la densidad y la pureza del ácido para hallar la molaridad o normalidad deseada.
		45.-Conoce el comportamiento de los ácidos frente al agua.
		46.-Sabe que al realizar una disolución ácida, se deben tomar precauciones.
	I3. Diferencia entre ácido orgánico e inorgánico.	47.-Conoce las características de los ácidos inorgánicos.
		48.- Conoce las características de los ácidos orgánicos.
		49.-Menciona ejemplos de ácidos orgánicos e inorgánicos.
	I4. Conoce las propiedades del acero para construcción.	50.-Comprende que el acero es un material de alta resistencia.
		51.-Conoce que las propiedades del acero no cambian de manera apreciable con el tiempo.
		52.-Define ductilidad y tenacidad.
	I5. Conoce el impacto de los ácidos orgánicos en el acero.	53.-Conoce la estructura de los ácidos orgánicos.
		54.-Conoce la hidrólisis de los ácidos carboxílicos en iones hidrógeno y anión carboxilato.
		55.-Comprende que los ácidos orgánicos son corrosivos para el acero, aun en pequeñas concentraciones.
	I6. Conoce las reacciones químicas que ocurren en un proceso de corrosión	56.-Conoce los principios electroquímicos de la corrosión.
		57.-Conoce los procesos de oxidación y reducción.
58.-Conoce el efecto que produce la oxidación en un material empleado para la construcción.		
I7. Calcula el porcentaje de pérdida por corrosión del acero	59.-Define el proceso de corrosión con ácidos inorgánicos y orgánicos.	
	60.-Conoce el procedimiento de pesada de la muestra de acero sometido a corrosión con ácido orgánico.	
	61.-Conoce el procedimiento para calcular el porcentaje de pérdida de acero en el proceso corrosivo con ácido orgánico.	

Las habilidades investigadas fueron evaluadas con un test (tabla 2), el que fue elaborado por el autor y está compuesto por:

Dimensión 1: habilidades de percepción con cuatro indicadores y doce ítems.

Dimensión 2: habilidades instrumentales con cuatro dimensiones y doce ítems.

Dimensión 3: habilidades de pensamiento con cinco indicadores y quince ítems.

El test fue aplicado antes de la ejecución del programa de tareas experimentales y al finalizar el mismo.

Tabla 2- Pre y pos test para medir las habilidades investigativas perceptuales, instrumentales y cognitivas

Dimensiones	Indicadores	Ítems
Dimensión 1: habilidades de percepción	I.1.Sensibilidad a los fenómenos.	1.-Establezco un tema de investigación.
		2.-Identifico un problema de estudio.
		3.-Defino el problema de investigación.
		4.-Formulo una hipótesis de investigación.
	I.2. Intuición.	5.-Selecciono el método experimental adecuado para ejecutar una investigación.
		6.-Construyo la teoría sobre la que se fundamente un experimento que realizo.
	I.3. Amplitud de percepción.	7.-Logro concentrarme frente al objeto de estudio.
		8.-Visualizo el orden lógico de una investigación.
		9.-Presto mucha atención a personas expertas en investigación.
	I.4. Percepción selectiva.	10.-Selecciono la información importante que ayudará a mi investigación.
		11.-Atiendo a los detalles mínimos que lograrán mejorar mi investigación.
		12.-Filtro la información relevante para mi investigación.
13.-Leo artículos científicos de revistas indizadas		
Dimensión 2 habilidades instrumentales	I.5. Dominar formalmente el lenguaje.	14.-Construyo y redacto párrafos de ensayos, monografías, informes tareas y otros relacionados a la ciencia
		15.-Comunico oralmente los resultados de mi investigación.
		16.-Establezco las conclusiones de mis tareas, informes, ensayos, monografías etcétera.
	I.6. Dominar operaciones cognitivas básicas: inferencia (inducción, deducción, abducción), análisis, síntesis, interpretación.	17.-Soy capaz de extraer un juicio a partir de hechos, proposiciones o principios, sean generales o particulares.
		18.- Hipotetizo, saco conclusiones de estas hipótesis y contraste dichas conclusiones con la experiencia para reforzar o refutar las hipótesis propuestas.
	I.7. Saber observar.	19.- Describo y explico el experimento, después de haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico.
		20.- Observo atentamente un fenómeno, hecho o caso, registro la información y la analizo.
		21.- Recojo deliberadamente datos en base a los cuales soy capaz de formular o verificar hipótesis.
	I.8. Saber preguntar.	22.- Realizo preguntas que ayudan a analizar un problema a profundidad.
		23.- Realizo preguntas que ayudan a cuestionar decisiones.
24.-Realizo preguntas que logran ampliar el campo de reflexión, entender la realidad desde diferentes puntos de vista.		
Dimensión 3 habilidades de pensamiento	I.1. Pensar críticamente.	25.-Evalúo varias opciones antes de tomar una decisión.
		26.-Soy capaz de dudar de afirmaciones.
		27.-Examino, analizo, cuestiono, información de cualquier tipo.
	I.2. Pensar lógicamente.	28.-Soy capaz de distinguir ideas, ordenar y jerarquizar mis pensamientos.
		29.-Cuando analizo un fenómeno, puedo establecer prioridades.
	I.3. Pensar reflexivamente.	30.-Puedo relacionarme con gente nueva, para escuchar sus ideas y sus argumentos respecto a un problema.
		31.-Soy capaz de cuestionar los resultados de una investigación que he realizado.

(Continuación tabla 2)

Dimensión 3 habilidades de pensamiento	I.4. Pensar de manera autónoma.	32.-Reflexiono desde que percibo una dificultad hasta la verificación de las hipótesis que han surgido durante una investigación.
		33.-Ordeno mis ideas y tomo conciencia de ellas.
		34.- Cuando realizo una investigación soy capaz de proponer mis ideas y mis propios puntos de vista.
	I.5. Flexibilizar el pensamiento.	35.-Analizo el objeto de estudio como parte del entorno.
		36.-Tomo conocimientos de diverso argumentos y enfoques para obtener mis propias conclusiones.
		37.-Puedo tener diferentes enfoques acerca de la solución a un problema de investigación.
		38.-Soy consciente que, al trabajar en equipos, todos tenemos algo que aportar a la solución del problema de investigación.
		39.-Poseo pensamiento divergente, ya que doy soluciones creativas a los problemas de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la ficha de observación del docente

En la figura 2 se muestran los resultados del rendimiento obtenido por los estudiantes, respecto a la ficha de observación del docente. En general, se aprecia el incremento de los rendimientos desde la primera tarea experimental.

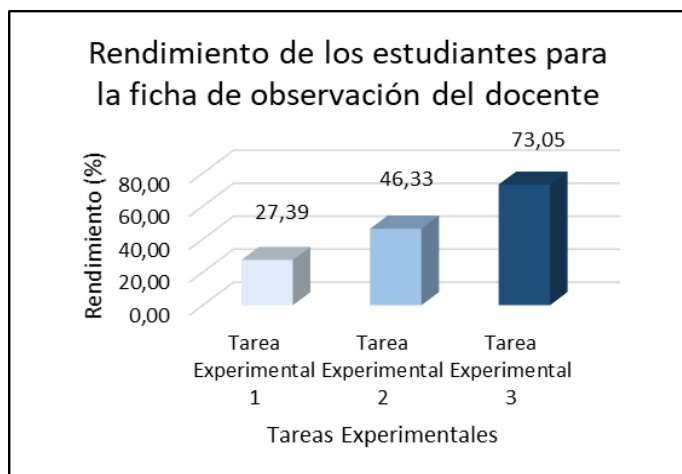


Fig. 2- Rendimiento obtenido por los estudiantes, respecto a la ficha de observación del docente

Respecto a la dimensión 1: tareas vinculadas con la preparación que necesitan los estudiantes para el laboratorio, se planteó: Influencia del tipo y volumen de extractante en la medición del pH de suelos, para labores de construcción.

En la figura 2 se observa que los estudiantes alcanzaron un rendimiento de 27,39 %. De acuerdo con la escala valorativa empleada, los estudiantes obtuvieron puntuaciones entre 1 y 2, es decir, el nivel de conocimiento para esta dimensión era bajo.

Las primeras observaciones demostraron la falta de preparación en operaciones básicas, empleadas en las prácticas de laboratorio de química; también se

constató la falta de habilidades para interpretar los resultados, deficiencias para producir tablas, limitaciones para generar gráficas.

Al respecto Hernández, *et al.*⁽¹⁸⁾ señalan que, la aplicación de un diagnóstico inicial a un grupo de estudiantes de química comprobó la falta de habilidades para la preparación previa, planificación y ejecución de un experimento, mencionando entre las principales causas, la forma tradicional con la que se lleva a cabo las prácticas de laboratorio, donde el docente no estimula el desarrollo de habilidades

Entre los objetivos de esta tarea, los estudiantes debieron establecer las relaciones adecuadas entre el peso de suelo y los volúmenes del extractor empleado, así como el tipo de extractor al momento de medir el pH en el suelo. También se solicitó explicar porque los valores de las mediciones del pH son mayores cuando se emplea agua y no sales neutras. Como se observa, todos los objetivos requerían el conocimiento del manejo de equipos y materiales de laboratorio, por lo que el acompañamiento docente fue importante en la ejecución de la tarea.

Respecto a la segunda dimensión, tareas relacionadas con propiedades de las sustancias químicas se planteó: determinación de la alcalinidad del agua procedente de un manantial de un pozo y conexión domiciliaria, con vistas a su aplicación en trabajos de construcción civil.

El logro obtenido en su mayoría se situó entre las puntuaciones 2 y 3, según la escala valorativa. En la figura 2 se observa como resultado, un incremento de 46,33 % de rendimiento, lo que implicó en los estudiantes integrar conocimientos respecto a soluciones, unidades de concentración química como la molaridad y la normalidad y la importancia del resultado de la determinación de este parámetro para la elaboración del concreto. Los estudiantes realizaron

el muestreo de agua, traslado al laboratorio de éstas, ensayaron el método volumétrico ácido-base, y reflexionaron sobre los resultados obtenidos.

Al respecto, Espinosa⁽¹⁹⁾ señala, que las guías y prácticas de laboratorio de química contextualizadas y con niveles graduales de complejidad, motivan al estudiante y despiertan el interés por la investigación. Así mismo señalan, que el pos test evidenció logros significativos en los estudiantes, los cuales comprendieron con mayor facilidad los conceptos propios de contenidos de la química.

Respecto a la tercera dimensión tareas relacionadas con las reacciones químicas, la tarea planteada fue: Efecto de la concentración del ácido acético en el peso de una muestra de acero, para labores de construcción civil. La figura 2 muestra que el rendimiento obtenido en su mayoría estuvo entre la puntuación 3 y 5 de la escala valorativa. El rendimiento de los estudiantes fue 73,05. Respecto al efecto positivo de esta tarea, logra estimular la curiosidad del estudiante, ya que se hace un seguimiento temporal, la pérdida de peso generada por los iones H^+ producidos por la ionización del CH_3COOH , mejoran la capacidad de observación, formulan preguntas y contrastan ideas, el estudiante, progresa en la generación del conocimiento.

Resultados de los pre y pos test aplicados a los estudiantes, para las habilidades investigativas de percepción, instrumental y pensamiento

Respecto a la habilidad investigativa de percepción, en la figura 3 se aprecian los resultados del rendimiento del pre y pos test.

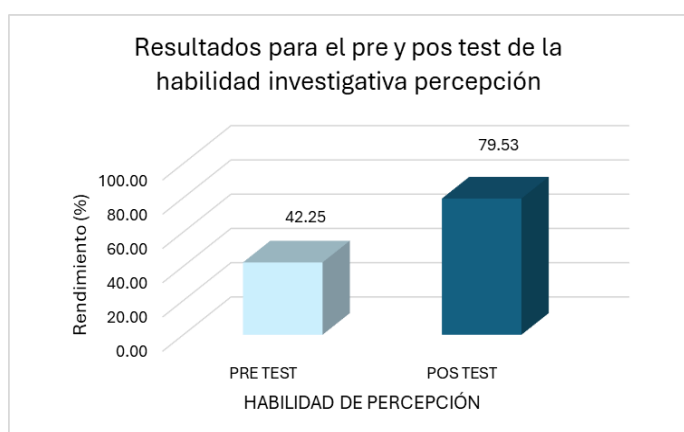


Fig. 3- Rendimiento de los estudiantes para el pre y pos test de la habilidad de percepción

En dicha figura se observa, que los rendimientos se incrementaron de 42,25 % a 79,53 %. Seijo plantea, que la sensibilidad a los fenómenos, amplitud de percepción, intuición y la percepción selectiva, se desarrollan en los primeros años de vida

a partir de conexiones sociales y familiares. La educación básica regular es incipiente en el desarrollo de las habilidades que inicializan las investigaciones. El trabajo es cargado a la educación superior, sin embargo, muchos docentes optan por realizar prácticas de laboratorio. El inconveniente de muchas de ellas es que poseen un formato establecido. Las tareas experimentales, consideran variables a controlar, por ejemplo, la temperatura, el tiempo, la pérdida de peso de una sustancia, etc. Su estructuración considerando condiciones y demandas en función de las acciones de orientación, ejecución y control en vínculo con la profesión.⁽²⁰⁾

La sensibilidad a los fenómenos, intuición, amplitud de percepción y percepción selectiva, son habilidades de percepción, las cuales deben ser estimuladas, ya que estas abren la puerta a los procesos cognitivos más complejos, como son el pensamiento crítico y el pensamiento reflexivo. El desarrollo de la observación y la descripción, en el caso de sustancias y reacciones químicas, son señalados por Rodríguez⁽²¹⁾ como potenciadores de habilidades experimentales, se refiere a ellas como las de primer orden, las que nos representan en la mente al mundo material.

Respecto a la habilidad investigativa de instrumental, en la figura 4 se aprecian los resultados del rendimiento del pre y pos test.

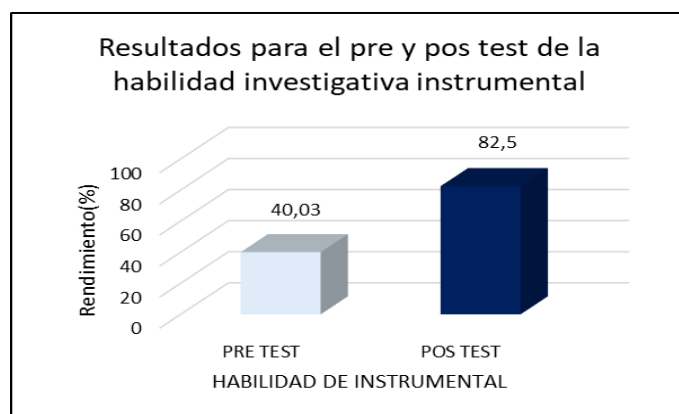


Fig. 4- Rendimiento de los estudiantes para el pre y pos test de la habilidad de instrumental

En la figura 4 se observa, que estas se incrementaron de 40,03 % a 82,5 %. Las tareas experimentales, generalmente, están acompañadas de mediciones y cálculos matemáticos, las cuales conllevan a la generación de tablas y gráficas. Esta forma de enseñanza promueve a la emancipación del aprendizaje, ya que el propio estudiante, a través de su percepción, identifica el problema de investigación, formula hipótesis, plantea objetivos, discute los resultados obtenidos, en suma, desarrolla habilidades

propias de la investigación. Las habilidades instrumentales son competencias que abarcan el dominio formal del lenguaje, el dominio de operaciones básicas de cognición y la observación. El informe posterior a la tarea experimental es un instrumento que sirve para medir esta habilidad.

Respecto a la habilidad investigativa de pensamiento, en la figura 5 se aprecian los resultados del rendimiento del pre y pos test.

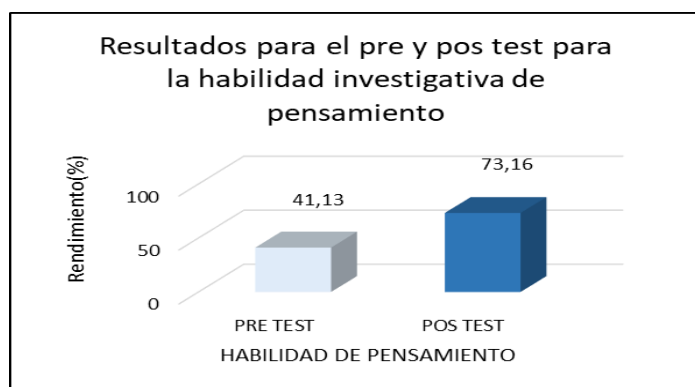


Fig. 5- Rendimiento de los estudiantes para el pre y pos test de la habilidad de pensamiento

En la figura 5 se observa, que las habilidades de pensamiento se incrementaron de 41,13 % al 73,16 %. Rodríguez⁽²²⁾ obtuvo resultados favorables, al aplicar trabajos prácticos de laboratorio contextualizados, que dan forma a miniproyectos de investigación. Estos ayudaron al desarrollo de habilidades argumentativas e interpretativas en los estudiantes.

El desarrollo de habilidades de pensamiento reflexivo, autónomo, crítico y flexible, a través de las prácticas de laboratorio, ha sido una constante preocupación, ya que, a pesar de los denodados esfuerzos por aplicar estrategias, los logros han sido escasos, debido a la

enseñanza tradicional de muchos docentes, quienes tienden al enfoque memorístico.

A partir de los resultados del pre y pos test de las habilidades investigativas estudiadas, se realizó el análisis estadístico.

Hipótesis planteadas

H₁: las tareas experimentales contextualizadas en química mejoran las habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería civil.

H₀: las tareas experimentales contextualizadas en química no mejoran las habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería civil.

Prueba de normalidad

Debido a que la muestra fue mayor a cincuenta individuos, se empleó la prueba estadística de Kolmogorov-Smirnov, como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3- Prueba de normalidad

DIFPOSYPRE	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	Gl	Sig.
	0,154	60	0,06

DIFPOSYPRE: Diferencia de las medias del pre y pos test

En la tabla 3 se demostró, que el valor de significancia (p) fue 0,06, y al ser mayor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta que los datos presentan normalidad.

Posteriormente, se empleó la prueba t de student, para comparar muestras pareadas (tabla 4). Aquí se apreció que el resultado del estadístico fue 73,444. El valor de la significancia (p) fue 0,00, menor a 0,05, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, demostrándose la efectividad del estudio realizado.

Tabla 4- Prueba t para muestras emparejadas

Diferencia de la suma pos y pre test	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencias de media	95 % de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
	73,444	59	0,00	81,3333	79,1174	83,5493

CONCLUSIONES

Las tareas experimentales en química lograron desarrollar habilidades investigativas de percepción, instrumentales y pensamiento en los estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SEJO ECHEVARRÍA, M.; PEÓN ESPINOZA, A.; VARELA DE MOYA, H. "Integración de la Química General en la carrera de Ingeniería Civil". *Revista Cubana de Química*. 2015, 27(3), 252-261. e-ISSN: 2224-5421. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212015000300004

2. VYGOTSKI, L. *Obras escogidas III*, tomo III, Editorial Pedagógica, Moscú 1983. 1^{ra} ed. ISBN: 84-7774-115-8.
3. CAMAÑO ROS, A. “Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización”. *Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 2011, **69**, 21-34. ISSN 1133-9837.
4. MACHADO BRAVO, E. “Estrategia didáctica para integrar las formas del experimento químico docente con un enfoque investigativo en las diferentes modalidades de formación del profesional”. *Revista Varela Investigación Científica en Educación*. 2004, **4**(7), 1-14. ISSN 1810-3413. Disponible en: <https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/625>
5. GARCÍA ARGUELLES, L.; ESCOBAR LAZO, L.; LÓPEZ MEDINA, F. “Tareas experimentales de la química general para contribuir a la formación inicial del ingeniero mecánico”. *Revista Cubana Química*. 2016, **28**(2), 675-691. e-ISSN: 2224-5421.
6. MONTES DE OCA, N.; MACHADO RAMIREZ, E. “Desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: un acercamiento para su desarrollo”. *Revista Humanidades Médicas*. 2009, **9**(1), 1-29. ISSN: 1727-8120. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202009000100003
7. MORENO BAYARDO, M. “Potenciar la Educación, un *curriculum* transversal de formación para la investigación”. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 2005, **3**(1), 520-540. ISSN:1696-4713.
8. LEONTIEV, A. *Actividad, conciencia y personalidad*. 1984. Editorial Cartago México 1^{ra} ed. [consultado el 08 de octubre del 2022], https://espai-marx.net/elsarbres/wp-content/uploads/2020/02/Actividad_conciencia_y_personalidad.pdf
9. LABARRERE SARDUY, A. *Pensamiento: Análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. 1996. La Habana, Editorial Pueblo y Educación. ISBN 9591304625. [consultado el 04 de noviembre del 2022]. <https://www.nypl.org/research/research-catalog/bib/b13642066>
10. LEYVA HAZA, J. “El cuadro de diseño del experimento para resolver tareas experimentales cuantitativas de física. Una vía para la educación científica de los estudiantes”. *Revista Varela*. 2012, **2**(32), 1-19 ISSN: 1810-3413. Disponible en: <https://revistavarela.uclv.edu.cu/index.php/rv/article/view/406>
11. ARIAS GONZÁLES, J. L. *Proyecto de tesis: Guía para la elaboración*. 2020. 1^{ra} ed. Lima: Depósito Legal de la Biblioteca Nacional del Perú. ISBN: 978-612-00-5416-1.
12. DELGADO SOTO, J. A. “Influencia de la dilución y concentración de los electrolitos en la medición del pH en suelos ácido”. *Revista Pakamuros*. 2019, **7**(2), 13-21. E-ISSN: 2522-3240/ISSN: 2306-9805. DOI: <https://doi.org/10.37787/ksq9jx59>
13. DELGADO SOTO, J. A. “Efecto del tipo de solvente y tamaño de partícula en la determinación de pH en compost”. *Revista Pakamuros* . 2021, **9**(3), 1-13. E-ISSN: 2522-3240/ISSN: 2306-9805. DOI: <https://doi.org/10.37787/75dyxt14>
14. HARRIS, D. *Análisis cuantitativo*. Editorial Reverte. 3^{ra} edición (Sexta edición original). 2000, vol. 1 ISBN 139788429172256.
15. NTP. Norma Técnica Peruana 339.088. *Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland*. INACAL, 2019.1-14. <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
16. CASTAÑEDA ULLOA, L. F. Modelado del proceso de decapado de acero al carbón con ácido sulfúrico y de la recuperación del baño gastado mediante electrodiálisis. CIDETEQ, 2012, 3-7. [en línea desde 2016] [consultado el 22 de diciembre del 2022]. Disponible en: <http://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1021/324>
17. LÓPEZ LEÓN, L. D. Corrosión de acero al carbono en una solución del tipo NACE TM 0177 en presencia de hidrocarburo. [en línea desde 2008] [consultado el 27 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/510/1/Tesis%20Luis%20Daimir%20L%C3%B3pez%20Le%20C3%B3n%20281%29.pdf>
18. HERNÁNDEZ JUNCO, L.; MACHADO BRAVO, E.; MARTÍNEZ SARDÁZ, E.; ADREU GÓMEZ, N.; FLINT, A. “La práctica de laboratorio en la asignatura Química General y su enfoque investigativo”. *Revista Cubana de Química* . 2018, **30**(2): 314-327 E-ISSN: 2224-5421.
19. ESPINOSA RÍOS, E. A.; GONZALES LÓPEZ, K. D.; HERNÁNDEZ RAMÍREZ, L. T. “Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción del conocimiento científico escolar”. *Revista Entramado* 2016, **12**(1), 266-281. <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>

20. SEJO ECHEVARRÍA, M.; PEÓN ESPINOZA, A.; VARELA DE MOYA, H. “Integración de la Química General en la carrera de Ingeniería Civil”. *Revista Cubana de Química*, 2015, **27**(3), 252-261, e-ISSN: 2224-5421.

21. RODRÍGUEZ BRUCETA, P, A., PÉREZ DÍAZ, J. R.; ESTÉVEZ TAMAYO BLAS A. “Las habilidades de observación y descripción de sustancias y reacciones químicas en el

estudio de la química general en las carreras de ingeniería”. *Revista Ciencias Holguín*. 2010, **16**(3) 1-8. e-ISSN: 1027-2127.

22. RODRÍGUEZ CEPEDA, R.; CASAS MATEUS, J. A.; MARTÍNEZ CÁRDENAS D. E. “Laboratorio de química bajo contexto: insumo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico”. *Revista Tecné Episteme Didaxis*. 2020, **47**, 33-52. DOI: <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11334>

DECLARACIÓN CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara que no existen conflictos de interés en el manuscrito presentado.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

El autor contribuyó en toda la investigación realizada, desde la idea, planificación, revisión bibliográfica, diseño y aplicación de las tareas experimentales, interpretación de los resultados y redacción del artículo.