

Propuesta de actividades para el aprendizaje de la Química inorgánica con materiales de laboratorio alternativos en el currículo de la licenciatura en Biología y Química de la Universidad Técnica de Manabí

Proposal of Activities for the Learning of Inorganic Chemistry with Alternative Laboratory Materials in the Curriculum of the Degree in Biology and Chemistry of the Technical University of Manabí

Génesis Joselyn Cevallos-Chancay^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-6875-1319>

Leonardo Vicente Vera-Viteri¹ <https://orcid.org/0000-0003-2822-0374>

Freddy Eduardo Santana-Giler¹ <https://orcid.org/0000-0002-0324-0507>

Enrique Verdecia-Carballo² <https://orcid.org/0000-0002-7515-7980>

¹Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

²Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Programa Cuba, Universidad de La Habana, Cuba.

* Autor para la correspondencia: gcevallos6866@utm.edu.ec

RESUMEN:

En el presente artículo se realiza una propuesta de actividades para el aprendizaje de la química inorgánica con materiales de laboratorio alternativos para fortalecer el conocimiento de la unidad de equilibrio ácido-base. Para ello, se proponen experimentos con materiales de elaboración propia para vincular la teoría y la práctica. Mediante la aplicación de diferentes instrumentos de investigación, se identifica el problema, y mediante diferentes fuentes bibliográficas, se da soporte científico a las diferentes categorías a la vez que se desarrollan pautas experimentales utilizando materiales caseros, además de construir una alternativa de solución al problema encontrado. Las categorías que sustentan este estudio corresponden a: proceso de aprendizaje, estrategias de enseñanza y la asignatura de química inorgánica de tercer nivel de la carrera de pedagogía en química-biología. La metodología de investigación fue no experimental, descriptiva,

explicativa de tipo bibliográfica, con un enfoque cualitativo. Se espera que la propuesta potencie el aprendizaje del estudiante, garantizando un aprendizaje significativo.

Palabras clave: propuesta de actividades, enseñanza-aprendizaje, prácticas de laboratorio, enseñanza de la química inorgánica.

ABSTRACT:

In this article, a proposal of activities for learning inorganic chemistry with alternative laboratory materials is made to strengthen the knowledge of the acid-base balance unit. To do this, experiments with self-made materials are proposed to link theory and practice. Through the application of different research instruments, the problem is identified, and through different bibliographic sources, scientific support is given to the different categories while experimental guidelines are developed using homemade materials, in addition to building an alternative solution to the problem found. The categories that support this study correspond to: learning process, teaching strategies and the subject of inorganic chemistry of the third level of the chemistry-biology pedagogy career. The research methodology was non-experimental, descriptive, explanatory of a bibliographic type, with a qualitative approach. The proposal is expected to enhance student learning, guaranteeing meaningful learning.

Keywords: proposal of activities, teaching-learning, laboratory practices, teaching of inorganic chemistry.

Enviado: 19/1/2023

Aprobado: 26/1/2023

INTRODUCCIÓN

La actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y el aprendizaje de la ciencia tanto por la base teórica que puede proporcionar para los estudiantes, así como para el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para cuyo trabajo experimental es igualmente fundamental, en términos de desarrollo, las habilidades de pensamiento de los estudiantes y el

desarrollo de ciertas concepciones de la ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas.

De los conceptos previos necesarios para entender las disoluciones reguladoras, merece especial atención por su complejidad el de equilibrio químico. Abundantes trabajos muestran que los estudiantes no comprenden la relación entre las características macroscópicas y microscópicas de la reacción (Garnet & Hackling, 1995; Hernando et al., 2003). También se constata que una excesiva simplificación de este en los libros de texto puede inducir a errores en su aprendizaje.

Los conceptos de ácidos y bases son muy comunes en la vida cotidiana de los alumnos ya que a diario están en contacto con estos términos (jugos cítricos tales como el de limón, naranja, las lluvias ácidas etc.) Pero los estudiantes, solo empiezan a conocerlo en la escuela a partir del segundo ciclo de la educación media, presentándose una desconexión entre esos fenómenos cotidianos y los conceptos que se aplican en la escuela, además, los errores conceptuales en relación con los ácidos y las bases genera que se presenten grandes problemas sobre este tema.

Para la comprensión del equilibrio químico y las dificultades de su aprendizaje, se sugieren diversas aproximaciones: un enfoque didáctico que logre que los alumnos comprendan cualitativa y cuantitativamente el concepto y vean su aplicabilidad para resolver problemas de la vida cotidiana (Hernando et al., 2003); el uso de analogías para ayudar a los estudiantes a entender este concepto; o que los aprendices estudien cualitativamente el desplazamiento del estado de equilibrio antes de adentrarse en su estudio cuantitativo (Ganaras et al., 2008).

El trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, pues le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad. Además, el estudiante pone en juego sus conocimientos previos y los verifica mediante las prácticas. La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico.

La importancia de este estudio radica en la implementación de enseñanzas atractivas, innovaciones, estrategias o enfoques que brindan las herramientas necesarias para motivar e incentivar a los estudiantes, generando en ellos preguntas sobre su entorno, despertar el espíritu científico y la necesidad de aprender.

Por todo lo anterior, el propósito de este trabajo es caracterizar las prácticas de laboratorio con materiales alternativos, que se pueden efectuar dentro del aula de clases, en el programa de

Licenciatura en Biología y Química de la Universidad Técnica de Manabí. Esta caracterización incluye la práctica para la enseñanza de equilibrio ácido-base en las disoluciones en estudiantes tercer nivel de la carrera de Química y Biología.

DESARROLLO

La práctica de laboratorio es una herramienta que facilita y promueve el aprendizaje del alumno ya que le permite relacionar los conocimientos adquiridos previamente en el aula, y validarlos a través de prácticas que puedan volverse interesantes y dinámicas, promoviendo metas conceptuales, procedimentales y actitudinales. El propósito de las prácticas de laboratorio es que los estudiantes adquieran habilidades. Esto es típico de los métodos de investigación científica, como los métodos cognitivos, donde se descubre la percepción, la memoria, el razonamiento y las habilidades sociales. Estos incluyen confianza en sí mismo, toma de decisiones, emociones y más. La práctica de laboratorio es un recurso didáctico que ayuda en la implementación de destrezas y habilidades en los estudiantes. Se puede hacer solo, pero también de forma colaborativa, ya que este enfoque estimula el papel de las competencias y habilidades. Entre los estudiantes, los laboratorios se pueden realizar tanto dentro como fuera del aula, por ejemplo, laboratorios *in situ*, donde los participantes aprenden en el entorno, así mismo, los laboratorios caseros pueden variar desde los más básicos hasta los más completos.

Si la práctica se desarrolla en instituciones educativas, estas garantizan los materiales, la infraestructura, los lineamientos de bioseguridad dentro de los laboratorios, entre otros.

El tiempo de las prácticas de laboratorio será determinado por cada docente, de acuerdo a la carga de trabajo y contenido; si se realizan prácticas complementarias de laboratorio en casa, lo que se requiere es el compromiso de los alumnos, para lo cual se debe incentivar su adhesión a las mismas, ya que dichas prácticas deben ayudar a motivar a los alumnos a experimentar, incluso fuera del aula.

La enseñanza de la Química como la de otras disciplinas ha enfrentado la necesidad de introducir cambios y transformaciones que se derivan, por un lado, con la necesaria renovación de los métodos de enseñanza y por otro, de las profundas transformaciones que se derivan de la revolución científica que implica la sociedad del conocimiento y que a su vez ha traído cambios profundos en relación con la Educación Superior (Ginés, 2004). Como señaló este autor, para el caso de las

universidades españolas: «podríamos sintetizar la situación, caricaturizándola algo, afirmando que el modelo pedagógico de la universidad española consiste ante todo en un profesor contando teorías y conceptos a alumnos sentados con regularidad en el aula» (p.18).

Se ha demostrado que los métodos clásicos no resuelven las lagunas de los estudiantes, no hay una única opinión acerca de cómo deben ser las clases o cómo llevar los resultados de investigación en enseñanza de las ciencias a los laboratorios escolares.

En este contexto, Hernando et al. (2003) mencionan algunos antecedentes sobre la didáctica y enseñanza del tema, los cuales se presentan a continuación:

- Existen dificultades asociadas en el manejo matemático de las relaciones para calcular el pH y para comprender la naturaleza logarítmica de la relación entre pH y concentración de iones H_3O^+ . Así como en la interpretación y planteamiento del equilibrio ácido-base y en los cálculos de K_a y K_b .
- Se detectan serias dificultades en el manejo de funciones logarítmicas como la expresión del pH de una disolución.
- En otros casos los cálculos no representan gran dificultad, pero sí las interpretaciones cualitativas del significado del valor numérico y sus implicaciones.
- No es fácil predecir el sentido de los equilibrios ácido-base, el estudiante debe saber ordenar ácidos y bases por orden de fuerza cuando se le proporciona el valor de pH, en la mayoría de los casos esto no se lo logra.

El tema del equilibrio ácido-base se presta para realizar muchas experiencias sencillas usando sustancias que se pueden encontrar fácilmente en un supermercado, en una farmacia, e incluso en el hogar; no es necesario disponer de material de laboratorio para realizarlas, basta con usar utensilios de cocina.

La sencillez de estas experiencias permite despertar el interés de los alumnos al relacionar el tema tratado en clase con lo cotidiano y, además, le incitan a observar y analizar los fenómenos químicos que ocurren en su entorno. Por otra parte, al no requerir de material de laboratorio pueden realizarse incluso en casa. Por supuesto, aunque las sustancias empleadas en las experiencias sean fácilmente accesibles y asequibles, es necesario tener en cuenta las normas de seguridad

correspondientes, pues algunas de estas sustancias pueden resultar peligrosas si no se manejan con las debidas precauciones.

Las Ciencias Experimentales, son ciencias de la naturaleza, que abordan la teoría, mediante la práctica, y la experimentación en el laboratorio ha jugado un papel importante en su comprobación. Sheppard (2006) afirma que la temática ácido-base es conceptualmente densa porque requiere una comprensión integrada de muchas áreas de la química general, tal como: naturaleza corpuscular de la materia, teoría cinético-molecular, naturaleza y composición de las disoluciones, estructura atómica, ionización, enlaces iónicos y covalentes, símbolos, fórmulas y ecuaciones, equilibrio químico y teoría de colisiones. En su estudio, que indaga cómo los estudiantes comprenden una titulación ácido-base, halló que el conocimiento conceptual de los estudiantes carecía de coherencia y precisión predictiva debido a una considerable dificultad en el dominio de la química subyacente.

El análisis de sistemas de equilibrio ácido-base no debe ser enseñado de manera tradicional ya que eso conlleva a un aprendizaje conductista. El aprendizaje por solución de problemas en donde se establezcan relaciones reales entre lo que el estudiante sabe y lo nuevo que aprende contribuye al aprendizaje significativo del tema. Además, el uso de múltiples definiciones de los temas ácido-base, equilibrio químico, sin que haya un análisis previo u orientaciones, lo que tiende es a confundir a los estudiantes.

Por otro lado, el aprendizaje colaborativo es la mejor estrategia para aprender porque permite que el estudiante se desenvuelva socialmente con otros compañeros para un fin particular, adquiriendo elementos como independencia y a su vez, fortaleciendo las relaciones interpersonales aprendiendo de manera activa y alejado del aburrimiento.

Lograr aprendizajes significativos en los estudiantes de Química, requiere de una práctica docente innovadora, que relacione el contenido temático de la asignatura con la experiencia cotidiana del estudiante, ya que es a partir de allí que se puede llegar a construir verdaderos aprendizajes, puesto que ellos constantemente sienten o tienen curiosidad por investigar, explorar, indagar acerca de todo lo que los rodea. Por ello, los docentes debemos acabar con ese modelo de aprendizaje memorístico e implementar un aprendizaje holístico, constructivista y ecológico con espacios que le brinden la oportunidad al estudiante de reflexionar y realizar un análisis crítico, constructivista en la adquisición de sus nuevos saberes.

Es decir, enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextualizados, fortaleciendo así, aspectos tales como:

- El proceso de aprendizaje de un estudiante es responsabilidad del mismo. Es él quien construye su saber.
- El aprendizaje en el aula debe ser el resultado de la interacción del contexto cultural y el contexto donde él está inmerso.
- La función del docente es guiar y permitir que el estudiante pueda explorar y desplegar su actividad mental constructiva.

El experimento de laboratorio es aquel que realizan los estudiantes en el lugar de estudio (colegio, universidad, etc.) bajo la supervisión y una documentación teórica dada por el profesor y permite la confrontación de las diferentes hipótesis dadas por los integrantes de un grupo, así como la unificación de criterios en el momento de la discusión y el análisis de resultados.

Los experimentos caseros constituyen una de las actividades más enriquecedoras y cercanas al aprendizaje de la asignatura, ya que son herramientas que se realizan a nivel extraclase. Esta clase de experimentos son una alternativa asequible para tratar y mostrar alguna temática en Química, debido a la sencillez y facilidad con que el estudiante los puede realizar.

El experimento mental es una construcción ideal que permite comprender ciertos conceptos y fenómenos de la física que son difícilmente comprobables. Resulta particularmente útil en el desarrollo de la clase teórica, puesto que obliga a viajar por el pensamiento con imaginación y creatividad. La aparición de tales experimentos empezó a tener una considerable importancia, ya que permitían entender muchos principios físicos-químicos, que no podían ser verificados empíricamente. Como ejemplos característicos de experimentos mentales se pueden nombrarlos que se relacionan con el principio de inercia, el gas ideal y las superficies sin fricción.

Los experimentos mediante simulación, por un ordenador, son programas de computador que brindan alternativas al maestro para mostrar y enseñar un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados que el mismo puede presentar.

La asignatura de Química Inorgánica de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología de la Universidad Técnica de Manabí, consta de 3 créditos, con una parte teórica y otra experimental. Está constituida por un periodo académico de cuatro unidades. De

ella, la unidad 4. Disoluciones y equilibrio ácido-base, con la cual se hizo el estudio, tiene como contenidos:

- Concentración de las disoluciones.
- Factores que afectan a la solubilidad.
- Propiedades de los líquidos.
- Propiedades coligativas de las disoluciones.
- Constantes de equilibrio.
- Ácidos y bases de Bronsted-Lowry.
- Ácidos y bases fuertes, cálculo de pH.
- Ácidos y bases débiles, cálculo del pH.
- Procedencia de las sales, cálculo del pH.

El resultado de aprendizaje de la asignatura de Química Inorgánica es preparar diferentes tipos de disoluciones químicas de acuerdo a los estándares establecidos y medición de acidez y basicidad con el cálculo de Ph.

MÉTODOS

La investigación se basó en una metodología cualitativa, ya que según Sampieri (2014), una investigación bajo el enfoque cuantitativo, busca describir, explicar, comprobar y predecir los fenómenos (causalidad), generar y probar teorías.

El diseño de investigación es no experimental ya que no se manipuló ninguna de las variables a investigar.

El tipo de investigación es descriptiva ya que se puntualizó la importancia de llevar a cabo actividades alternativas para el aprendizaje del equilibrio acido-base en el aula de clases. Se pretendió que sea eficiente en su aplicabilidad, de la misma manera es de carácter bibliográfica porque se recopiló información sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del equilibrio acido-base en revistas educativas, científicas, artículos, entre otros.

La muestra del estudio fue de 76 estudiantes del tercer nivel de la carrera de Pedagogía en Química y Biología de la Universidad Técnica de Manabí, correspondientes a los paralelos A y B.

Diseño de actividades para el aprendizaje de la química inorgánica con materiales de laboratorio alternativos

La propuesta tiene como objetivos:

- Identificar y comprobar la acidez, basicidad o neutralidad de diferentes productos domésticos.
- Comprobar las propiedades ácido-base del extracto de la col o repollo morado.
- Conocer la composición química de algunos productos químicos de uso doméstico que le permita predecir y explicar su grado de acidez o basicidad de dichas sustancias.

Actividades planificadas

1. Taller “Equilibrio ácido-base.”
 - Descripción: En esta actividad se abordarán dos fases para la realización del taller. Se iniciará con una actividad de generalidades de los temas Concentración de las disoluciones, ácidos y bases fuertes débiles-fuerte. Posteriormente, se comenzarán a describir elementos relacionados con el equilibrio ácido-base, para dar paso a otras cuestiones inherente a estos temas que complementarán el desarrollo del taller.
 - Implementación: En el primer paso se procederá hacer una lista de las bebidas que disfruta y si cree que son ácidas o básicas en función de su sabor. Y como segundo momento, las preguntas de comprensión sugeridas: ¿Qué es una escala de pH?, ¿Qué número de pH corresponde a un ácido? ¿Y a una base? Cuando un indicador cambia, ¿esto es un ejemplo de cambio químico o físico? ¿Cómo lo sabe? Los estudiantes se unirán en grupos para completar la actividad.
 - Retroalimentación: Discutir los resultados y comparar con los demás grupos.
2. Elaboración de indicadores químicos
 - Descripción: Un indicador es una sustancia que permite medir el pH de un medio. Habitualmente, se utiliza como indicador sustancias químicas que cambian su color al cambiar el pH de la disolución. El cambio de color se debe a un cambio estructural inducido por la protonación o desprotonación de la especie. Los indicadores ácido-base

tienen un intervalo de viraje de unas dos unidades de pH, en la que cambian la disolución en la que se encuentran de un color a otro, o de una disolución incolora, a una coloreada. Además, el pH es una medida de la acidez o basicidad de una solución. De las hojas de repollo morado se puede obtener un indicador para así diferenciar entre ácidos y bases.

- Implementación: La col morada debido a que esta contiene unos pigmentos llamados antocianinas tiene el color que le caracteriza. Lo que procede a hacer es picar finamente la col morada y ponerla a hervir en la cacerola chica junto con el litro de agua. Dejar hervir durante 5 min. Colar, y el líquido restante se deja enfriar y se embotella.
- Retroalimentación: El indicador obtenido lo utilizaran para la siguiente actividad.

3. Identificación de sustancias ácido-base

- Descripción: Se tomarán como referencias los indicadores preparados y además las sustancias que los estudiantes pueden llevar desde la casa de fácil adquisición.
- Implementación: Para esta actividad se utilizará 1 litro de agua, 15 vasos desechables transparentes, cucharas desechables, y 2 cucharadas de las siguientes sustancias:

- ✓ Rexal
- ✓ Vinagre
- ✓ Bicarbonato de sodio
- ✓ Ácido
- ✓ Agua natural
- ✓ Jugo de limón
- ✓ Refresco de cola
- ✓ Líquido desengrasante
- ✓ Jugo de uva
- ✓ Shampoo
- ✓ Jabón líquido
- ✓ Yogurt natural
- ✓ Limpiador con amoníaco o
- ✓ Amonio
- ✓ Tomate machacado

✓ Antiácido (Melox)

- Retroalimentación: En este punto los estudiantes van a enumerar todos los vasos y repartir las sustancias a los vasos plásticos con las sustancias y con una jeringa de 5ml ubicar el indicador previamente elaborado en el punto anterior en cada vaso. Después de repartir las sustancias con una jeringa 10ml se van a revolver cada una con una cuchara diferente; esto para evitar que las sustancias se combinen e interfieran con los resultados finales del experimento. Luego de incluir en todos los vasos los 50 ml de agua, se agregarán otros 50 ml pero esta vez del indicador natural (el líquido de la col morada). Después de incluir el líquido, la sustancia combinada con el agua tomara un color diferente.
- Dependiendo del color que tome la solución sabremos si se trata de un ácido, una base o una sustancia neutra, los colores y valores son los siguientes: Los resultados se escribirán en una tabla distribuida con el N de vaso, sustancia, color y escribir si es ácido, base o neutra.

Evaluación: La evaluación de la implementación de la estrategia será sistemática y permitirá ajustar cada actividad mientras se va desarrollando, especialmente de los resultados obtenidos en cada uno de los momentos de retroalimentación, donde los estudiantes juegan un papel fundamental. En esta etapa se observará la relación de los colores de la medición del pH según la sustancia de la disolución. Para el control de esto se elaboraron unos reactivos que serán completados grupalmente una vez termina la actividad.

- ¿Qué colores presentan las diferentes sustancias?
- ¿Cuándo se adiciona agua en cada uno de los tubos las sustancias sufren algún cambio?
- ¿De qué depende el color de los indicadores ácido-base casero?
- ¿Cuándo se adiciona el indicador ácido-base en cada uno de los tubos que coloración presentara?
- ¿El tipo de coloración depende de la sustancia en la que se encuentra el indicador?

Evaluación diagnóstica

La elección de la estrategia de evaluación es la tarea final del modelo, y las herramientas utilizadas como evaluaciones de diagnóstico de conceptos previos se utilizan como herramientas

de evaluación final para comparar sus respuestas antes y después de la aplicación de la unidad enseñada. Se introducen los instrumentos utilizados como pruebas diagnósticas

Cuestionario utilizado como Pre-test y Post-test

1. ¿Conoces alguna sustancia ácida?
2. Anota su nombre 3.
3. ¿Conoces alguna sustancia básica?
4. Anota su nombre.
5. ¿Qué es un ácido y cuáles son sus características?
6. ¿Cuál es el sabor del jabón de baño?
7. ¿Para qué son utilizados los ácidos?
8. ¿Para qué son utilizadas las sustancias con propiedades básicas?
9. ¿Existe alguna forma de saber si un material es más ácido que otro?

RESULTADOS

A través de la implementación de la propuesta para la enseñanza de química de la unidad ácido-base, se reduzcan la escasez y las limitaciones de enseñanza y aprendizaje de maestros y estudiantes.

Preparar al estudiante para practicar la Química en un campo de acción más tangible para él, aumentando así su interés y logrando un aprendizaje significativo. Que la institución comience a cambiar la forma de impartir los cursos y se fomente la práctica con materiales alternativos dentro del aula. Lograr un aprendizaje significativo de la materia de química en la unidad ácido-base, utilizando el diseño instruccional, donde se lleve a cabo, estableciendo y organizando las actividades correspondientes y que docentes y estudiantes las sigan, y así desarrollar competencias profesionales y específicas de esta unidad. Que el proceso de aprendizaje se lleve a cabo en una perspectiva constructivista, a partir de la cual la información se convierte en conocimiento. Se espera implementar acciones como estrategias de acceso a estándares internacionales, pasando del aprendizaje memorístico a la formación y desarrollo de competencias profesionales.

Que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico, independiente, que pueda ser aplicado a la resolución de nuevos problemas, ético. Que desarrollen capacidad de organización en el trabajo

individual y grupal, manejen las tecnologías de la información. La disminución del porcentaje de reprobación. El incremento de la eficiencia terminal de los estudiantes. Aumentar el interés por los problemas de la química relacionándolas con los de la vida cotidiana.

CONCLUSIONES

El propósito de esta actividad fue encontrar una alternativa a la enseñanza de la materia y el hecho de que muchas veces no se necesita un laboratorio equipado para realizar la práctica experimental, debido a que existen diversos métodos para realizar el ejercicio con materiales alternativos de la vida cotidiana.

El propósito de las experiencias prácticas es comprobar y verificar la teoría, además del desarrollo de destrezas y habilidades, esto es importante en el aprendizaje de las ciencias, pero este no es el propósito real del trabajo práctico, donde el estudiante debe resolver las preguntas presentadas.

Con la metodología de este trabajo se logra el objetivo realizando el diseño de una propuesta didáctica para lograr un aprendizaje significativo de la asignatura de Química. Es decir, el docente y el alumno llevan a cabo la estrategia propuesta, realizando las actividades que consiguen obtener las competencias genéricas y específicas del alumno, con sus propias herramientas de trabajo, sus calificaciones y reseñas relevantes. Esto permite al estudiante desarrollar un enfoque educativo con sentido y significado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Garnet, P.J. & Hackling, M.W. (1995). Students Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057269508560050>

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ta Ed. México D.F.: McGraw-Hill.

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-lainvestigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Hernando, M., Furió-Mas, C., Hernández, J. & Calatayud, M.L. (2003). Comprensión del equilibrio químico y dificultades para su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, número extra, 111-118.

<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21875>

Ginés Mora, J. (2004). La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Revista Iberoamericana de educación*, 35(2), 13-37.
<https://rieoei.org/historico/documentos/rie35a01.pdf>

Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 32-45.
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2006/rp/b5rp90014j>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución Autoral

Génesis Joselyn Cevallos Chancay: Introducción, aplicación de instrumentos y análisis cuantitativo de información.

Freddy Eduardo Santana Giler: Desarrollo, análisis cualitativo de información. Revisión y corrección del manuscrito y conclusiones.

Leonardo Vera Viteri: Desarrollo, análisis cualitativo de información y conclusiones.

Enrique Verdecia Carballo: Desarrollo, análisis cualitativo de información y conclusiones.