



Recibido: 14/07/2024 Aceptado: 23/10/2024

El tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario (Original)

Contextualized treatment of environmental content in the subject Chemistry in Senior High School (Original)

Victoria Elvira Torres Moreno. *Licenciada en Educación. Química. Dr. C. en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.*

[vtorresm@udg.co.cu] [<https://orcid.org/0000-0002-3266-3920>]

Riemer Rosabal Hijuelos. *Licenciado en Educación. Química. Dr. C. en Ciencias Pedagógicas Facultad Obrero Campesina. Julio Antonio Mella. Jiguaní. Granma.*

[riemerrh@ji.gr.rimed.cu] [<https://orcid.org/0000-0002-7076-3957>]

Elena Piñeiro Alonso. *Licenciada en Educación. Química. Dr. C. en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.*

[pineiroadriana6@gmail.com] [<https://orcid.org/0000-0001-6710-1285>]

Gladys Pérez Torres. *Licenciada en Psicología. Dr. C. en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.*

[gperez@udg.co.cu] [<https://orcid.org/0000-0003-0965-8784>].

Resumen

El artículo tiene como objetivo presentar los resultados de la aplicación de una metodología para desarrollar el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario con base en la relación estructura-propiedad-aplicación de las sustancias químicas. Para efectuar el estudio del tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química se aplicaron métodos teóricos y empíricos; entre ellos, el sistémico-estructural-funcional y la modelación para representar teóricamente la estructuración del proceso estudiado concretado en la metodología para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química, así como el hipotético-deductivo. En el caso de los métodos empíricos, se aplica la prueba pedagógica, para comprobar el nivel real del aprendizaje de los educandos sobre el contenido químico en relación con el ambiental desde la asignatura Química antes y después de la realización del pre-experimento, en función de corroborar la efectividad de la metodología mediante el experimento pedagógico. La metodología posibilita el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario, a partir de la integración con las líneas directrices generales, específicas e ideas rectoras de la Química y permite vincular los contenidos de esta



ciencia a situaciones reales del medio ambientales. Los resultados obtenidos evidencian la efectividad de la metodología, después de su puesta en práctica, lo que corrobora la hipótesis planteada, respecto a favorecer el aprendizaje del contenido químico en relación con el ambiental en los educandos.

Palabras clave: metodología; tratamiento contextualizado; sustancias químicas; contenido ambiental; aprendizaje

Abstract

The objective of this article is to present the results of the application of a methodology to develop the contextualized treatment of the environmental content in the subject Chemistry in Senior High School, based on the structure-property-application relationship of chemical substances. To carry out the study, theoretical and empirical methods were applied; among them, the systemic-structural-functional and modeling to theoretically represent the structure of the studied process, synthesized in the methodology for the contextualized treatment of the environmental content in the subject Chemistry, as well as the hypothetical-deductive. In the case of the empirical methods, the pedagogical test was applied to determine the learning level of students about chemical content in relation to environmental content in the subject Chemistry, before and after the implementation of the pre-experiment, in order to corroborate the effectiveness of the methodology through the pedagogical experiment. The methodology makes possible the contextualized treatment to the environmental content in the subject Chemistry, departing from the integration with the general and specific guidelines and leading ideas of Chemistry and allows linking the contents of this science to real situations of the environment. The results obtained show the effectiveness of the methodology, after its implementation, which corroborates the hypothesis proposed, with respect to favoring the learning of chemical content in relation to environmental content in students.

Key words: methodology; contextualized treatment; chemical substances; environmental content; learning

Introducción

En el nuevo milenio, la humanidad proyecta el logro de una educación inclusiva con un alto nivel de calidad que propicie una educación ambiental y promueva la comprensión de la interdependencia de los procesos económicos, político-sociales y ecológicos para el desarrollo sostenible en la que se implica el estudio de la Química. En tanto, cada día resulta ineludible



incorporar el uso de nuevas sustancias químicas al desarrollo de la vida del hombre, con prácticas apropiadas que manifiesten una actitud positiva, creadora y responsable ante el cuidado y conservación del medio ambiente (Jerez & Piñeiro, 2022).

Según Sosa (2015) y Suger (2020), la Química como ciencia está vinculada a los procesos naturales de la realidad social donde el hombre se desarrolla. Sus resultados científicos lo impregnan todo en el desarrollo de la vida en el planeta Tierra; a través de sus contenidos, proporciona conocimientos no solo para la sociedad, sino también para una futura profesión.

La enseñanza de la Química, en muchos casos por diferentes limitaciones y causas, sigue manifestando un carácter más descriptivo que razonado, al no sistematizarse de forma contextualizada la relación entre los aspectos estructurales, las propiedades y aplicaciones que tienen un gran número de sustancias químicas presentes en la vida social.

En Cuba, actualmente, el sistema educativo se transforma y perfecciona en todos los niveles educacionales como es el caso del preuniversitario, el que tiene como fin la formación integral de la personalidad de cada educando, desde los 15 hasta los 18 años, mediante la ampliación y profundización de los contenidos en la actividad científico-investigativa, en correspondencia con los ideales patrióticos y humanistas de la sociedad socialista cubana en su desarrollo próspero y sostenible, expresados en sus formas de sentir, pensar, actuar, de acuerdo con su nivel de desarrollo y particularidades individuales, intereses y necesidades sociales, que le permita asumir una concepción científica del mundo y un rol, cada vez más independiente y responsable en el comportamiento y en su proyecto de vida (Ministerio de Educación [MINED], 2016).

Así, en los programas de la asignatura Química en este nivel, se propone como objetivo: explicar las relaciones causa-efecto en el estudio de la estructura, propiedades, aplicaciones de las sustancias, sus efectos en la salud y el medio ambiente, lo que confirma la necesidad de estructurar el vínculo entre los contenidos químicos y los problemas ambientales que se producen en la vida social de los educandos.

En un estudio diagnóstico realizado al proceso de educación ambiental desde la asignatura Química en el preuniversitario, de la provincia de Granma, se reveló que en los educandos de este nivel educativo, el dominio teórico de las sustancias químicas y su relación con los problemas ambientales presenta limitaciones en la comprensión de la interdependencia entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, que le permitan manifestar



actitudes positivas, creadoras y responsables hacia la preservación y cuidado del medio ambiente.

El análisis y valoración de las limitaciones que se presentan permite revelar como manifestación causal principal, el insuficiente tratamiento didáctico metodológico a la contextualización de los problemas ambientales asociados al contenido químico sobre la base de la relación estructura–propiedades-aplicaciones por los colectivos pedagógicos, al abordar el tema ambiental en las clases.

Desde esta perspectiva, un estudio bibliográfico de obras de autores nacionales e internacionales respecto al tema permite precisar que, en la didáctica de la Química, en Cuba se plantea como idea rectora principal la relación causal estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias en base a las dos líneas directrices generales que responden al objeto de estudio de la química: sustancia y reacción química, las que alcanzan su concreción en nueve líneas más específicas para un mejor ordenamiento del contenido seleccionado, con el análisis transversal del contenido de cada una de ellas, como es el caso de la Educación Ambiental.

Esta tiene su concreción en la idea rectora de que la química está íntimamente ligada a la protección y contaminación del medio ambiente. Hedesa (2015) plantea que:

La apropiación de los conocimientos acerca de las propiedades de las sustancias posibilita la explicación y predicción de muchos fenómenos que ocurren en el medio ambiente; asimismo, las acciones conscientes de previsión y solución de los problemas medioambientales y de salud ambiental relacionados con esta ciencia. (p. 50)

Las ideas rectoras como procesos de adquisición, ampliación y profundización de los contenidos del curso de Química forman parte de la didáctica de esta ciencia, la que orienta las metodologías específicas para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de estos aspectos a partir de los objetivos propuestos. De esta manera, su enseñanza-aprendizaje es un proceso de dirección de la actividad cognoscitiva, la que organizada e institucionalizada se convierte en un proceso de aprendizaje. Así posee una serie de características entre las cuales se destacan su carácter gradual, legal, dialéctico-contradictorio y multilateral, expresadas en la unidad de la instrucción y la educación, así como de lo cognitivo y afectivo, desde una visión holística (Torres et al., 2022).

De estos aspectos se deriva el cumplimiento de principios didácticos como el carácter educativo de la enseñanza, su carácter científico, la sistematización de la enseñanza y la relación



de la teoría con la práctica, de gran importancia para los procesos de apropiación y consolidación de los contenidos químicos. Sobre la referida temática, en la Didáctica de la Química, han incursionado autores como Fernández et al. (2012), Vidal (2012), Tía (2014), Michell y Castillo (2017), Caamaño (2018), Lay (2018), Hernández y Mendoza (2018), Piñeiro et al. (2020) y Lugo et al. (2021), los que reconocen, entre otros aspectos que, en su práctica pedagógica, el docente manifestará el profesionalismo al contextualizar la enseñanza para atender las necesidades, intereses y requerimientos de los educandos a partir de su actualización permanente, en correspondencia con los adelantos de la ciencia y el contexto histórico social en el que se desenvuelven, en función del logro de aprendizajes desarrolladores.

En la contextualización del contenido químico y su enseñanza se tienen en cuenta las consideraciones de Caamaño (2018) quien plantea que es un proceso dinámico que se relaciona con el ámbito ambiental y la vida de los educandos, que desde la química le permite explicar problemas del medio ambiente a través de sus teorías, leyes y principios.

La interrelación del contenido de la actividad química social con el contenido de la educación ambiental es comprendida, explicada e interpretada como una función interdimensional que comprende la interrelación de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia con los aspectos ambientales que comprometen la actividad química social.

Por consiguiente, el contenido ambiental contextualizado desde la asignatura Química, se comprende como aquel contenido del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química que, mediante el análisis de la relación causa-efecto, expresa una relación dialéctica de dependencia entre los procesos químicos y los problemas ambientales, con manifestación en el contexto comunitario donde realiza su actividad el educando.

Por tanto, el aprendizaje del contenido ambiental contextualizado desde la asignatura Química se construye como un proceso didáctico-metodológico de tratamiento al contenido, determinado por la naturaleza del objeto a tratar, las características y objetivos propuestos, de acuerdo con los cuales se seleccionan los métodos de trabajo que aseguren una actividad reflexiva, crítica y desarrolladora en la comprensión de la interdependencia de los procesos económicos, político-sociales y ecológicos, durante la resolución de problemas referidos a situaciones concretas del entorno educativo donde se encuentra situada la escuela y que, desde la clase, se demuestra que repercuten en la calidad del medio ambiente y la vida de los seres vivos.



De aquí la necesidad de elaborar una metodología para desarrollar el tratamiento a la relación contenido químico y ambiental en el contexto. Es por ello que el artículo tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos en el aprendizaje del contenido ambiental en los educandos después de aplicar la metodología para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario, mediante la relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias químicas.

Materiales y métodos

La investigación se realiza en el nivel educativo preuniversitario, con educandos del décimo grado del Instituto Preuniversitario (IPU) “Ignacio Pérez Zamora” y el Centro Mixto “Luis Augusto Turcios Lima” del municipio Jiguaní, provincia Granma, en un período de tiempo de dos años, comprendido entre 2019-2021. La investigación y el enfoque seguido se clasifican según los datos obtenidos a partir del comportamiento de las variables en una población total de 158 educandos del décimo grado y una muestra de 30 educandos, lo que representa el 18,9 % del total, seleccionado de manera intencional.

Para efectuar el estudio del tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química se aplicaron métodos teóricos y empíricos; entre ellos, el sistémico-estructural-funcional y la modelación para representar teóricamente la estructuración del proceso estudiado, concretado en la metodología para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química; el hipotético-deductivo, en el proceso de predicción y verificación de la hipótesis, lo cual posibilita adelantar y constatar nuevas hipótesis en la realidad, a partir del sistema de conocimientos que se posee.

En el caso de los métodos empíricos, se aplica la prueba pedagógica: para comprobar el nivel real del aprendizaje de los educandos sobre el contenido químico en relación con el ambiental desde la asignatura Química antes y después de la realización del pre-experimento, en función de corroborar la efectividad de la metodología mediante el experimento pedagógico.

En relación con lo anterior, se realiza un diseño pre-experimental, con pre-test y post-test con tres fases o aproximaciones (Hernández & Mendoza, 2018).

Como hipótesis científica del pre-experimento se considera que, si se aplica una metodología para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario, se favorece el aprendizaje del contenido químico en relación con el ambiental en los educandos. De la hipótesis se determinan las siguientes



variables: variable independiente, metodología para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química; variable dependiente, aprendizaje del contenido químico en relación con el ambiental.

De esta manera, la variable dependiente se conceptualiza como: el proceso de interiorización de los contenidos químicos, integrados a los ambientales a través del programa de la asignatura, con base en las sustancias químicas, sobre la base de la relación causa efecto, en consecuencia con la teoría estructura-propiedades-aplicaciones, de manera que permitan comprender la causa química de los problemas ambientales y, a su vez, actuar de manera consciente respecto al cuidado y conservación del medio ambiente. La operacionalización de la variable dependiente, se hace a través de la determinación de las siguientes dimensiones e indicadores.

Dimensión 1. Dominio de los conocimientos químicos y ambientales con perspectiva integradora.

- Nombrar, formular y clasificar sustancias químicas presentes en el medio ambiente.
- Relacionar las aplicaciones de las sustancias químicas con problemas del medio ambiente.

Dimensión 2. Desarrollo de habilidades necesarias para establecer las relaciones entre las sustancias químicas y los problemas ambientales.

- Relacionar los problemas ambientales con las sustancias químicas y sus propiedades.
- Utilizar la relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias como vía para determinar causa-efecto en la contaminación química.

Dimensión 3. Desarrollo de valores a partir de la funcionalidad del contenido

- Explicar los problemas ambientales relacionados con las sustancias químicas y el entorno ambiental a partir de la relación estructura-propiedades-aplicaciones.
- Aplicar estrategias desde el contenido para la identificación de situaciones ambientales promoviendo valores desde la ciencia química.

Para la evaluación de los indicadores se utiliza una escala valorativa ordinal a partir de considerar la aplicación de los elementos del conocimiento químico, la estructura, propiedades y aplicaciones de las sustancias químicas en la ejecución de actividades, ejercicios y tareas



relacionados con el aprendizaje del contenido de la educación ambiental desde de las siguientes valoraciones:

- Alto: manifiesta el cumplimiento de todos los indicadores de la variable.
- Medio: manifiesta el cumplimiento de tres indicadores de la variable.
- Bajo: manifiesta el cumplimiento de dos o ninguno de los indicadores de la variable.

Para realizar el análisis cuantitativo de los datos fueron formuladas las hipótesis estadísticas:

H₀: no existen diferencias significativas entre el aprendizaje de los educandos antes y después de aplicar la metodología.

H₁: existen diferencias significativas entre el aprendizaje de los educandos antes y después de aplicar la metodología.

Para realizar el contraste de hipótesis, a partir de medir la variable Índice del nivel de aprendizaje del contenido ambiental, medida en una escala de intervalo, se realiza un experimento del tipo antes y después; fue empleada como técnica de procesamiento de la información la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon, tomando un nivel del 99% de confiabilidad ($\alpha = 0,01$), para lo cual fue empleado el paquete estadístico SPSS 15. 0 para Windows.

El preexperimento se aplicó en sus tres fases: constatación, formativo y de control, apoyadas en la prueba pedagógica de entrada (pre-test) y prueba pedagógica de salida (post-test), para medir el nivel de aprendizaje adquirido del contenido químico en relación con el ambiental, a través de las dimensiones e indicadores establecidos y establecer comparaciones. Se desarrolla desde septiembre de 2019 hasta enero de 2021. La metodología se introduce en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la clase de Química, seleccionándose los contenidos correspondientes al programa de la asignatura; dentro de ellos: las sustancias, el agua y las disoluciones, termoquímica y cinética, los no metales; recorriendo los distintos momentos que se suceden en el aprendizaje con la correspondiente preparación metodológica al profesor.

Para la ejecución se realizaron las siguientes actividades experimentales de aseguramiento.

- ✓ Crear las condiciones previas para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura en el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura



Química, cuya orientación contribuirá a perfeccionar la labor científico-pedagógica de los docentes y elevar la efectividad del proceso.

✓ Presentar la base epistemológica en que se sustenta la relación causa–efecto para explicar los problemas ambientales desde la asignatura Química.

✓ Exponer las vías para el control del aprendizaje.

Análisis y discusión de los resultados

Para la elaboración de la metodología se tienen en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Considerar como condición básica las exigencias del modelo del preuniversitario y los objetivos del programa de Química para esta educación.

2. Diagnosticar el estado del tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario, desde:

a) - Conocimientos, habilidades y valores previos que poseen para realizar nexos cognitivos.

b) - Potencialidades y limitaciones para enfrentar la construcción del contenido químico en relación con el ambiental.

c) - Potencialidades y limitaciones para interrelacionar el contenido químico con los problemas ambientales.

3. Realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las sustancias químicas de forma que propicie la motivación del aprendizaje, hacia una posición activa, reflexiva en el educando, con orientación hacia el desarrollo sostenible.

4. Vincular el contenido sustancias químicas a la actividad social ambiental y el accionar didáctico del aprendizaje.

5. Construir el proceso de enseñanza-aprendizaje de las sustancias químicas sobre la base del conocimiento precedente que tienen los educandos, qué saben hacer, cómo operan con el contenido químico y el entorno ambiental.

6. Lograr condiciones que favorezcan el dominio del contenido sustancias químicas, a partir de la participación activa del educando en la investigación de sustancias químicas que sean utilizadas en las entidades productivas y de servicios de la comunidad y el municipio donde viven.



7. Desarrollar el contenido sustancias químicas, teniendo en cuenta las necesidades e intereses que puedan motivar a los educandos hacia el comportamiento armónico con el medio ambiente.

8. Estimular el grado de participación y compromiso de los educandos en el proceso desde su puesta en práctica con un carácter problematizado e investigativo.

La metodología se estructura en cuatro etapas que se interrelacionan entre sí; consta de acciones ordenadas que sugieren el accionar de los profesores; su objetivo general es ofrecer orientaciones didácticas y metodológicas a los profesores para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en función del aprendizaje de los educandos.

Etapas 1. Diagnóstico de necesidades y potencialidades respecto al tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química.

Etapas 2. Preparación de las condiciones previas para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química.

Etapas 3. Construcción del contenido ambiental contextualizado desde la asignatura Química (Rosabal et al., 2022).

Etapas 4. Evaluación sistematizada de la apropiación y aplicación del tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química.

Para la concreción de las acciones que se incluyen en la integración de las etapas, se ejemplifica un posible proceder didáctico metodológico. Se parte del análisis de una problemática ambiental para establecer la relación entre lo general y lo particular; en este caso, de lo global hasta lo local, sobre la base del análisis de conceptos básicos que impliquen al educando en la búsqueda de una solución parcial o total al problema que se analiza.

Desde lo químico, se trabajan los conceptos contaminación química, sustancias tóxicas, las sustancias y sus reacciones de combinación y descomposición, la reacción química de combustión o transmutación. Algunos cambios son explicados en términos de transmutación de una sustancia en energía o de una sustancia en otra; por ejemplo: una molécula de metano es transmutada, por la combustión, a dióxido de carbono. Los educandos reconocen que la sustancia combustible y el oxígeno del aire interaccionan y forman parte de los reaccionantes, el dióxido de carbono formado es parte de los productos de la combustión y, por ser menos denso que el aire, asciende a las altas capas de la atmósfera. Este se puede originar a partir de un proceso que comienza con una materia orgánica.



Desde lo ambiental, se trabajan conceptos tales como: problema ambiental, contaminación ambiental, medio ambiente, y desarrollo sostenible, los cuales pueden ser utilizados para propiciar la contextualización del problema ambiental y su relación con el contenido químico. Desde esta perspectiva, se entrena el pensamiento causal en el educando mediante las habilidades (operaciones-acciones) que tienen incidencia positiva en la actuación consciente y responsable en un determinado contexto. Para el caso específico de una determinada sustancia, la valoración de su actividad positiva o negativa en el medio ambiente se representa mediante la relación causal estructura-propiedad y la relación causa-efecto, propiedad-aplicación, la que se expresa en la estructura (causa), la propiedad (efecto-causa), y la aplicación (efecto).

En este caso, se puede comparar la estructura-propiedades y aplicaciones del dióxido de azufre (SO_2) un óxido no metálico, con un óxido metálico como el óxido de magnesio (MgO). A partir de esto, plantear la siguiente interrogante como situación problémica, ¿por qué el compuesto oxihidrogenado del octazufre produce lluvias ácidas y el del magnesio no participa en estos procesos? Escribe la fórmula química de estas sustancias. Explique cómo se manifiesta la relación causa-efecto en este proceso desde la estructura-propiedades-aplicaciones de la sustancia.

Referente a la relación estructura y solubilidad, se puede utilizar la teoría: semejante disuelve a semejante. A partir de aquí, crear situaciones problémicas donde se establezcan relaciones con el contexto, su presencia en los procesos comunitarios, sus efectos, la propuesta de acciones para inhibirlos. En relación con los contaminantes primarios que se emiten directamente a la atmósfera y los secundarios que se forman como: (SO_2 , H_2SO_4 , NO_2 , NO , CH_3NO_2 , O_3 ,), realizar su análisis con interrogantes que fomenten la investigación y aplicación de conocimientos antecedentes, ¿por qué actúa negativamente sobre el medio ambiente? ¿Por qué se forma y precipita? ¿En qué espacios de tu comunidad se observan estas manifestaciones? ¿Con qué procesos a nivel global usted lo relaciona? ¿Qué medidas se disponen en nuestro país al respecto? ¿Qué podemos hacer desde el conocimiento químico para contrarrestar sus efectos?

Otra posible variante puede ser respecto al estudio de los metales y no metales. Para el caso del sodio (Na) y dicloro (Cl_2) se pueden realizar preguntas que conlleven a la reflexión de los estudiantes, como, ¿por qué algunas sustancias químicas reaccionan con el agua a temperatura ambiente y otras no?; ¿por qué todas las sustancias no contaminan el agua?



De esta manera, en el estudio de los no metales como (N_2 ; P_4 ; Cl_2 ; O_2) y, como parte de la motivación, se hace referencia a que son sustancias simples moleculares, para el caso específico del dinitrógeno que en condiciones ambientales es un gas incoloro, inodoro, poco soluble en agua y constituye el 78% del aire. Este se puede combinar con otros elementos formando compuestos como aminos, nitritos, nitratos, como el nitrato de amonio (NH_4NO_3) y con el tetrafósforo (P_4), los que forman parte de los fertilizantes (NPK). Este grupo de residuos contaminan las aguas profundas y superficiales, por su solubilidad, uso desmedido. La aplicación incorrecta contribuye a intensificar la eutrofización, eliminando la potabilidad del agua en muchas zonas y se origina la contaminación difusa que no permite localizar la fuente contaminante.

Para el caso del dinitrógeno, el nitrato de amonio y el agua, compare su estructura en cuanto a: tipo de enlace, tipo de partículas, composición y propiedades, ¿por qué se produce este problema ambiental respecto a los compuestos del dinitrógeno y no con él, como sustancia simple? ¿Qué sucede con las plantas cuando se agregan fertilizantes? Esto podría ser una posible situación problemática para propiciar la motivación desde la relación estructura-propiedades-aplicaciones del contenido químico y el ambiental. Algunas de las respuestas a estas interrogantes se pueden descubrir a partir de la información que se ofrece inicialmente.

Al comparar los resultados obtenidos de la prueba pedagógica de salida y la de entrada, con el objetivo de determinar si habían diferencias significativas entre los resultados obtenidos en los índices de aprendizaje del contenido químico en relación con el ambiental antes y después de aplicada la metodología, mediante la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon, se comprobó que el valor de la probabilidad de la prueba de los signos de Wilcoxon es $p=0,0 < 0,01 = \alpha$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_1 , es decir, hay diferencias significativas entre el aprendizaje de los educandos antes y después de aplicar la metodología en un 99% de confianza. Además, la media de los resultados del índice de aprendizaje del contenido ambiental que se obtuvo antes que resultó de 0,48, muy inferior al que se obtuvo después de aplicada la metodología que es de 0,72, por lo que se evidencia que los resultados obtenidos por los educandos estuvieron dados, en lo fundamental, por la aplicación de la metodología; estos corroboran los valores obtenidos en las dimensiones e indicadores medidos.

Al comparar los resultados de ambas pruebas a través de las dimensiones e indicadores se tiene que en la dimensión I (en la que se debe expresar el dominio de los conocimientos



químicos y ambientales con perspectiva integradora), el indicador que mantiene las mayores dificultades se refiere a utilizar la relación estructura-propiedades de las sustancias como vía para determinar causa-efecto en la contaminación química: cuyo comportamiento es tres educandos en el nivel bajo; seis, en medio y 21 en alto, para un 70 %, aun cuando se ha trabajado intensamente por lograr que los educandos vinculen ambos contenidos; no obstante, ello requiere de un trabajo más sistemático a mediano y largo plazo, pues era uno de los indicadores más bajo, dada la poca sistematicidad que se hace con este indicador en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química y la complejidad de este contenido.

En la dimensión II (Desarrollo de habilidades necesarias para establecer las relaciones entre las sustancias químicas y los problemas ambientales), el indicador que presenta mayores dificultades está relacionado con explicar los problemas ambientales desde la relación estructura-propiedades-aplicaciones para el estudio de sustancias químicas y su influencia en el entorno ambiental, hay dos educandos en el nivel bajo, 10 en el nivel medio, 18 en el nivel alto para un 60 %, debido fundamentalmente, a que el educando aún no establece en su totalidad la relación teniendo en cuenta la relación causa-efecto, omitiendo elementos esenciales de la estructura química en dicha correspondencia.

En la evaluación de la dimensión III (Desarrollo de valores a partir de la funcionalidad del contenido), el indicador que presenta mayor incidencia consiste en vincular las sustancias desde la relación estructura-propiedades-aplicaciones con la contaminación ambiental donde deben emplear estrategias para determinar las sustancias presentes en el medio y las posibles reacciones que se producen basadas en las propiedades; además, debe analizar las condiciones en que transcurre esta.

Al realizar un análisis valorativo de los resultados obtenidos a través de los indicadores y dimensiones medidos, se puede expresar que existen importantes transformaciones en el aprendizaje del contenido químico en relación con el ambiental en los educandos, ya que se elevó el nivel de aplicabilidad e interrelación de dichos contenidos, así como la motivación por identificar, definir y explicar las situaciones químicas que propician problemas ambientales, lo que contribuyó a mejorar el conocimiento de las reglas de nomenclatura y notación química, la clasificación de las sustancias y el análisis de su estructura, propiedades y aplicaciones para la interpretación de sus efectos sobre la vida del hombre.

Del mismo modo que los conocimientos permitieron resolver tareas con diferentes



niveles de complejidad y la búsqueda de estrategias para su solución desde lo cognitivo-afectivo y valorativo, los estudiantes mostraron mayor motivación por su aprendizaje, su autocontrol, sus expectativas, y establecieron relaciones significativas entre lo químico y lo ambiental.

Tabla 1 Resultados obtenidos en los indicadores para el pre-test y pos-test

Indicadores	Test	CATEGORÍAS					
		Alt	%	Medio	%	Bajo	%
1. Nombrar, formular y clasificar sustancias químicas.	Pre-test	3	10,0	5	16,6	22	73,3
	Pos-test	24	80,0	5	16,6	1	3,3
2. Relacionar las aplicaciones de las sustancias químicas con problemas del medio ambiente.	Pre-test	-	-	7	23,3	23	76,7
	Pos-test	23	76,7	5	16,6	2	6,6
3. Relacionar los problemas ambientales con las sustancias químicas y sus propiedades.	Pre-test	-	-	6	20,0	24	80,0
	Pos-test	21	70,0	7	23,3	2	6,6
4. Utilizar la relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias como vía para determinar causa-efecto en la contaminación química.	Pre-test	-	-	5	16,6	25	83,3
	Pos-test	21	70,0	6	20,0	3	10
5. Explicar los problemas ambientales relacionados con las sustancias químicas y el entorno ambiental a partir de la relación estructura- propiedades-aplicaciones propiedades-aplicaciones.	Pre-test	-	-	6	20,0	24	80,0
	Pos-test	18	60,0	10	33,3	2	6,6
6. Aplicar estrategias desde el conocimiento químico para contribuir a la identificación de situaciones ambientales.	Pre-test	-	-	7	23,3	23	76,7
	Pos-test	22	73,3	6	20,0	2	6,6

Fuente: Elaboración propia de los autores (pruebas pedagógicas)

Conclusiones

La valoración científica de los resultados alcanzados en la investigación a través del experimento pedagógico corrobora la hipótesis de que la implementación de una metodología, para el tratamiento contextualizado al contenido ambiental desde la asignatura Química en el nivel educativo preuniversitario, que refleje la dialéctica entre la esencia compleja del contenido



y su concreción contextual, favorece el aprendizaje de los educandos.

El tratamiento interrelacionado de los conocimientos químicos con los ambientales a través de la relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias químicas permite una actuación coherente del educando respecto a los problemas ambientales que se suceden en la actividad química social.

Referencias bibliográficas

- Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, 29(1), 21-54. doi: 10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686
- Fernández, J., Elórtogui, N., Pérez, J., & Rodríguez, F. (2012). *Reacciones químicas*. Grupo Blas Cabrera Felipe.
<https://www.grupoblascabrera.org/webs/ficheros/02%20Unidades/Reacciones%20quimicas.pdf>
- Hedesa, Y. (2015). *Didáctica y currículo de la Química*. Pueblo y Educación.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw-Hill Interamericana S.A.
- Jerez, B., & Piñeiro, E. (2022). Fundamentos epistemológicos del tratamiento de los problemas ambientales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Química (Revisión). *Revista Granmense de Desarrollo Local (REDEL)*, 6, 211-233.
- Lay, I. (2018). La educación ambiental una metodología para potenciar el desarrollo en la comunidad. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 6, 32.
<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/06/educacion-ambiental-comunidad.html>
- Lugo, A. C., Álvarez, C., & Estrada, C. (2021). Una metodología para fortalecer la educación ambiental. *Mendive. Revista de educación*, 19(2), 476-492.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-76962021000200476&script=sci_abstract&tlng=pt
- Michell, M. C., & Castillo, M. M. (2017). La relación estructura –propiedad- aplicación de las sustancias químicas. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(3), 101-105.
<https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/838>
- Ministerio de Educación. (2016). *Plan de estudio de la Educación Preuniversitaria*. Pueblo y Educación.



- Piñeiro, E., Torres, V. E., & Moreno, J. C. (2020). Sistema de ejercicios diferenciados en la Química General I. *Revista Granmense de Desarrollo Local (REDEL)*, 4, 166-180.
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1247>
- Rosabal, R., Rodríguez, Y., Torres, V., Lao, L., & Pérez, G. (2022). La construcción del contenido químico en relación con la dimensión ambiental en el nivel preuniversitario. *Conrado*, 18(4), 528-536.
- Sosa, P. (2015). El largo y sinuoso camino de la Química. *Educación química*, 26(4), 263-266.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2015000400263&script=sci_arttext
- Suger, D. (2020). *Qué es la química y los compuestos químicos*.
<https://www.galileo.edu/fabiq/historias-de-exito/que-es-la-quimica-y-los-compuestos-quimicos/>
- Tía, M. L. (2014). *Metodología para el tratamiento de las reacciones químicas en la Educación Técnica y Profesional* [Tesis de Doctorado, Universidad de Ciencias Pedagógicas Blas Roca Calderío]. Granma.
- Torres, V. E., Tía, M. L., Pérez, G., & Peneque, M. R. (2022). El proceso de enseñanza-aprendizaje: lógica, dinámica y estimulación del aprendizaje. *Santiago*, (157), 86–100.
<https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/5453>
- Vidal, R. (2012). *La actividad práctico experimental de contenidos de Química con el apoyo del software educativo en la formación inicial de profesores de Biología- Química de la Educación Media. Una estrategia didáctica* [Tesis de Doctorado, Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona]. La Habana.

