

**La relación estructura-propiedad-aplicación en las actividades
práctico-experimentales de Química**

**Structure-Property-Application Relationship in Practical-Experimental
Activities in Chemistry**

Leyanis Rodríguez-Betancourt
leyanisrb@sma.unica.cu

Erismelkys Espinosa Castillo
erismelkys@sma.unica.cu

Gerardo Martínez Jiménez
gerardomj@sma.unica.cu

Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez

Resumen

La Química como disciplina, contribuye al desarrollo del pensamiento causal en los estudiantes, definiendo como idea rectora la relación estructura-propiedad-aplicación de las sustancias debido a su carácter integrador. Las actividades práctico-experimentales constituyen un escenario favorable para el desarrollo del pensamiento causa-efecto en los estudiantes ya que se manifiesta la interacción directa del principio teoría-práctica en la explicación del por qué el resultado obtenido. No obstante, en la práctica educativa se han detectado deficiencias en la manera de cómo los estudiantes asumen la relación causal en función de la explicación e interpretación de los fenómenos. Se presenta un proceder a seguir desde el punto de vista metodológico, y se enfatiza en la importancia y necesidad de asumir esta posición en Química.

Palabras clave: actividad práctico-experimental, estructura-propiedad-aplicación, relación causa-efecto

Abstract

The Chemistry subject contributes to the development of cause-thinking in the students, having as a guiding idea the structure-property-application of substances due to its comprehensive character. Practical-experimental activities constitute a favorable moment for the development of cause-effect thinking in the students so that the theory-practice principle shows the

Resultado del proyecto de investigación *La dirección de la enseñanza y el aprendizaje en las Ciencias Naturales desde la concepción de formación práctico experimental* asociado al programa Nacional: *Formación práctico-experimental de los estudiantes de preuniversitario*.

Recibido: 2 de febrero de 2016

Aprobado: 22 de agosto de 2016

direct interaction in explaining the result obtained. However, in the educational practice some deficiencies have been detected mainly in the way the students interpret the cause relationship in order to explain and interpret the phenomena. A methodological procedure to be followed is presented as well as the importance and necessity of holding this position in Chemistry.

Keywords: cause-effect relationship, practical-experimental activity, structure-property-application

Introducción

El vertiginoso desarrollo y crecimiento de la sociedad cubana se acrecienta por la necesidad que tiene el hombre de profundizar cada vez más en los conocimientos que se tienen acerca de la naturaleza y su comportamiento, razón por la cual el contenido de las Ciencias Naturales constituye una parte importante de la formación integral de los educandos desde edades muy tempranas. Dentro de las llamadas Ciencias Naturales, un lugar destacado lo ocupa la Química que se encarga del estudio de las sustancias, su composición, estructura, transformaciones y mecanismos mediante los cuales estas se verifican, con el objetivo de comprender y explicar su comportamiento para finalmente ser aplicados como fuerza productiva en la mayoría de los sectores sociales observándose una aplicación efectiva y práctica.

La adquisición de los conocimientos químicos no deben quedar relegados solamente a lo que se observa, sino que se debe buscar la causa del fenómeno en la esencia, por lo que el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos de la Química se sustenta en las relaciones causales que se establecen entre la estructura, las propiedades, y las aplicaciones; esta constituye la esencia para la explicación de los diferentes hechos y fenómenos que ocurren en la naturaleza y la sociedad.

Se trata de incorporar al estudio de la Química la necesidad de conocer las sustancias químicas, la motivación por su conocimiento y su utilidad para responder a las necesidades individuales y concretas de la sociedad. Esto se materializa en las aplicaciones y propiedades que poseen las sustancias, para enfatizar en la estructura como causa primaria de análisis. Además se inserta en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la dialéctica del contenido de la ciencia, teniendo en cuenta los adelantos científico-técnicos.

La Química como disciplina, contribuye al desarrollo del pensamiento causal al definirse como idea rectora la relación causal estructura-propiedad-aplicación de las sustancias debido al carácter

sistematizador e integrador de los contenidos. Su utilización favorece la explicación de hechos y fenómenos desde el punto de vista químico, para facilitar la resolución de problemas profesionales en la rama donde se desempeñen. En este sentido, las actividades práctico-experimentales en Química constituyen un escenario favorable para el desarrollo del pensamiento causal estructura-propiedad-aplicación, al interactuar directamente con las propiedades o manifestaciones externas de las sustancias y sus transformaciones; en la búsqueda de sus causas, o sea, para penetrar en la esencia del fenómeno ocurrido.

Para ello, el estudiante debe pensar analíticamente en función de asumir una actitud de constante razonamiento y búsqueda de la verdad, de toma de decisiones, alternativas y de ser operativo ante lo ocurrido. Por esta razón, la adquisición de conocimientos químicos no queda al margen solamente de lo que se observa sobre la manifestación del fenómeno, sino que se busca la causa de lo observado internamente. Es por ello que el estudio de la Química se sustenta en una doble relación causa-efecto que se establece entre la estructura-propiedad y propiedad-aplicación y esta constituye la idea rectora principal en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química.

La importancia del artículo está en evidenciar la necesidad del cumplimiento de una de las siete ideas rectoras, definidas para la enseñanza-aprendizaje de la Química por la Subcomisión Nacional de Planes y Programas de Química del Instituto Central de Ciencias Pedagógicas, en diciembre de 1987: “Las aplicaciones de las sustancias están condicionadas por sus propiedades y, estas a su vez, por su estructura química” (Hedesa, 2013, p.50). Esta idea debe ser explicada, aplicada, analizada, comprendida y valorada en las clases de Química y específicamente en la realización de las actividades práctico-experimentales.

En relación con lo anterior se han observado en la práctica escolar, durante la conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, las siguientes insuficiencias: a los estudiantes no se les entrena el pensamiento para que logren explicar el pensamiento causal; hay dificultades en el dominio de conceptos de esencia relacionados con la estructura para el establecimiento de las relaciones causales en el desarrollo de las actividades práctico-experimentales; deficiente utilización del método problémico y problemas experimentales donde el estudiante tenga que explicar situaciones propias de su especialidad mediante el pensamiento causal; y existen limitaciones al explicar la esencia del hecho o fenómeno a partir de lo observado y descrito en las actividades práctico-experimentales.

Estas y otras insuficiencias identificadas en el transcurso de la práctica escolar permiten proponer a la comunidad científica un procedimiento metodológico para el establecimiento de las relaciones causales estructura-propiedad-aplicación en las actividades práctico-experimentales de Química.

En la confección del escrito científico se revisaron los diferentes programas de disciplina y programas de asignatura de Química Inorgánica I, en la carrera de Biología-Química de segundo año; Química Orgánica en Agronomía primer año y Química Aplicada en Construcción Civil de primer año, todos del curso diurno, en función de lograr desde el punto de vista metodológico el desarrollo del pensamiento causal estructura-propiedad-aplicación específicamente en las actividades práctico-experimentales.

La muestra fue seleccionada de forma intencional no probabilística, por los autores que desarrollan su labor pedagógica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. El resultado que se ofrece constituye una experiencia investigativa en la realización de las tesis de maestría y doctorado de dos de los autores, asociados al proyecto de investigación nacional: “La formación práctico-experimental en las Ciencias Naturales del preuniversitario”. Se utilizaron diferentes métodos y técnicas del nivel teórico, empírico y matemáticos para el análisis y comprensión de los resultados obtenidos.

Desarrollo

Es conocido que entre los años 2000 y 2008 aproximadamente, la Química sufrió severas adecuaciones en el currículo de la Secundaria Básica, quedando reducida a una asignatura llamada Ciencias Naturales. Consistía en una integración de contenidos por unidades de Biología, Química, Geografía y Física. La insuficiencia fundamental estuvo en que los estudiantes recibían la asignatura mediante videoclases o teleclases pero esto no era suficiente para apropiarse del método y no hacían las actividades práctico-experimentales por la carencia de los laboratorios de Química, reactivos y útiles.

El estudio de esta disciplina comienza en octavo grado, concluye en el último grado de la enseñanza preuniversitaria o en la enseñanza técnico-profesional y, en muchos casos, se extiende a la enseñanza superior. Tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante; además constituye una vía fundamental para la adquisición de

conocimientos, la comprensión e interpretación de hechos y fenómenos de la vida cotidiana, así como la asunción de normas de comportamiento y valores.

En el proceso de asimilación del conocimiento de la Química se produce la utilización de procedimientos, estrategias de aprendizaje que conducen a la formación de habilidades generales propias de la asignatura como observar, comparar, clasificar, nombrar, formular, predecir, describir, montar aparatos, entre otros y operaciones tales como: el análisis, la síntesis, la abstracción, la generalización y la experimentación.

La adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades prácticas o manipulativas en Química contribuyen gradualmente al desarrollo del pensamiento reflexivo en los estudiantes; permiten descubrir el camino de la verdad, la formación de intereses cognoscitivos y la motivación necesaria para realizar las tareas de aprendizaje, siempre que estén bien planificadas y orientadas. Por esta vía se conduce a los estudiantes para responder interrogantes como las siguientes: “¿Qué permite usar una sustancia de cierta manera y no de otra?, ¿cuáles propiedades de las sustancias facilitan su utilización con determinados fines?, ¿de dónde surgen las propiedades de las sustancias?, ¿cómo obtener las sustancias que se necesitan?, ¿cómo transformar una sustancia en otra?” (Estrada, 2002, p.11).

En la búsqueda teórica de fundamentos para el tema que se presenta, se ha identificado un grupo de autores que han trabajado la temática desde otras áreas del conocimiento ya que el pensamiento causal no es privativo de la Química, pero sí la relación estructura-propiedad-aplicación. Según Estrada (2002), entre los antecedentes científicos de este tema se destacan:

D. M. Kirushkin. y B. C. Polosin. (1970), hacen énfasis en la relación de la química con la vida y la formación de la concepción científica del mundo, recomiendan una profundización de los conceptos del sistema de conocimientos “estructura de la sustancia” (...) Junto a S. G. Shapovalenko. (1986), expresan la necesidad del conocimiento de la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias, mencionan la dependencia causal (...), pero no ofrecen modos de actuación, ni ningún otro tipo de recomendación que facilite la actividad del maestro en el proceso de formación de estos conceptos interrelacionados. T.V. Smirnova. (1982), plantea la necesidad del establecimiento de las relaciones causales, dentro del carácter dialéctico materialista del proceso de conocimiento de la naturaleza, sienta las bases para el análisis filosófico de la relación estructura-propiedad, el cual no llega a desarrollar

plenamente, ni realiza el análisis de su nexo con las aplicaciones de las sustancias. N.E. Kuznetzova. (1984), profundiza, en el papel del estudio de los conceptos de la estructura en la formación de la concepción científica del mundo y en el cuadro químico de la naturaleza, relacionando los contenidos químicos con los filosóficos, concede gran importancia a la clasificación de las sustancias de acuerdo a su composición y estructura (Estrada, 2002, p.19).

Ponjuan, Blanco & Novoa (1979), Lara (1986), y León (1991), entre otros, han analizado la estructura, las propiedades y las aplicaciones de forma aislada, donde unas dependen y otras no, y algunos no tienen en cuenta los rasgos de la estructura de las sustancias, su composición y de cómo se organizan las especies químicas. Después de un análisis general en los clásicos, se concluye que han aportado elementos valiosos en cuanto a su relación y algunos desde el punto de vista del pensamiento causal que se entiende por el desarrollo de la capacidad de encontrar y explicar los nexos causales que existen objetivamente entre los objetos y fenómenos. El desarrollo del pensamiento causal es uno de los componentes fundamentales que intervienen en el desarrollo general del pensamiento de los estudiantes.

Tener presente la relación estructura-propiedad-aplicación en las actividades práctico-experimentales de la Química, constituirá el substrato ideal para contribuir al desarrollo del pensamiento causal en los estudiantes. Esta es una relación causal irreversible, única y de cadena, con jerarquía causal determinada por la función que tiene la estructura en la tríada antes mencionada. La sustancia se organiza estructuralmente por niveles lo que provoca cadenas de nexos causales internos e integrados y entre las propiedades y las aplicaciones existe multiplicidad de causas originado por un efecto.

La importancia de establecer correctamente esta relación está en la necesidad imprescindible de que el estudiante la comprenda y domine los conceptos estructura, propiedades y aplicaciones para explicar los nexos causales establecidos entre ellos. La mayoría de los estudiantes realizan las actividades práctico-experimentales por la mera satisfacción de hacerla sin un razonamiento inteligente, por cumplir la técnica operatoria; en muchos casos la realizan bien, pero no saben el por qué les dio ese resultado, su justificación. Mencionan la dependencia causal de la estructura-propiedad-aplicación, pero no ofrecen modos de actuación, ni ningún otro tipo de recomendación que facilite la actividad en el proceso de formación de estos conceptos interrelacionados.

Diferentes psicólogos coinciden en que el pensamiento causal es uno de los componentes fundamentales para intervenir en el desarrollo general del pensamiento del ser humano. El factor esencial de la causalidad científica, en tanto sustento teórico y explicativo en la realidad, implica que todo lo ocurrido en la naturaleza tiene una causa científica-explicativa, generadora de desarrollo, evolución y contradicción, a la vez que responde a hipótesis lógicas formuladas por el mismo ser humano.

En el caso de la Química el estudiante será capaz de interiorizar la actividad práctico-experimental a partir de la relación estructura-propiedad-aplicación teniendo pensamiento de causa-efecto que permita la explicación científica del comportamiento general de las sustancias involucradas y su producto. Aquí se tendrán en cuenta los diferentes métodos científicos para realizar una buena actividad a partir de este criterio: analizarlo de lo general a lo particular, delimitar lo abstracto de lo concreto, dominar la teoría para su comprobación en la práctica y buscar la veracidad del resultado.

Se concibió la actividad práctico-experimental como un sistema de tres tipos de experimentos fundamentales en Química: demostración, experimento de clase y práctica de laboratorio. Esto garantiza que los estudiantes alcancen una formación práctico-experimental al terminar los estudios de las disciplinas químicas. Se asume como formación práctico-experimental:

Un estado dinámico del desarrollo de la personalidad del sujeto que supone una forma de pensar y de actuar respecto al análisis de situaciones y la solución de problemas prácticos y/o experimentales en función de comprender y explicar los hechos, procesos y fenómenos de la naturaleza y la vida en permanente contrastación con la teoría existente (Castillo, Yera, Cárdenas, Martínez, Rodríguez, & Cruz, 2015, p.25)

La consolidación de lo anterior en función de la relación estructura-propiedad-aplicación teniendo un pensamiento de causa-efecto en la actividad práctico-experimental, se identifica con las acciones que realiza el estudiante para ejecutarla. Primeramente, responde a un objetivo y tiene implícito el sistema operacional que se cumple en orden lógico y en correspondencia con normas y regulaciones que rigen la práctica educacional. En su desarrollo se interrelacionan un conjunto de habilidades que comienzan “cuando una vez adquiridos los modos de actuación, se ejercita la habilidad en formación, en la cantidad necesaria y con la frecuencia adecuada, de forma tal que cada vez sea más fácil de reproducir” (Fiallo, 2001, p.80)

La Didáctica ha sistematizado las habilidades generales, específicas, intelectuales entre otras clasificaciones; aunque no es objetivo abordarlas en este trabajo, sí es oportuno dejar claro que para tener un pensamiento de causa-efecto en una actividad práctico-experimental a partir de la relación estructura-propiedad-aplicación, se deben tener en cuenta otras habilidades importantes como:

- 1- La observación del hecho o fenómeno en la actividad práctico-experimental.
- 2- La descripción del hecho o fenómeno en la actividad práctico-experimental.
- 3- La identificación de características esenciales del hecho o fenómeno en la actividad práctico-experimental.
- 4- La argumentación del hecho o fenómeno en la actividad práctico-experimental sobre la base de un conocimiento previo.
- 5- La exposición de ideas para la búsqueda de un camino científico que permita relacionarlo con la tríada.
- 6- La determinación de la causa-efecto del hecho o fenómeno en la actividad práctico-experimental.

La observación y la descripción son las primeras habilidades que se deben cumplir en toda actividad práctico-experimental; estas se relacionan mutuamente para llegar a la etapa final y emitir el resultado. Se asume la definición y operacionalización de la habilidad generalizada del nivel secundario de enseñanza *Explicar relaciones causales en hechos o fenómenos* como:

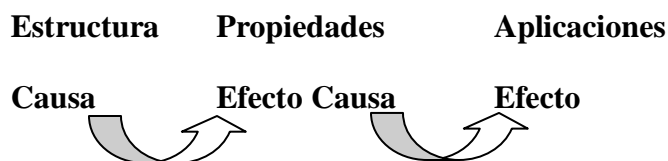
Determinación de la causa que se constituye en esencia de la ocurrencia del hecho o fenómeno y es ley causal, de la que el hecho o fenómeno deberá ser consecuencia lógica. Al hecho o fenómeno estar vinculado directamente con una determinada relación causal en esa ley es imprescindible encontrar su causalidad (Estrada, 2002, p.66).

Dicha autora considera la operacionalización de la habilidad a partir de:

- Observar el hecho o fenómeno, o recibir la información requerida.
- Describir lo observado, o el conocimiento que se tenga acerca del fenómeno.
- Identificar las características esenciales del hecho o fenómeno (proceso de abstracción que deviene de la interpretación de la tarea que implica un problema).

- Establecer y argumentar suposiciones (elaborar hipótesis que consideren relaciones causales encontradas y revelen la esencia del fenómeno o hecho).
- Solucionar el problema (demostrar hipótesis explicativas a partir del planteamiento de la causa real y la derivación de sus consecuencias o efectos). (Estrada, 2002, p.66)

Se considera que aunque lo anterior se refiere a la Secundaria Básica, la lógica del razonamiento se ajusta para cualquier nivel de enseñanza porque trata sobre un principio de la Química y de la justificación de entrenar al estudiante a tener un pensamiento causal a través del cumplimiento de una serie de habilidades (operaciones-acciones) que inciden positivamente en el modo de actuación consciente y responsable. Estrada (2002), representa la relación causal estructura-propiedad y la relación causa-efecto propiedad-aplicación, como sigue:



El esquema representa la relación estructura-propiedad-aplicación; se analiza en primer lugar la relación estructura-propiedad (causa que lo provoca y origina) y luego se revisa la correspondencia propiedad-aplicación (efecto como resultado). La tríada expuesta no es absoluta y se considera que en la propiedad, se observa conjuntamente la relación efecto-causa, aunque toda sustancia tenga determinada propiedad depende de su estructura para ser utilizada con determinados fines (aplicación).

El estudio de la relación causal propicia el diseño del siguiente procedimiento metodológico para el establecimiento de las relaciones causales estructura-propiedad-aplicación en las actividades práctico-experimentales de Química:

1. Preparación previa de la actividad a desarrollar:

- Deben conocer el tema a tratar. ¿De qué se está hablando?
- ¿Cuál es la importancia de la actividad práctico-experimental a realizar?
- Se debe conocer el objetivo que se persigue con la actividad práctico-experimental.

- Demostrar dominio del sistema de conocimientos y habilidades a desarrollar en la actividad práctico-experimental.
 - Dominar la estructura, propiedades y aplicaciones de las sustancias objeto de estudio.
 - Autovaloración del estudiante en la preparación para el desarrollo de la actividad práctico-experimental para detectar necesidades e insuficiencias.
2. Elaboración de hipótesis que revelen la relación causa-efecto entre estructura-propiedades y propiedades-aplicación a partir del objeto de estudio.
- Determinar qué conocimientos empíricos y teóricos deben ser utilizados por los estudiantes para resolver la situación problemática.
3. Observación detallada de las características externas o de las manifestaciones del hecho o fenómeno (propiedades) a estudiar en la actividad práctico-experimental.
- Detallar y enfatizar en las características externas e internas del hecho o fenómeno en la actividad práctico-experimental.
4. Descripción acertada de las manifestaciones externas (propiedades) del hecho o fenómeno objeto de estudio en la actividad práctico-experimental.
- Valorar la observación detallada a partir de las características externas e internas del hecho o fenómeno mostrado en la actividad práctico-experimental.
5. Identificación de las características esenciales del hecho o fenómeno manifestadas en la actividad práctico-experimental.
- Seleccionar efectivamente las que aportan al método científico.
6. Exposición de ideas que constituyan premisas para relacionar las características esenciales de las manifestaciones del fenómeno con las características estructurales que motiven su aparición (teoría).
7. Determinación de la causa específica relacionada con la estructura de las sustancias referida con el hecho o fenómeno que responda a la hipótesis formulada.
8. Determinación de las relaciones esenciales entre la estructura-propiedad-aplicación en el hecho o fenómeno acontecido en la actividad práctico-experimental.

9. Explicación correcta de la esencia de los resultados obtenidos a través de la relación estructura-propiedad-aplicación que demuestre solidez en los conocimientos.
10. Elaboración de esquemas lógicos, tablas, gráficos, entre otros que muestren las relaciones causales que facilite la comprensión de los resultados obtenidos en la actividad práctico-experimental.
11. Valoración general de la actividad práctico-experimental.
12. Evaluación de la actividad práctico-experimental desarrollada. (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación).

El procedimiento descrito puede incorporarse a partir de la propia autosuperación del docente y mediante otros niveles del trabajo metodológico que se desarrolla en la escuela. Constituye una metodología de trabajo cuando se desarrolla una actividad práctico-experimental en función del pensamiento causal de la relación estructura-propiedad-aplicación. Ello es condición didáctica de partida para mantener un enfoque coherente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química.

El empleo de dicho procedimiento metodológico garantiza el cumplimiento de los objetivos generales de la Química por los estudiantes en cualquier nivel de enseñanza, entre otros: la formación de una concepción científica del mundo, la adquisición y aplicación independiente de los conocimientos desde el desarrollo de un pensamiento creador, causal y estimulador, hasta el logro del vínculo de la Química con la vida, el desarrollo de una educación politécnica y laboral, el interés y amor por la ciencia, la sistematización, integración y consolidación de los contenidos relacionados con el estudio de las sustancias y las reacciones químicas a través de la explicación y valoración de su estructura-propiedad-aplicación.

La introducción en la práctica educativa procedimiento metodológico diseñado fue un reto para los autores del artículo; se precisaron diferentes acciones para la preparación del resto de los docentes en las carreras, se explicitaron en los programas de la formación de pregrado, en la preparación de la asignatura (diseño de las prácticas de laboratorio, conferencias, clases prácticas y seminarios), se elaboraron materiales complementarios y consultas para el trabajo en el laboratorio de Química, entre otras. La propuesta se implementó en el primer y segundo semestre del curso escolar 2014-2015.

De esta manera se introdujo en los contenidos de las disciplinas del plan de estudio, así como en el resto de las disciplinas químicas que integran el currículo base y propio de las carreras citadas. Además se comenzó a introducir en el Curso de Formación de Maestros de Nivel Medio especialidad Biología-Química, en la asignatura Química General.

La propuesta diseñada fue valorada como adecuada en el nivel de aceptación entre los docentes en ejercicio que integran el Colectivo de Disciplina de Química. Ellos expresan que en todas las clases de Química se puede utilizar el procedimiento metodológico, con énfasis en la realización de las prácticas de laboratorio y en la elaboración de su informe. También plantean que contribuye a una dirección más acertada del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química y en particular al desarrollo del pensamiento causa-efecto.

Se comprobó en los estudiantes que se avanza a un mejor desarrollo cognitivo al tener presente estos procedimientos para relacionar la estructura-propiedad-aplicación a través del pensamiento causa-efecto en el desarrollo de las actividades práctico-experimentales donde adquirieron conocimientos y un proceder práctico-manipulativo-intelectual al tener que utilizar conocimientos teóricos en el trabajo con las sustancias, los útiles, los equipos, los aparatos, entre otros, en la búsqueda de la explicación del por qué el hecho, de la verdad.

Conclusiones

La necesidad que ha tenido el hombre del conocimiento de la génesis de las propiedades de las sustancias para obtener otras con las propiedades deseadas y utilizarlas en su beneficio personal, encontró su basamento en la relación causal estructura-propiedad-aplicación de las sustancias, lo que influyó decisivamente en el desarrollo de la ciencia química y de la técnica. El pensamiento causal en la Química para la relación estructura-propiedad-aplicación en las actividades práctico-experimentales constituye una vía científica que contribuye al perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. El procedimiento metodológico propuesto fue pertinente y efectivo en la muestra que se aplicó, donde se observaron cambios en el modo de actuación de los estudiantes y en cuanto a la motivación que mostraban al conocer la causa del resultado obtenido.

Referencias bibliográficas

Castillo, M., Yera, A., Cárdenas, J. R., Martínez, G., Rodríguez, G. & Cruz, M. (2015). *La dirección de la enseñanza y el aprendizaje en las Ciencias Naturales desde la concepción de formación práctico experimental*. Informe de investigación del proyecto asociado al Programa

Nacional: “Formación práctico-experimental de los estudiantes de preuniversitario”. Ciego de Ávila: Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”. (Material inédito)

Estrada, F. (2002). *La relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias y el desarrollo del pensamiento causal en la Química de secundaria básica*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas Holguín.

Fiallo, J. (2001). *La interdisciplinariedad en el currículo: ¿Utopía o realidad educativa?* Teresina-Piaví: Universidad Estatal de Piaví. UESPI, mar.

Hedesa, Y. (2013). *Didáctica de la Química*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Lara, A.R. (1986). *Química General*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

León, R. (1991). *Química General Superior*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Ponjuan, A., Blanco, J. & Novoa, J. (1979). *Química Inorgánica*. Tomos I y II. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.