

Tareas experimentales de la química general para contribuir a la formación inicial del ingeniero mecánico

Experimental Tasks of General Chemistry to Contribute for the Initial Formation of Mechanical Engineer's

*MSc. Luis Álvaro García-Argüelles, Dr. C. Reymundo Escobar-Lorenzo,
Dr. C. Francisco Luis López-Medina*

lgarcia@facing.uho.edu.cu

Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", Holguín, Cuba

Recibido: 10 de septiembre de 2015

Aprobado: 13 de diciembre de 2015

Resumen

La formación integral de un Ingeniero Mecánico competente para el desempeño profesional es uno de los objetivos fundamentales de la Educación Superior en la actualidad. En la búsqueda de este propósito se ha comprobado la efectividad de tareas experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química general, que facilitan la integración de conocimientos teóricos y prácticos de las diferentes disciplinas de la carrera. En este artículo se plantean las exigencias para la determinación de las tareas así como la estructura de las mismas, lo que permite potenciar la comprensión y producción de conocimientos, de manera que sean significativas para el modo de actuación del profesional. La aplicación práctica de la propuesta ha favorecido el desarrollo de habilidades experimentales así como la motivación hacia la carrera en los futuros profesionales.

Palabras clave: tareas experimentales, habilidades experimentales, enfoque investigativo, ingeniero mecánico.

Abstract

The integral formation of a qualified mechanical engineer for the professional's performance is today one of the fundamental goals of Higher Education. In the search of this purpose, has been proven the effectiveness of the experimental tasks for the teaching and learning process on General Chemistry that facilitates the integration of theoretical and practical knowledge from different subject of the career. In this article, the requirements for the selection of the tasks are stated, as well as, their structure, what allows it to reinforce the understanding and production of knowledge, so that they are significant for the professional's performance. The practical application of the proposal has favored the development of experimental abilities as well as the motivation toward the career in the future professional.

Keywords: experimental tasks, experimental abilities, focus investigative, mechanical engineer

Introducción

El desarrollo actual de la humanidad ha generado la necesidad de crear en las universidades una carrera que esté acorde con las exigencias sociales contemporáneas, cuyo profesional se prepare para dar solución a diferentes problemáticas dentro de su rama con un carácter socio-transformador y con respeto al cuidado del medio ambiente. Esto requiere desde una sólida formación tanto en el ciclo básico como en las ciencias aplicadas de la profesión. Por tanto, se hace necesario darle al proceso formativo un carácter de integración dentro de las asignaturas y disciplinas de la carrera.

En este sentido la asignatura Química general, desde el punto de vista utilitario en Ingeniería Mecánica, tiene una gran responsabilidad, pues en ella se imparten conocimientos que resultan precedencia obligatoria en las asignaturas correspondientes a las ciencias de la ingeniería. Esta tiene como objetivo fundamental proporcionar los conocimientos, conceptos, leyes y teorías relacionadas con la estructura y cambios que experimentan las sustancias del mundo material. Esta juega un papel fundamental en el desarrollo de habilidades en el trabajo científico vinculando al estudiante desde el primer año a partir del trabajo experimental y el empleo de técnicas e instrumental de laboratorio.

La revisión bibliográfica realizada permite determinar que son múltiples las investigaciones que abordan aspectos relacionados con la actividad experimental. Entre los autores nacionales y extranjeros que han tratado la temática: Goh [1], Blanco [2], Herrero [3], Arellano [4], Marcheco [5], Pérez [6], Hedesa [7] y Domingo [8]. Estos autores han abordado el tema desde diferentes aristas, realizando aportes en los diferentes niveles de enseñanza, los cuales constituyen la base de la presente investigación.

El empleo del método investigativo en las prácticas de laboratorio de Química general fue estudiado por Pilar Urquijo, quien, desde su posición de psicóloga, comprobó que posibilita la formación de las acciones intelectuales de análisis, reflexión y generalización [9] en el tratamiento específico del sistema de prácticas de laboratorio, como forma del experimento docente y de la clase, utilizando el enfoque investigativo. Pueden consultarse los resultados de los autores Cardero Naranjo y Vidal Castaño [10], para la carrera de Ciencias Naturales de la Universidad de la Habana, entre otros, cuyos resultados investigativos se toman como referente en esta investigación.

De la interpretación del diagnóstico realizado a los estudiantes del primer año de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín, desde el curso 2009–2010 al 2013–2014, revisión de documentos de la carrera, tales como informes de evaluación para la acreditación del 2010, informe de ciencia y técnica correspondiente a los años 2005 al 2014, informes semestrales de los cursos 2009–2010 al 2013–2014, planes metodológicos de las disciplinas y departamentos, programa analítico de la disciplina integradora (2007), Plan de estudio del Ingeniero Mecánico, la observación a diferentes actividades desarrolladas por los estudiantes, entrevistas y encuestas a estudiantes y profesores que los dirigen en sus tareas investigativas, así como la experiencia de los autores en su labor de profesores universitarios permitió determinar las siguientes insuficiencias en la práctica:

- Predominio de la utilización de técnicas operatorias tradicionales en la actividad experimental de la Química general y pobre vínculo con la profesión de los futuros graduados.
- Insuficiente trabajo diferenciado en la actividad experimental y poca estimulación de la actividad independiente creativa, lo que limita el desarrollo de habilidades manipulativas e investigativas en el aprendizaje de los estudiantes.
- Insuficiente trabajo metodológico en el colectivo de carrera, departamento y disciplina para facilitar el aprendizaje de los estudiantes mediante la actividad experimental a partir de las relaciones interdisciplinarias.
- Insuficiente sistematización de la relación de los contenidos de la Química general con los procesos fundamentales de la Ingeniería Mecánica, limita la preparación de los estudiantes de la carrera para diagnosticar problemas vinculados con la profesión y proponer alternativas innovadoras para su solución.
- Es limitada la utilización de tareas experimentales vinculadas con los problemas profesionales del ingeniero mecánico, en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la Química general.
- No se aprovechan las potencialidades del currículo y los estudiantes en el diseño de aparatos o partes componentes de equipos para el desarrollo de las actividades experimentales.

En lo anteriormente planteado influyen las limitaciones en el desarrollo de actividades prácticas durante los estudios de la Química en la Enseñanza General Politécnica y

Laboral, de manera que no ha sido suficiente la manipulación de útiles, equipos y aparatos del laboratorio químico por los estudiantes. En la Educación Superior, para llegar a desarrollar habilidades experimentales, los estudiantes deben reconocer cada uno de los útiles, equipos y aparatos de la dotación por su descripción, así como por su función.

Esto revela la necesidad de crear nuevas estrategias para cumplir con las exigencias de la universidad y lograr un mejor profesional pudiendo contribuir a este fin la Química general, asignatura básica en los procesos de esta ingeniería.

El objetivo de este artículo es fundamentar el empleo de tareas con enfoque investigativo en la asignatura Química general para el desarrollo de habilidades experimentales en la formación inicial del ingeniero mecánico.

Fundamentación teórica

El proceso de enseñanza–aprendizaje tiene que lograr motivación en el estudiante a través de actividades planificadas, de forma tal que los ayude a consolidar e integrar los contenidos para mejorar sus actitudes y conductas ante la vida profesional. En el caso de los futuros profesionales de la Ingeniería Mecánica estas actitudes y conductas desempeñan un papel fundamental en su quehacer, por lo cual se hace necesario crear, desde la enseñanza de la Química general, un pensamiento creativo basado en una correcta concepción del mundo.

La aplicación del enfoque investigativo se facilita mediante un procedimiento que tenga en cuenta la utilización de las tareas experimentales. Estas desempeñan un papel fundamental en las diferentes formas organizativas del experimento químico docente y en el desarrollo de habilidades (lógicas generales, experimentales e investigativas), Machado [11].

Por otra parte Mancebo [12] señala que la tarea experimental constituye el tipo de experimento que se le plantea al estudiante, ellos elaboran el plan de su ejecución y lo realizan en la práctica, después de haber consultado la bibliografía necesaria para buscar los conocimientos que no poseen en ese momento. Esta forma de experimento tiene carácter independiente y creador.

La formación científica integral del alumno consiste en la preparación en los aspectos cognoscitivos y afectivos del trabajo científico y según el criterio de Borroto [13], está determinada por los conocimientos y habilidades generales de la ciencia particular, necesarios para el desempeño profesional en aras de satisfacer la demanda social; los

conocimientos y habilidades generales del trabajo científico necesarios para el desarrollo eficaz de la investigación científica y las cualidades de la personalidad que deben caracterizar al investigador científico en su sociedad, o sea, actitud científica.

En el proceso de formación de las habilidades experimentales desempeña un papel fundamental la tarea que se presenta a los estudiantes, considerada como el medio fundamental a través del cual se puede organizar el proceso de formación y desarrollo de las mismas con un carácter sistémico.

La tarea experimental es aquella que encuentra su solución mediante la transformación teórica del modelo del fenómeno químico en la experimentación real o virtual, que permite obtener, procesar y analizar la información decisiva para su solución y constituye, además, la dirección en que se proyectan las acciones prácticas, según Domingos [14]. Ella puede devenir problema experimental si el método de solución es desconocido por los alumnos, ya que necesitan para su solución de deducciones lógicas a partir de conocimientos teóricos y prácticos. La búsqueda de las vías de solución en un problema experimental resulta compleja, pues integra conocimientos teóricos y prácticos, así como habilidades generales y experimentales.

El control de los resultados alcanzados y del proceso de solución de las tareas por el profesor es decisivo, pero también constituye un elemento importante en el proceso de autocontrol del estudiante, así como el que se deriva de la interacción con los discípulos.

Las tareas experimentales pueden tener diferentes niveles de complejidad y estar relacionadas con el desarrollo de habilidades operacionales o técnicas que necesiten de reiteración para su consolidación, pero también pueden estar relacionadas con problemas químicos docentes donde la interrelación de los aspectos cualitativos, cuantitativos, teóricos y experimentales permiten buscar una solución adecuada.

Diferentes autores tratan de plantear como diferencia distintiva entre las tareas teóricas y experimentales, la solución de esta última a partir de la propia experiencia, al respecto Leyva [15] considera que la diferencia distintiva entre estos tipos de tareas consiste en que en la tarea teórica se trabaja con información tomada de la realidad por otra persona, que no es la que acomete la solución, esta información puede estar dada directamente en el enunciado de la tarea (tareas de enunciado cerrado) o puede ser el resultado de acotaciones y búsquedas durante el proceso de solución en manuales,

libros, tablas (tareas de enunciado abierto), pero nunca en la propia experiencia, en caso contrario la tarea experimental.

Las tareas experimentales pueden ser cualitativas o cuantitativas, a partir de la solución que se emplee, la información que se ofrezca, el procesamiento de la información y el control de las variables. En las cualitativas la información y las variables a controlar, relacionadas con el objeto químico, refieren aspectos tales como el cambio de color, desprendimiento gaseoso, formación o desaparición de precipitados e intercambio de energía con el medio, por otra parte no se realizan mediciones de magnitudes físicas, ni de cálculo para su solución. En el caso de las tareas cuantitativas, no excluyen lo cualitativo, sin embargo se requieren cálculos para su solución.

Para la clasificación de las tareas experimentales se proponen considerar las siguientes invariantes pedagógicas: objetivos, información, vías de solución, variables a controlar y objeto químico, las cuales tienen una interdependencia. En la clasificación referente a los objetivos, coincidimos con Rojas [16] en función de la información, variable y solución, estas pueden ser cualitativas y cuantitativas.

Por las vías de solución pueden ser: experimental, teórica o teórica-experimental. Las tareas que se resuelven por una vía experimental están relacionadas con la preparación para el laboratorio químico y estudio de técnicas experimentales nuevas; las que emplean una vía teórica, son aquellas dirigidas al estudio de determinados contenidos, donde se explica el experimento y se ofrecen los resultados, sin que el estudiante tenga que ejecutar la parte experimental; y las que su solución requiere de una vía teórico-experimental, se vinculan con determinados contenidos pero necesitan de la realización de la parte práctica.

El objeto químico en esta investigación será el objeto material e ideal sobre el que recaen las acciones experimentales y teóricas para la solución de las tareas. Está determinado por los conceptos más generales que sirven de líneas directrices en los programas de Química general: sustancia, reacciones químicas, disoluciones y el laboratorio como objeto de estudio.

Atendiendo al objeto químico las tareas experimentales, para la Química general, se pueden clasificar en:

1. Tareas vinculadas con la preparación que necesitan los estudiantes para el laboratorio, tales como la manipulación de útiles, la realización de determinadas operaciones, técnicas experimentales básicas y montaje y pruebas de aparatos.

2. Tareas relacionadas con propiedades de las sustancias químicas: identificación de sustancias, purificación de sustancias, obtención de sustancias, determinación de magnitudes físicas, determinación de fórmulas empíricas y moleculares.
3. Tareas relacionadas con las reacciones químicas: interpretación, comprobación y aplicación de las leyes, interpretación, determinación y aplicación de conceptos básicos, comprobación de la ocurrencia de las reacciones químicas mediante sus manifestaciones, comprobación y determinación de la energía involucrada en las reacciones.

Es mediante las habilidades que el estudiante lleva a la práctica los conocimientos, con el objetivo de solucionar las tareas que se le asignan; no obstante, el conocimiento es una premisa para el desarrollo de la habilidad. Por tanto, toda habilidad se manifiesta a partir de determinados conocimientos, estos a su vez se expresan concretamente en las habilidades relacionadas con la realización de determinadas tareas, es decir, en la actividad del sujeto Domínguez [17].

Lo expresado anteriormente muestra que las tareas, además de requerir del pensamiento divergente y estimular su desarrollo, requieren de habilidades que se desarrollan en situaciones abiertas. Las tareas experimentales exigen de conocimientos específicos y de habilidades manipulativas, de ahí que las habilidades intelectuales en los profesionales requieren de conocimientos científicos. Se forman y desarrollan a través de la ejercitación de las acciones mentales y se convierten en modos de actuación que dan solución a tareas teóricas y prácticas.

Por otra parte, para lograr el perfeccionamiento del contenido de enseñanza–aprendizaje de la Química general en la formación del Ingeniero Mecánico, de manera que esta contribuya a su preparación para la detección y solución de problemas profesionales en su contexto de actuación, resultó de utilidad los nodos cognitivos, que según Fiallo [18] son aquellos contenidos de un tema de una disciplina o asignatura, que incluye conocimientos, habilidades y los valores asociados a él y que sirven de base a un proceso de articulación interdisciplinario.

Para la selección de los nodos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

1. Principales problemas profesionales presentes en sus contextos de actuación.
2. Objetivos del modelo del profesional.

3. Particularidades del desarrollo socioeconómico del territorio holguinero como escenario fundamental de actuación.
4. Contenido de las disciplinas del Plan de estudio.
5. Establecimiento de relaciones entre contenidos de distintas áreas del saber.
6. Reflexión sobre el significado del contenido de aprendizaje para su desarrollo como sujeto y futuro profesional.
7. Manifestación del modo de actuación.

Estos criterios permitieron seleccionar como nodos cognitivos fundamentales: relación estructura–propiedades–aplicaciones de las sustancias, propiedades de los materiales de ingeniería y el proceso de transformación de sustancias químicas ociosas, los que constituyen elementos de esencia para la formación experimental de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Materiales y métodos

La lógica investigativa seguida exigió utilizar como métodos teóricos de investigación el análisis y la síntesis, para el procesamiento de la información del tema y el histórico–lógico en la determinación de las insuficiencias, regularidades y tendencias del proceso de enseñanza aprendizaje de la Química general en la carrera de Ingeniería Mecánica.

Como técnicas fundamentales para la búsqueda de informaciones se utilizaron las encuestas, entrevistas y análisis de documentos para el diagnóstico de las habilidades experimentales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química general, así como variadas técnicas estadísticas para el procesamiento de los datos obtenidos mediante la aplicación de las mismas.

Las tareas experimentales profesionalizadas permiten potenciar la comprensión y producción de conocimientos de Química general en los estudiantes de Ingeniería Mecánica, que sean significativas según el modo de actuación del profesional. Las mismas deben ser elaboradas teniendo en cuenta los criterios siguientes:

- Relación con los problemas profesionales que responden a la formación del ingeniero mecánico.
- Relación con los nodos cognitivos.
- Ofrecer datos e información de interés profesional.

- Necesidad de utilizar procedimientos experimentales para su solución.
- Elaboración en orden de complejidad para el desarrollo de habilidades experimentales con el vínculo de su profesión.
- Ofrecer la posibilidad de actualizarla, perfeccionarla y adecuarla a las características de los estudiantes y de su entorno sociocultural.
- Necesidad de un esfuerzo intelectual de los alumnos para la realización de la tarea.
- Actuación del alumno en calidad de sujeto de la actividad.
- Llevar implícito la necesidad de adquirir o aplicar un conocimiento a través de procedimientos ya conocidos o bien la necesidad de buscar nuevas vías para su adquisición.

Las tareas experimentales deben convertirse en el componente mediador que permita que el estudiante transite durante su aprendizaje desde elementos del conocimiento hasta contenidos generalizadores interdisciplinarios comprendidos en los nodos cognitivos. Esto supone que las tareas deben diseñarse de niveles inferiores a superiores de complejidad, lo cual se especifica en el objetivo de la misma.

Los problemas profesionales y los nodos cognitivos direccionan el alcance y profundidad de las tareas experimentales profesionalizadas. Esto permite considerar que las tareas experimentales deben contener en su estructura: problema profesional, nodo cognitivo, objetivo, contenido, orientaciones del profesor hacia el modo en que se va a desarrollar la misma, precisiones sobre la forma de presentación de los resultados, bibliografías que se sugiere consultar.

A continuación se presenta una propuesta de tareas experimentales profesionalizadas, a manera de ejemplo, que pueden ser utilizadas por los docentes en la asignatura Química general para el primer año de la carrera o en una asignatura Electiva del segundo al quinto año. Como parte de la preparación en los diferentes niveles organizativos del trabajo metodológico se debe enriquecer o adecuar esta propuesta, para lo cual se deben tener en cuenta los criterios planteados para la elaboración de las tareas, los objetivos de año, las particularidades del contenido y la caracterización de los estudiantes.

Tarea 1

Problema profesional: cumplir y hacer cumplir las leyes sobre protección y defensa de las instalaciones industriales y del medio ambiente.

Nodo cognitivo: proceso de transformación de sustancias químicas ociosas.

Objetivo: obtener óxido de cromo (III) a partir de la sustancia ociosa dicromato de amonio para usarlo como pigmento cerámico, valorando el papel del ingeniero mecánico ante los problemas de contaminación.

Contenido: en el taller de cromado de Empresa de Soluciones Mecánicas “Osvaldo Sánchez Cabrerías” (SOMECA) existe una cantidad apreciable de dicromato de amonio que por sus condiciones técnicas, no puede ser usado. A usted como ingeniero se le encarga la tarea de buscarle un destino final a esta sustancia de efectos perjudiciales para el medio ambiente. Además conoces que la fábrica de Cerámica Blanca utiliza el óxido de cromo (III) como pigmento:

- a) Proponga un procedimiento experimental para transformar el dicromato de amonio en óxido de cromo (III).
- b) Diseñe los aparatos necesarios para ejecutar las operaciones experimentales. (Este inciso puede quedar como trabajo independiente).

Orientaciones del profesor: relacionadas con las normas de seguridad al trabajar con reactivos, el cuidado de los útiles de laboratorio, la comprobación del montaje de los aparatos en sus conexiones, entre otros. Se le sugiere al estudiante que la forma de presentación sea mediante un informe escrito que incluya el diagrama de flujo y el diseño del aparato. Es útil, en este caso, aclarar que en esta reacción se debe descomponer térmicamente el dicromato de amonio, utilizando una bandeja, una chimenea y un filtro de tela fina, obtener el óxido de cromo (III), deshidratarlo a 250 °C por dos horas y se produce un color verde intenso que es el verde patrón de la cerámica.

Bibliografías:

- Alfonso Huanosta Tera: *Acercándonos a los materiales cerámicos*, volumen XIII, 2002.
- Margarita Villanueva Tagle: *Seguridad y protección en el laboratorio químico*, Editorial UH, 2013.

- *Química*. Raymond Chang disponible en <https://veroaguilazteno.files.wordpress.com/2011/08/quimica-general-raymond-chang.pdf>
- William D. Callister: *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales*, Editorial Reverté, S.A., 2000.

Tarea 2

Problema profesional: emplear el método científico de trabajo en su gestión profesional

Nodo cognitivo: propiedades de los materiales de ingeniería

Objetivo: identificar experimentalmente residuos plásticos mediante diferentes técnicas, contribuyendo al desarrollo del rigor científico en los estudiantes en la solución de problemas profesionales.

Contenido: en el taller de su centro de trabajo existen numerosos desechos plásticos (DP). Usted como ingeniero se le asigna la tarea de identificarlos para su reciclaje. Basado en sus propiedades, proponga un procedimiento experimental para lograrlo.

Se puede apoyar en las siguientes técnicas:

- a) Densidad respecto al agua.
- b) Ensayo a la llama.
- c) Comportamiento térmico.
- d) Propiedades mecánicas.

¿Qué importancia le confiere al reciclaje de los DP?

Orientaciones del profesor: relacionadas con las normas de seguridad al trabajar con reactivos, el cuidado de los útiles de laboratorio, la comprobación del montaje de los aparatos en sus conexiones, entre otros. Se le sugiere al estudiante que la forma de presentación sea mediante un informe escrito que incluya el diagrama de flujo y el diseño del aparato.

Bibliografías:

- Eleno Alfonso Brindis: *Propiedades básicas de los polímeros*, 2002, disponible en: <http://monografias.umcc.cu/monos/2002/Eleno%20Alfonso.pdf>

- L. Avendaño: *Iniciación a los plásticos. Centro Español del Plástico (CEP)*, Barcelona, España, 1992.
- Margarita Villanueva Tagle: *Seguridad y protección en el laboratorio químico*, Editorial UH, 2013.
- *Materiales plásticos*, disponible en: <http://www.edu.xunta.es/centros/iessantomefreixeiro/system/files/plastico.pdf>

Otras de las tareas investigativas que se le orientó fue diseñar un equipo para uno de los pasos en el proceso de obtención del pigmento cerámico en estrecha relación con las asignaturas Teoría de los mecanismos, del tercer año, y Diseño de Elementos de Máquinas, del cuarto año. Dadas las dificultades que presenta el lavado de un precipitado coloidal, desarrollaron diferentes variantes hasta alcanzar la más óptima en este proceso.

Tarea 3: Diseño de un aparato de lavado de precipitado

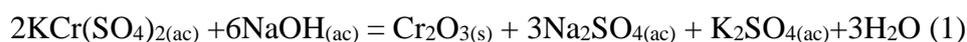
Problema profesional: diseñar sistemas afines con la profesión, a partir de la selección de los componentes comerciales apropiados y una adecuada integración sistémica.

Nodo cognitivo: relación estructura–propiedades–aplicaciones de las sustancias.

Objetivo: diseñar un aparato para el proceso de transformación de sustancias químicas ociosas, teniendo en cuenta la relación estructura–propiedades–aplicaciones.

Contenido: diseñar un aparato para el lavado de un precipitado que funcione por reboso con una entrada de agua por la parte inferior y la salida por la parte superior, de manera que la turbulencia del agua levante las partículas y la gravedad les haga sedimentar antes de llegar a la salida superior, que no consuma grandes cantidades de agua y que reduzca las pérdidas de sólido, con un sistema de descarga que permita la recolección del sólido lo más seco posible y sin pérdidas.

El lavador de precipitado es necesario para varias reacciones químicas, una de las cuales es la representada por la ecuación 1:



Orientaciones del profesor: relacionadas con aclaraciones necesarias durante la obtención de óxido de cromo (III), según la ecuación de la reacción anterior, para lo cual deben tener en cuenta que durante la misma se “obtiene un precipitado muy fino de óxido de cromo (III) ($\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s})$), que dificulta mucho el proceso de lavado y filtrado. Se

forman grumos muy grandes que impide que el agua de lavado penetre y arrastre los iones sulfatos que son perjudiciales para los pigmentos en cerámica, pues producen grietas que inutilizan la pieza horneada.

Durante el proceso de lavado debe mantenerse un control constante del pH que va disminuyendo por dilución y se considera terminado cuando el pH de las aguas de lavado es menor a 9, que es el parámetro permitido para vertimiento a alcantarillado, según norma cubana. Es de destacar que cuando el pH baja de 9 la concentración de sulfato es tan baja que no afecta los resultados del pigmento por lo que no es necesario hacer pruebas de presencia de sulfato en el sólido obtenido.

En la asignatura electiva a cada estudiante se le asignó una sustancia, en la que debe investigar, de forma independiente, los efectos que ocasiona tanto a la salud como al medio ambiente, así como las reacciones químicas para su conversión en un óxido no perjudicial y las operaciones experimentales que deben seguir para lograrlo. Antes de realizar la actividad experimental el estudiante valorará con el docente su propuesta de diagrama de flujo, técnica operatoria, e hipótesis, lo cual permitirá comprobar su preparación para la actividad y valorar el efecto que esta ha tenido en su desarrollo intelectual.

Bibliografías:

- Colectivo de autores: *Introducción a la corrosión y protección de metales*, Ediciones ENPES, 1987.
- *Diseño de elementos de máquinas I*, disponible en: www.eumed.net/libros-gratis/ciencia/2013/14/14.pdf
- Margarita Villanueva Tagle: *Seguridad y protección en el laboratorio químico*, Editorial UH, 2013.
- *Materiales complementarios de Química para Ingenieros*, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad Habana, 1986.

Resultados y discusión

La realización de las tareas experimentales permitió que los estudiantes sistematicen las habilidades experimentales, profundicen en los contenidos y refuercen los valores. Las tareas experimentales se concibieron en orden ascendente de complejidad, hasta llegar

al diseño de un aparato, que se relaciona con las asignaturas Teoría de los mecanismos, del tercer año, y Diseño de elementos de Máquinas, del cuarto año.

Para la evaluación de las habilidades experimentales se realizó su estructuración en acciones, se otorgaron puntos a cada una de esas acciones, a partir de considerar el tiempo, la independencia y el resultado, siguiendo una variante semejante a la lista de chequeo, pero de forma más flexible. La calificación final es una valoración del proceso y el resultado.

Las habilidades evaluadas estuvieron relacionadas con: modelar las reacciones químicas, proponer y adaptar los procedimientos experimentales de trabajo, realizar el experimento y explicar los resultados del mismo (acciones del método experimental).

Como principales resultados obtenidos al aplicar las tareas se pueden mencionar:

- Se logra la caracterización de cuatro (4) reactivos químicos ociosos, así como los procedimientos químicos para su tratamiento.
- La propuesta de un diseño del aparato de lavado de precipitado a partir de varias variantes que demostraron su evolución en la comprensión del proceso.
- Se mostró el desarrollo de la creatividad en las diferentes variantes que propusieron.
- Se logró la obtención de algunos óxidos y se realizaron pruebas de uso.
- Se comprobó el desarrollo de las habilidades relacionadas con modelar las reacciones químicas, proponer los procedimientos experimentales, adaptar procedimientos experimentales, realizar el experimento y explicar los resultados del experimento.
- La actitud asumida por los estudiantes para desarrollar las tareas, donde demostraron responsabilidad, honestidad y laboriosidad.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos en las tres etapas de aplicada la propuesta a una muestra de 70 estudiantes:

TABLA 1. PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS TRES ETAPAS DE APLICADA LA PROPUESTA

Habilidad	Resultados por tareas en porciento (%)		
	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Modelar las reacciones químicas	15	37	75
Proponer los procedimientos experimentales	10	43	68
Adaptar procedimientos experimentales	14	51	76
Realizar la actividad experimental	55	69	81
Explicar los resultados de la actividad experimental	23	48	87

Conclusiones

Al realizar las tareas experimentales se demostraron los procedimientos para la gestión de desechos peligrosos. Se logró diseñar un lavador de precipitado, lo que contribuyó al desarrollo de la interdisciplinaria y al vínculo con la profesión como ingeniero mecánico, así como potenciar la formación investigativa desde el trabajo experimental docente–investigativo de la Química como ciencia básica.

Se contribuyó al desarrollo de las habilidades propias de la investigación así como a la formación de valores y educación medioambientalista a través de algunas de las acciones de las tareas individuales asignadas, tales como:

- *Uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.*
- *Diseño experimental: se proponen los métodos, procesamientos y evaluación de la obtención y pruebas de uso de los óxidos y pigmentos cerámicos.*
- *Muestreo de materiales: se toman muestras de las sustancias que serán utilizadas en la obtención de pigmentos.*
- *Diseño mecánico: diseñar y montar aparatos mecánicos para obtener grandes cantidades de sustancias.*

- *Uso de la lengua materna en la expresión oral y escritura de un informe científico.*
- *Trabajo en grupos.*
- *Valores como responsabilidad, creatividad y solidaridad.*

Referencias bibliográficas

1. GOH, N. K., "Use Modified Laboratory Instruction for Improving Science Process Skill Acquisition", *Journal of Chemical Education*, 1989, 66(5), 430-432.
2. BLANCO, S. M., "Algunas consideraciones acerca del diseño de tareas para el aprendizaje", *Revista Pedagogía Universitaria*, 2007, IX(1), 96- 105.
3. HERRERO, H., MERINO, J. M., "Resolución de problemas experimentales de química una alternativa a las prácticas tradicionales", *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2007, 6(3). ISSN-e 1579-1513. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2470936>
4. ARELLANO, J., INSULSA, G., JARA, R., "Las narrativas experimentales en la enseñanza de la Química", *Enseñanza de las ciencias*, 2009, Núm. Extra, 1813-1819, ISSN 2174-6486. Disponible en <http://ddd.uab.cat/record/130308/>
5. MARCHECO, I., "Modelo para la dinámica del proceso de formación experimental, apoyado en los procesos del tipo DCP", consultada el 23 de noviembre de 2014, disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos98/modelo-dinamica-del-proceso-formacion-experimental-apoyado-proyectos-del-tipo-dct/modelo-dinamica-del-proceso-formacion-experimental-apoyado-proyectos-del-tipo-dct2.shtml>.
6. PÉREZ, F., *El experimento en el proceso de enseñanza de la Química. 2010. Memorias del VI Congreso internacional Didácticas de las Ciencias*, La Habana, Cuba, Sello editor Educación Cubana, p. 98-124. ISBN 978-959-18-0542-3
7. HEDESA, Y., *Didáctica de la Química*, La Habana, Cuba, Editorial Pueblo y Educación, 2013, 196 p., ISBN 978-959-13-2272-2
8. DOMINGO, J., "La actividad experimental: Definición de sus conceptos principales. Su formación, desarrollo y evaluación en las carreras de ciencias pedagógicas universitarias", *Revista Pedagogía Universitaria*, 2013, XVIII(2), 58-93.
9. URQUIJO, P., *Estudio de la formación de acciones intelectuales de análisis, reflexión y generalización durante la enseñanza de las prácticas de laboratorio de*

- Química General en estudiantes universitarios*, Tesis en opción al título Doctor en Ciencias pedagógicas, La Habana, Cuba. 1991.
10. CARDERO, A., VIDAL, CASTAÑO, G., *El laboratorio Químico en apoyo a la formación científica de los estudiantes*, 2004, Consultado el 14 de marzo de 2014, disponible en línea <http://169.158.24.166/texts/pd/1894/02/2/189402202.pdf>
11. MACHADO, E., *Estrategia didáctica para integrar las formas del experimento químico docente*, Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba, 2005.
12. MANCEBO, O., *Una metodología para la formación de habilidades experimentales en Química General*, Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Didáctica de la Química, I.S.P José de la Luz y Caballero, Holguín, Cuba, 2000.
13. BORROTO, M., “Diseño de tareas investigativas integradoras como vía de evaluación de la asignatura Química”, *Revista Pedagógica Universitaria*, 2009, 14(1), 26-35.
14. DOMINGOS, J., *Estimulación de las potencialidades creadoras de los estudiantes mediante la actividad práctico-experimental, en la Licenciatura en Educación, opción Física del ISCE DE Huila*, tesis en opción al título de doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Holguín, Cuba, 2015.
15. LEYVA, J., *La estructura del método de solución de tareas experimentales de Física como invariante del contenido*, tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas, I.S.P. "Félix Varela", Santa Clara, Cuba, 2002.
16. ROJAS, C., “Las prácticas de laboratorio de Química y el desarrollo de la actividad independiente”, *Revista Varona*, 1985, VII(14), 43- 56.
17. DOMÍNGUEZ, Z., *La educación energética de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática Física*, tesis doctoral, UCP “José de la Luz y Caballero”, Holguín, Cuba, 2012.
18. FIALLO, J., *¿Cómo formar un pensamiento interdisciplinario desde la escuela?*, La Habana, Cuba, Editorial Pueblo y Educación, 2012, 164 p., ISBN 2014-901