



Enero 2020 - ISSN: 1989-4155

## ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA EL EXPERIMENTO QUÍMICO DOCENTE EN LA DISCIPLINA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

**Ricardo Mario Castillo Galiano.**

Licenciado en Química.

Máster en Ciencias de la Educación Superior. Departamento de Química. Facultad de Educación Media.UDG.  
rcastillog@udg.co.cu

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Ricardo Mario Castillo Galiano (2020): "Alternativa metodológica para el experimento químico docente en la disciplina didáctica de la química", Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (enero 2020). En línea:

<https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/01/experimento-quimico-docente.html>

### Resumen:

En la enseñanza de la Química, al igual que en otras ciencias, el problema del desarrollo de actividades experimentales es muy complejo, pues van desde las de carácter lógico mental hasta las eminentemente prácticas, estas últimas en la Licenciatura en Educación: carrera Química tienen un notable valor en el futuro desempeño de los profesionales. En la presente investigación se persigue el objetivo de diseñar una alternativa metodológica para el experimento químico docente en la disciplina Didáctica de la Química, que favorezca la preparación metodológica de los estudiantes para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. En su realización se utilizaron métodos teóricos, empíricos y estadístico – matemáticos. La evaluación de los resultados obtenidos permitió el cumplimiento del objetivo propuesto al comprobar la efectividad de la alternativa en la preparación metodológica de los estudiantes de la carrera de Biología – Química como expresión de su formación profesional.

Palabras Claves: alternativa metodológica, experimento químico docente

### Abstract:

In the teaching of Chemistry, as in other sciences, the problem of the development of experimental activities is very complex, since they range from the mental logical to the eminently practical ones, the latter in the Bachelor of Education: Chemistry career have a Remarkable value in the future performance of professionals. This research aims to design a methodological alternative for the chemical teaching experiment in the Didactic discipline of Chemistry, which favors the methodological preparation of students for the direction of the teaching-learning process of Chemistry. In its realization, theoretical, empirical and statistical - mathematical methods were used. The evaluation of the results obtained allowed the fulfillment of the proposed objective to verify the effectiveness of the alternative in the methodological preparation of the students of the Biology - Chemistry degree as an expression of their professional training.

## INTRODUCCIÓN

El pensamiento científico se forma en los estudiantes cuando en el proceso de enseñanza - aprendizaje se crean las condiciones para un adecuado protagonismo estudiantil en la apropiación de los conocimientos. Específicamente en la Química la actividad experimental constituye un momento oportuno para el desarrollo de la independencia y la creatividad en los estudiantes, al verificar por sí mismos en la práctica la veracidad o no de los postulados teóricos.

La formación de las habilidades experimentales de la Química en la Educación Superior se hace más compleja, pues además de las de carácter lógico mental, se deben formar las que se derivan de las actividades experimentales específicas para cada asignatura. Esto se fundamenta en que la realización de los tipos de experimentos químicos, en el proceso de complementación y sistematización de la evaluación, que preparan al estudiante para su práctica profesional. Por ser el campo de acción de los egresados de la UCP, el sistema de educación y sus esferas de actuación en Secundaria Básica, Preuniversitario y Tecnológicos, se comprende la alta responsabilidad en la formación de las habilidades experimentales en los estudiantes del nivel medio.

Luego se reconoce de forma universal la importancia del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias, considerándolo como una estrategia educativa útil para la consecución de los objetivos relacionados con este asunto. Los autores consultados coinciden en reconocer la importancia que tiene el desarrollo de la actividad experimental desde dos perspectivas: la primera dirigida a demostrar la teoría en la práctica como criterio de la verdad, que por supuesto aporta un carácter científico al conocimiento y el segundo desarrolla habilidades en los estudiantes que es también conocimientos, más aún si se tiene en cuenta el campo donde desplegarán su trabajo los futuros profesores de las ciencias teórico-experimentales.

Según Achiong Caballero, G. (1988), en Cuba, desde el siglo XIX, destacados intelectuales y pedagogos como Varela, F., José Varona, E., de la Luz y Caballero, J. y otros, vislumbraron y argumentaron la necesidad de una enseñanza experimental y científica, al respecto planteaba: "El enfoque metodológico en el tratamiento del experimento en las Ciencias Naturales ha transitado desde un enfoque ilustrativo hasta el investigativo".

De manera que en el tratamiento específico del experimento químico docente y de la clase encontramos resultados en la literatura cubana y extranjera. Estos autores han centrado su atención en las etapas generales de las estrategias y modelos propuestos, lo cual presupone un acercamiento a la actividad científica y a la utilización de los métodos de investigación, la aplicación ha estado limitada a las prácticas de laboratorio faltando su relación e integración con otras formas del experimento docente y de la clase, ya que los experimentos químicos docentes no constituyen sistemas aislados dentro de las disciplinas.

### 1. DESARROLLO

#### 1.1 Fundamentos teóricos y metodológicos del conjunto de actividades extradocentes.

En el curso de Química existen muchos contenidos que utilizan el experimento químico docente. La sólida adquisición de saberes sobre las sustancias y sus transformaciones está asociada íntimamente al nivel motivacional y científico que conlleva la actividad experimental.

En todos los casos el experimento "moviliza el razonamiento de los estudiantes y los entrena" (Kiruchkin, 1987), de ahí las potencialidades que tiene para el desarrollo de la actividad cognoscitiva de los estudiantes, al posibilitar la observación, la percepción y procesos lógicos del pensamiento como el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción, la abstracción y la generalización, y la comparación.

De modo que el estudio de los fenómenos en las condiciones propias del aula y de los laboratorios, separándose de la naturaleza circundante, constituye un arma valiosa del

poderoso método experimental de las ciencias naturales. Rojas Arce, C., (1990), en su libro Metodología de la enseñanza de la Química, consigna la siguiente definición del experimento químico docente:

“Es la reproducción con ayuda de determinados instrumentos especiales de un fenómeno químico, en las condiciones más apropiadas para su estudio con fines docentes” y más adelante continúa: “sirve a su vez como método de enseñanza y como medio”.

Deja claro en esta definición la diferencia que existe entre el experimento científico y el docente en cuanto al objetivo que ambos persiguen y al proceso al cual se dirigen. En el caso del docente está dado en su aplicación al proceso de enseñanza - aprendizaje, vinculado con los componentes didácticos método-medio lo que el autor de esta tesis asume para la investigación.

En los centros de Educación Superior la forma más empleada del experimento químico docente es la práctica de laboratorio y en menor medida son utilizadas las demostraciones. Rojas Arce, C. (1985), en su artículo “Las prácticas de laboratorio en Química y el desarrollo de la actividad independiente”, explica que esto se debe a la complejidad del contenido y a la naturaleza misma de las formas de organización en la Educación Superior.

Es por ello que, con la utilización del experimento químico docente, el profesor debe propiciar el trabajo en equipos, para de forma colectiva reflexionar y buscar vías de solución al problema planteado, pero debe procurar un momento de producción individual donde cada estudiante arribe a sus propias conclusiones, en dependencia del nivel de desarrollo alcanzado. En este sentido es importante el concepto de zona de desarrollo próximo que comprende la distancia que media entre los planos Interpsicológico e intrapsicológico, es decir, lo que el estudiante puede hacer con ayuda de los demás o por sí mismo de manera independiente.

En el plano Interpsicológico la actuación del estudiante ocurre con la ayuda de los otros estudiantes o adultos, de ahí la importancia indiscutible del profesor en la dirección del proceso de enseñanza - aprendizaje, en garantizar los niveles de ayuda necesarios en dependencia del nivel de complejidad de las tareas y las posibilidades reales de cada estudiante, es el plano en que se revelan las potencialidades de este, mientras el plano intrapsicológico lo expresa el desarrollo alcanzado por él en un momento determinado. Como expresara Vigotsky, (1988):

“La concepción histórico-cultural permite comprender el aprendizaje como una actividad social y no solo como un proceso de realización individual, por lo que juega un importante rol el vínculo entre actividad y comunicación para el desarrollo de la personalidad.”

Por consiguiente, la alternativa que se propone tiene en cuenta la posición del profesor, la de los estudiantes en interacción dialéctica con los demás componentes didácticos en el proceso de enseñanza - aprendizaje, en la que las relaciones con los medios de enseñanza, en este caso los útiles y reactivos, constituyen el elemento esencial que caracteriza la alternativa, como condición necesaria para alcanzar el aprendizaje del contenido y metodología del experimento químico docente.

Lo más importante de la alternativa metodológica que se propone es que sigue una secuencia de actuación por parte del profesor, para que genere un determinado estilo de actuación por parte de los estudiantes. Teniendo en cuenta que la alternativa tiene como centro las actividades experimentales en las prácticas de laboratorio, deben tenerse en cuenta las acciones generales de orientación, ejecución y control.

Para la aplicación de la alternativa que se propone es importante tener en cuenta aspectos de tipo general, tales como la bibliografía existente relacionada con cada práctica, reactivos y

útiles de laboratorio, preparación de los docentes, organización del laboratorio y del proceso de forma general, exigencias actuales de la política educacional.

En el diseño de la alternativa se tienen en cuenta los objetivos y características de la disciplina Didáctica de la Química, así mismo se asume como definición de Didáctica de la Química, la ciencia que se ocupa del estudio y revelación de las regularidades que tienen lugar en el proceso de instrucción, educación y desarrollo de los estudiantes durante el estudio de la Química en la escuela.

La alternativa se organiza teniendo en cuenta la relación entre el objetivo general y las fases que la distinguen.

Objetivo general: Proponer una nueva variante didáctica para la organización y dirección del experimento químico docente en la disciplina Didáctica de la Química, dirigida a potenciar el carácter metodológico del experimento químico docente.

Fase I: Planificación y organización de los experimentos químicos docentes.

Fase II: Orientación y ejecución de los experimentos químicos docentes.

Fase III: Control de los resultados de la aplicación de los experimentos químicos docentes.

Fase I Esta fase tiene como propósito la determinación de las prácticas de laboratorio y los experimentos químicos docentes que conformarán el sistema de la propuesta. La planificación debe partir del análisis realizado en el momento inicial del proceso y ser consecuente con las principales insuficiencias detectadas en el diagnóstico inicial.

Acciones para la determinación del sistema de experimentos químicos docentes:

- Analizar los contenidos recibidos en otras disciplinas y asignaturas precedentes, particularmente las que aportan los contenidos y experimentos químicos docentes relacionados con los que se trabajan en la disciplina Didáctica de la Química, para el establecimiento de relaciones inter disciplinares.
- Analizar los objetivos del programa de la asignatura, en función de las exigencias experimentales para la formación del futuro profesional de la educación, conforme a la especialidad de Química.
- Analizar el lugar que ocupa cada experimento químico docente dentro del programa.
- Determinar el sistema de experimentos químicos docentes que corresponden a cada práctica y las potencialidades de estas para cumplir con el carácter metodológico del experimento químico docente para la formación del profesional.
- Determinar el sistema de habilidades y hábitos experimentales en el cual se consideran los sistemas de acciones y operaciones que despliegan los estudiantes en la ejecución de los experimentos químicos docentes.
- Realizar el análisis didáctico - metodológico de cada uno de los experimentos químicos docentes, precisando los útiles, reactivos y equipos, así como las formas de organización a utilizar en cada práctica.
- Determinar las actividades destinadas al control y evaluación de cada actividad en particular.

- Seleccionar experimentos químicos docentes que tengan una amplia aplicación en la práctica del futuro profesional.
- Organizar actividades metodológicas con los profesores que imparten la asignatura para relacionarlos con la alternativa metodológica.

**Fase I:** Esta fase tiene como propósito la determinación de las prácticas de laboratorio y los experimentos químicos docentes que conformarán el sistema de la propuesta. La planificación debe partir del análisis realizado en el momento inicial del proceso y ser consecuente con las principales insuficiencias detectadas en el diagnóstico inicial.

Acciones para la determinación del sistema de experimentos químicos docentes:

- Analizar los contenidos recibidos en otras disciplinas y asignaturas precedentes, particularmente las que aportan los contenidos y experimentos químicos docentes
- Analizar los objetivos del programa de la asignatura
- Determinar el sistema de experimentos químicos docentes que corresponden a cada práctica y las potencialidades de estas para cumplir con el carácter metodológico del experimento químico
- Determinar el sistema de habilidades y hábitos experimentales en el cual se consideran los sistemas de acciones y operaciones.
- Realizar el análisis didáctico - metodológico de cada uno de los experimentos químicos docentes, precisando los útiles, reactivos y equipos, así como las formas de organización a utilizar en cada práctica.
- Determinar las actividades destinadas al control y evaluación

La alternativa metodológica en la fase I propone el siguiente algoritmo de planificación: título de la práctica de laboratorio, título del experimento, procedimiento, resultados que se obtienen del experimento, precauciones, Sugerencias. Se sugiere además como propuesta de la alternativa metodológica el siguiente sistema de experimentos químicos docentes: experimentos para el estudio del concepto de reacción química, experimentos para el estudio de sustancias específicas, experimentos para el estudio de procesos

**Fase II:** En esta se articula lo concebido en la planificación y organización con la orientación y la ejecución de los experimentos químicos docentes.

**Orientación:** La orientación como componente de la actividad cognoscitiva independiente, es fundamental para lograr éxitos en el desarrollo de las actividades experimentales con los estudiantes. Toda orientación debe conducir a que los estudiantes comprendan: ¿qué es lo que van estudiar?, ¿cómo o mediante qué vías?, ¿con qué medios?, ¿por qué y para qué lo realizarán?; estas interrogantes son válidas tanto para actividades experimentales como para el trabajo independiente.

En este caso se propone:

- a) Elaborar la guía metodológica y técnica operatoria
- b) Predecir teóricamente los posibles resultados de cada experimento Orientar la elaboración de un informe previo con los siguientes aspectos:
- c) Tipo de experimento químico docente que se recomienda

- d) Medidas de seguridad para el desarrollo de la actividad experimental.
- e) Posibles preguntas a realizar durante desarrollo de la actividad experimental.
- f) Útiles y reactivos según el experimento propuesto.
- g) Posibles sustituciones de reactivos y materiales o variante experimental.
- h) Diagrama de flujo de cada experimento a desarrollar.

**Ejecución:** En este momento lo esencial es facilitar el aprendizaje de los estudiantes, que se produce en espacios grupales en los que cada uno de ellos presentará necesidades e intereses cognitivos diferentes y está dirigido a satisfacer sus necesidades de aprendizaje en función de las exigencias sociales, sin perder su protagonismo.

La práctica de laboratorio es una forma de organización de la clase y por lo tanto incluye introducción (predomina la orientación y el control), desarrollo (ejecución, orientación y control) y conclusiones (control), las tareas experimentales son más complejas e integran contenidos de un tema o varios, suelen emplearse tareas abiertas que tienen diversas vías de solución teórica-experimentales.

Los fundamentos anteriores respaldan que se requiere de una etapa de preparación previa y un control de la misma, que puede realizarse en una consulta o en la introducción, utilizando una variante escrita u oral. La experiencia nos ha demostrado que cuando se efectúa de forma oral (por pareja o individual), se produce un intercambio con el estudiante que facilita la adecuación de su diseño y aclarar las dudas que pudiera presentar, se siente más responsable con su propuesta y la argumentación de la misma, tiene como limitante el tiempo.

- Revisar el informe previo.
- Aplicar las preguntas de entrada.
- Presentar los útiles y reactivos dispuestos para cada experimento.
- Indicar la realización de las operaciones experimentales y darles seguimiento.
- Orientar la elaboración del informe final de los resultados experimentales, para comprobar su correspondencia con los aspectos teóricos.
- Discutir el informe final en la Práctica de Laboratorio,

### Fase III

**Control:** Este se realizará desde el primer momento, luego de la orientación partiendo de la consulta a manera de diagnóstico para atender las diferencias individuales, la presentación del informe previo, respuestas a las preguntas de la introducción, desarrollo y conclusiones de la práctica de laboratorio, tanto de carácter metodológico, como de contenido. Se controlará además el desarrollo de las habilidades experimentales, organización, limpieza del puesto de trabajo, los resultados obtenidos en cada actividad experimental, etc.

Tanto la orientación como la ejecución de las acciones deben ser objeto de un control sistemático, que permita al profesor y a los estudiantes detectar a tiempo sus errores y las vías para corregirlos, y además, desde un control externo, lograr el autocontrol por parte de los estudiantes, como expresión de los mecanismos psicológicos de la regulación inductora y ejecutora que los moviliza y los sostiene en su actuación cognoscitiva, elemento importante a considerar por el profesor en la dirección del proceso de enseñanza - aprendizaje. El debate

grupal es una vía para el control porque le permite a cada estudiante comparar lo que han realizado con lo manifestado por el grupo.

En principio la evaluación debe ser un proceso coherentemente planificado. Tiene que responder a principios básicos que, de forma objetiva, evidencien la apropiación por los estudiantes de los contenidos sobre el experimento químico docente, de manera que no solo se evalúen conocimientos, sino también actitudes, habilidades, capacidades, valores. Por tanto, el evaluador debe tener bien concebido qué, cómo y cuándo evaluar. Este proceso debe desarrollarse de forma permanente, desde la propia realización del diagnóstico.

Por otra parte, la aplicación de los instrumentos de evaluación debe permitir la recopilación de información a lo largo de todo el proceso. Esto hace posible valorar la eficiencia de las acciones que se van implementando, en función del logro de los objetivos propuestos.

Acciones generales del control:

1. Diagnosticar la preparación previa de los estudiantes con la pregunta de entrada para valorar el nivel de aprendizaje de cada estudiante y el grupo para enfrentar la actividad. Favorece, además, de forma complementaria, la atención diferenciada a los estudiantes.
2. Verificar el desarrollo de la actividad cognoscitiva. Las preguntas y los ejercicios planteados permiten valorar el desarrollo de la actividad cognoscitiva.
3. Comprobar la asimilación del contenido recibido o profundizado en la clase.

Esta acción le permite al profesor comprobar el logro de los objetivos propuestos tanto individual como grupal. De manera individual en los puestos de trabajo y colectiva en los debates de las propuestas y de los resultados de los experimentos.

## **2.PROPOSTA DE EXPERIMENTOS QUÍMICOS DOCENTES QUE CONFORMAN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO QUE SE PROPONEN EN LA ALTERNATIVA.**

### **Experimentos para el estudio del concepto de reacción química.**

**Experimento I.** Reacciones químicas a partir de sustancias simples sólidas con desprendimiento de un gas.

Objetivo del experimento: demostrar la ocurrencia de reacciones químicas a partir de transformaciones que se evidencian en el fenómeno observado.

Título del experimento: reacción de combinación entre el octazufre y el hierro sólido.

Objetivo del experimento: demostrar la ocurrencia de reacciones químicas a partir de transformaciones que se evidencian en el fenómeno observado.

Características de los reaccionantes: Sustancia sólida de color amarilla y sustancia sólida de color gris metálico

Características de los productos: sustancia sólida de color oscuro

Procedimiento: primeramente, se prepara una mezcla de las sustancias en una relación de 7: 4 (la relación entre las masas atómicas del hierro y el azufre, es 56.32). Son suficientes 2 g de azufre y 3,5 de hierro. En la mezcla obtenida se pueden observar a simple vista, las partículas de azufre y de hierro por separado, dado el color de estas sustancias.

A continuación, la mezcla se echa en un tubo de ensayos, y se fija a la pinza del soporte, inclinándolo un poco y se calienta. Es suficiente iniciar la reacción (calentar al rojo vivo), en un solo lugar de la mezcla, ya que esta continúa por si sola (proceso exotérmico).

Resultados que se obtienen del experimento: de dos sustancias se obtuvo una nueva, la cual tiene propiedades distintas a la de las sustancias observadas al iniciar la reacción.

Precauciones: se tendrá sumo cuidado al calentar el tubo de ensayos, calentando suavemente todo el tubo para evitar que el cambio brusco de temperatura lo rompa. Evitar inhalar el gas que se desprende.

Sugerencias: dirigir la observación al cambio que se produce de las sustancias iniciales al producto de la reacción.

### **Experimento III.** Reacciones químicas a partir de sustancias simples sólidas.

Título del experimento: calcinación del cobre.

Objetivo del experimento: demostrar la ocurrencia de reacciones químicas a partir de transformaciones que se evidencian en el fenómeno observado.

Procedimiento: calentar fuertemente una pequeña lámina de cobre.

Resultados que se obtienen del experimento: se obtiene una capa o cascarilla de una costra negra correspondiente al óxido de cobre (II).

Precauciones: utilizar una pinza para sostener la lámina del metal al calentarlo.

Sugerencias: dirigir la observación al cambio que se produce de la sustancia inicial al producto.

### **Experimento IV.** Cuando realiza una combustión en un sistema abierto y con desprendimiento de un gas.

Es muy importante que los estudiantes observen experimentos en los cuales se demuestren desviaciones aparentes de la "Ley de conservación de la masa" de las sustancias. Se les debe aclarar la interrogante que surge en algunos experimentos sobre por qué se desaparecen las sustancias, esto es muy factible demostrarlo con la ayuda del experimento con la vela.

Objetivo: demostrar experimentalmente el cumplimiento de la "Ley de conservación de la masa".

Título del experimento: combustión de una vela.

Procedimiento: se coloca en una cristalizadora pequeña una vela. Seguidamente se coloca en el plato de la balanza y se equilibra la última. A continuación se enciende la vela.

Resultados que se obtienen del experimento: transcurrido cierto tiempo se produce una disminución de la masa de la vela, lo que produce una desviación aparente de la "Ley de conservación de la masa" de las sustancias.

Precauciones: ajustar correctamente la balanza y evitar las corrientes de aire que puedan apagar la vela.

Sugerencias: se recomienda dejar que se consuma suficiente cantidad de la vela para apreciar la variación de su masa, aprovechando este tiempo para que los estudiantes propongan sus hipótesis.

## **Experimentos para el estudio de sustancias específicas.**

**Experimento I.** Estudio de las propiedades físicas de un grupo de sustancias en específico.

Título del experimento: óxidos metálicos. Propiedades físicas de los óxidos metálicos.

Objetivo: comprobar las propiedades físicas de los óxidos metálicos.

Procedimiento: envasar en vidrio reloj vasos de precipitados pequeños o simplemente en frascos de penicilinas, muestras de diferentes óxidos metálicos que identificará rotulándolos con su nombre y fórmulas. Tome una pequeña porción de cada muestra y compruebe su solubilidad.

Resultados que se obtienen del experimento: completar un cuadro resumen con las propiedades color, estado de agregación, solubilidad además de las temperaturas de ebullición y de fusión recogidas en las tablas de datos.

Precauciones: existen óxidos como el de mercurio que es tóxico por lo que se deben manipular con sumo cuidado.

Sugerencias: este procedimiento es válido cuando se estudien otras sustancias sólidas como las sales.

**Experimento II.** Estudio de las propiedades físicas de un grupo de sustancias en específico.

Título del experimento: Propiedades físicas de los hidróxidos de sodio, de calcio y de magnesio.

Procedimiento: colocar en tres vidrios reloj, vasos de precipitados pequeños o simplemente en tres frascos de penicilinas, muestras de los diferentes hidróxidos metálicos que identificará rotulándolos con su nombre y fórmulas. Añada una pequeña porción de agua cada muestra y compruebe su solubilidad. Tome de manera independiente con un gotero una pequeña porción de las disoluciones resultantes y vierta una gota en papel tornasol azul y otra en papel tornasol rojo y observe. Seguidamente añada dos gotas de disolución indicadora de fenolftaleína en cada recipiente donde se encuentran las disoluciones de los hidróxidos. Observe y anote.

Resultados que se obtienen del experimento: completar un cuadro resumen con las propiedades color, estado de agregación, solubilidad además del color que toman los indicadores.

Precauciones: si se utiliza un solo gotero debe de lavarse al tomar muestras de las disoluciones e indicador. Se debe manipular con cuidado las sustancias, pues sobre todo el hidróxido de sodio provoca quemaduras sobre la piel y daña los tejidos.

Sugerencias: Este procedimiento es válido para la utilización de la TÉCNICA SEMIMICRO, pero esta vez reduciendo las porciones de las muestras y sustituyendo los recipientes por el blester o placas con excavaciones.

## **Experimentos para el estudio del equilibrio químico.**

**Experimento I.** Estudio del equilibrio molecular.

Título del experimento: desplazamiento del equilibrio. Factor temperatura.

Objetivo: comprobar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio al variar un factor.

Procedimiento: recoger por desplazamiento de aire y de manera invertida con sumo cuidado en un tubo de ensayos el gas que se desprende al poner a reaccionar una cucharadita rasa de cobre en polvo y diez gotas de ácido nítrico diluido en un primer tubo de ensayos. Tapar con

un tapón de goma el gas recogido que corresponde a una mezcla de dióxido de nitrógeno y tetróxido de dinitrógeno (dímero). Posteriormente enfriar el mismo en agua de hielo. Observar el color que toma. Seguidamente y luego de extraer el tubo de ensayos del recipiente de enfriamiento, secarlo y flamear durante un minuto con la llama del mechero. Observe el cambio de color del gas.

Resultados que se obtienen del experimento: en ambos casos ha ocurrido el desplazamiento del equilibrio hacia la formación de uno y otra sustancia con la disminución o aumento de la temperatura. Represente la ecuación de equilibrio.

Precauciones: la mezcla de estos gases es tóxica por lo que se deben manipular con sumo cuidado. Calentar con cuidado para evitar que el tapón se desprenda utilizando la pinza para tubo de ensayos.

Sugerencias: este procedimiento se hará de forma demostrativa por el profesor para evitar contaminación del local.

### **Experimento II.** Estudio del equilibrio iónico. Indicadores ácido-base.

Título del experimento: Determinación del pH por el método colorimétrico.

Objetivo: comprobar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio al variar un factor.

Procedimiento: colocar en tres tubos de ensayos una cucharilla de cloruro de amonio, carbonato de sodio y acetato de sodio respectivamente, se les añade agua destilada y se agitan. Dividir las disoluciones de cada sal en cinco volúmenes iguales y rotularlos. Posteriormente añadir en cada muestra una gota de los indicadores (anaranjado de metilo, rojo dimetilo, tornasol, bromotimol azul y fenolftaleína). Anote el color que toman los indicadores en las disoluciones de cada sal. Anote en una tabla resumen el comportamiento de los indicadores frente a las disoluciones obtenidas. Consulte la tabla de indicadores y determine el pH de cada disolución. Formule iónicamente los fenómenos ocurridos.

Resultados que se obtienen del experimento: los indicadores mostrarán que las disoluciones tienen diferentes pH. ¿A qué se debe el fenómeno de que cada una de estas sales al disolverse en agua confiere diferentes propiedades ácido-base?

Precauciones: si se utiliza un solo gotero debe lavarse al tomar muestras de las disoluciones e indicadores.

Sugerencias: este procedimiento es válido para la utilización de la técnica semimicro, pero esta vez reduciendo las porciones de las muestras y sustituyendo los recipientes por el beaker o placas con excavaciones. El profesor debe tener estas disoluciones preparadas para que los estudiantes ejecuten de manera individual estos experimentos utilizando dicha técnica.

### **Experimento III.-** Estudio del equilibrio iónico.

Título del experimento: reacciones iónicas entre electrólitos.

Objetivo: comprobar experimentalmente algunas reacciones iónicas entre electrólitos.

Procedimientos:

Variante I: en tres tubos de ensayo que contengan cada uno un sexto de su volumen de disoluciones al  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de NaOH, KOH y  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  respectivamente, añadir dos gotas de cloruro de hierro(III).

Variante II: en tres tubos de ensayo que contengan cada uno un sexto de su volumen de disoluciones al  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  respectivamente, añadir tres gotas de cloruro de bario

Resultados que se obtienen del experimento: en ambas variantes se observa la aparición de un precipitado que demuestra la ocurrencia de una reacción de intercambio iónico. En la primera se forma el  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$  y en la segunda al  $\text{BaSO}_4(\text{s})$ . Formule las ecuaciones químicas y explique los resultados en cada caso.

Precauciones: se deben manipular con cuidado las disoluciones de hidróxidos y ácidos porque pueden provocar quemaduras, dañar la piel y los tejidos. Sugerencias: Este procedimiento es válido para la utilización de la técnica semimicro, pero esta vez reduciendo las porciones de las muestras y sustituyendo los recipientes por el blester o placas con excavaciones. El profesor debe tener estas disoluciones preparadas para que los estudiantes ejecuten de manera individual estos experimentos utilizando dicha técnica.

### **Experimentos para el estudio de las reacciones de oxidación-reducción.**

#### **Experimento I.** Estudio de las reacciones de oxidación - reducción.

Título del experimento: propiedades reductoras del yoduro de potasio.

Objetivo: comprobar experimentalmente propiedades reductoras del yoduro de potasio.

Procedimiento: ocupe dos sextas partes del volumen de un tubo de ensayos con una disolución de cloruro de hierro (III) de concentración  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  y agregue una sexta parte de una disolución de cloruro de yoduro de potasio de concentración  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Observe y anote. Añada unas gotas de disolución de almidón. Observe y anote.

Resultados que se obtienen del experimento: en este caso inicialmente no se observarán cambios en la disolución resultante, pero al añadirse las gotas de disolución de almidón la aparición del color azul intenso indicará la formación del diyodo que es soluble en agua. Escriba la ecuación de la reacción e identifique si es redox. Explique los resultados.

Precauciones: aunque se obtienen pequeñas proporciones de diyodo evite que se derrame en los tejidos pues es corrosivo.

Sugerencias: Este procedimiento es válido para la utilización de la técnica semimicro, pero esta vez reduciendo las porciones de las muestras (se utilizan gotas en la misma relación de proporciones) y sustituyendo los recipientes por el blester o placas con excavaciones. Este experimento ofrece la ventaja de que lo pueden desarrollar varios estudiantes en la clase.

#### **Experimento II.** Estudio de las reacciones de oxidación - reducción.

Título del experimento: reacción del metal cinc y una disolución de sulfato de cobre (II).

Objetivo: comprobar experimentalmente la oxidación del metal  $\text{Zn}(\text{s})$  y la reducción del catión  $\text{Cu}^{2+}(\text{ac})$

Procedimiento: en sendos tubos de ensayos ocupe un cuarto de su volumen con una disolución de  $\text{Zn}(\text{SO}_4)$  de concentración  $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Mida la temperatura de las disoluciones con un termómetro y anote (o simplemente compruebe con el tacto). Al primero añada tres granallas de cinc o una cucharada de cinc en polvo. Mida de nuevo la temperatura en ambos tubos de ensayos y compárelas. Observe la coloración de las disoluciones al cabo de 10 minutos.

Resultados que se obtienen del experimento: se observarán cambios en la temperatura y cambios de color de la disolución ¿Qué indican estos cambios? Represente la ecuación.

Precauciones: aunque se obtienen pequeñas proporciones de yodo evite que se derrame en los tejidos pues es corrosivo.

Sugerencias: Este procedimiento no es válido para la utilización de la técnica semimicro, porque no es posible apreciar estos cambios.

**Experimento III.** Estudio de las reacciones de oxidación - reducción.

Título del experimento: Reacción de los metales con sales en disolución.

Objetivo: determinar experimentalmente el orden creciente de las propiedades reductoras de algunos metales.

Procedimiento: en cuatro tubos de ensayos ocupe un cuarto de su volumen con disoluciones de concentración  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  de las siguientes sustancias:  $\text{AlCl}_3$  (ac),  $\text{CuSO}_4$  (ac),  $\text{AgNO}_3$  (ac) y  $\text{ZnCl}_2$  (ac). Adicionar los siguientes metales en el mismo orden respectivamente:  $\text{Zn(s)}$  (granalla),  $\text{Fe(s)}$  (clavo de hierro),  $\text{Cu(s)}$  (limaduras), y  $\text{Fe(s)}$  (clavo de hierro) y esperar tres minutos.

Resultados que se obtienen del experimento: ¿A qué conclusiones se puede arribar acerca de la ocurrencia de la reacción entre el metal y la disolución de una sal que contiene cationes metálicos sobre la base de las propiedades reductoras de los metales correspondientes? Ordene cada par de metales (el entregado y aquel cuyos cationes se encuentran en disolución) en orden creciente de sus propiedades reductoras.

Precauciones: verificar que los metales que se utilicen estén libres de la capa de óxido que generalmente los acompaña.

Sugerencias: este procedimiento es válido para la utilización de la técnica semimicro, pero esta vez reduciendo las porciones de las muestras y sustituyendo los recipientes por el beaker o placas con excavaciones. El profesor debe tener estas disoluciones preparadas para que los estudiantes ejecuten de manera individual estos experimentos utilizando esta técnica.

## **Conclusiones**

Los principales resultados obtenidos con el desarrollo del trabajo se pueden resumir de la siguiente forma.

1. Los presupuestos teóricos y metodológicos asumidos permitieron fundamentar el proceso de enseñanza aprendizaje del experimento químico docente en la disciplina Didáctica de la Química y elaborar la alternativa metodológica propuesta.
2. La alternativa metodológica propuesta para el experimento químico docente responde a las exigencias de un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador, sistémico e integrador y su aplicación en la práctica permitió corroborar su efectividad en la preparación metodológica de los estudiantes de la carrera de Química.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Achiong Caballero, G. (1988). Historia de la Química en Cuba. La Habana: Pueblo y Educación.
2. Addine F. F. (2004). Didáctica: teoría y práctica. La Habana: Pueblo y Educación.
3. Bello, L. (1993). ). Habilidades experimentales en Química. Santiago de Cuba. Tesis en Opción al Título de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

4. Castellanos Simons, D. (2002). Aprender y enseñar en la escuela. Una concepción desarrolladora. La Habana: Pueblo y Educación.
5. Colectivo de autores. (1984). El experimento y la actividad práctica en el proceso docente-educativo; el aula, los laboratorios y los talleres. MINED.
6. Estévez, B. (2000). Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para los I.S.P. Tesis en opción al título de Dr.C.
7. Hedesa, YJ. (2010). Didáctica de la Química: una experiencia cubana. (libro en elaboración).
8. Vigostky, L. S. (1998). Pensamiento y Lenguaje. La Habana: Pueblo y Educación.