

15

Fecha de presentación: enero, 2019

Fecha de aceptación: marzo, 2019

Fecha de publicación: abril, 2019

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

QUÍMICOS: UNA HABILIDAD IMPRESCINDIBLE EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS EN LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

SOLVING CHEMICAL PROBLEMS: AN ESSENTIAL SKILL IN THE FORMATION OF AGRICULTURAL ENGINEERS IN CIENFUEGOS' UNIVERSITY

Adan Fonseca Espinosa¹

E-mail: afonseca@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8089-4731>

Domingo Curbeira Hernández¹

E-mail: dcurbeira@ucf.edu.cu

Ania Odalia Hernández Águila¹

E-mail: oaguila@ucf.edu.cu

¹ Universidad de Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Fonseca Espinosa, A., Curbeira Hernández, D., & Hernández Águila, A. O. (2019). La resolución de problemas químicos: una habilidad imprescindible en la formación de los ingenieros agrónomos en la Universidad de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 11(3), 118-124. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

RESUMEN

La resolución de problemas en la asignatura de Química General es una habilidad muy importante en la comprensión e interpretación de contenidos de naturaleza agronómica. Sin embargo, consiste en un elemento que produce un alto grado de dificultad en los estudiantes debido a la falta de estrategias y procedimientos concretos a seguir, de acuerdo con la aplicación de pruebas pedagógicas a estudiantes y encuestas a docentes. En el artículo se realiza un análisis del tratamiento seguido a este componente del conocimiento en la enseñanza de la Química en los diferentes niveles y tiene como objetivo determinar un conjunto de acciones para resolver problemas químicos con cálculos de una forma lógica, creativa y precisa. Por medio de los procedimientos heurísticos los estudiantes de la carrera desarrollarán su razonamiento lógico y creativo y así obtendrán buenos resultados académicos.

Palabras clave: Resolución de problemas químicos, problema químico con cálculo, procedimientos heurísticos.

ABSTRACT

Solving problems in General Chemistry subject is a skill very important in the comprehension and interpretation of agricultural nature content. However, it consists of an element that produces a high degree of difficulty in the students, due to the lack of strategies and concrete procedures to follow, according to the application of pedagogical tests to students and surveys to teachers. In the article, it is made an analysis of the followed treatment to this knowledge component in Chemistry teaching at different levels and it has as objective to determine a collection of actions to solve chemical problems with calculations in a logical, creative and precise way. By means of heuristic procedures, the students of the degree course will develop the logical and creative reasoning and thus will get goods academics results.

Keywords: Solving chemical problems, chemical problem with calculation, heuristic procedures.

INTRODUCCIÓN

El Ingeniero Agrónomo actúa directamente en los llamados agroecosistemas, en los cuales los recursos naturales, técnicos y socioeconómicos se relacionan con el fin de mantener y mejorar la producción agropecuaria, por tal motivo necesita tener un conocimiento profundo de las ciencias de la naturaleza.

En su condición de disciplina básica, la Química y las asignaturas que la conforman, tributan con conocimientos y habilidades esenciales en todos los campos de acción de la profesión del ingeniero agrónomo y repercuten en la formación científica; así como en la formación integral de la personalidad del educando.

Las directrices fundamentales de la asignatura Química General, sobre las cuales se sustenta la enseñanza en la carrera de Agronomía son sustancia, disolución y reacción química, contenidos como: sistemas dispersos, estequiometría, equilibrio iónico, entre otros, están directamente relacionados con la resolución de problemas y por lo tanto, poseen una incidencia directa en la formación de los profesionales de la agricultura.

La habilidad de resolución de problemas en la asignatura Química General propicia importantes contribuciones a la carrera de Ingeniería Agronómica, ejemplo de ello lo constituyen los siguientes contenidos:

La presión osmótica es una de las propiedades coligativas de las disoluciones y la misma constituye un elemento conceptual importante para la Fisiología Vegetal.

Las propiedades eléctricas de los sistemas coloidales y el fenómeno de floculación, son de gran interés para la interpretación de algunas características de los suelos.

Las disoluciones ácidas y básicas, productos de la hidrólisis, salina y las disoluciones buffer revisten gran importancia para el adecuado manejo de sustancias en sistemas biológicos.

Los procesos celulares redox poseen una notable aplicación para algunas disciplinas de los campos de acción como la Ingeniería Agrícola. La relación entre nutrición de plantas y el potencial redox, el pH del suelo, el intercambio de base que se verifica en el suelo, la relación entre la salinidad, sodicidad, la fertilidad del suelo y el desarrollo de los cultivos.

Todo lo anterior corrobora la notable importancia que posee la habilidad de resolución de problemas, en pos de desarrollar el pensamiento lógico y creativo de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica, para su posterior aplicación en los diferentes contextos

de actuación profesional. Sin embargo, constituye una destreza que genera un alto grado de dificultad en los estudiantes.

DESARROLLO

Por la importancia que reviste la habilidad de resolución de problemas, ha sido objeto de investigaciones en la Educación superior (Hernández, 2013), muestra cómo los estudiantes universitarios presentan dificultades en el aprendizaje asociadas a las operaciones lógicas del pensamiento de acuerdo a las exigencias del nivel de enseñanza actual, utilizan estrategias aprendidas de memoria para resolver problemas muchas veces complejos, método que resulta poco efectivo para realizar un razonamiento y obtener un resultado adecuado.

En consonancia con lo anterior se aplicaron pruebas pedagógicas a estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica en diferentes cursos escolares acerca de la resolución de problemas en la asignatura de Química General, en las cuales se pudo constatar que presentan dificultades para identificar el tipo de problema, modelarlo, usar adecuadamente las operaciones lógicas del pensamiento, establecer la relación entre ellos, ejecutar la resolución matemática del mismo, ordenar los elementos que lo conforman y efectuar un determinado razonamiento para realizar la búsqueda de una posible vía de solución.

Se aplicó además una encuesta a profesores con experiencia de trabajo en la impartición de la asignatura de Química General en la carrera de Ingeniería Agronómica en la que los docentes declaran que los estudiantes tienen dificultades para determinar los elementos del conocimiento que están relacionados con el problema directa o indirectamente, identificar operaciones lógicas y modelar matemáticamente el problema.

En relación a la bibliografía señalan que el texto básico de la asignatura de Química General está elaborado para las Ingenierías en sentido general, por lo tanto, carece de un enfoque profesional hacia esta carrera y no se explicitan formas didácticas para favorecer el desarrollo de procedimientos lógicos del pensamiento, necesarios para encauzar la búsqueda de soluciones a problemas químicos relacionados con el perfil del ingeniero agrónomo, lo cual afecta la calidad del aprendizaje en los estudiantes.

La revisión efectuada a documentos tales como, el programa de la disciplina Química y el de la asignatura Química General en el currículo de la carrera de Ingeniería Agronómica demuestra que no se expresan, de forma explícita, acciones y operaciones que sirvan de referente al

estudiante para la resolución de problemas de la asignatura en este nivel de enseñanza.

Resulta necesario abordar las diferentes definiciones del término problema dada por diferentes autores, Rojas (1990), define problema químico con cálculo como la situación contradictoria que se presenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, que para su resolución requiere de una serie de acciones, durante la actividad cognoscitiva independiente, que demanda de los estudiantes la reflexión, la investigación, la búsqueda y la definición de la vía de resolución, en la que se movilizan fundamentalmente los contenidos de la Química y los de la Matemática, dirigidos a la construcción de un nuevo conocimiento.

Un problema puede considerarse además como una proposición que se formula para a partir de ciertos datos conocidos, hallar el valor numérico o resultado correspondiente a la cuestión o pregunta planteada, a su vez, Schoenfeld (1993), se refiere a los problemas, como las situaciones que son verdaderamente problemáticas y que no se tiene a mano un procedimiento de rutina para la resolución, se considera además que son situaciones que no sólo preparan los estudiantes para resolver los problemas actuales, sino, forman y desarrollan sus particularidades que les permitan resolver, creadoramente.

Gaulin (2001), estima que hacer alusión a problemas, implica considerar aquellas situaciones que demandan reflexión, búsqueda, investigación y donde para responder, hay que pensar en las soluciones y definir una vía de resolución.

En relación a la naturaleza del enunciado y a las características del proceso de resolución de problemas, se considera que los problemas cerrados son aquellos que contienen toda la información precisa y se resuelven mediante el empleo de un cierto algoritmo por parte del estudiante, los abiertos, por el contrario, implican la existencia de uno o varios pasos en su resolución, que deben ser aportadas por el estudiante, mediante una acción de pensamiento productivo.

En el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas se utilizan los siguientes tipos de problemas:

Problemas químicos cuantitativos, aquellos que poseen como rasgo esencial que para su resolución se necesitan herramientas de alcance matemático.

Problemas abiertos porque pueden obtenerse un resultado empleando más de una vía de solución sustentado en los procedimientos lógicos del pensamiento.

Problemas que están basados en fórmulas o en ecuaciones químicas.

“En la propuesta que se presenta se define el término problema químico con cálculo como aquella situación paradójica que se manifiesta en la actividad cognoscitiva de la asignatura Química, donde el estudiante desconoce el modo de actuar y el resultado, lo cual exige realizar una transformación mediante el empleo de procedimientos heurísticos para encontrar una vía de solución que demanda, en una fase inicial la interpretación de los objetos, procesos o fenómenos químicos y en una fase final, el uso de las herramientas matemáticas de cálculo”.

La resolución de problemas constituye un tema que se le ha dedicado especial atención en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química. Autores como: Kiruchkin, Shapovalenko & Polosin (1981), destacan que durante esta etapa no existe una unidad de criterio en cuanto a la interpretación del término problema, éstos son empleados para el desarrollo de habilidades en los estudiantes y comprobar conocimientos, los razonamientos empleados en la solución se realizan al tomar como base los elementos aritméticos y algebraicos.

De lo cual se infiere, que predominan los métodos de índole matemático sobre los químicos, no existe una metodología definida, aspectos que afectan notablemente la enseñanza de la Química.

A partir de 1990 para el trabajo con los cálculos en Química se sugiere emplear un conjunto de lineamientos metodológicos generales en los programas de la asignatura en el nivel medio y que se hacen extensivos a la enseñanza superior. En la ejecución de los mismos se debe utilizar las normas y magnitudes del Sistema Internacional de Unidades en el uso de relaciones o expresiones necesarias.

Se sugiere utilizar un algoritmo de trabajo y según el estudiante desarrolle habilidades podrá omitir algunos pasos, mostrar problemas considerados como tipo, para enseñar el modo de actuar, el modelo o patrón a imitar y la comprensión del mismo, valorar el razonamiento lógico seguido en la resolución y aplicar la vinculación de las sustancias con la agricultura, la industria y la vida diaria, con lo cual se contribuye al carácter politécnico en los diferentes cursos de la asignatura.

En relación a esto, se considera que resulta difícil concretar un algoritmo general para la enseñanza de todos los tipos y las variantes de problemas, por lo tanto, lo considera insuficiente para la solución de problemas, lo cual se hace más evidente cuando los estudiantes se enfrentan a los diferentes temas que se tratan en la Educación Superior.

En este sentido, Rojas (1990), destaca que no existe una metodología concreta para la resolución de problemas químicos con cálculos. Se recomienda que los estudiantes aprendan a diseñar y realizar experimentos, cuyos resultados les posibilite adquirir conocimientos teóricos como son los conceptos, las leyes, los principios, para que posteriormente sean aplicadas a la resolución de diferentes tipos de situaciones.

En la actualidad la resolución de problemas se concibe como una actividad de alta demanda y por tanto compleja, que potencia el desarrollo de habilidades intelectuales, es considerado un método de enseñanza de la ciencia, al constituir parte de un contenido está íntimamente relacionado con los conceptos, con los procedimientos y con las actitudes a formar en los estudiantes.

En relación con lo anterior la resolución de problemas constituye objeto de múltiples investigaciones, las cuales se relacionan a continuación:

1. Contribuir a la formación de valores (Morejón, 2002).
2. Incluir experimentos químicos usando los materiales de lo cotidiano y del contexto del estudiante (Camunda, 2016).

Se comparte esta última idea, por cuanto se considera que la resolución de problemas químicos con cálculos debe estar enfocada al contexto de actuación de los estudiantes, en este caso dirigida a los modos en que interactúa el ingeniero agrónomo, para estimular la independencia cognoscitiva y la creatividad durante su desempeño profesional.

Durante esta etapa se insta a que el aprendizaje de la Química en general se relacione directamente con las tecnologías de la información y las comunicaciones para estimular la adquisición de conocimientos y favorecer su significatividad (Vidal, 2012).

En este sentido, Gaila, (2016) le atribuye gran significado a la utilización de software educativo, los cuales ofrecen notables posibilidades para incentivar la búsqueda de diferentes vías de solución a un problema químico con cálculo.

De acuerdo con lo anterior en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Química General se utilizan otros recursos didácticos que sustentan el trabajo con los problemas químicos con cálculos, son ellos: los teléfonos móviles, los tablets, así como el uso de la plataforma interactiva Moodle, los cuales actúan como mediadores del aprendizaje.

En el proceso de interacción con la plataforma Moodle, el estudiante tiene la posibilidad de utilizar un ordenador

para lograr una mejor comprensión del contenido relacionado con las conferencias, clases prácticas, seminarios y prácticas de laboratorios, analizar esquemas, modelos y de esta forma convertirse en un ente activo en el aprendizaje.

Al constituir la resolución de problemas un elemento esencial en el aprendizaje de las ciencias el docente tiene el notable reto de encauzar este proceso hacia la búsqueda técnicas y procedimientos para obtener un mayor desempeño cognitivo de los estudiantes.

En la revisión bibliográfica efectuada se registran diferentes modelos teóricos, para la resolución de problemas, se asume el de Polya (1945), el cual constituye un referente importante para el estudio que se realiza, por cuanto, se considera que el mismo expresa consideraciones básicas comunes a todos y consta de los siguientes pasos:

1. Aceptar y comprender las condiciones del problema.
2. Planificar su solución.
3. Llevar a cabo el plan planificado.
4. Comprobar, verificar la solución.

Labarrere (1996), considera que toda actividad de solución de problemas está caracterizada por las etapas generales siguientes:

1. Análisis inicial del problema.
2. Determinación de la vía de solución.
3. Ejecución de la solución.
4. Control de la solución realizada.

Los modelos enunciados por Polya (1945); y Labarrere (1996), constituyen punto de partida en el desarrollo histórico del conocimiento, para determinar un conjunto de acciones con el propósito de facilitar la comprensión de la resolución de problemas en los estudiantes de primer año de la Ingeniería Agronómica.

En el presente trabajo se estima pertinente transformar las acciones de carácter general descritas en los modelos anteriores, relacionadas con la resolución de problemas en acciones concretas que sirvan de pauta a seguir por los estudiantes hacia la búsqueda de una estrategia adecuada en pos de mejorar su desempeño en esta habilidad, en la asignatura Química General en la carrera de Ingeniería Agronómica, las que se explican a continuación:

Acciones para la resolución de problemas químicos:

Analizar los componentes estructurales que conforman la situación inicial.

Se hace necesario en esta acción identificar los componentes estructurales que constituyen el problema, el contenido, las condiciones y las exigencias que se plantea inicialmente.

En el caso específico de la Química General el contenido del problema lo constituyen elementos químicos, fórmulas de sustancias, valores de las magnitudes que pueden encontrarse formando parte de expresiones o relaciones que conforman el enunciado. Las condiciones están relacionadas con la información que se brinda del proceso o fenómeno, comúnmente se les conoce como los datos, los cuales son valores cuantitativos sobre las magnitudes o aspectos cualitativos sobre las fórmulas de las sustancias y sus propiedades. La exigencia expresa lo que se desea obtener, es conocido como la incógnita, la que se presenta generalmente en forma de pregunta.

Modelar el problema.

Esta acción consiste en la representación del problema químico para lograr su interpretación, puede ser mediante fórmulas reales o hipotéticas para las sustancias, ecuaciones para las reacciones químicas, si se desconocen elementos se utilizan variables y en los procesos de disolución se utilizan frecuentemente esquemas para una mejor comprensión de los mismos.

Determinar los procedimientos que permiten obtener una posible vía de solución.

En la resolución de problemas a nivel universitario predominan los procedimientos heurísticos que orientan hacia la búsqueda de soluciones.

A decir de Muller (1987), los procedimientos heurísticos son formas de trabajo y de pensamiento que apoyan la realización consciente de actividades mentales exigentes.

En la propuesta actual se utilizan con frecuencia los siguientes procedimientos heurísticos:

Reglas: separar lo dado de lo buscado, confeccionar figuras de análisis, representar magnitudes con variables, utilizar fórmulas adecuadas y reformular el problema.

Principios: analogías, reducción y demostración.

Estrategias: de trabajo hacia adelante o de trabajo hacia atrás.

En esta acción se emplea el razonamiento deductivo, el cual está presente en la obtención de un nuevo argumento o conclusión, que puede ser la integración de fórmulas con el propósito de transformar fórmulas o ecuaciones

químicas, mediante éstas se logra convertir los modelos propuestos en una ecuación lineal o en sistemas de ecuaciones lineales u obtención de una nueva fórmula que relacione los componentes estructurales del problema y permita encontrar la solución del mismo.

Resolver el problema.

Al tratarse de problemas químicos cuantitativos es necesario en esta acción utilizar las herramientas matemáticas de cálculo según lo requiera para determinar la incógnita, ejemplo de ellas lo constituyen las siguientes:

Establecer sistema de ecuaciones algebraicas lineales.

Resolver sistema de ecuaciones algebraicas lineales.

Agrupar variables semejantes en un solo miembro.

Extraer factor común.

Emplear ecuación de segundo grado para determinar posibles soluciones.

Aplicar raíces cuadradas si es necesario.

Emplear operaciones matemáticas de cálculo.

Aplicar factores de conversión de unidades.

Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Es en esta acción donde se realiza una valoración de la vía de solución propuesta, se analiza la lógica seguida y se comprueban los resultados obtenidos.

En la actualidad adquiere una especial significación el aprendizaje basado en problemas, el cual es empleado en la Educación Superior Cubana en correspondencia con la concepción didáctica desarrolladora, elemento abordado por los investigadores (Silvestre & Zilberstein, 2003) en el que se retoman las ideas de los clásicos (Vigotsky, 1968; Galperin, 1986; Talízina, 1988), los cuales promueven la búsqueda y exploración del conocimiento, estimulan los procedimientos lógicos del pensamiento y el desarrollo intelectual de los estudiantes.

Autores como Ortiz & Travieso (2016), sustentado en el modelo de Maastricht reconocen el desarrollo de la actividad de resolución de problemas en siete pasos, son ellos:

1. Presentación del problema, escenario del problema.
2. Aclaración de la terminología.
3. Identificación de factores, generación de hipótesis.
4. Identificación de lagunas del conocimiento.
5. Facilitación de acceso a la información necesaria.

6. Resolución del problema.
7. Identificación de problemas nuevos o aplicación del conocimiento a problemas nuevos.

A partir de los presupuestos anteriores, se estima que, en la resolución de problemas químicos con cálculos relacionados con el perfil del Ingeniero Agrónomo, los estudiantes deben utilizar diferentes procedimientos, son ellos:

1. De carácter lógico: para la apropiación de los conocimientos.
2. De naturaleza heurística: como recursos para encauzar la búsqueda.
3. De orden metacognitivo: para valorar la actividad mental que se realiza.

Resulta interesante destacar que desde el punto de vista cognitivo la enseñanza de la resolución de problemas en la Química puede tener una doble función: como objeto de estudio en un momento determinado del programa o como método que permite la adquisición, la consolidación y la comprobación de nuevos conocimientos. Este último propósito predomina en el aprendizaje de la asignatura Química General en los estudiantes de primer año de la ingeniería agronómica.

Lo anteriormente expuesto demuestra que, en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Química General en la carrera de Agronomía, la resolución de problemas, constituye una habilidad necesaria, debido a que contribuye a:

- Elevar el carácter politécnico en el aprendizaje de la Química al relacionarse con la industria, la agricultura, etc.
- Favorece el proceso de formación de la concepción científica del mundo en los educandos.
- Desarrollar el pensamiento lógico y creativo de los estudiantes.

CONCLUSIONES

La habilidad de resolución de problemas en la asignatura de Química General constituye un elemento que desempeña un importante rol en la comprensión e interpretación de numerosas temáticas agronómicas, para lo cual se requiere realizar un análisis lógico, sistemático e integral de los hechos, procesos y fenómenos químicos que se verifican durante su desempeño profesional.

El análisis de documentos de la carrera Ingeniería Agronómica, la aplicación de pruebas pedagógicas a estudiantes y encuestas a docentes muestra que los educandos presentan dificultades en el desarrollo de la

habilidad de resolución de problemas en la asignatura Química General.

Los modelos enunciados por Polya (1945); y Labarrere (1996), acerca de la resolución de problemas constituyen referentes teóricos importantes para determinar un conjunto de acciones concretas que contribuyan a mejorar la comprensión de esta habilidad en los estudiantes de primer año de la Ingeniería Agronómica, mediante el empleo de procedimientos lógicos, heurísticos y metacognitivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camunda, B. (2016). El desarrollo del proceso de enseñanza- Aprendizaje de los problemas químicos con cálculos para la formación de profesores para la enseñanza secundaria en Namibe. *Tesis de doctorado*. La Habana: UCP Enrique José Varona.
- Gaila, J. (2016). El aprendizaje significativo de la Química en la Escuela Técnico-Profesional de Luanda. *Tesis de doctorado*. La Habana: UCP Enrique José Varona.
- Galperin, P. (1986). Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales. En, *Antología de la Psicología Pedagógica*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Gaulin, C. (2001). Tendencias actuales de la resolución de problemas. *Sigma*, 51-63.
- Hernández, A. (2013). *Aportes del Enfoque Histórico-Cultural. Experiencias de su aplicación en la Universidad de la Habana*. Buenos Aires.: Fedun.
- Kiruchkin, D., Shapovalenko, S., & Polosin, V. (1981). *Selección de Temas de Metodología de la Enseñanza de la Química*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Labarrere, A. (1996). *Pensamiento, análisis y autorregulación en la actividad cognoscitiva de los alumnos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Morejón, R. (2002). Estrategia metodológica, centrada en el método de resolución de problemas, como alternativa didáctica para la formación de valores en el Proceso de Enseñanza- Aprendizaje de la Disciplina Química General. *Tesis de maestría*. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río.
- Muller, H. (1987). *El trabajo heurístico y la ejercitación en la enseñanza de la Matemática*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Ortiz, T., & Travieso, D. (2016). El aprendizaje basado en problemas. En T. Ortiz, & T. Sanz, *Visión pedagógica de la formación universitaria actual*. La Habana: UH.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. México: Trillas.

- Rojas, C. (1990). *Metodología de la Enseñanza de la Química II*. La Habana.: Pueblo y Educación.
- Schoenfeld, A. (1993). *Mathematical Problem Solving*. Nueva York: Academic Press.
- Silvestre, M., & Zilberstein, J. (2003). *Una didáctica para una enseñanza y un aprendizaje desarrollador*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Talízina, N. (1988). *Psicología de la enseñanza*. Moscú: Progreso.
- Vidal, R. (2012). La actividad práctico-experimental de contenidos de Química de la Educación Media. Una estrategia didáctica. *Tesis de doctorado*. La Habana, Cuba.
- Vigotsky, L. (1968). *Pensamiento y Lenguaje*. La Habana: Editorial Revolucionaria.