

# LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: UNA PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN DEL INGENIERO AGRÓNOMO

MSc. Caridad Díaz Boffill<sup>1</sup> ; MSc. Miriam Medina Mesa<sup>1</sup>

*Universidad de Matanzas, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.*  
[caridad.diazbofill@umcc.cu](mailto:caridad.diazbofill@umcc.cu), [miriam.medina@umcc.cu](mailto:miriam.medina@umcc.cu)

## Resumen

Hacer la asignatura comprensible y vinculada al perfil profesional, venciendo la deficiente base y la poca motivación de los estudiantes, ha constituido tradicionalmente un reto para los profesores que imparten Química en el 1er año de la carrera de Agronomía. La necesidad de seleccionar los contenidos y métodos de trabajo propios de la Ciencia Química, según su significación para contribuir a fundamentar e interpretar fenómenos y procesos que ocurren en el agroecosistema, condujo a un diseño de asignatura que enfatiza la relación ciencia profesión en los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje, como principales resultados del trabajo metodológico desarrollado durante varios cursos. Tomando como referentes los documentos para el actual perfeccionamiento de la educación superior cubana se presenta el diseño de una asignatura cuya implementación ha permitido contribuir, de forma más eficiente, a la formación del profesional de la carrera de Agronomía en la Universidad de Matanzas.

**Palabras claves:** Enseñanza de la Química; relación ciencia profesión; perfeccionamiento curricular; Agronomía.

---

## Introducción

La Reforma Universitaria de 1962 sentó las pautas para las transformaciones de esencia que demandaba de inmediato la educación superior en Cuba. Uno de los aportes de esta Reforma fue la definición del concepto de *perfeccionamiento continuo de los diseños y contenidos de los planes de estudio*, con la mira de satisfacer las demandas del desarrollo socioeconómico del país en cada momento y, también, para valorar sistemáticamente lo mejor de las tendencias internacionales que resultara pertinente adaptar al contexto nacional en la formación de profesionales (MES, 2016).

Como parte de este perfeccionamiento continuo, se definieron las características del profesional de perfil amplio que egresa de los Centros de Educación Superior cubanos como aquellos profesionales con una formación básica profunda y sólida de su objeto de trabajo, que le permita resolver de manera activa, independiente y creadora los problemas de carácter general a los que se enfrentará en su puesto de trabajo una vez graduado (Álvarez, 1989)

En estrecha relación con lo anteriormente planteado Vecino Alegret, ministro de educación superior durante varios años, enfatizó: “Los estudiantes universitarios deben formarse desde los primeros años en la solución de problemas reales o simulados a los de su problemática profesional, en desarrollar habilidades prácticas y estimular la lógica del pensamiento, en la utilización de la ciencia y la teoría científica para resolver dichos problemas” (Vecino, 1993).

La ciencia Química es una de las ciencias básicas que aporta de forma muy directa, conocimientos a la formación de los profesionales de la rama agropecuaria, apareciendo tradicionalmente como una disciplina con varias asignaturas, ubicada en los dos primeros años de la carrera de Agronomía.

La característica fundamental de estas asignaturas es que han respondido, por su nombre y contenido a ramas específicas de la ciencia Química (Química General, Química Inorgánica, Química Analítica, Química Orgánica y Bioquímica), y los profesores que han impartido las mismas, fundamentalmente son profesionales Químicos y Bioquímicos, centrando el proceso de enseñanza en el estudio básico esencial del objeto de la ciencia, no estableciéndose el vínculo necesario entre éste y el objeto de trabajo del profesional no químico; la integración y sistematización en la asignatura no llega a concretarse, ya que no se tiene plena conciencia de la contribución de la misma al modelo del profesional.

Se ha detectado pobre motivación por la adquisición y asimilación de conocimientos de las asignaturas básicas por parte de los estudiantes, lo cual ha sido atribuido, fundamentalmente, a la deficiente base de niveles precedentes y poco interés en el estudio; sin valorar adecuadamente lo compleja que puede resultar una asignatura de estas características si su impartición sigue solamente la lógica de la ciencia, alejada del contexto profesional (Medina, 1999).

La evidente diferencia entre el nivel real con que acceden los estudiantes a la universidad y el que se prevé en los planes de estudio, constituye una de las principales causas de las bajas que se producen durante el desarrollo del ciclo básico en las carreras universitarias (Mena et al., 2011), muchas de ellas provocadas por problemas no solo docentes, sino también por inasistencias reiteradas a clases, que es uno de los rasgos fácilmente reconocibles en estudiantes poco motivados (Héctor, 2012).

En este sentido uno de los principales retos sería lograr que los estudiantes universitarios se sientan motivados por el estudio de las asignaturas básicas, en este caso concreto las asignaturas de la disciplina Química. Una de las alternativas posibles para contribuir a ello, y propuesta por las autoras de este trabajo para este fin, es la transformación en la concepción y enseñanza de las asignaturas básicas, en la medida en que seamos capaces de mostrarle a los estudiantes, a través de la práctica pedagógica, que el contenido que se les ofrece será parte importante de su trabajo profesional (Medina, 1999).

La preocupante distancia entre las expectativas puestas en la contribución de la educación científica a la formación de ciudadanos conscientes de las repercusiones sociales de la ciencia y la realidad de un amplio rechazo de la ciencia y su aprendizaje, es una realidad en varios contextos universitarios de América Latina, y ha terminado por dirigir la atención hacia como se está llevando a cabo esa educación científica (Macedo, 2005; citado por Santiago y Torrents, 2012) en estudios realizados en contextos educativos de la enseñanza media, en Argentina.

Sobre esta problemática, o muy relacionada con ella, han sido consultados trabajos reportados por varios profesores e investigadores de universidades cubanas, algunos de ellos, citados en este trabajo. Los resultados son indicativos de las potencialidades en cuanto a conocimientos científicos que aportan las ciencias básicas y en específico la Química. Cuando estos conocimientos son vinculados con el objeto de su profesión desde los primeros años de la carrera, constituyen elemento fundamental para la motivación por la asignatura y la contribución al desarrollo de valores como la responsabilidad y el amor por la profesión (Batista et al., 2018) entre otros valores, cualidades y actitudes relacionadas con el modo de actuación del profesional agropecuario.

Por todo lo anteriormente expuesto, en el curso 2015-2016 las autoras inician la profundización del trabajo en este sentido, que cambia la concepción tradicional de la enseñanza de la asignatura Química Inorgánica y Analítica (correspondiente al currículo del Plan de estudio del perfeccionamiento “D”) en la carrera de Agronomía de la Universidad de Matanzas. En la referida asignatura los elementos químicos y sus propiedades se asumían a la manera tradicional que esta ciencia ha utilizado, por grupos de la Tabla Periódica y de cada grupo el estudio de cada uno de los elementos.

Sin abandonar la lógica y métodos propios de la ciencia Química, se concentró el contenido de la asignatura en los elementos químicos de interés agrícola y las principales especies

químicas que ellos forman, con incidencia fundamental en el agroecosistema, y los objetivos se centraron en la fundamentación química de dichos los fenómenos.

Esta experiencia se perfecciona y aplica durante dos cursos, y junto a las posibilidades en cuanto a la flexibilidad del currículo y otros elementos definidos para los Planes de estudio correspondientes al perfeccionamiento “E” (MES, 2016), sirve de base al diseño de la asignatura Química Agrícola, impartida en el curso 2017-2018 (Medina y Díaz, 2018).

A partir de la implementación del Programa de asignatura propuesto para la Química Agrícola se ha continuado el perfeccionamiento para la implementación de la asignatura en el curso 2018-2019.

En el presente trabajo se presentan y argumentan las principales acciones y resultados del perfeccionamiento continuo de la enseñanza de la Química en el primer año de carrera de Agronomía en la Universidad de Matanzas.

## **Desarrollo**

La Química Inorgánica y Analítica (Plan de Estudio correspondiente al perfeccionamiento “D”), es una de las asignaturas que conformaban la disciplina Química para la carrera de Agronomía, se impartía en el primer año y tenía como precedencia la Química General. Esta asignatura estaba conformada por contenidos correspondientes a dos ramas de la ciencia química diferentes: la Química Inorgánica y el Análisis Químico.

Los contenidos de la asignatura correspondientes a la Química Inorgánica abordaban el estudio de los elementos químicos de interés agrícola y principales especies que originan, lo que requiere de conocimientos y habilidades tanto de Química General como de otros recibidos en la enseñanza media superior, que, en gran medida, no son del dominio de los estudiantes.

En la nueva concepción propuesta por las autoras para la asignatura se tuvo como premisa el lugar que ocupaba la misma en el currículo de la carrera, las relaciones intradisciplinar e interdisciplinarias, así como la importancia de esta ciencia en la fundamentación de un gran número de problemas profesionales que enfrenta el ingeniero agrónomo.

La propuesta se implementó en los cursos 2015-2016 y 2016-2017. El trabajo realizado conllevó el rediseño del programa analítico de la asignatura, en cuanto a objetivos instructivos, sistema de conocimientos y sistema de habilidades, la tipología de las clases, el sistema de evaluación y la bibliografía utilizada. Estos cambios se centraron fundamentalmente en el primer tema. (Díaz y Medina, 2017). A continuación se exponen las principales adecuaciones realizadas.

### *Programa analítico*

Se reformularon los objetivos generales instructivos ya que la propuesta del programa analítico anterior no permitía apreciar la contribución de la asignatura a la comprensión del objeto de trabajo del profesional.

#### *Se definieron dos objetivos generales instructivos:*

- Fundamentar diferentes problemáticas del agroecosistema, específicamente las relacionadas con los elementos de interés agrícola, aplicando los principios y leyes del equilibrio químico.
- Aplicar algunos métodos de análisis a la determinación cuantitativa de especies químicas inorgánicas de interés agrícola; realizando los cálculos e interpretaciones necesarias, a partir de los datos obtenidos de la experimentación.

Los objetivos educativos no se reformularon, se consideraron adecuadamente redactados y en correspondencia con las exigencias de formación del Modelo del profesional y del año académico.

El sistema de conocimientos general se precisó dejando explícito el objeto de estudio de la asignatura:

Tema 1: *Las propiedades físicas y químicas generales de los elementos químicos representativos y de transición.* Propiedades de las principales especies inorgánicas relacionadas con el ecosistema agrícola. Macroelementos, microelementos y contaminantes. Compuestos de coordinación. Estabilidad.

Tema 2: *Métodos de análisis químico cuantitativo de uso más frecuente en la rama agrícola.* Métodos gravimétricos. Métodos volumétricos. Métodos electrométricos. Métodos ópticos. Condiciones de trabajo y aplicaciones. Procesamiento de los resultados.

Se trabajó en el *sistema de habilidades*, quedando redactadas de la siguiente forma:

- Relacionar las principales características de los elementos químicos de interés agrícola con su comportamiento en el agroecosistema.
- Relacionar las principales características de los elementos químicos de interés agrícola con los posibles métodos analíticos que pueden aplicarse para la determinación cuantitativa de una especie química de interés agrícola.
- Aplicar métodos de análisis clásicos e instrumentales para la determinación analítica cuantitativa de especies químicas de interés agrícola.

Se consideró adecuado el sistema de valores propuesto para la asignatura, el cual había sido determinado teniendo en cuenta los propuestos por el Colectivo de Carrera y en correspondencia con los del 1er año académico.

La distribución del tiempo total de la asignatura por temas y tipos de clase fue la siguiente:

<b>Temas</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>Total</b>
I	8	-	-	6	2	16
II	15	4	13	-	2	34
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>50</b>

En el sistema de evaluación se mantuvieron las evaluaciones parciales para cada uno de los temas y las frecuentes en conferencias, clases prácticas y laboratorios. Se incorporaron para el Tema 1 talleres y clases prácticas integradores.

Como ya se ha explicado, la asignatura Química Inorgánica y Analítica comprendía contenidos que según la lógica de la ciencia y su organización tradicional, en los textos corresponden a la Química Inorgánica, Análisis Químico y Análisis Instrumental. Dado que no existía un texto acorde con las características de la asignatura, la bibliografía básica orientada en el Programa de la disciplina Química la conformaban: los Manuales de Química Inorgánica y Analítica para Estudiantes de Ciencias Agropecuarias y el de Análisis Instrumental.

El perfeccionamiento continuo obligó a una adecuación en el diseño de la asignatura, más acorde con las exigencias del profesional agropecuario, y como resultado, los textos no eran los adecuados, por su amplitud, a los contenidos actualizados. Debido a esto se elaboraron materiales complementarios para precisar y contextualizar el estudio de los contenidos de Química Inorgánica y Analítica, sin dejar de utilizar los textos antes mencionados.

En la organización de la asignatura se mantuvieron los dos temas que estaban propuestos con anterioridad, realizándose las adecuaciones fundamentales en la concepción y puesta en práctica del primer tema, con el fin de hacer evidente la relación ciencia profesión, a través de objetivos, conocimientos, habilidades y métodos de trabajo.

El diseño del proceso de enseñanza aprendizaje para el primer tema *propiedades físicas y químicas generales de los elementos químicos representativos y de transición*, llevó a reformular el objetivo del mismo, precisar el sistema de conocimientos y habilidades, la redistribución del tiempo asignado a los diferentes tipos de clase y la introducción del taller en las mismas, así como la precisión en la orientación del estudio independiente.

Las adecuaciones realizadas al tema fueron:

*Objetivo instructivo:* Argumentar el comportamiento en el agroecosistema de los elementos químicos de interés agrícola basado en sus características químicas.

*Sistema de conocimientos:* Propiedades físicas y químicas generales de los elementos químicos representativos y de transición. Propiedades de las principales especies inorgánicas relacionadas con el ecosistema agrícola. Reacciones en que participan. Macroelementos, microelementos y contaminantes. Compuestos de coordinación. Nomenclatura, estructura y estabilidad. Quelatos, importancia agrícola. Papel de los elementos de interés agrícola en el agroecosistema.

En la impartición de las conferencias se hizo hincapié en la diferencia entre elemento de interés agrícola y elementos esenciales, y por qué aquellos que no son esenciales tienen importancia agrícola. En cuanto a los esenciales, se explica el significado de este concepto, así la clasificación en macro y microelementos.

Se introduce en la asignatura el taller, como tipo de clase que tiene como objetivo que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos para la resolución de problemas propios de la profesión, contribuyendo al desarrollo de habilidades para la solución de problemas profesionales, como la asignatura en cuestión se sitúa en el primer año de la carrera, la integración horizontal se logra fundamentalmente con la asignatura Práctica Agrícola I, perteneciente a la Disciplina Principal Integradora, apareciendo declarado el Programa Analítico de la asignatura, las siguientes habilidades:

- Valorar la disponibilidad de algunos elementos nutrientes del suelo, a partir de los conocimientos de las asignaturas Química General y Química Inorgánica y Analítica.
- Explicar la respuesta de las plantas a los elementos químicos del suelo.

Como se observa, queda explícito en las habilidades de la asignatura Práctica Agrícola I la posibilidad y necesidad de que el estudiante aplique los contenidos de Química Inorgánica y Analítica a la resolución de problemas profesionales desde el primer año de la carrera (lo cual aparece explicitado en el objetivo del año).

Por otra parte, la interdisciplinariedad vertical se centró en la disciplina Manejo de suelo y agua, que contempla las asignaturas de Ciencias del Suelo y Riego y Drenaje, entre otras. También se relaciona con aspectos pertenecientes a asignaturas de otras disciplinas de la carrera, tales como Botánica, Microbiología, Fisiología Vegetal, Ecología y Fitotecnia, fundamentalmente.

En cuanto a la introducción de talleres donde se trabajó la resolución de problemas profesionales sencillos, resultó muy positiva. La realización de ensayos químicos demostrativos como soporte visual de los fenómenos analizados es algo que distinguió a los talleres, ya que el tema 1 no contaba con Prácticas de laboratorio como tipo de clase.

Para la autopreparación de los talleres por parte de los estudiantes, se entregó con antelación una guía que contenía las problemáticas a resolver y se realizaron consultas, que incluyeron también profesores de otras asignaturas (Práctica Agrícola I). Se orientó la

utilización de diccionario técnico y de un material complementario de la asignatura Ciencias del suelo referido a la química del suelo, colocado en la plataforma interactiva.

La orientación al estudio se realizó utilizando la bibliografía básica ya referida anteriormente, y los materiales complementarios elaborados; además se exigió, como vía para consolidar e integrar lo estudiado, que los estudiantes completaran resúmenes en forma de tabla, orientados por la profesora de la asignatura (*Anexo 1*).

En el desarrollo de los talleres se analizaron diferentes situaciones reales relacionadas con el agroecosistema. Algunos ejemplos se muestran en el *Anexo 2*.

### ***Valoración de la propuesta:***

Por los resultados del PNI realizado al grupo de estudiantes al finalizar cada Taller (*Anexo 3*), se puede valorar la satisfacción de los mismos con este tipo de actividad docente comportamiento de los estudiantes.

Por otra parte, el comportamiento de la asistencia y disciplina de los estudiantes en las actividades de la asignatura en general y la autopreparación para el desarrollo de las diferentes actividades puede ser considerada como reflejo de la motivación lograda (Héctor, 2012).

Fue reconocido por el Colectivo de disciplina y por el Colectivo de año el trabajo realizado, a partir de los criterios emitidos por los jóvenes a sus respectivos profesores guías.

Los resultados obtenidos confirmaron lo expuesto por las autoras de este trabajo al referir que el perfeccionamiento en las asignaturas de la disciplina Química para la carrera de Agronomía, y en especial la asignatura que se imparta en primer año, debe continuar trabajando en la relación ciencia profesión, la motivación y la educación desde la instrucción como elementos fundamentales del perfeccionamiento (Díaz y Medina, 2017).

En el curso 2017-2018 se inicia en la carrera de Agronomía de la Universidad de Matanzas el Plan de estudio E (MES, 2016). Este nuevo plan concibe entre sus bases conceptuales:

*Mayor nivel de esencialidad en los contenidos de las disciplinas, Lograr transformaciones en la evaluación del aprendizaje, Potenciar el protagonismo del estudiante en su proceso de formación y Potenciar el tiempo de autopreparación del estudiante.*

Teniendo en cuenta lo antes planteado se continuó el trabajo metodológico dirigido al diseño de una nueva asignatura que respondiera, no solo a las propuestas y experiencias anteriores, sino que además se ajustara a estos requerimientos para los Planes de estudio E.

Se trabaja en el diseño de la nueva asignatura, la cual incluye los contenidos de la ciencia Química que responden a la Química General, Química Inorgánica y la Química Analítica.



Ya desde el Plan de Estudio D, estos contenidos se organizaban en dos asignaturas: Química General y Química Inorgánica y Analítica. Partiendo de la esencialidad en los contenidos, teniendo en cuenta la relación ciencia profesión se diseñó la asignatura Química Agrícola para el primer año de la carrera de Agronomía.

Para el diseño del programa de la asignatura se tomaron en cuenta planteamientos esenciales del Documento Bases Conceptuales para el diseño de los Planes de Estudio E (MES, 2016):

“...debe existir la unidad de la lógica interna de la ciencia con la lógica del proceso de enseñanza aprendizaje, garantizando una formación teórica dentro de su ámbito del saber y una aplicación de estos conocimientos en la resolución de problemas (vínculo ciencia – profesión)... al mismo tiempo se deben planificar con estos enfoques, actividades con fines formativos que refuercen la identificación y solución de problemas propios de la profesión... transformación en los métodos, medios, formas organizativas y evaluación del aprendizaje, para lograr que el estudiante sea el actor principal del proceso. Se trata entonces de orientar el proceso de formación más al aprendizaje que a la enseñanza, a priorizar el cómo y no el qué, de manera que se eleve el protagonismo del estudiante y se favorezca su independencia cognoscitiva y creatividad”...

El Programa analítico propuesto se implementó en el curso diurno y en el curso por encuentro, durante el primer semestre.

Se tomó en cuenta el Modelo del profesional, Programa de la disciplina Química y el objetivo del primer año de la carrera, para el diseño del programa analítico, tanto para la elaboración de objetivos, habilidades como la precisión del sistema de conocimientos, estas relaciones no aparecen evidenciadas en los objetivos y contenidos del Programa de la disciplina Química para el Plan de estudio correspondiente al perfeccionamiento “E”, (actual proceso de perfeccionamiento de los Planes de estudio).

Llevando al contexto de la asignatura, en la propuesta de Programa se declara, desde la propia fundamentación:

*...Resulta evidente el vínculo que posee la Química con prácticamente todos los campos de acción en que se desenvolverá el egresado de la carrera, lo cual posibilita un óptimo aprovechamiento de las capacidades bioproductivas de las especies objeto de su trabajo, en armonía con el ambiente, todo lo cual presupone además la evaluación sistemática de la calidad de los satisfactores producidos y la del estado del agroecosistema sobre el que actúa...*

Otro elemento precisado fue *el objeto de estudio de la asignatura*, a partir de la misma concepción antes fundamentada:

*La estructura, propiedades y transformaciones que fundamentan el comportamiento de los elementos de interés agropecuario y sus principales especies químicas inorgánicas relacionadas con los ecosistemas agropecuarios; y los métodos analíticos de mayor utilización en la caracterización química cuantitativa de estas especies.*

Se revisaron y rediseñaron todos los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje para la asignatura. Se presentan a continuación algunos de ellos:

### ***Objetivos generales de la asignatura***

#### *Instructivos:*

Aplicar la relación estructura-propiedad-función, las teorías, leyes y principios estequiométricos, termodinámicos, cinéticos y del equilibrio iónico, en la explicación del comportamiento químico y principales transformaciones asociadas a procesos de interés agropecuario en el agroecosistema.

Aplicar los cálculos y/o análisis estequiométricos, termodinámicos, cinéticos de reacciones químicas donde intervienen especies de interés agropecuario; haciendo uso del lenguaje de la Ciencia Química y Sistema Internacional de Unidades (SIU).

Aplicar algunos métodos de análisis químico a la determinación cuantitativa de sustancias químicas inorgánicas de interés agropecuario, utilizando las técnicas de cómputo y la información científica para la confección de informes y/o trabajos.

Los sistemas de conocimientos y habilidades de la asignatura Química Agrícola para el Plan de Estudio correspondiente al actual perfeccionamiento (“E”) han sido cuidadosamente seleccionados por su esencialidad, respetando el vínculo ciencia-profesión, así como por su contribución directa o indirecta a la solución de problemas profesionales relacionados con el agroecosistema.

#### *Sistema de habilidades*

Justificar las propiedades de las especies inorgánicas de interés en los ecosistemas agropecuarios, a partir de sus características estructurales.

Realizar cálculos y/o análisis estequiométricos, termodinámicos y cinéticos de reacciones químicas entre especies inorgánicas.

Aplicar las leyes, principios y conceptos propios de la asignatura para caracterizar procesos, a partir de las propiedades químicas de las especies inorgánicas estudiadas.

Interpretar los datos obtenidos en la experimentación (gráficos, tablas).

Ejecutar procedimientos de laboratorio para la comprobación de propiedades químicas y la determinación cuantitativa de especies químicas de interés en el agroecosistema.

Fundamentar, desde el punto de vista químico, algunos procesos que tienen lugar en el agroecosistema, relacionados con otras asignaturas de la carrera, que contribuyen a la solución de problemas profesionales.

Utilizar las técnicas de la información, el idioma inglés y la información científico-técnica para la realización de informes, presentación de trabajos y/o tareas relacionadas con la asignatura, haciendo uso adecuado de la expresión oral y escrita.

Utilizar la simbología y nomenclatura propia de la ciencia química, en correspondencia con el sistema internacional de unidades, para nombrar, representar y/o identificar especies químicas, así como las reacciones o procesos en que ellas intervienen.

*Valores fundamentales de la carrera a los que tributa la asignatura.*

*Honestidad:* Los estudiantes mostrarán la formación de este valor con su capacidad de reconocer su preparación ante los resultados de preguntas orales y escritas, preparación de seminarios, preparación de talleres, informes orales y algunas formas de evaluación como la coevaluación y la autoevaluación.

*Responsabilidad:* Es el actuar del individuo cuando responde con una conducta adecuada a sus deberes como sujeto social. Los estudiantes cumplirán con los parámetros de asistencia y puntualidad, la autoperparación.

*Amor a la Naturaleza:* Sentimientos de cuidado y protección al medio ambiente, manifestándose en su trabajo como conservacionista. La asignatura se debe desarrollar tratando de impregnar en los estudiantes valores que los prepare para actuar con un sentido medio ambientalista, garantizando la protección de la naturaleza para elevar el bienestar social y familiar, que les permita demostrar los daños que ha ocasionado el hombre a la naturaleza y como se puede revertir y mejorar dicha situación.

*Respeto a la profesión:* Formar sentimientos de amor a la carrera, de incorporar a su forma de actuar los rasgos que debe tener un agrónomo comprometido con la sustentabilidad y la economía del país.

*Solidaridad:* Crear la conciencia y la disposición de los estudiantes a ayudar a cualquier compañero de trabajo, o a otro estudiante, pensando en el bien que se proporciona y no en el esfuerzo que tenemos que hacer, tanto en su vida social, como profesional de la agricultura o como docente, desde el punto de vista académico y político-ideológico.

La distribución de los contenidos por temas siguió no solo la lógica de la ciencia química sino en estrecha relación de la ciencia con la profesión, permitiendo además la esencialidad en los contenidos que se reclama en el perfeccionamiento de los Planes de estudio E (MES, 2016) y el vínculo teoría- práctica profesional, evidenciada en la interpretación química de fenómenos que ocurren en el agroecosistema.

*Temas y distribución de horas por tipo de clases.*

<b>Temas</b>	<b>C</b>	<b>CP</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>E</b>	<b>Total</b>
<b><i>Tema I. Los elementos químicos de interés agropecuario y sus transformaciones.</i></b>	12	10	-	2	-	1	25
<b><i>Tema II. Sistemas dispersos en medio acuoso y su importancia para el agroecosistema.</i></b>	4	2	2	3	-	1	12
<b><i>Tema III. Equilibrio iónico en disolución acuosa.</i></b>	6	4	-	3	3	-	16
<b><i>Tema IV. Métodos de análisis químico cuantitativo de uso más frecuente en la rama agropecuaria.</i></b>	6	2	-	9	-	-	17
<b>Total</b>	28	18	2	17	3	2	70

En el Tema I se centró la atención en aquellos elementos químicos cuyas especies tengan principal interés para el manejo adecuado de los ecosistemas agropecuarios: hidrógeno, sodio, potasio, calcio, magnesio, boro, aluminio, carbono, silicio, nitrógeno, fósforo, oxígeno, azufre, cloro, manganeso, hierro, cobre, cobalto, zinc, molibdeno. Se incluyeron los denominados metales pesados dados sus efectos contaminantes del medio ambiente. Los laboratorios de los temas III y IV estarán en función de la determinación de especies química de interés para el agroecosistema.

En el tema II, el estudio de las propiedades coligativas de las disoluciones se centró en lo relacionado con la presión osmótica dado que constituye un elemento conceptual importante para la carrera. En las propiedades de los sistemas coloidales se destaca las propiedades eléctricas y los fenómenos de floculación de estos sistemas por electrolitos y la peptización, pues son ambos procesos de interés en la formación y destrucción respectivamente de los suelos. En el seminario dedicado al agua, se caracterizó desde el punto de vista de su estructura intra e intermolecular y como determina esto en sus propiedades. Además se caracterizó el proceso de formación del agua desde el punto de vista termodinámico y cinético.

En el tema III, al estudiar el equilibrio iónico, se utilizaron equilibrios de gran importancia para el agroecosistema, como los equilibrios de la disolución de amoníaco, de la disolución del dióxido de carbono, del ácido ortofosfórico y de hidrólisis del acuocomplejo del aluminio, fundamentalmente. Las disoluciones buffer se estudiaron desde el punto de vista de su composición y función. El anfoterismo a partir del estudio de la autoprotólisis del agua, en combinación con la teoría ácido-base de Bronsted-Lowry sirvió de base para

fundamentar el comportamiento químico del suelo. Con la temática de los procesos redox debe garantizarse tanto la articulación interna en la disciplina en cuanto a los procesos celulares de este tipo, como la necesaria precedencia para disciplinas de los campos de acción. En el laboratorio correspondiente a este tema se realizaron ensayos cualitativos que refuerzan los equilibrios estudiados de forma teórica, así como otros relacionados con los métodos de análisis que se abordarán en el tema IV, incluyendo equilibrios iónicos redox.

La asignatura se diseñó de forma tal que los contenidos se mueven alrededor del agroecosistema, estos se enfocan a la preservación del mismo, y a su posible deterioro o degradación por acción de factores químicos.

El *sistema de evaluación* se conformó tomando en cuenta lo referido en las Bases conceptuales para el perfeccionamiento actual (MES, 2016):

*“La tarea de evaluar debe considerarse en su carácter cualitativo y formativo. Esto supone integrarla al proceso docente educativo, es decir, realizarla de modo permanente durante las actividades de aprendizaje utilizando formas no tradicionales de evaluación y, además, dando a conocer a los estudiantes cuáles son los criterios que se utilizan para valorar su desempeño, de modo que esto lo ayude a revisar lo que hace y a desarrollar su capacidad de autoevaluación, su espíritu crítico y autocrítico... se debe mantener la evaluación sistemática teniendo en cuenta el desempeño del estudiante en el período, así como la tendencia a la disminución de exámenes finales tradicionales y al incremento de otros tipos de evaluación final, ...por ejemplo: trabajos de curso, casos de estudios, informes, ejercicios profesionales, proyectos, evaluación por portafolio, etc., que permitan comprobar el desarrollo de habilidades profesionales”...*

De esta forma en el sistema de evaluación de la asignatura aparecen todos los tipos de evaluación previstos en la educación superior:

*Evaluaciones frecuentes:* preguntas orales en conferencia, clases prácticas y preguntas escritas en las prácticas de laboratorio del tema III y IV.

*Evaluaciones Parciales:* trabajo extraclase del tema I, seminario del tema II, evaluación parcial escrita que comprende los temas I y II y taller del tema III.

*Evaluación final.* Trabajo escrito sobre una especie química de interés para el agroecosistema, a defender ante tribunal. Las especies químicas que fueron objeto del trabajo:  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$

En el *Anexo 4* se presenta la guía orientada para la realización de la evaluación final de la asignatura.

*Principales acciones realizadas en función de la gestión del proceso de enseñanza aprendizaje de la Química Agrícola en la Universidad de Matanzas y experiencias en la impartición de la asignatura.*

Se implementó el Taller como tipo de clase que propicia dar respuesta a problemas profesionales sencillos desde los contenidos de la asignatura, perfeccionando la experiencia de cursos anteriores.

Se perfeccionó el sistema de prácticas de laboratorio, en función de ensayos y determinaciones relacionadas con el objeto de la profesión. Ej. Determinación de la acidez hidrolítica en una muestra de suelo por el método de Kappen, determinación de cloruros en una muestra de agua destinada al consumo por el método de Mohr, entre otros.

Para suplir la carencia de un libro de texto que tanto en cantidad como en contenido se adecuara a la asignatura, se elaboraron guía para el estudio, conformadas no solo con objetivos y conocimientos, sino con esquemas, fotos, ejercicios resueltos, ejercicios propuestos de diferentes grados de complejidad y niveles de asimilación del conocimiento, complementado con presentaciones en Power point y videos.

Una característica considerada importante de los materiales elaborados fue la orientación al estudiante desde los contenidos precedentes para el aprendizaje del tema, hasta la salida en actividades más integradoras.

*Criterios de los estudiantes del Curso Diurno y en el Curso por Encuentros.*

En ambos tipos de cursos hubo buena aceptación con la asignatura recibida, así como con la evaluación final, los criterios obtenidos mediante entrevista individual y grupal desarrollada con posterioridad al desarrollo de la asignatura.

El seguimiento y acompañamiento en el desarrollo del trabajo final, de forma sistemática fue evidenciando el avance de los estudiantes, interés y motivación por la tarea.

No obstante, se considera necesario desde los primeros momentos de la impartición de la asignatura, se diseñen evaluaciones parciales que, de forma sistémica y sistemática preparen al estudiante para enfrentar este tipo de evaluación final no tradicional, por lo que se analizan algunas variantes para el curso 2018-2019 en cuanto al sistema de evaluación con relación al desarrollado en el curso 2017-2018.

Otro aspecto que debe considerarse prioritario en la gestión del proceso de enseñanza aprendizaje de la Química en la carrera de Agronomía de la Universidad de Matanzas, son los referidos a la contribución de la asignatura a las estrategias curriculares de computación e idioma inglés, dada las potencialidades de la asignatura y los medios de enseñanza aprendizaje que dispone para ello.

Teniendo en cuenta que el nombre Química Agrícola, podría llevar a expectativas no correspondientes realmente con los contenidos que aborda la asignatura y tomando en consideración otras variantes utilizadas por algunos Centros de Educación Superior, obtenidas del intercambio con especialistas de la Comisión Nacional de la carrera de Agronomía, se propone para el curso 2018-2019 el nombre de Química Aplicada para esta asignatura.

## Conclusiones

El perfeccionamiento en la asignatura Química que inicia el estudio de esta disciplina en el 1er año de la carrera de Agronomía en la Universidad de Matanzas, ha logrado fundamentar e implementar las ideas rectoras del proceso de formación en la educación superior cubana, trabajando en la relación ciencia profesión y haciendo aplicación consecuente, a nivel de la gestión del proceso de formación de una asignatura básica, de elementos que constituyen las bases conceptuales para el actual perfeccionamiento en la formación de los profesionales cubanos.

## Bibliografía

ALVAREZ, C. *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la Educación Superior Cubana*. MES. Ediciones ENPES. La Habana. Cuba. 1989.

BATISTA, Y. ET AL. *La enseñanza de la química en contextos agrícolas*. Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda” ISSN 1989-6794, N° 51-Enero 2018.

DIAZ, C. Y MEDINA, M. *El proceso de enseñanza aprendizaje de la química inorgánica y analítica enfocado a la resolución de problemas profesionales de la carrera de Agronomía*. VIII Convención Internacional de la Universidad de Matanzas (CIUM 2017). Memorias del evento en CD. Cuba. 2017

HÉCTOR, E. F. *La motivación como sustento indispensable del aprendizaje en los estudiantes universitarios*. Pedagogía Universitaria vol. XVII. No. 4. 2012.

HORRUITINER, P. *La Universidad Cubana: el modelo de formación*. Ciudad de La Habana. Ed. Félix Varela. 2006.

MEDINA, M. *Diseño de la asignatura Química General y Analítica para la carrera de Agronomía*. Tesis de en opción al título de Master en Ciencias de la Educación Superior. Mención: Docencia Universitaria e Investigación Educativa. Universidad de Matanzas (Cuba). 1999.

MEDINA, M. Y DÍAZ, C. *Valoración de la implementación de los Planes de Estudio E en la carrera de Agronomía: La Química Agrícola. Experiencias y propuestas*. XIV

Conferencia Científico Metodológica de la Universidad de Matanzas. Memorias en CD (Cuba). 2018.

MENA, J. L. ET AL. *Estilos y estrategias para el aprendizaje de las ciencias básicas en la carrera de Agronomía: experiencias desde la Universidad de Pinar del Río*. Revista Pedagogía Universitaria vol. XVI No. 2. 2011.

MES. *Documento base para el diseño de los Planes de estudio E*. Ministerio de Educación Superior. La Habana. Cuba 2016.

MES. *Plan de estudio E. Agronomía*. Ministerio de Educación Superior. La Habana (Cuba). 2017.

SANTIAGO, A. Y TORRENTS, S. *La motivación en la enseñanza de la Química*. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania. 2012.

VECINO, F. *Papel de la Universidad en el desarrollo social y económico del país*. Revista Cubana de Educación Superior. Cuba. 1993.

### Anexos

#### Anexo 1. Ejemplo de cuadro resumen utilizado para el estudio del tema.

Elemento interés agrícola	Grupo TP	Metal/ no metal	Elemento esencial	Forma en que las plantas lo toman	Justificación de su importancia agrícola
H	-	No metal	X	$H_2O$ , $NH_4^+$ , $H_2PO_4^-$	$H_3O^+$ (pH del suelo)
Na	I-A	metal	-	-	Alcalinidad elevada en suelos
K	I-A	metal	X	$K^+$	Macroelemento primario
Ca	II-A	metal	X	$Ca^{2+}$	Macroelemento secundario
Mg	II-A	metal	X	$Mg^{2+}$	Macroelemento secundario
B	III-A	No metal	X	$BO_3^{3-}$ , $B_4O_7^{2-}$	microelemento
Al	III-A	metal	-	-	Acidez toxica de su ión, componente de las arcillas
C	IV-A	No metal	X	$CO_{2(g)}$	Aparece en todos los compuestos orgánicos



Si	IV-A	No metal	-	-	Componente de la parte mineral del suelo
N	V-A	No metal	X	$\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$	Macroelemento primario mas tomado
P	V-A	No metal	X	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$	Macroelemento primario
O	VI-A	No metal	X	$\text{H}_2\text{O}$ y todos los iones oxigenados	Aparece en casi todos los compuestos orgánicos y el agua
S	VI-A	No metal	X	$\text{SO}_4^{2-}$	Macroelemento secundario
Cl	VII-A	No metal	-	-	Salinidad en el suelo, en exceso

**Anexo 2. Ejemplos de situaciones reales del ecosistema que fueron utilizadas en el desarrollo de los Talleres en la asignatura Química Inorgánica y Analítica.**

- Justifique, apoyándose en la formulación correspondiente, por qué el  $\text{CaCO}_3$  es usado como material encalante de los suelos ácidos. Corrobore lo planteado, al tratar una disolución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  con gotas de fenolftaleína.
- Explique, basado en la formulación química, por qué los suelos formados sobre rocas ricas en compuestos de aluminio, son suelos ácidos, donde se puede llegar a presentar acidez tóxica. Compruebe el carácter ácido de las sales de aluminio, añadiendo unas gotas de anaranjado de metilo a una disolución de  $\text{AlCl}_3$  o de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .
- ¿Cómo se explica el origen de cargas de las arcillas de hidróxidos de Al? Compruebe el carácter anfótero del  $\text{Al}(\text{OH})_3$  al hacer reaccionar el mismo frente a disoluciones de  $\text{NaOH}$  y  $\text{HCl}$ .
- Explique el ciclo del carbono en la naturaleza.
- Argumente, basado en la formulación química, como se comprueba la presencia de la limitante agroproductiva en suelos calcáreos, al hacer el estudio de un perfil de suelo. Realice dicho ensayo.
- ¿Cuáles son las formas iónicas del nitrógeno que toman las plantas? ¿Qué grado de oxidación presenta el nitrógeno en cada una? ¿Cómo se interrelacionan entre sí en el suelo?
- Justifique, basándose en la formulación correspondiente, por qué en los suelos con valores de pH menores de 6,5 precipitan los fosfatos de Fe y Al y en aquellos donde el pH es mayor de 7 precipita el fosfato de calcio. Realice los siguientes ensayos: añada gotas de disolución de ácido ortofosfórico a respectivas disoluciones de  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{Ca}^{2+}$
- Justifique por qué el ión  $\text{SO}_4^{2-}$  es la forma iónica del azufre que predomina en suelos aireados y el ión  $\text{S}^{2-}$  predomina en suelos anegados o con muy mal drenaje.

- Explique, apoyándose en las reacciones químicas necesarias, por qué el azufre elemental ( $S_{8(s)}$ ) puede ser empleado como enmendante de suelos alcalinos con la condición que en los mismos haya presencia de iones  $CO_3^{2-}$ .
- Las dos formas iónicas de hierro son el  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$ .
  - a. Justifique por qué en suelos aireados predomina el  $Fe^{3+}$ .
  - b. Explique por qué en dichos suelos tiene lugar la precipitación inmediata de este ión. Realice el siguiente ensayo: a una disolución de  $Fe^{3+}$  añada unas gotas de disolución de  $c(NaOH) = 1\text{ mol/L}$ .
  - c. Explique y formule por qué en suelos anegados, se observa en el perfil, en los horizontes que tienen esa alta condición de humedad, manchas verde-azulosas, verde sucio o grises. Haga reaccionar una disolución de  $FeCl_2$  con disolución de  $NaOH$ .

***Anexo 3. Resumen de los resultados del PNI. Asignatura Química Inorgánica y Analítica. Curso 16-17.***

Encuestados: 47 estudiantes (62% de la matrícula del año)  
 Consideraron positivo el desarrollo de los Talleres: 45 estudiantes (96% de la muestra)  
 Al caracterizar como *Positivo* fundamentaron teniendo en cuenta los siguientes aspectos  
 Los experimentos realizados en clase. 53 %  
 La vinculación con la carrera. 20%  
 Mejor comprensión de la asignatura. 24%  
 Relación teoría con la práctica. 22%  
 Nuevos conocimientos. 4 %  
 Calidad de las clases. 11%  
 Metodos basados en la relación alumno profesor. 2%

Al caracterizar como *Interesante* fundamentaron utilizando los siguientes calificativos: motivantes, interesantes, atractivos, estimulantes, importantes, diferentes, instructivos.

***Anexo 4. Guía para la preparación de la Evaluación final. Curso 2017-2018.***

**Título:**

**1. Introducción**

Debe ser muy general y explicar que se persigue con la realización del trabajo (responder a los objetivos de la asignatura).

**2. Desarrollo**

2.1 Características químicas del elemento de interés agrícola presente en la especie química asignada.

- ✓ Ubicación en la tabla periódica. Tipo de elemento (Representativo o Transición).
- ✓ Propiedades atómicas (Energía de Ionización (I), Electroafinidad (E), Carácter Metálico (CM).

- ✓ Principales propiedades químicas y físicas: Si es metal o no metal, cómo se encuentra en la naturaleza sólido, líquido, formando compuestos, tipos de compuestos (iónicos, covalentes)
  - ✓ Especies iónicas que origina, teniendo en cuenta los estados de oxidación que presenta el elemento químico de interés agrícola.
- 2.2. Caracterización química de la especie iónica asignada. (si es un ión poliatómico, caracterizarlos enlaces que tiene, solubilidad en agua de acuerdo a su estructura; su carácter (precipitante, ácido, básico, oxidante o reductor). Ejemplificar con formulaciones.
- 2.3. Papel en el agroecosistema.
- ✓ Del elemento (si es o no esencial, funciones en plantas o animales).
  - ✓ De la especie iónica que forma el elemento.
- 2.4. Métodos analíticos para su determinación cuantitativa.

### Metodos volumétricos

- Fundamento del método volumétrico.
- Condiciones de trabajo (agente valorante, indicador, pH, tipo de valoración, determinación del Punto final, principales reacciones (Reacción de Valoración, Reacción del Punto Final)

### Metodos Instrumentales

- Método de cálculo
- Fundamento del método
- Condiciones de trabajo (Longitud de onda de trabajo, características de la disolución blanco, preparación de patrones, electrodo de referencia, electrodo indicador, celda potenciométrica, según el método).
- Métodos evaluativos. Gráficos y/o mediante cálculo.  
(Determinación del Punto estequiométrico y de la concentración)

### 3. Conclusiones

(Breves, destacando importancia agrícola)

### 4. Bibliografía

Toda la utilizada, incluyendo los textos básicos de la asignatura, textos complementarios y materiales bajados de internet. Utilizar la norma ISO 690.