

Estudios realizados con una base curricular.

La importancia de los conocimientos de química en la formación del ingeniero agrónomo

Nanci Farias y Miria Baschini

Abstract (*The importance of the chemistry knowledge in the career of the agricultural engineer*)

Agricultural-engineering career is broadly distributed and implemented in many universities all over the world. Commonly, a great number of students start their studies without much standing the significance of learning the contents of basic matters as Chemistry, Mathematics, Physics, etc. to understand specific concepts, usually necessary to advance in other matter of the career.

In this article we analyze the way in which basic Chemistry is connected with other subjects, specifically related to the agricultural-engineering education; and in this way we propose some ideas and examples to increase pupil's motivation to the study of Chemistry.

Introducción

Cuando los alumnos que finalizan el nivel medio de enseñanza eligen una carrera universitaria lo hacen en función de sentirse identificados con lo que el perfil de la misma les propone. De acuerdo con el plan de estudios vigente, la Universidad Nacional del Comahue, Argentina, propone: "La carrera de Ingeniero Agrónomo debe brindar a la sociedad la posibilidad de contar con un profesional que utilice y perfeccione los adelantos de la ciencia y la tecnología para satisfacer plenamente sus necesidades de alimentos y materias primas para la industria derivada de la agricultura y la ganadería. Los recursos naturales, biológicos y tecnológicos que maneje, con el fin de aumentar y mejorar la producción, debe hacerlo preservando y aun mejorando el ambiente natural en el cual desarrolla su actividad" (Universidad Nacional del Comahue, 1993).

* Departamento de Química, Universidad Nacional del Comahue. Buenos Aires 1400-8300 Neuquén-Argentina.

Correo electrónico: miria@uncoma.edu.ar

Recibido: 14 de enero de 2002; aceptado: 4 de julio de 2002.

Aun cuando este perfil es propuesto por una Facultad en particular, una revisión mas detallada de planes de estudio de algunas universidades latino-americanas y españolas muestra tendencias similares: se hace hincapié en las funciones que podrá desarrollar el graduado, el desarrollo de su capacidad para utilizar las herramientas brindadas por la ciencia y la tecnología, su compromiso con un desarrollo sustentable (páginas web del anexo I).

Las encuestas realizadas durante muchos años (Baschini *et al.*, 1999) indican que los alumnos no suelen sentir la misma predisposición hacia el estudio de las disciplinas básicas, a las que suelen ver como la parte "penosa" del programa. Estas disciplinas se encuentran en la etapa inicial de la carrera, donde habitualmente se están definiendo todavía intereses, inclinaciones, posibilidades, cambios en las estrategias de estudio, etcétera.

No resulta extraño comprender entonces que los aspectos señalados precedentemente constituyen algunas de las razones (y sólo algunas) por las cuales en las universidades nacionales de nuestro país, durante el primer año, se produce una elevada deserción o fracaso escolar.

Los objetivos planteados en este artículo son:

- señalar las conexiones existentes entre la Química Básica y las asignaturas específicas del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica, y
- proponer actividades donde se utilicen estos nexos como estrategia tendiente a aumentar la motivación de los alumnos respecto al abordaje de los contenidos disciplinares de la química.

Se persigue entonces evidenciar claramente las relaciones interdisciplinarias para, luego, poder contextualizar los contenidos. De esta manera es posible incrementar la motivación de los alumnos, considerado éste un aspecto fundamental para el aprendizaje de las Ciencias, avalado por diversas investigaciones psicológicas (Pozo Municio, 1998).

Se pone el énfasis en la motivación "intrínseca" hacia el aprendizaje, por estar más vinculada a la

búsqueda del significado y sentido de lo que se hace a través de estrategias de enseñanza basadas en la localización de centros de interés, el trabajo en equipo y la participación activa de los alumnos (Alonso y Tapia, 1997; Huertas, 1997).

Relación de la Química Básica con las restantes asignaturas del plan

Si bien se analiza en este artículo el Plan de la carrera perteneciente a una universidad en particular, una detallada inspección a los planes de estudio de otras universidades (véanse las páginas web del anexo I) nos coloca frente al mismo cuadro de situación: en los primeros años se encuentran los cursos de asignaturas básicas y, a partir del segundo, o incluso el tercer año, comienza el dictado de materias que de una manera natural resultarán supuestamente más atractivas para los alumnos, debido a su fuerte orientación profesional.

Algunos intentos, en cuanto a favorecer la retención de los alumnos, lo constituyen:

- el dictado de materias específicas, como Realidad Rural (Plan de estudios, 1993) durante el primer año; y
- las actividades de ingreso universitarias relacionadas con cuestiones que el estudiante abordará en su futuro desempeño profesional (Baschini *et al.*, 1999).

Los casos particulares de Química General o Química General e Inorgánica presentan generalmente una serie de contenidos que podrían diferenciarse en los siguientes bloques temáticos (Universidad Nacional del Comahue, 2000):

- a) Estructura de la materia, ordenamiento periódico y enlace químico;
- b) Estados de agregación y sus propiedades;
- c) Termodinámica y Cinética Química;
- d) Equilibrios químico e iónico, e
- e) Introducción a la Química Inorgánica.

Dentro de la asignatura los diferentes temas se encuentran conectados entre sí y se establecen las posibles relaciones existentes; de hecho suele resultar prácticamente imposible profundizar en las propiedades de los estados condensados de la materia si no se comprende previamente su estructura íntima, el tipo de enlaces involucrados y las razones por los cuales dichos enlaces se han establecido.

Cuando se revisa detenidamente todo el Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica

de la Universidad Nacional del Comahue, se encuentra que los contenidos de Química General e Inorgánica se retoman, como conceptos básicos para profundizar sobre diversas temáticas, a lo largo de la carrera en una gran cantidad de asignaturas. La misma tendencia general puede señalarse en otras universidades (anexo I), aun cuando no fue posible en todos los casos tener acceso a los programas completos.

Los contenidos de la Química Introductoria de hecho son utilizados en forma directa por las restantes asignaturas de Química que se dictan en el cuatrimestre o año siguiente, como:

- a) Química Analítica;
- b) Química Orgánica;
- c) Química Biológica, y
- d) Química Agrícola.

(Se mencionan las que habitualmente aparecen en los planes, sin que estén necesariamente todas ellas.)

Sin embargo, lo que puede adquirir un mayor peso a la hora de favorecer la motivación en los alumnos es la relación de los contenidos con las disciplinas que el alumno indudablemente considera “apropiadas” para la carrera que ha elegido.

La tabla 1 muestra las asignaturas que, ubicadas en diferentes años y cuatrimestres de la carrera de Ingeniería Agronómica en nuestra universidad, involucran contenidos de Química General e Inorgánica, materia que los alumnos cursan en el primer cuatrimestre de primer año.

En otras asignaturas de la carrera también se requiere el conocimiento de aspectos químicos, pero en menor grado y profundidad. Cuáles son y cómo se ubican en el Plan de estudios es lo que se detalla en la tabla 2.

Puede evidenciarse entonces que la importancia que la disciplina básica tiene en la carrera es muy fuerte, ya que permanentemente sus contenidos se requieren para profundizar conocimientos específicos de la profesión y para abordar problemas y encontrar soluciones. De hecho se utiliza, en mayor o menor grado, para abordar temáticas distribuidas en, al menos, 23 asignaturas de la carrera.

Propuestas para incrementar la motivación de los alumnos

A partir del conocimiento de estas interrelaciones disciplinarias por parte del equipo docente de la asignatura básica es posible, entonces, promover un

Tabla 1. Asignaturas de la carrera de Ingeniería Agronómica directamente relacionadas con Química, año y cuatrimestre, contenidos de Química General e Inorgánica que utilizan en su desarrollo, según el plan Universidad Nacional del Comahue, 1993.

N° Materia	Año y cuatrimestre	Contenidos relacionados con Química General e Inorgánica
1. Climatología y fenología agrícola	2 ^{do} - IV	Atmósfera, humedad atmosférica, calor, temperatura.
2. Fisiología vegetal	2 ^{do} - IV	Agua, relación suelo agua, fotosíntesis.
3. Genética y fitotecnia	3 ^{er} - V	Material genético.
4. Microbiología agrícola	3 ^{er} - V	Ciclos del C, N, P, S, K.
5. Edafología	3 ^{er} - V	Propiedades fisicoquímicas del suelo, su composición.
6 Nutrición animal	4 ^{to} - VII	Alimentos, nutrientes.
7 Terapéutica vegetal	4 ^{to} - VIII	Compuestos orgánicos e inorgánicos, fertilizantes.
8 Manejo y conservación de suelos	4 ^{to} - VIII	Condición del suelo y fertilización.
9 Tecnología de frutas	6 ^{to} - IX	Composición química del fruto.
10 Industrias agrarias	Opt.	Composición de los alimentos.
11 Enología	Opt.	Fisicoquímica de vinos, obtención de vinos.

Tabla 2. Asignaturas de la carrera de Ingeniería Agronómica indirectamente relacionadas con Química, año y cuatrimestre y contenidos de Química General e Inorgánica que utilizan en su desarrollo, según el plan Universidad Nacional del Comahue, 1993.

N° Materia	Año y cuatrimestre	Contenidos
1. Anatomía y fisiología animal	3 ^{to} - VI	Sistemas digestivos.
2. Hidráulica e hidrología agrícola	4 ^{to} - VII	Ciclo hidrológico en la naturaleza.
3. Ecología y fitogeografía	5 ^{to} - IX	Flujos de energía y materiales, ciclos biogeoquímicos
4. Fruticultura I	5 ^{to} - IX	Requerimientos de agua en los cultivos de plantas frutales.
5. Horticultura	5 ^{to} - X	Requerimientos de clima y suelo.
6. Producción ovino-caprina	Opt.	Producción y tecnología.
7. Producción bovina	Opt.	Tecnología de carnes y lácteos.
8. Dasonomía y manejo de cuencas	Opt.	Hidrología superficial.
9. Producción monogástricos	Opt.	Tecnología de productos y subproductos.
10. Viticultura	Opt.	Fisiología y ciclo biológico.
11. Parques, jardines y floricultura	Opt.	Suelo y material de soporte floral.
12. Cultivos especiales	Opt.	Cereales: eficacia energética. lúpulo: componentes químicos

mayor interés hacia la Química. Las siguientes son algunas actividades de las ensayadas en diferentes años, cuyos resultados fueron altamente promisorios, de acuerdo con la modalidad de clase o cursado que se esté llevando a cabo:

A. Clases expositivas del docente

Para clases de tipo expositivas a cargo del docente puede siempre mencionarse el momento de la carrera en el que se requerirá específicamente dicho contenido. A modo de ejemplo, cuando se estudia el estado gaseoso de agregación de la materia se puede mencionar la importancia que tiene el mismo, así como las funciones de estado asociadas (P , T , V) en la comprensión de los fenómenos atmosféricos, los cuales se verán en detalle en la asignatura Climatología y Fenología Agrícola (tabla 1). En este sentido suele ser muy útil contar con redes, parciales, o generales, para ayudar a los alumnos a ubicarse respecto de la conexión y profundización de contenidos que realizarán durante su carrera.

Un ejemplo de este tipo de redes es el que muestra la figura 1.

B. Clases donde los alumnos trabajen en grupos

En este tipo de actividades pueden desarrollarse guías de trabajo en aula y laboratorio relacionadas con temáticas de aplicación. Entre las opciones llevadas a cabo con mucha aceptación por parte de nuestros alumnos pueden mencionarse:

1) La preparación de soluciones nutritivas para el desarrollo de cultivos hidropónicos (Kuterwal, 1993), tema sobre el cual se profundiza en Fisiología Vegetal (tabla 1: Fisiología Vegetal), donde se utilizan diferentes formas de expresar concentraciones y se realizan diluciones (Lombardi, 1999).

2) La evaluación de la capacidad de retención de agua por parte de arena, arcillas y suelos, relacionado con Edafología (tabla 1: Edafología), donde pueden profundizarse los conceptos de fuerzas intermoleculares, estados de agregación de la materia, conceptos termodinámicos, etcétera (Giaveno, Baschini, 2000).

3) La medición de pH y titulación de sistemas tales como los vinos, evaluando inclusive características de sistema coloidal, relacionado con los contenidos de Viticultura (tabla 2: Industrias Agrarias). En este tipo de trabajo pueden discutirse desde aspectos ligados a los sistemas materiales, hasta neutralización y equilibrio ácido-base (Zajonskovsky *et al.*, 2001).

Obviamente, también en este tipo de actividades puede recurrirse al uso de redes como la de la figura 1.

C. Propuestas adicionales

En nuestra Facultad de Ciencias Agrarias se promueven y desarrollan, desde 1996 a la fecha, y durante un mes previo al inicio de los cursos, actividades de ingreso abordando problemáticas específicas del futuro Ingeniero agrónomo, desde los aspectos relativos a las disciplinas básicas (Química, Física, Matemática). Si bien en este tipo de actividades no se profundizan contenidos (debido al breve tiempo en el cual se desarrollan), la importancia de la disciplina adquiere una dimensión concreta para el alumno, muy superior a la que él mismo concebía antes de realizar esta actividad (Baschini *et al.*, 1999).

La interacción de los docentes de Química con los responsables del dictado de asignaturas avanzadas, la planificación de actividades conjuntas e inclusive la discusión de aspectos ligados a los proyectos de investigación científica que se lleven a cabo dentro del ámbito de la institución, también contribuyen a una mayor integración de conocimientos los cuales serán más fácilmente aprendidos por los alumnos.

Todo lo expuesto y propuesto no debe llevarnos a la equívoca idea de que, por favorecer la motivación en los alumnos hacia el estudio de la disciplina básica, debamos renunciar a la calidad de los conte-

nidos, ya que los mismos deben ser realmente comprendidos por parte del alumno si se espera que avance en la carrera, se gradúe y sea un profesional con una adecuada formación.

Es importante también la reformulación de los objetivos de las disciplinas básicas en cuanto a que, además de la adquisición específica de los conocimientos, son de gran relevancia otros aspectos tales como el afianzar las conexiones entre contenidos y disciplinas, favorecer el trabajo grupal, aumentar la independencia y responsabilidad del alumno durante la actividad experimental, de búsqueda bibliográfica, etcétera. (Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, ITSM).

Aun cuando las propuestas vertidas en este trabajo han sido llevadas a cabo en el marco de una carrera universitaria, es posible trasladar la experiencia hacia otras carreras y otros niveles de enseñanza, adaptándola a los requerimientos de cada caso.

Conclusiones

Si bien los alumnos que ingresan a carreras universitarias como Ingeniería Agronómica no visualizan la importancia de la Química en su formación se puede concluir que:

1. La Química es una herramienta indispensable para comprender temáticas agronómicas simples y complejas.
2. Es necesario que los alumnos visualicen la

ALGUNAS RELACIONES ENTRE LOS CONTENIDOS DE QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA Y LAS DIFERENTES ASIGNATURAS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

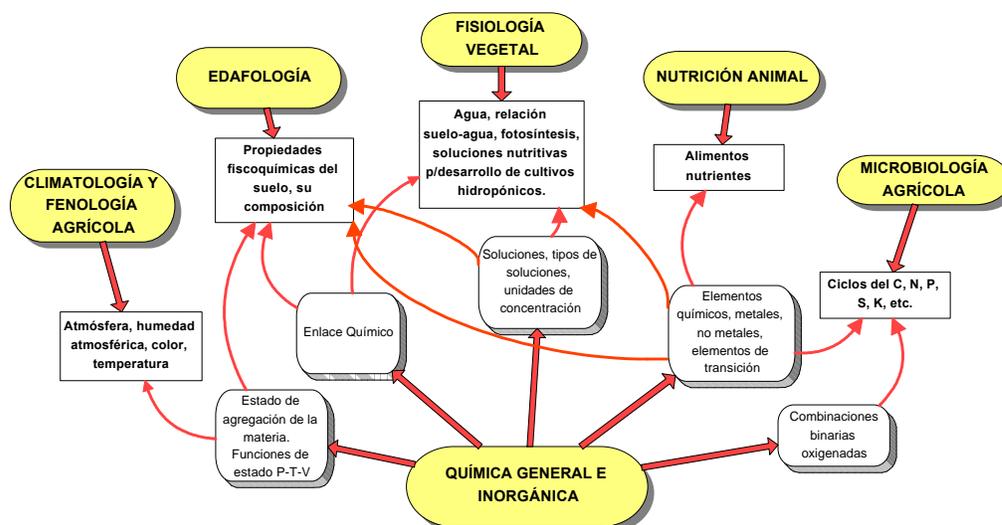


Figura 1.

relevancia de los conceptos químicos para su formación profesional.

3. Es necesario que el aprendizaje de la Química en la formación de los futuros ingenieros agrónomos sea significativo y relevante. Para ello resulta conveniente plantear una enseñanza motivante y contextualizada de los contenidos químicos para lo cual, encontrar la relación entre la disciplina básica y las asignaturas avanzadas de la carrera (que suelen despertar mayor interés), constituye un buen recurso.

Referencias

- Alonso Tapia, J., *Motivar para el aprendizaje*, Barcelona, Edebé, 1997.
- Baschini, M., Giaveno, M.A., Zajonskovsky, I., Lombardi, M.B., Girardin, L., Gresia, A. Un problema agronómico abordado desde la Química, *Educación en la Química*, 5 [1] 15-20 (1999).
- Colavita, G. y Lombardi, M.B., Hacia una práctica distinta, cultivo en soluciones nutritivas: Hidroponía, *Actas de I Jornadas Internacionales de la Enseñanza Universitaria de la Química, AQA-U.N. del Litoral-U. N. L.*, Santa Fe, Argentina, 1999.
- Departamento de Química, Programa de Química General e Inorgánica, Universidad Nacional del Comahue, 2000.
- Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Facultad de Ciencias Agrarias, Plan de estudios, Universidad Nacional del Comahue, 1993.

Giaveno A. y Baschini M., *Minerales arcillosos, arena y suelos: modelos experimentales para el estudio de propiedades intensivas y extensivas*, II Congreso Iberoamericano de Enseñanza de Ciencias Experimentales, Villa Giardino, Córdoba, 2000.

Huertas, J.A., *Motivación, querer aprender*, Buenos Aires, Aique, 1997.

Kuterwal, G.O., *Hidroponía*, editorial Albatros, Buenos Aires, 97-103, 1993.

Pozo Muncio, J.I y Gómez Crespo M.A., *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Ediciones Morata, Madrid, 1998.

Zajonskovsky I., Giaveno, M.A., Baschini, M., *Vinos y suelos como sistemas químicos de Aplicación*, *Educación en la Química*, 7 [3], 25-30 (2001).

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Secretaría de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería (Universidad Nacional del Comahue) por el subsidio y beca de extensión recibidos, que permitieron el desarrollo de este trabajo.

También quieren expresar su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, por su permanente compromiso y empeño, como institución, en mejorar las condiciones de retención, enseñanza y aprendizaje de los alumnos de los primeros años de carrera. ■

Anexo I

País	Institución	Título que otorga	Dirección electrónica
Argentina	Universidad Nacional de Luján	Ingeniero Agrónomo	http://www.unlu.edu.ar/C_agronomia.htm
	Universidad Nacional de La Plata	Ingeniería Agronómica	http://www.agro.unlp.edu.ar/
	Universidad Nacional de Córdoba	Ingeniería Agronómica	http://www.agro.uncor.edu/
	Universidad Nacional del Comahue	Ingeniero Agrónomo	http://faca.uncoma.edu.ar/Ingenieriaagronomica/planEstudio.html
Colombia	Universidad Nacional de Colombia	Ingeniero Agrónomo	http://www.unalmed.edu.co
España	Universidad de Zaragoza	Ingeniero Agrónomo	www.unizar.es
	Universidad Politécnica de Madrid	Ingeniero Agrónomo	http://www.etsia.upm.es/asignaturas1996.htm
México	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	Ingeniero Agrónomo en Producción	www.mty.itesm.mx/alumnos/profesional/carreras
	Universidad Autónoma de México	Ingeniero Agrónomo	http://serpiente.dgsca.unam.mx/rectoria/htm/carrera/ingagr-t.html
Uruguay	Universidad Concepción del Uruguay	Ingeniero Agrónomo	http://www.ucu.edu.ar/ingeniero_agronomo.htm